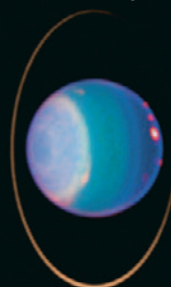


Astronomia na escola

Sistema Solar



Edição: 11/2008
A partir de 12 anos



Observatório
Nacional

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Presidente da República

Luiz Inácio Lula da Silva

**Ministro de Estado da
Ciência e Tecnologia**

Sergio Machado Rezende

**Secretário - Executivo do
Ministério da Ciência e Tecnologia**

Luiz Antônio Rodrigues Elias

**Subsecretário de Coordenação
das Unidades de Pesquisa**

José Edil Benedito

Diretor do ON

Sergio Luiz Fontes

Observatório Nacional - MCT

Rua General José Cristino, 77

Cep: 20921-400

Rua General Bruce, 586

CEP 20921-030 São Cristóvão

Rio de Janeiro - RJ Brasil

Fone: 21 2580 6087

PABX: 21 3504 9100

FAX: 21 2580 6041

Criação e desenvolvimento da revista

Divisão de Atividades Educacionais - DAED

Dr. Antares Kleber (Idealizador da série de revistas)

Luzia Ferraz Penalva Rite

Thiago Moeda Sant'Anna

Rodrigo Cassaro Resende

Edilene Ferreira

Vanessa Araújo Santos (Estagiária)

Igor Cordeiro de Souza Jardim (Estagiário)

Revisão Técnico-Científica

Dr. Carlos Henrique Veiga (Chefe da Divisão de Atividades Educacionais)

Dr. Dalton de Faria Lopes (Pesquisador da Coordenação de Astronomia e Astrofísica)

Programação Visual

Edilene Ferreira

Caros Leitores,


Esta série de revistas, editadas pela Divisão de Atividades Educacionais do Observatório Nacional/MCT, projeto apoiado pelo Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, tem como meta a difusão de informações gerais sobre os vários temas da Astronomia. Levando o leitor ao pensamento científico, à imaginação e à criação, atraindo-o a pesquisar os conceitos aqui abordados ou sugeridos, é um dos objetivos desta publicação.

Boa Leitura!
Divisão de Atividades Educacionais (DAED)

O Observatório Nacional não se responsabiliza pelos dados e opiniões expressos nesta publicação, sendo estes de inteira responsabilidade dos autores.

A revista já está utilizando as alterações introduzidas na ortografia da língua portuguesa.

As informações que constam nesta revista foram atualizadas até a data desta edição.



Este é o Dr. Fernando, astrônomo do Observatório Nacional. Ele vai nos falar sobre o Sistema Solar. Não percam essa chance de aprender mais sobre o espaço que está tão pertinho de nós! Dr. Fernando, por favor, a turma está ansiosa para ouvir a sua palestra!

Muito obrigado, professora! E vamos começar logo porque temos muita coisa para falar!

Vivemos em um pequeno planeta rochoso que chamamos de Terra. Ele não está sozinho no espaço. Junto com ele estão muitos outros corpos celestes que formam o chamado Sistema Solar.




Mas, o que é o Sistema Solar? É o nome que damos ao enorme conjunto de corpos celestes que estão em órbita, em torno de uma estrela que chamamos de Sol.




As estrelas que eu vejo no céu pertencem ao Sistema Solar?



Não, de modo algum! Todas as estrelas que você vê no céu, com exceção do Sol, não fazem parte do Sistema Solar.




Quais são os corpos celestes que formam o Sistema Solar?




Como eu já disse, nossa estrela é o Sol, a única estrela pertencente ao Sistema Solar.

Girando em torno do Sol temos 8 planetas: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.



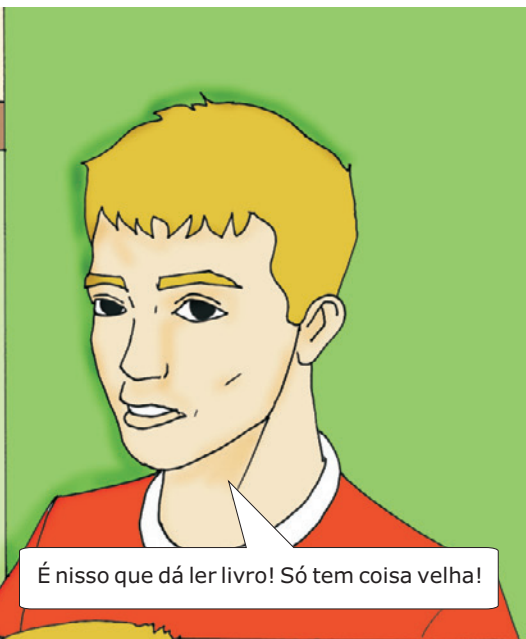
Também giram em torno do Sol 5 planetas anões: Ceres, Plutão, Eris, Makemake e Haumea



Planeta anão? Professor, eu estou confusa! Eu tenho um livro que só fala de planetas. Não tem planeta anão!



É sem dúvida um livro antigo. A partir de 2006 os astrônomos passaram a usar os nomes de planetas e planetas anões para diferenciar alguns objetos do Sistema Solar.



É nisso que dá ler livro! Só tem coisa velha!



Não fale isso alto! Seja estúpido só para você mesmo!

Calma lindinha, eu só estava brincando! Ninguém lê mais, nessa sala, do que eu!



Eu posso mesmo imaginar o que você deve ler!

Vamos prestar atenção à aula!

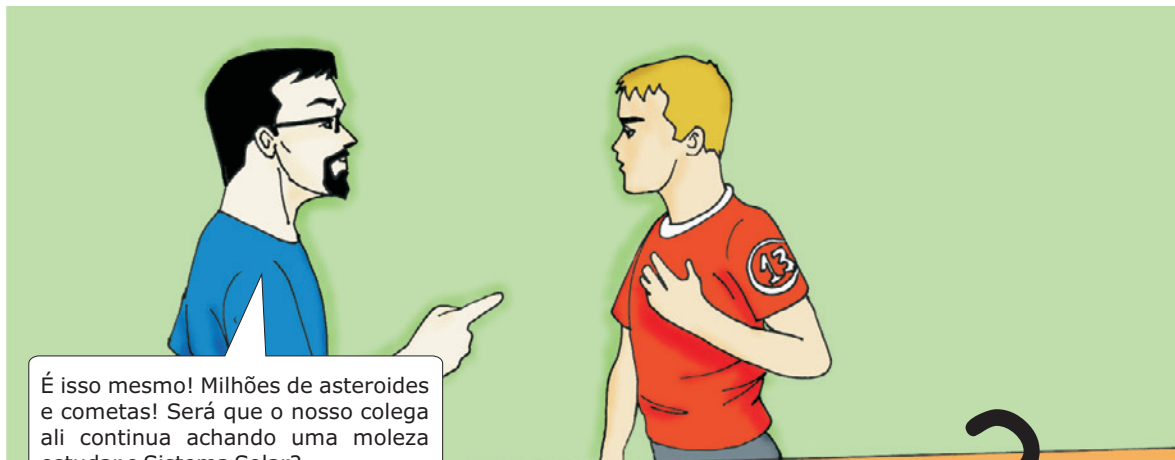


Moleza estudar o Sistema Solar: Sol, 8 planetas e 5 planetas anões! Só isso?



Calma porque eu ainda não terminei a história! Além desses objetos, o Sistema Solar contém milhões de pequenos corpos que são chamados de asteroides e cometas.

Milhões?



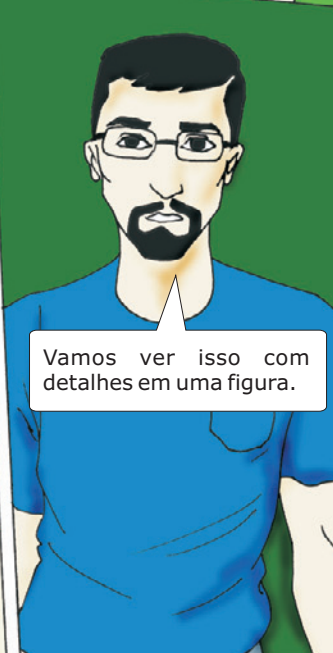
É isso mesmo! Milhões de asteroides e cometas! Será que o nosso colega ali continua achando uma moleza estudar o Sistema Solar?



Eu acho que esse professor está me perseguindo! Por que os professores não gostam de mim?



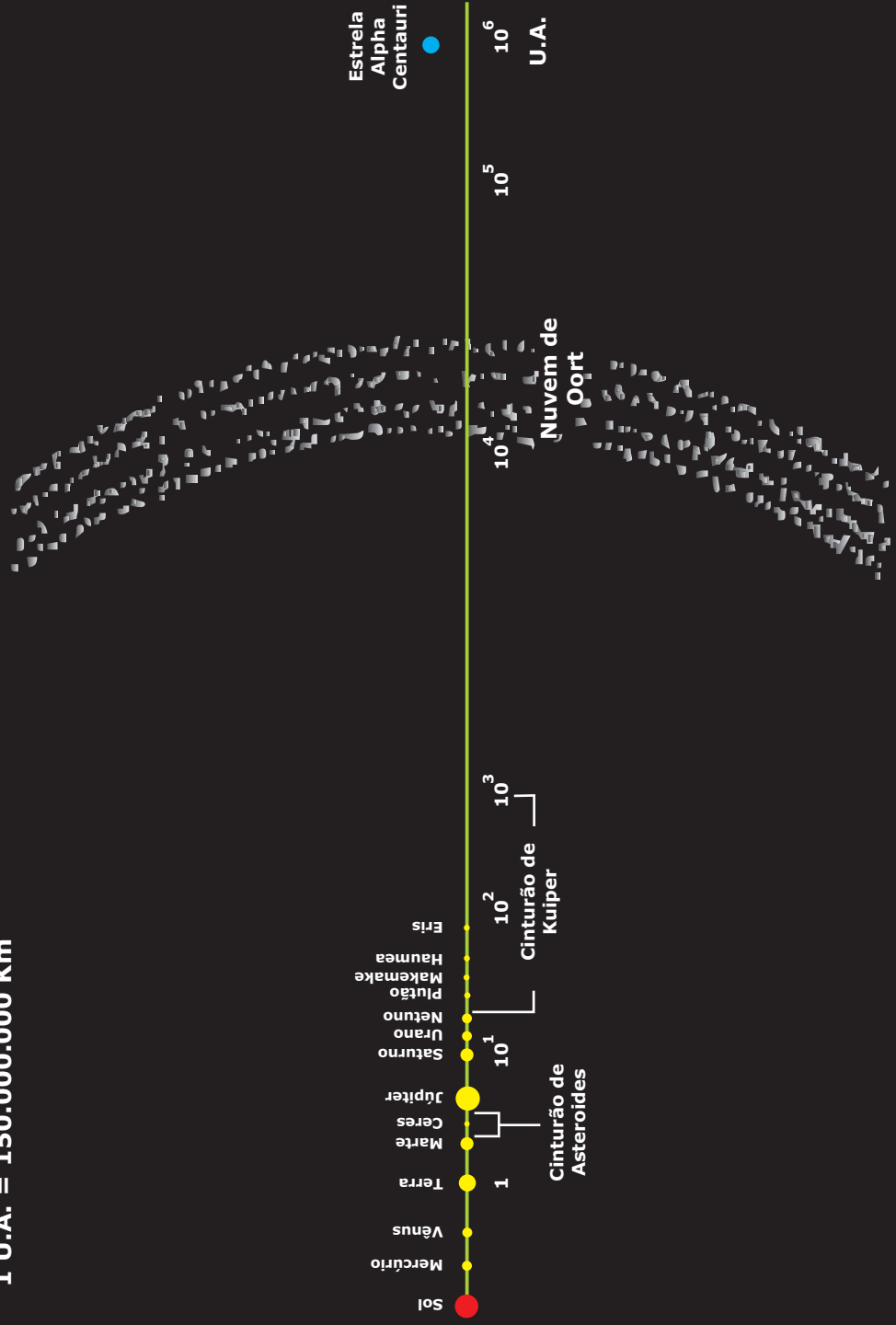
Porque você é um traste! Um incômodo no Sistema Solar!



Vamos ver isso com detalhes em uma figura.

Todos os planetas foram colocados no mesmo plano (representado pela linha branca contínua), embora não se distribuíam desta forma no Sistema Solar.

1 U.A. = 150.000.000 Km





Tem mais uma coisinha que eu ainda não contei para vocês!



Ai, ai, ai, ai, ai! Eu não gosto de surpresas! Professor, antes de o senhor continuar eu gostaria de fazer uma pergunta:



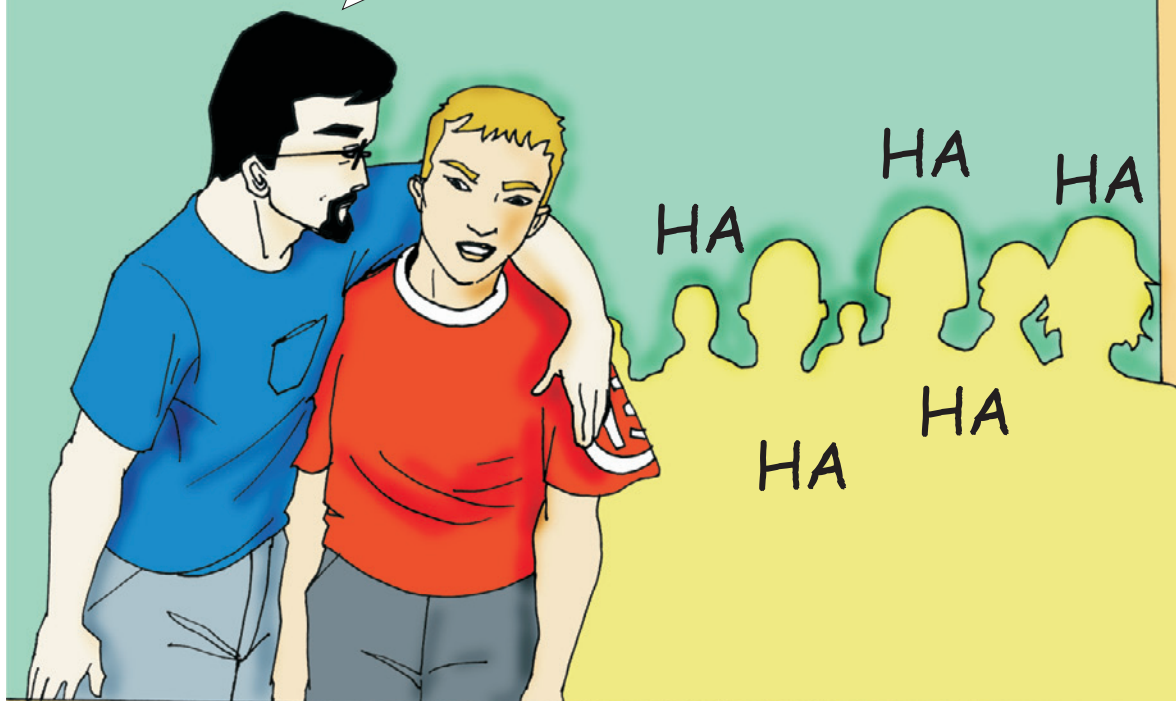
Lá vem besteira!

Cale a boca! Você vai fazer a turma toda passar vergonha!

Deixe ele mostrar que é estúpido mesmo!

Eu acho que vou enquadrar esse elemento!

Faça a sua pergunta! Não seja tímido!



Grande piada! Ele não é tímido não! Ele é só um palhaço!

Tímido! Essa "coisa" é uma aberração! Só vive para atrapalhar a aula!

Ai, coitadinho! Não fale assim dele!

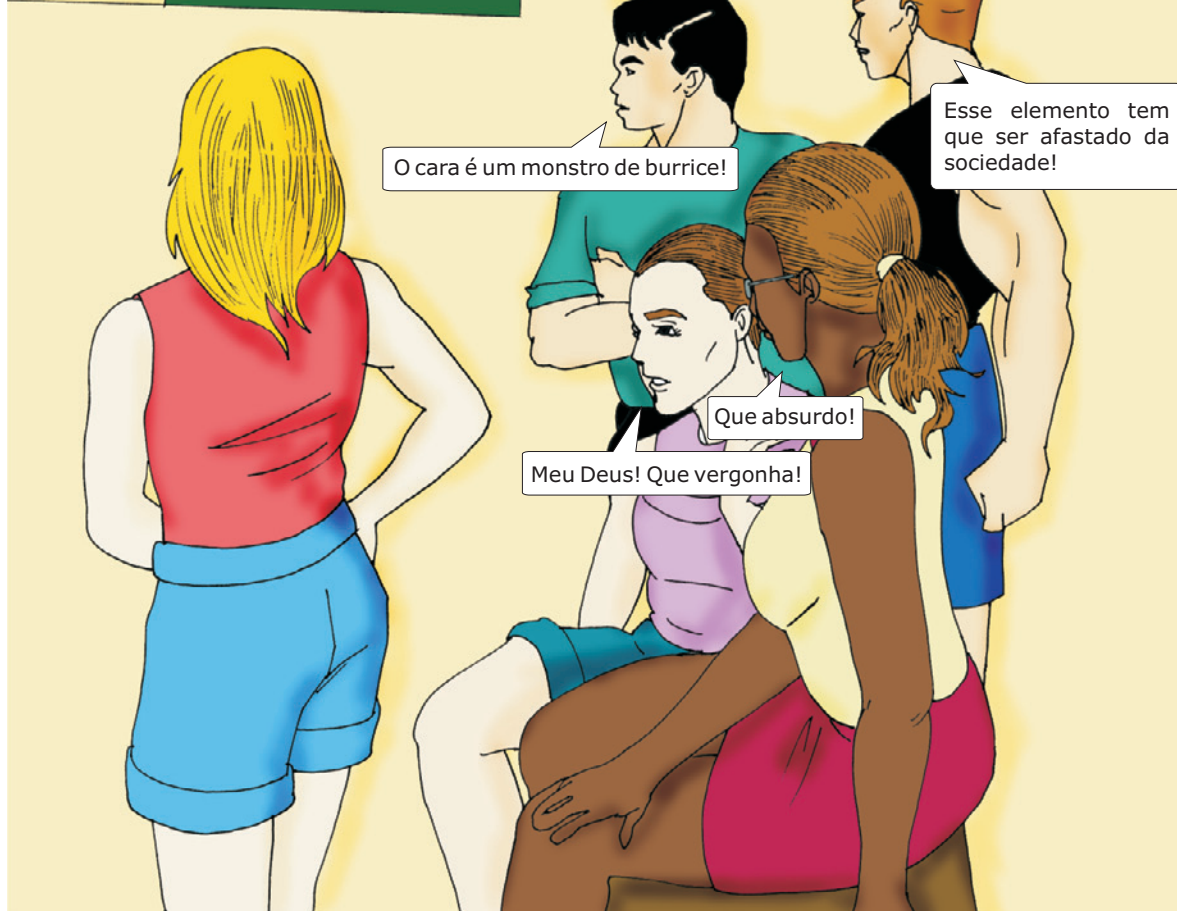
Tão falando mal de quem? Quem?

Assim não dá! Essas meninas me adoram! Ainda não sou cantor de sucesso e elas já são minhas fãs!

Fale logo, coisa ruim!



Claro, claro! Esses milhões de corpos celestes que o senhor falou são os pontinhos luminosos que vemos, à noite, no céu?



O cara é um monstro de burrice!

Esse elemento tem que ser afastado da sociedade!

Que absurdo!

Meu Deus! Que vergonha!




Calma, gente! Os pontos luminosos visíveis no céu noturno são estrelas, muito distantes de nós. Elas não fazem parte do Sistema Solar. Você não consegue ver todos os corpos do Sistema Solar a olho nu. Dependendo da época do ano você consegue ver alguns planetas. Outros, jamais são vistos desta maneira.

Professor, que história é essa de olho nu? Eu nunca vi olho vestido!

Eu não acredito! Ele insiste!

Eu estou morta de vergonha! O que esse professor vai pensar da nossa turma?


O elemento está perdendo o controle! Vou ficar de olho nele! Ele pode ser tornar agressivo, aí eu vou agir. E vai ser ruim prá ele!




Olho nu é como chamamos as observações feitas sem o auxílio de equipamentos como binóculos, telescópios, etc...

Ah, tá! Eu duvido que alguém soubesse isso aqui na turma! Mas ficam falando mal de mim! São uns invejosos!

O que eu ainda não falei é que muitos desses planetas do Sistema Solar possuem corpos girando a sua volta. Esses são os satélites naturais dos planetas.



Mas esses satélites são poucos, não são?



Depende do planeta. Alguns não possuem satélites, outros têm poucos e outros têm muitos satélites! Aliás, sabemos agora que até mesmo alguns asteroides possuem satélites!

E vai ficar melhor! Vamos estudar cada um dos corpos do Sistema Solar separadamente. Nada melhor do que começar pelo nosso Sol!

Hum! Isso está começando a ficar bom!

O Sol é uma estrela, mas, ao contrário do que muita gente imagina, ele possui uma estrutura interna. Vejam só a figura abaixo.

ESTRUTURA DO SOL

Fotosfera

Núcleo

Zona de
Irradiação

Zona de
Convecção

Linhas de
Campo Magnético



Caramba!




Mas prá que serve o Sol?
Prá enfeitar o céu?



Eu vou embora! Eu
estou morta de
vergonha com as
bobagens do Giba!

Não vai, não! E eu vou
ficar sozinha passando
vergonha? Nada disso!
Fique aí mesmo! Agente
firme! Quem sabe ele
desmaia?




Nada disso! O Sol produz e emite enormes quantidades de energia no espaço. É essa energia que permite a existência das plantas e dos animais, inclusive nós, seres humanos.




Animal!

Só que também temos que ter cuidado com a energia solar. Às vezes ela pode provocar severos danos à nossa saúde.



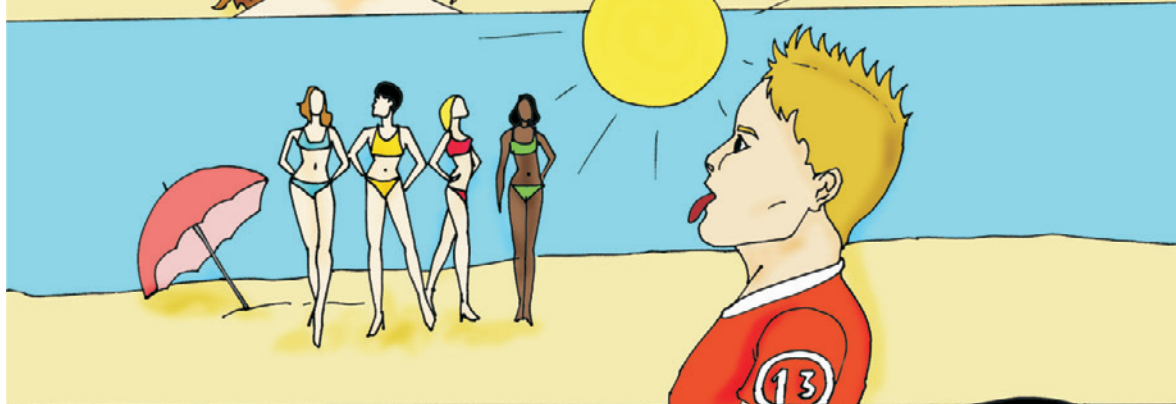
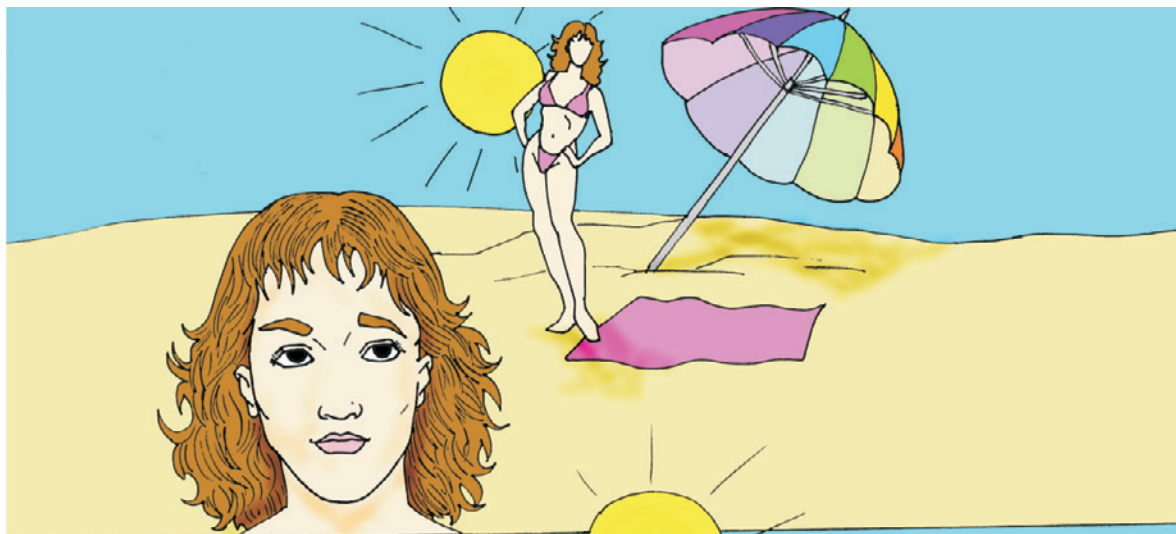
Mas não é a energia solar a responsável pelo tom bronzeado da nossa pele, após irmos à praia?



Será que o professor vai falar sobre bronzeadores?

Ih! Agora já me interessei pelo assunto! Fale mais sobre o Sol professor, fale!

Não é só o Giba não! Que turma!



Acorde bobalhão!



É sim, mas grande parte da radiação, que vem do Sol, é a chamada infravermelha. Essa radiação, em excesso, é prejudicial à saúde. É por isso que, para ficarmos muito tempo expostos ao Sol, devemos proteger a nossa pele usando os chamados "filtros solares".

OH HHHH!



Vamos agora dar uma olhada nos planetas. Eles são oito, ao todo, e é importante saber que eles não têm o mesmo tamanho! É a seguinte a ordem dos planetas, indo do maior para o menor: Júpiter, Saturno, Urano, Netuno, Terra, Vênus, Marte e Mercúrio.

Ordem decrescente de tamanho dos planetas do Sistema Solar (sem escala de tamanho). $r =$ raio

Saturno
 $r = 60268 \text{ Km}$



Netuno
 $r = 24764 \text{ Km}$



Vênus
 $r = 6051,9 \text{ Km}$



Mercurio
 $r = 2439,7 \text{ Km}$



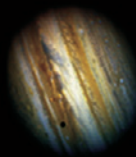
Plutão
 $r = 1195 \text{ Km}$



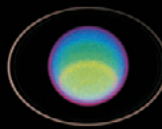
Haumea
 $r = 745 \text{ Km}$



Júpiter
 $r = 71492 \text{ Km}$



Urano
 $r = 25559 \text{ Km}$



Terra
 $r = 6372,797 \text{ Km}$



Marte
 $r = 3402,5 \text{ Km}$



Eris
 $r = 1200 \text{ Km}$



Makemake
 $r = 900 \text{ Km}$



Ceres
 $r = 476 \text{ Km}$



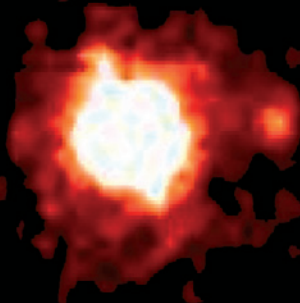


E os planetas anões?

Boa lembrança! Como já dissemos, eles são cinco: Ceres, Plutão, Eris, Makemake e Haumea. Eles são bem pequenos e estão localizados em posições bem diferentes no Sistema Solar.

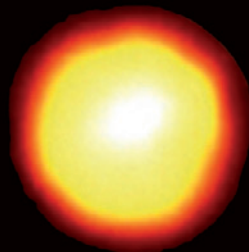


Notem bem: o planeta anão Ceres está localizado entre as órbitas de Marte e Júpiter. Já o planeta anão Plutão está situado depois de Netuno. Depois de Plutão temos os planetas anões Haumea e Makemake. O planeta anão Eris é o mais distante conhecido até agora, bem depois de Plutão!

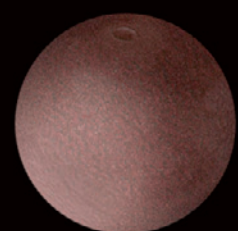


Planeta anão - Eris

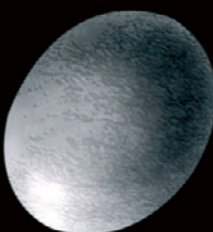
Planeta anão - Plutão



Não errem! O Sistema Solar só tem 8 planetas! O planeta mais distante do Sol é Netuno! O Sistema Solar, até então, tem 5 planetas anões e o mais distante é Eris.

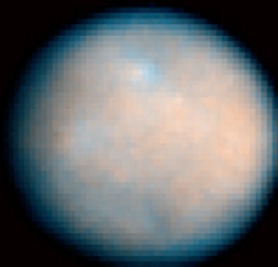


Planeta anão - Makemake
(desenho)

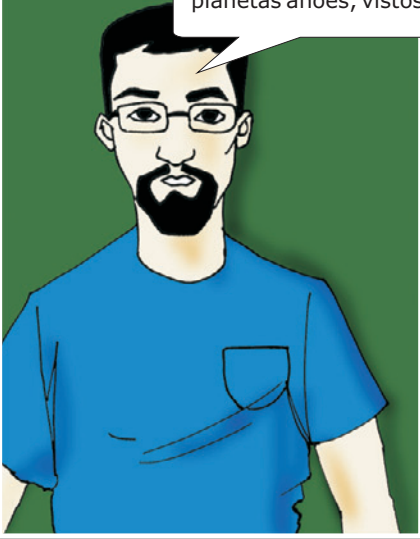


Planeta anão - Haumea
(desenho)

Planeta anão - Ceres



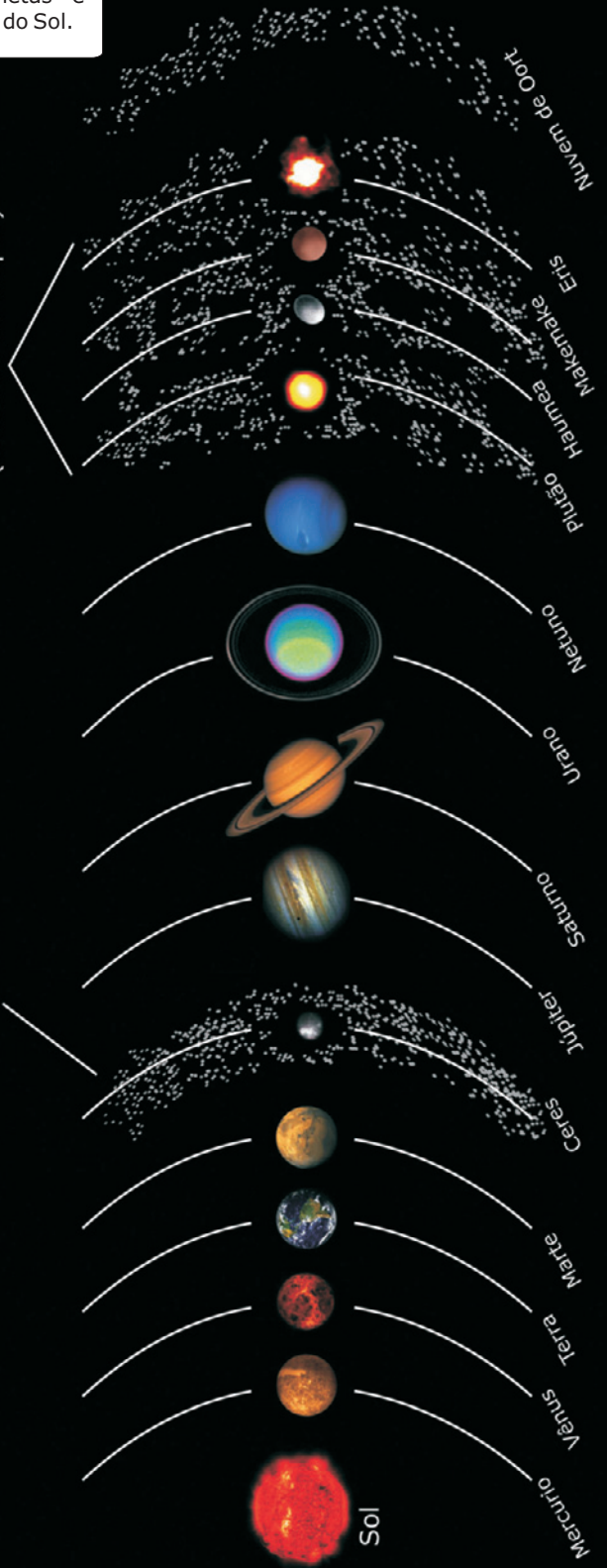
Esta é a ordem dos planetas e planetas anões, vistos a partir do Sol.



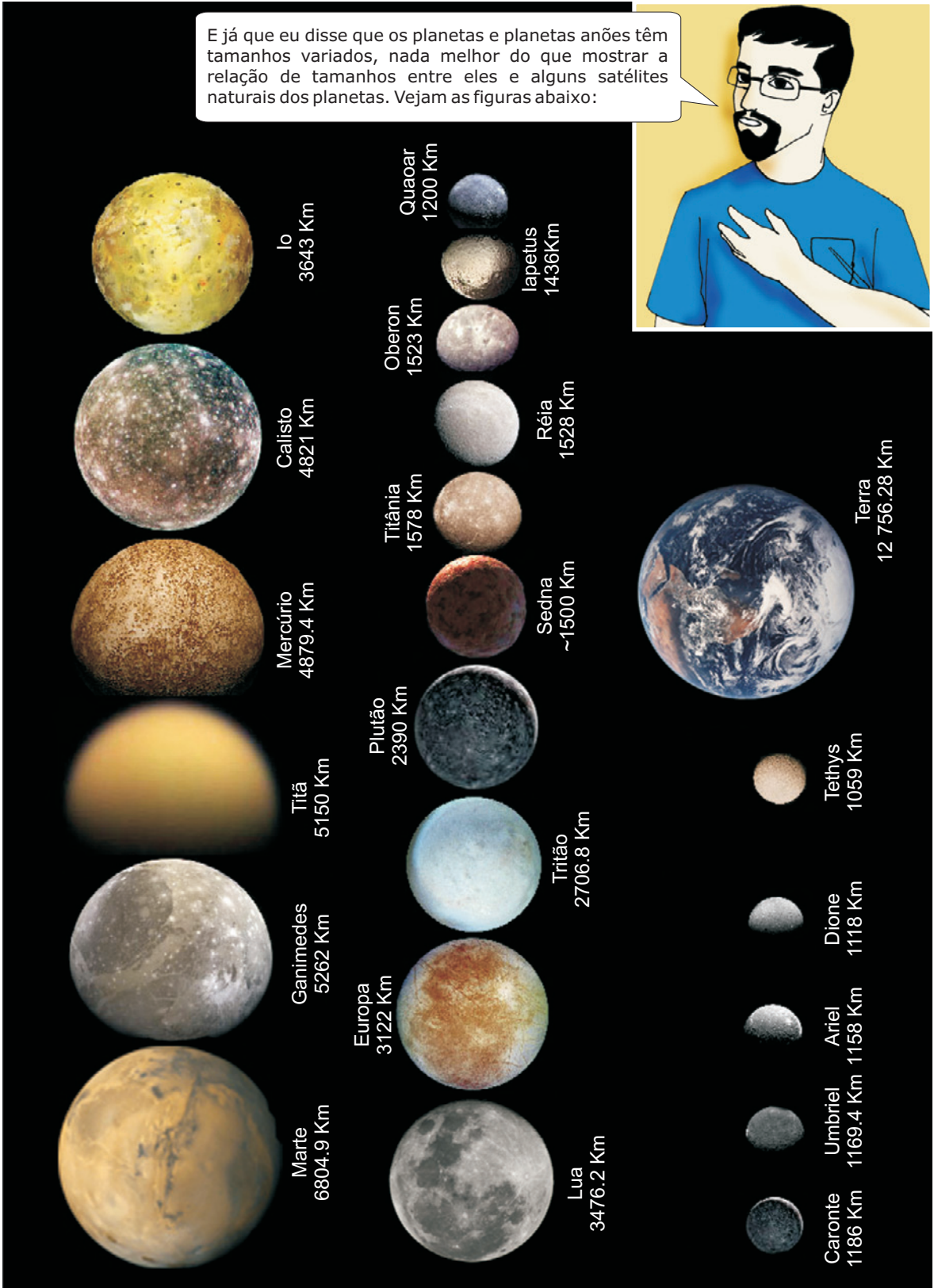
Ordenação do Sistema Solar
(Sol, planetas anões e reservatórios de pequenos corpos),
(sem escala de tamanho e distância).

Cinturão Principal
de Asteróides

Objetos Transnetunianos
(Cinturão de Kuiper)

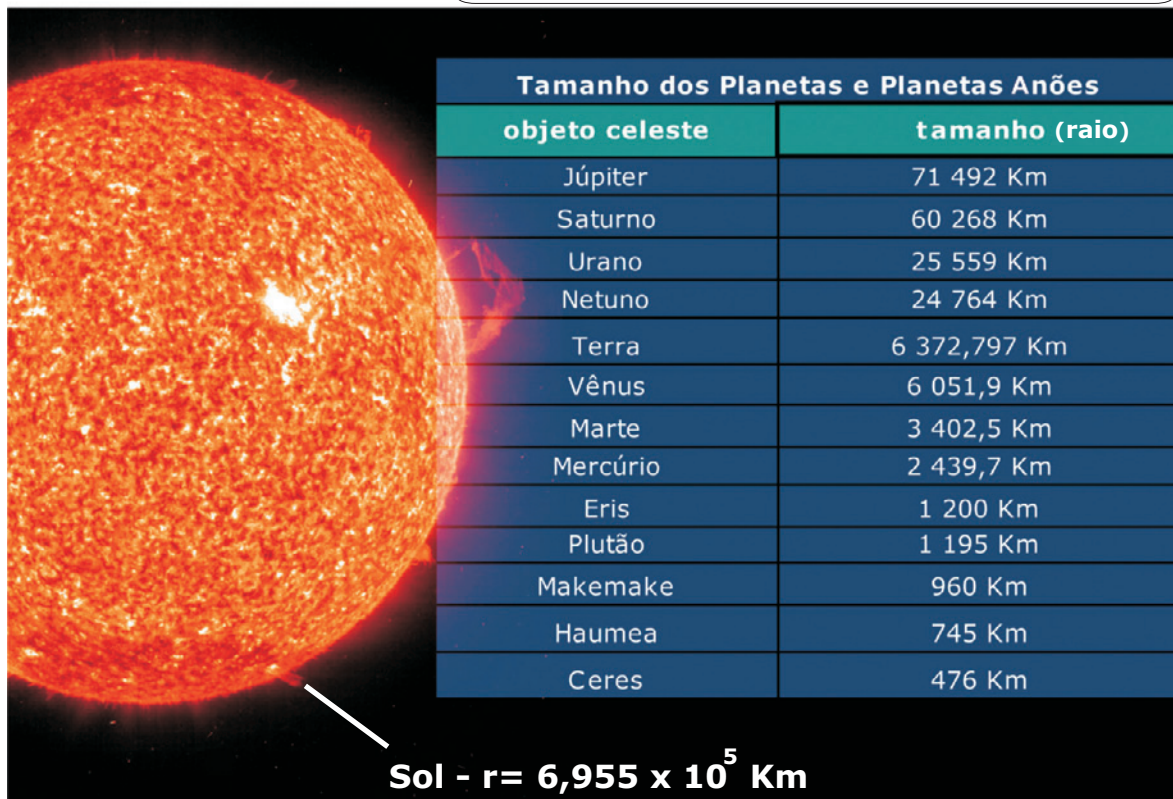


E já que eu disse que os planetas e planetas anões têm tamanhos variados, nada melhor do que mostrar a relação de tamanhos entre eles e alguns satélites naturais dos planetas. Vejam as figuras abaixo:





E se compararmos os tamanhos dos planetas, planetas anões e o nosso Sol? Agora quem faz o espetáculo é o Sol, que é muito maior do que todos os planetas e planetas anões juntos!



Eu me sinto como se fosse o Sol dessa turma: grande, brilhante, melhor que todos! Posso até engolir todos vocês que eu nem sinto!



Ai! Violência não!
Paz! Paz! Eu sou
uma pomba da paz!

Venha então me
engolir, perdedor!
Vamos lá! Venha logo!

Também estou
esperando você
me engolir!

Vá lá, valentão!

Cuidado para ela
não fazer sujeira
na sua cabeça!

O que está
havendo, hein?

Bem feito!



Calma! Chegou a hora de falar dos asteroides do Sistema Solar. A maioria deles está localizada no chamado Cinturão Principal de Asteroides, que fica entre os planetas Marte e Júpiter. Eles...



Quantos asteroides existem?

Eles vão cair na Terra?

É verdade que eles foram formados a partir de um planeta que existia, nesta região, e foi destruído?



Calma! Eu vou responder a todas as perguntas, começando por aquela feita pela nossa colega.



Tinha que ser ela!



Pensava-se que os asteroides podiam ser restos de um planeta que teria sido destruído entre Marte e Júpiter. Hoje não se acredita mais nisso. Sabemos que os asteroides são sobras do material que formou o Sistema Solar, há muitos bilhões de anos.

Como é que é? O Sistema Solar se formou?

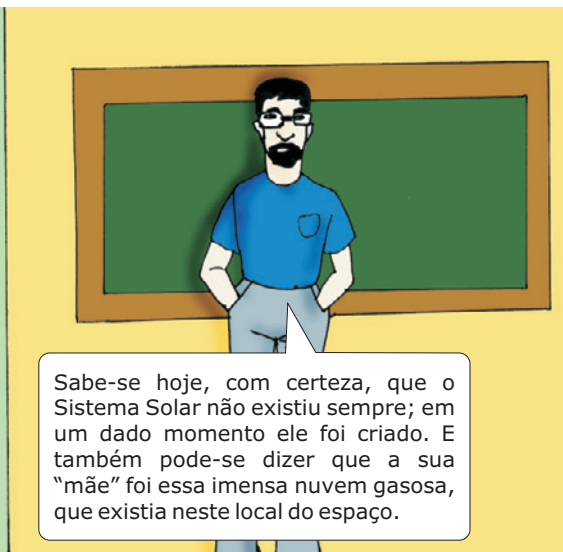


Ué! Eu pensava que ele sempre tinha existido!

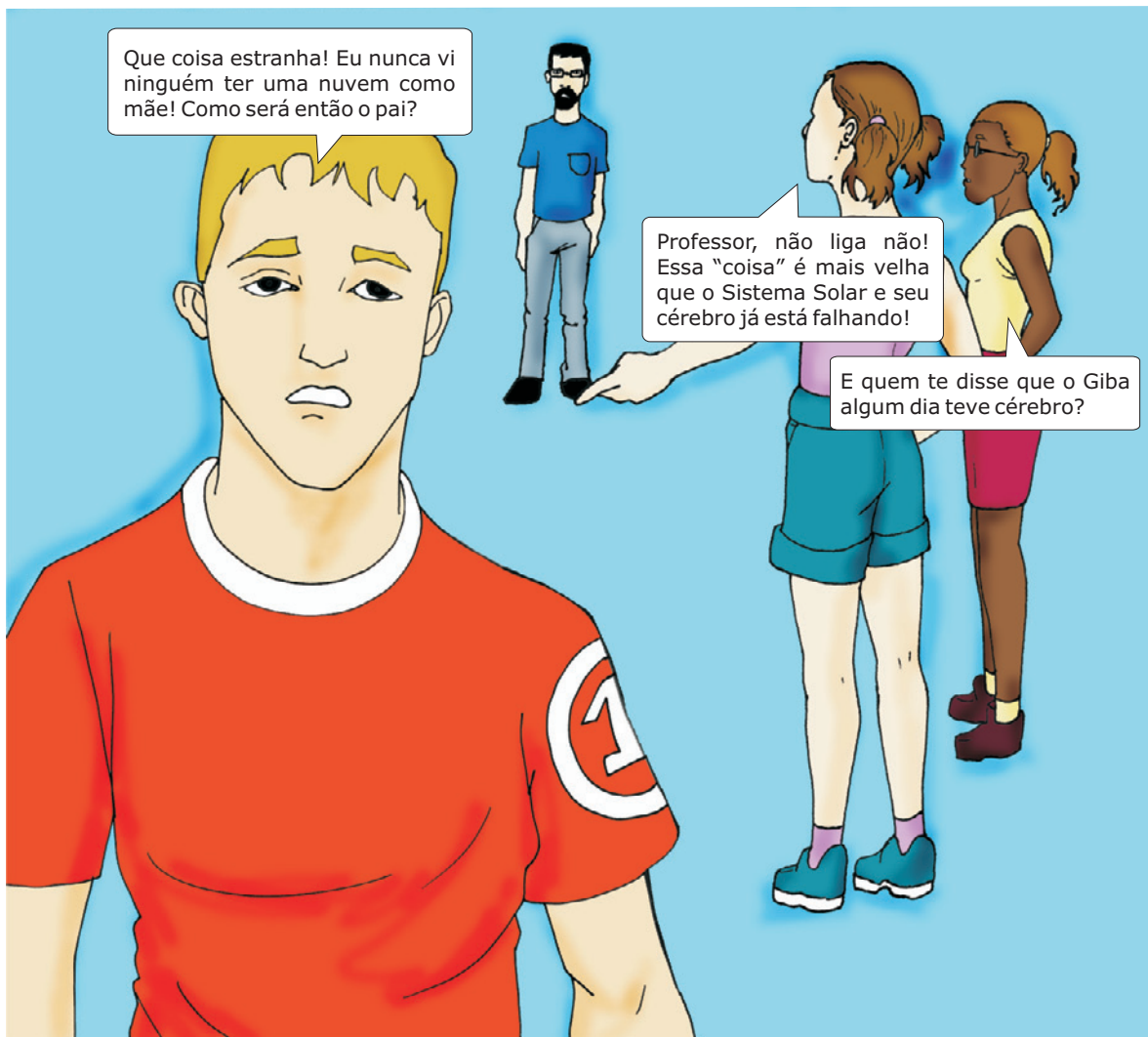
Que gente besta! Vocês não notaram que o professor está brincando? Que piada! Legal professor! Pegou todos esses trouxas!



Não, não! Eu não estou brincando não! Há cerca de 4,5 bilhões de anos o Sistema Solar se formou, a partir de uma nuvem de gás, que existia nessa região do espaço e que foi contraindo, contraindo, até dar origem ao Sol, aos planetas, etc. Todo o Sistema Solar se originou desta maneira.



Sabe-se hoje, com certeza, que o Sistema Solar não existiu sempre; em um dado momento ele foi criado. E também pode-se dizer que a sua "mãe" foi essa imensa nuvem gasosa, que existia neste local do espaço.



Que coisa estranha! Eu nunca vi ninguém ter uma nuvem como mãe! Como será então o pai?

Professor, não liga não! Essa "coisa" é mais velha que o Sistema Solar e seu cérebro já está falhando!

E quem te disse que o Giba algum dia teve cérebro?



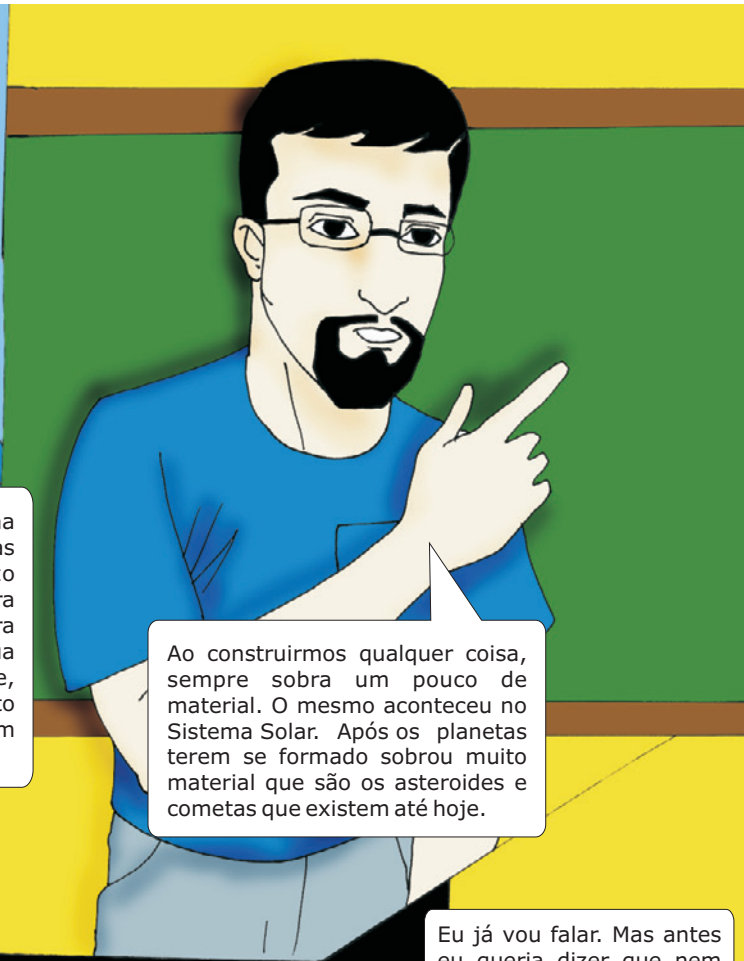
Calma! É para aprender que estamos na escola e é para tirar suas dúvidas que eu estou aqui. Aliás, quem sabe responder? O ser humano surgiu ao mesmo tempo que os planetas, planetas anões, etc.?



Claro!



Totalmente errado! Quando o Sistema Solar foi formado, o Sol, seus planetas e planetas anões, eram muito diferentes do que são agora. A Terra era muito quente, sua superfície era formada por rochas derretidas! Sua atmosfera inicialmente não existia e, ao ser formada, tinha gases muito venenosos. Era impossível viver em um ambiente igual àquele!



Ao construirmos qualquer coisa, sempre sobra um pouco de material. O mesmo aconteceu no Sistema Solar. Após os planetas terem se formado sobrou muito material que são os asteroides e cometas que existem até hoje.



Cometas! Cometas! Professor, fale muito sobre os cometas! Eu adoro cometas!

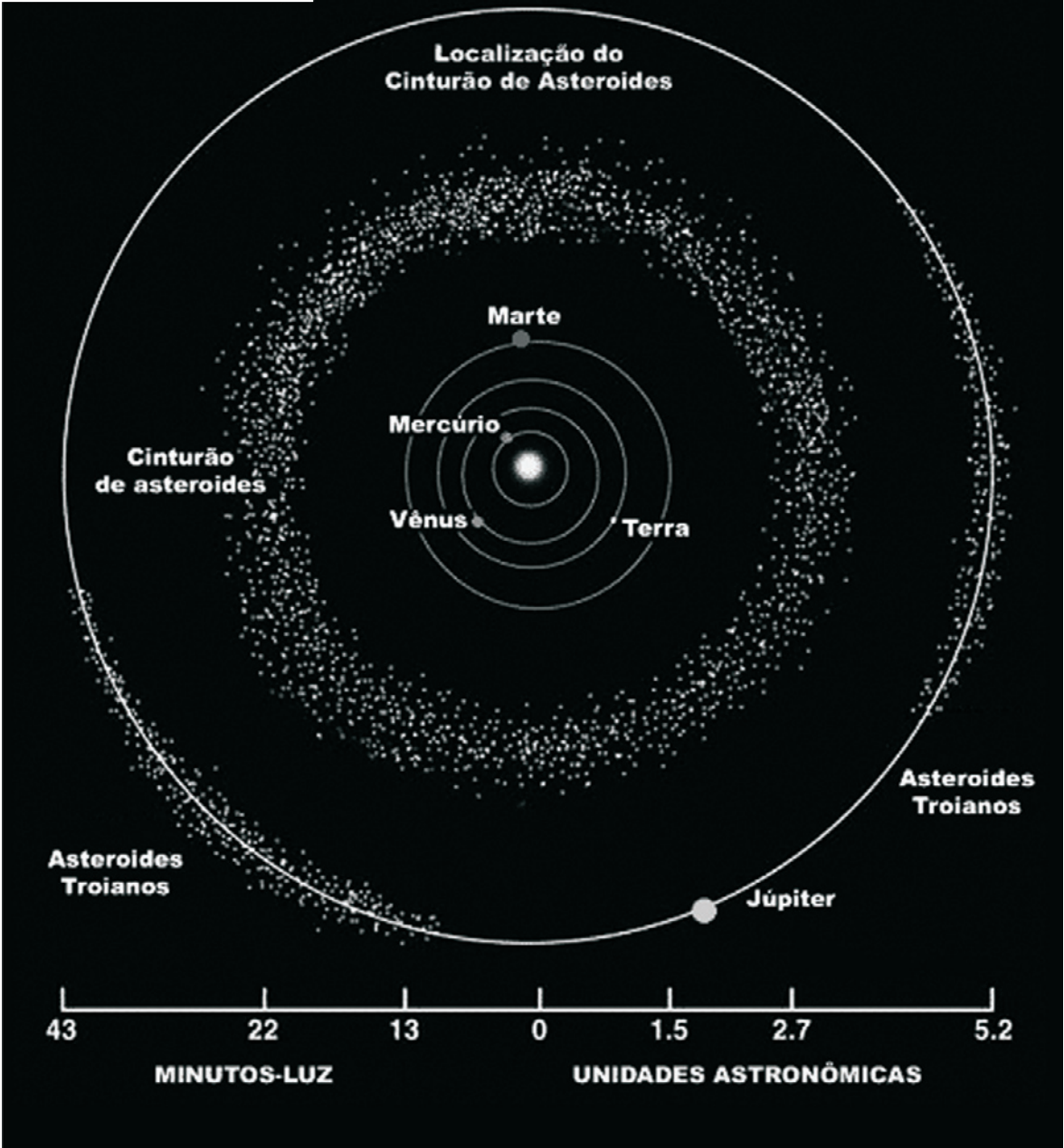
Sshhhh!


Eu já vou falar. Mas antes eu queria dizer que nem todos os asteroides estão localizados no chamado Cinturão Principal de Asteroides, aquele que fica entre Marte e Júpiter.






Alguns asteroides estão na mesma órbita que o planeta Júpiter e são chamados de "asteroides troianos".



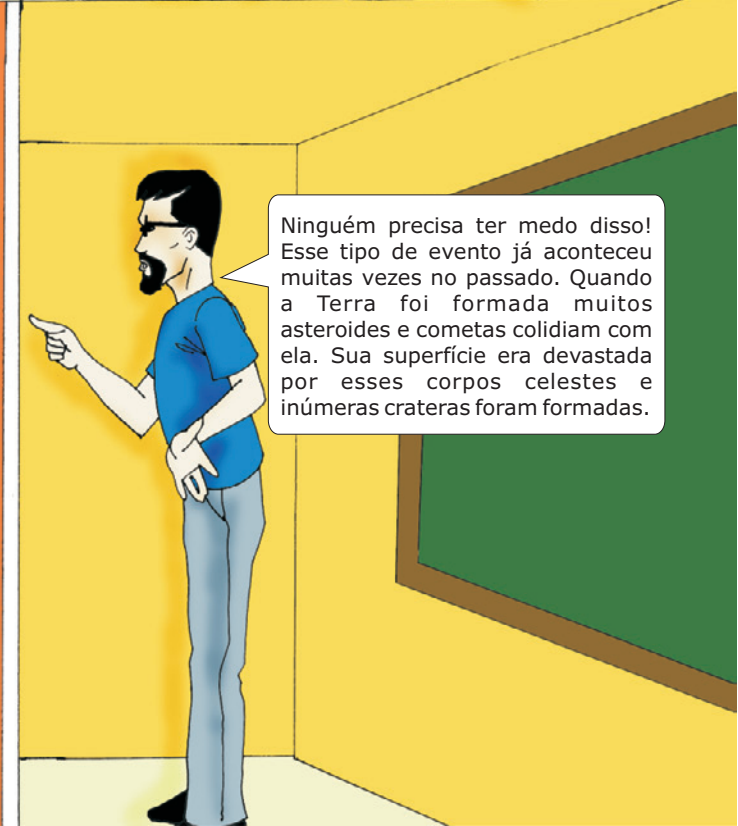


Mais importantes para nós são aqueles que cruzam a órbita do nosso planeta e podem ser um perigo, pois podem colidir com a Terra.

Foi meu lápis que caiu aqui embaixo. O caderno também. O livro também. Um desastre!

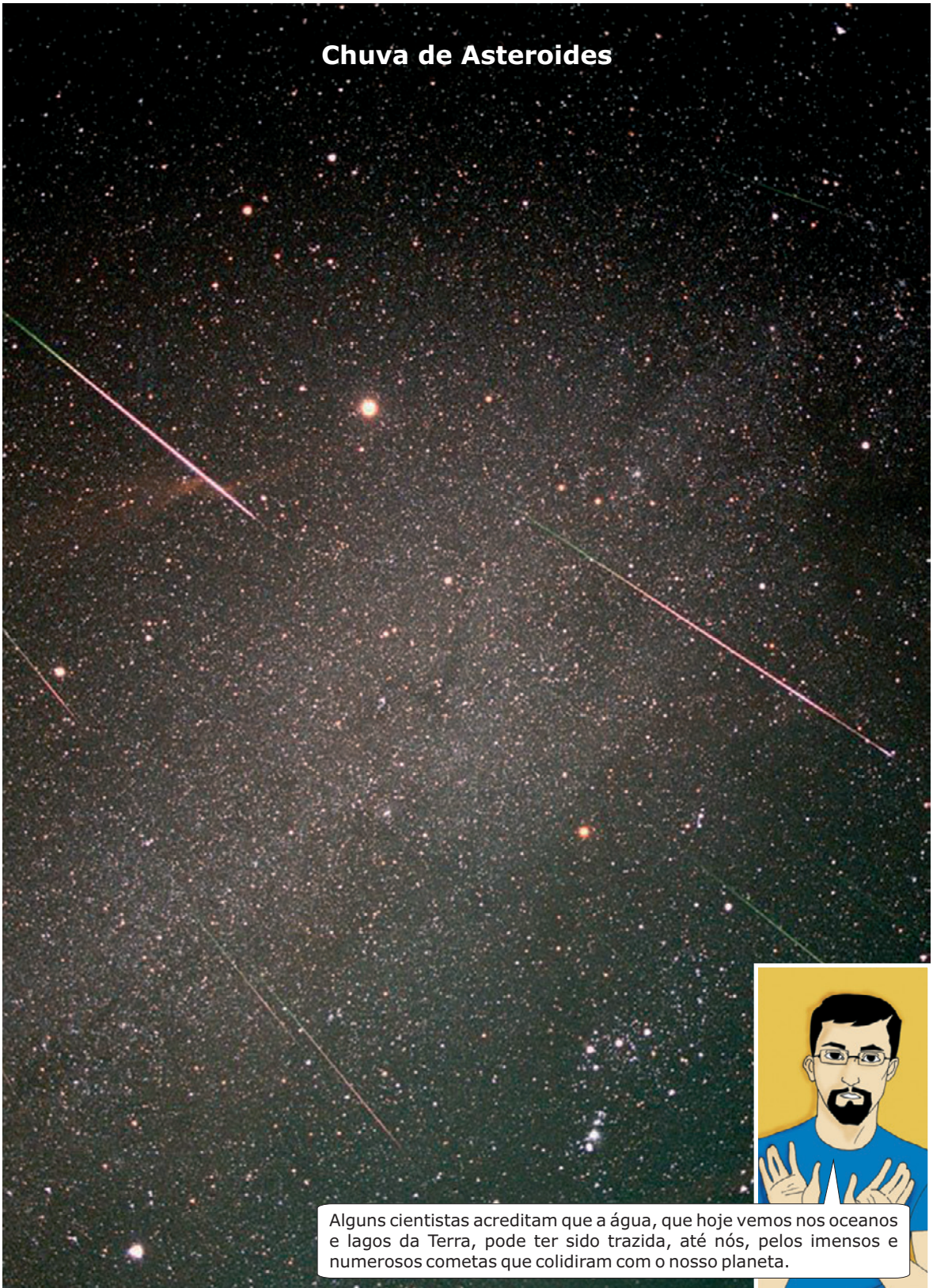


Mas é um frouxo!



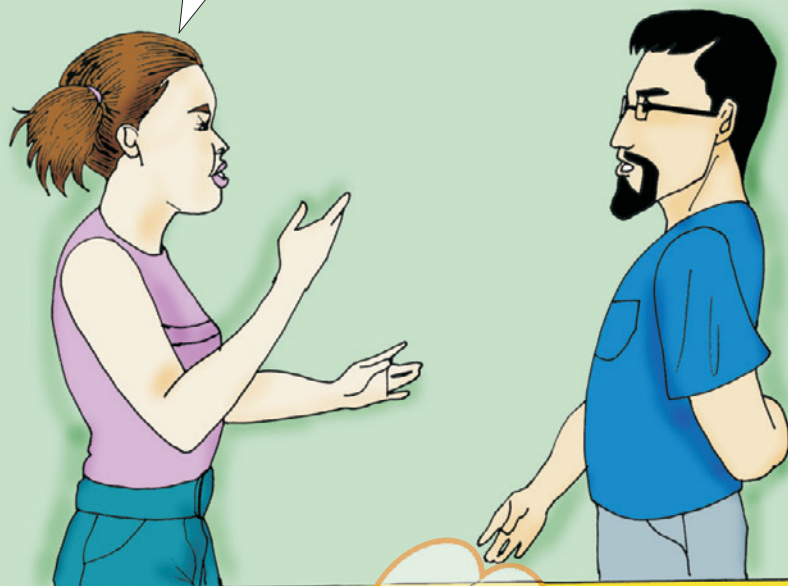
Ninguém precisa ter medo disso! Esse tipo de evento já aconteceu muitas vezes no passado. Quando a Terra foi formada muitos asteroides e cometas colidiam com ela. Sua superfície era devastada por esses corpos celestes e inúmeras crateras foram formadas.

Chuva de Asteroides



Alguns cientistas acreditam que a água, que hoje vemos nos oceanos e lagos da Terra, pode ter sido trazida, até nós, pelos imensos e numerosos cometas que colidiram com o nosso planeta.

Professor, fale sobre os cometas!



Está bem! Os cometas também são restos da formação do Sistema Solar. No entanto, os cometas são bem diferentes dos asteroides. Ao invés de serem formados por rochas ou metais, como os asteroides, os cometas são constituídos por uma mistura de rochas, poeira e gelo que chamamos de gelo sujo.

Agora eu entendo porque ela gosta tanto de cometas! São iguais a ela: gelo sujo!



Mas ela tem razão! Em geral os cometas apresentam lindas caudas, às vezes muito grandes e largas. A Terra já atravessou a cauda de um cometa! E vocês sabiam que alguns cometas mostram mais de uma cauda no céu? Vejam só que imagens lindas eu trouxe para vocês!



Cometa West



Cometa Hyakutake





Professor, o senhor disse que alguns cometas têm duas caudas, e não rabo, como esse bobalhão ao meu lado falou. O senhor poderia me dizer por que isso acontece?

Posso sim. Os cometas possuem uma região central que é chamada de núcleo. Vejam só essa imagem do núcleo de um cometa.

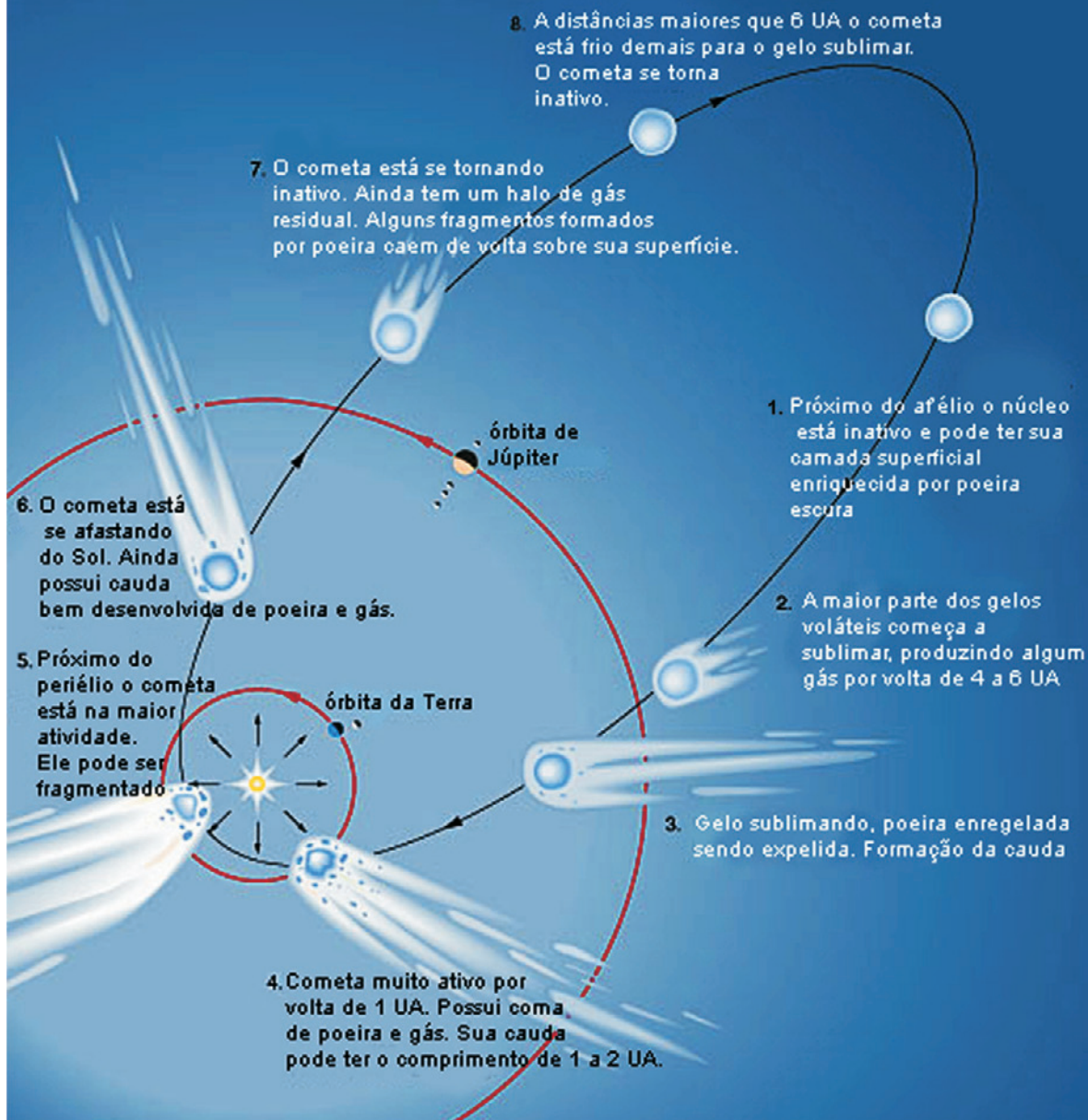


Núcleo do cometa Halley



Em volta desse núcleo existe a coma. A cauda do cometa só vai aparecer à medida que ele se aproxima do Sol. Isso ocorre porque a radiação, emitida pelo Sol, arranca matéria da superfície do núcleo do cometa e, assim, forma a bonita cauda que vemos nos céus.

É importante notar que os cometas não têm cauda todo o tempo. Somente quando se aproximam do Sol, ou seja, quando a radiação solar se torna mais intensa sobre o seu núcleo é que os cometas começam a formar sua cauda, que vai aumentando à medida que ele se aproxima, mais e mais, do Sol.



É igual a certas pessoas que ficam mais e mais rabudas à medida que se aproximam de pessoas inteligentes e luminosas como eu!



Você me paga!

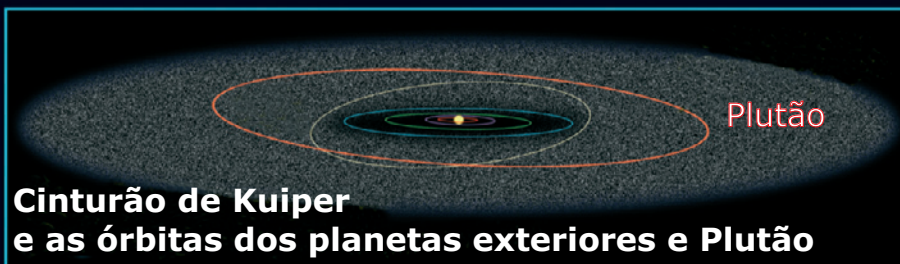


Professor, de onde vêm os cometas?

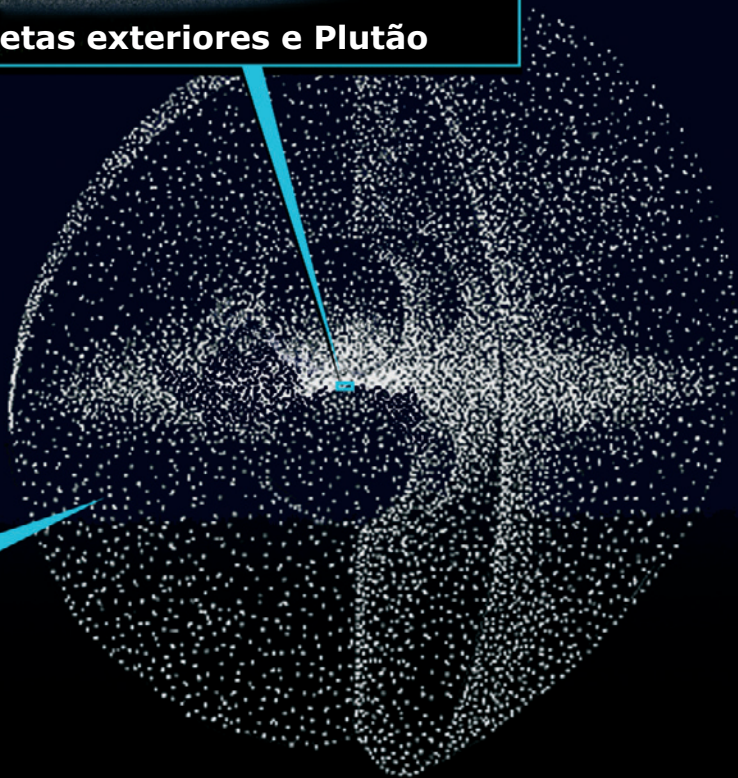
Os cometas podem vir de duas regiões do Sistema Solar que são: o Cinturão de Kuiper e a Nuvem de Oort.



O Cinturão de Kuiper fica depois do planeta Netuno. Nele estão muitos objetos, tais como, os planetas anões Plutão e Eris, assim como inúmeros cometas. De vez em quando um desses cometas ingressa na região interna do Sistema Solar, dando origem aos lindos objetos que observamos no céu.



Cinturão de Kuiper e as órbitas dos planetas exteriores e Plutão



A Nuvem de Oort
(compreende muitos milhares de milhões de cometas)

Quanto à Nuvem de Oort ela fica muito, mas muito distante do Sol. Na verdade a Nuvem de Oort é uma enorme esfera que envolve todo o Sistema Solar. Nela estão os resíduos mais leves que foram deixados para trás após a formação dos planetas e planetas anões que conhecemos.



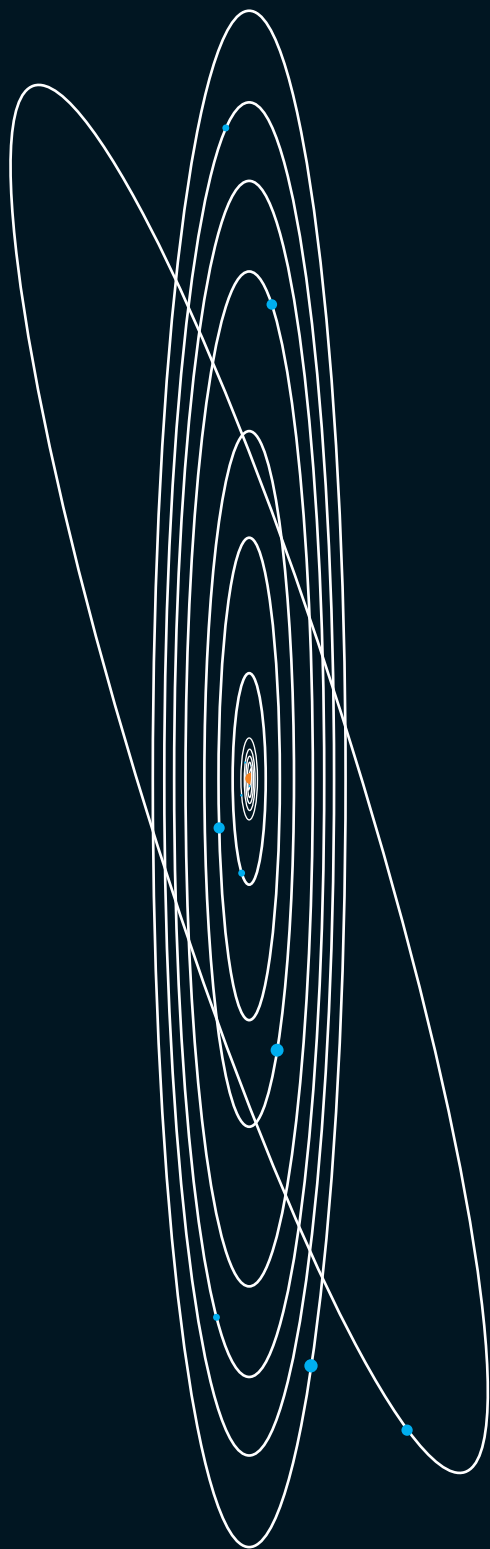


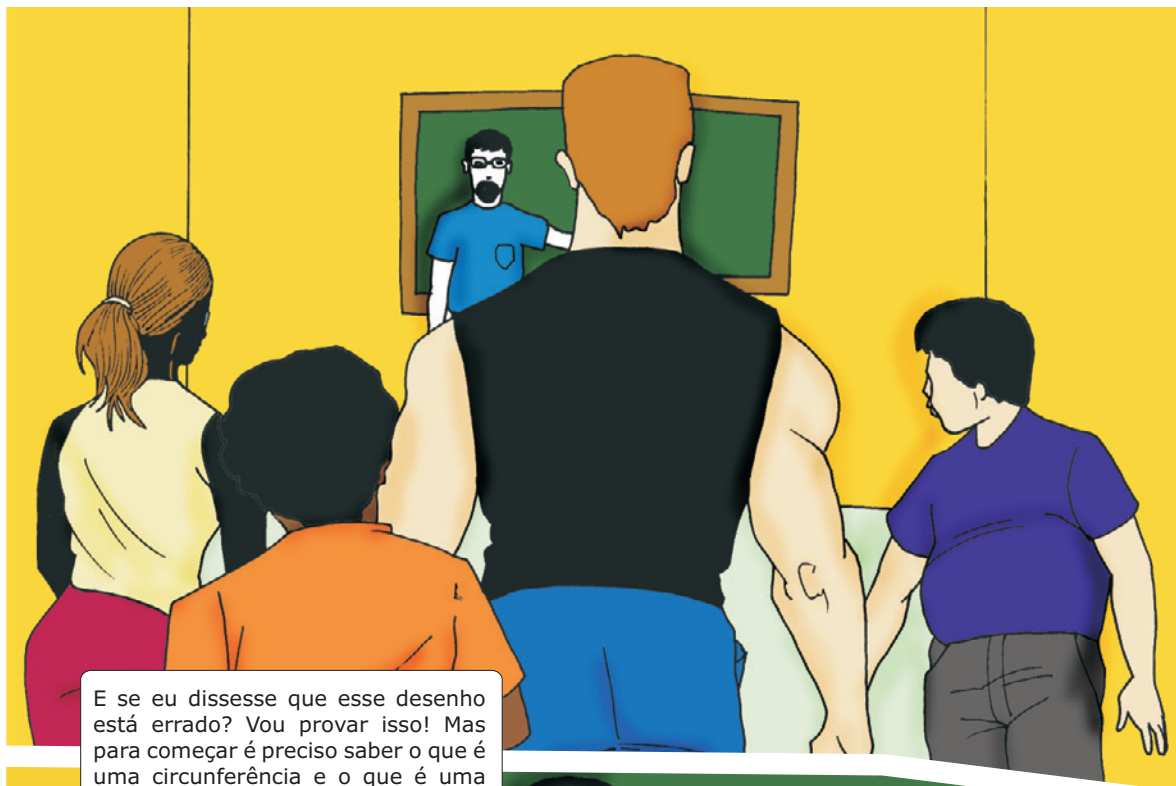
Após falar de regiões tão distantes do Sistema Solar vamos olhar, de novo, para os planetas. Todos os corpos que pertencem ao Sistema Solar percorrem um longo caminho em torno do Sol. A esse caminho damos o nome de órbita. E como são essas órbitas? Existe alguma diferença entre elas?

Vejam só essa imagem do Sistema Solar.



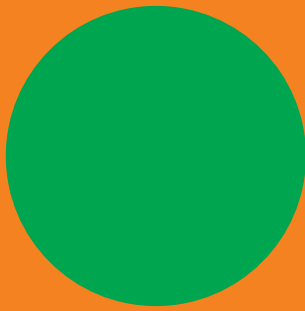
Sistema Solar com elipses acentuadas





E se eu dissesse que esse desenho está errado? Vou provar isso! Mas para começar é preciso saber o que é uma circunferência e o que é uma elipse. Vejamos a diferença abaixo.



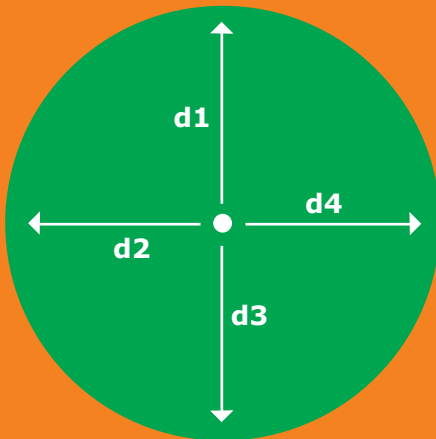


Circunferência



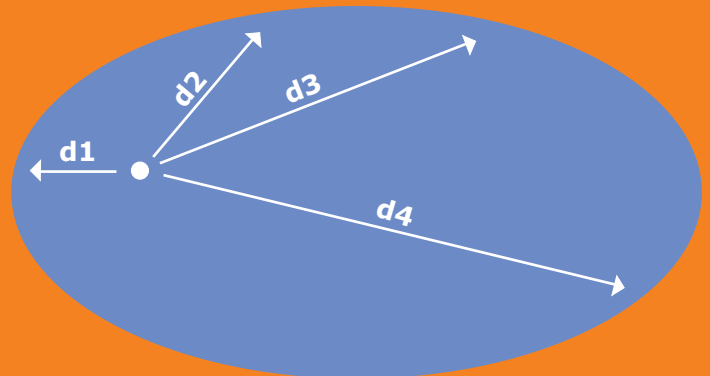
Elipse

Notem que, na circunferência, todos os pontos, sobre a curva, estão à mesma distância do seu centro. Já na elipse, a distância entre os pontos, sobre a curva e o centro, que chamamos de foco, variam bastante.



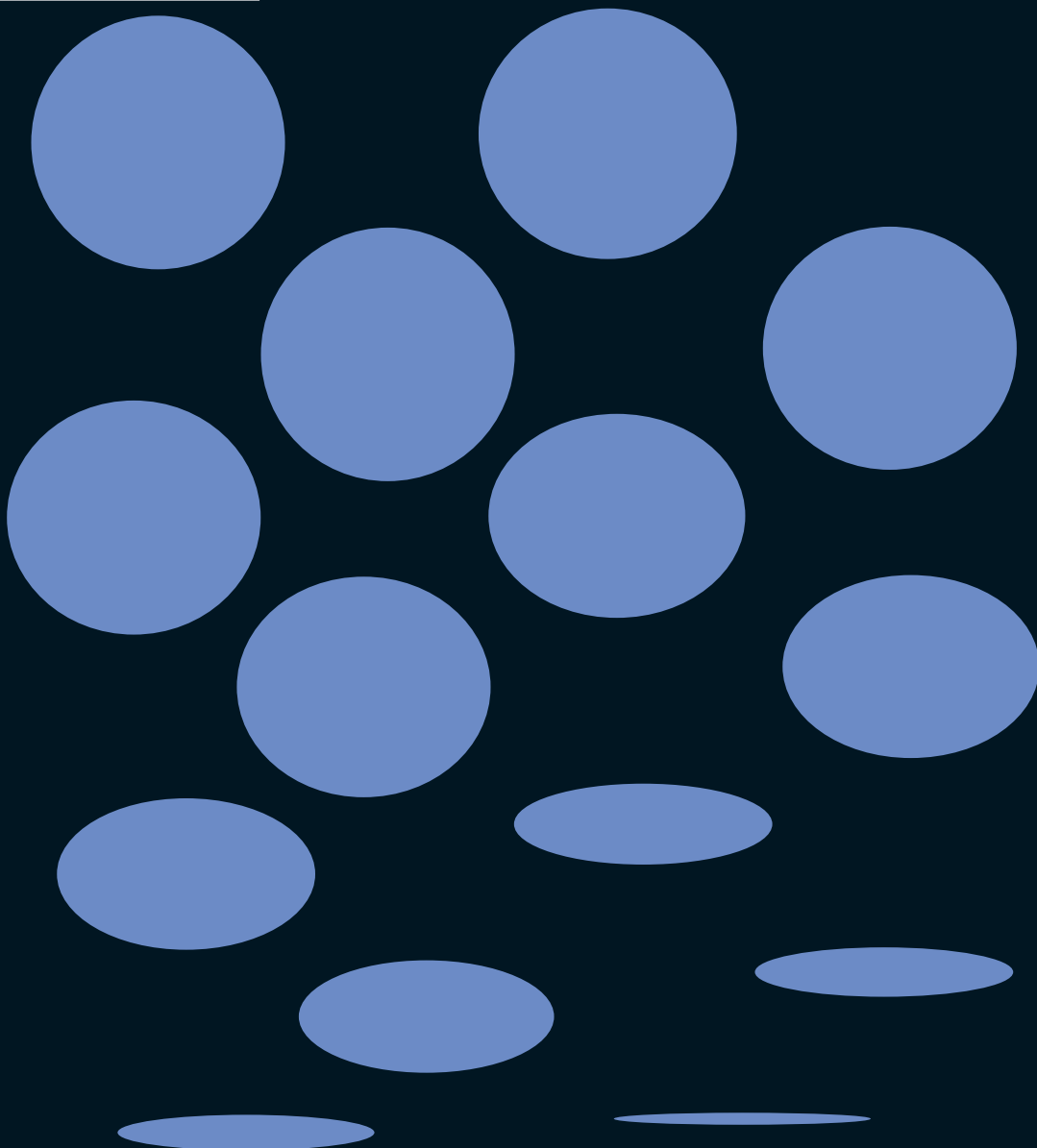
$$d1 = d2 = d3 = d4$$

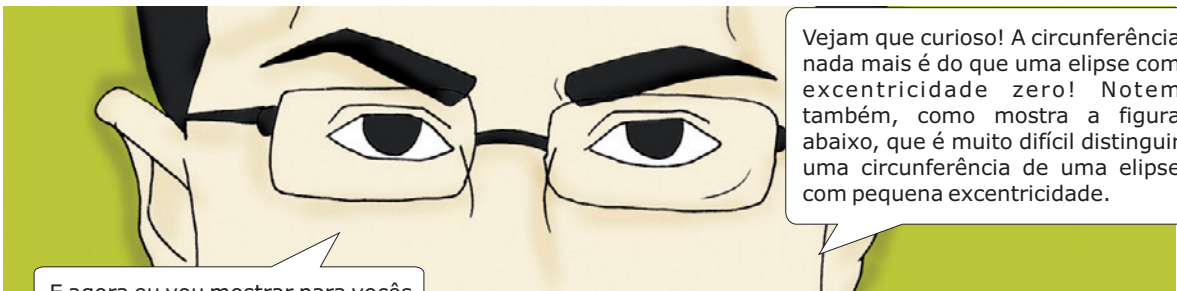
$$d1 < d2 < d3 < d4$$





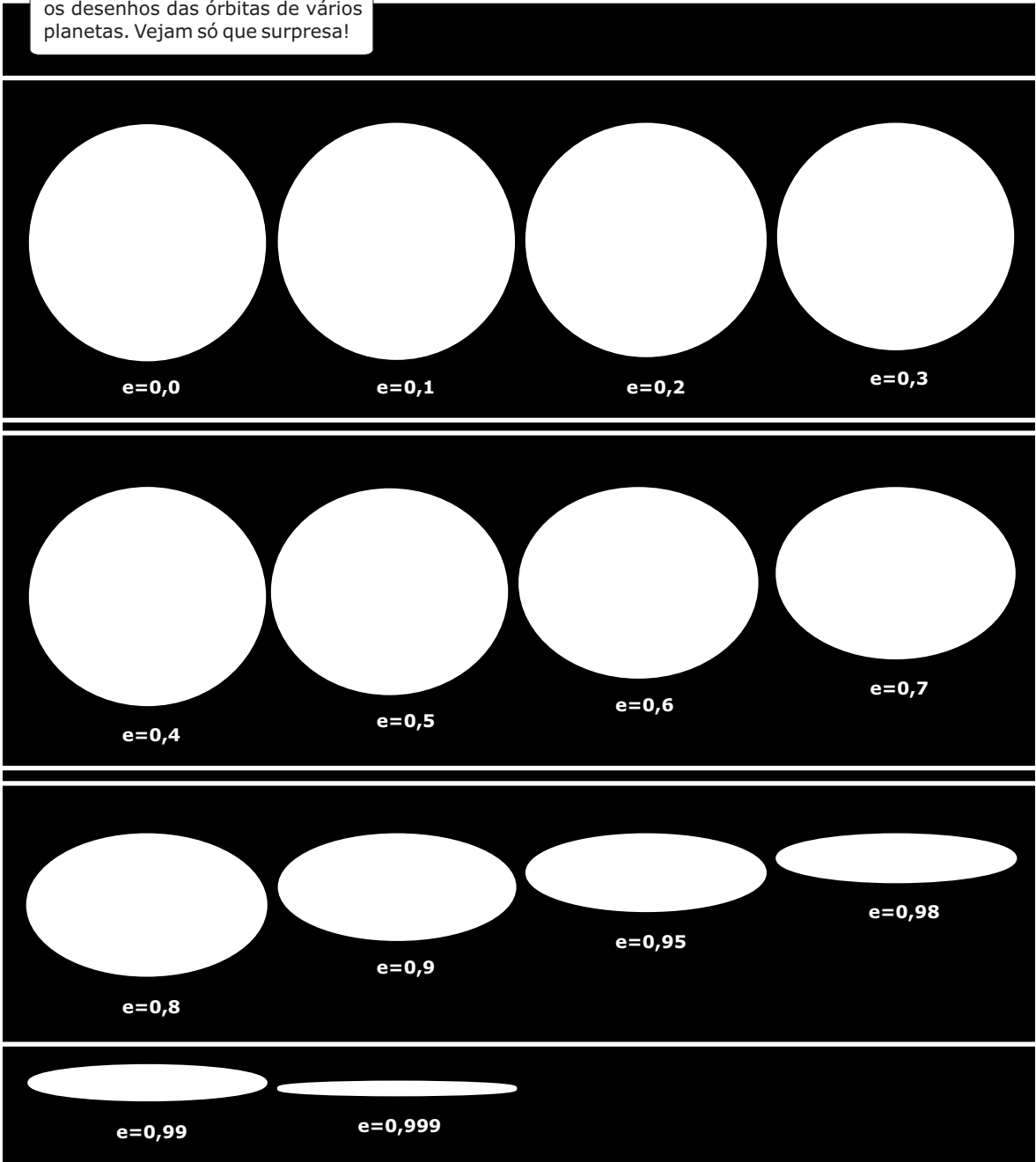
No entanto, do mesmo modo como podemos traçar circunferências de vários tamanhos, também podemos traçar elipses bem diferentes. A essa mudança, na forma da elipse, damos o nome de excentricidade. Vejam abaixo diversas formas de elipses.





Vejam que curioso! A circunferência nada mais é do que uma elipse com excentricidade zero! Notem também, como mostra a figura abaixo, que é muito difícil distinguir uma circunferência de uma elipse com pequena excentricidade.

E agora eu vou mostrar para vocês os desenhos das órbitas de vários planetas. Vejam só que surpresa!



Elipses com excentricidades diferentes.

Entre 0,0 e 0,1



Vênus - 0,0068
Terra - 0,016710219
Marte - 0,093315
Ceres - 0,07976017
Júpiter - 0,048775
Saturno - 0,055723219
Urano - 0,044405586
Netuno - 0,011214269
Haumea - 0,18874

Entre 0,1 e 0,2



Makemake - 0,159

Entre 0,2 e 0,3

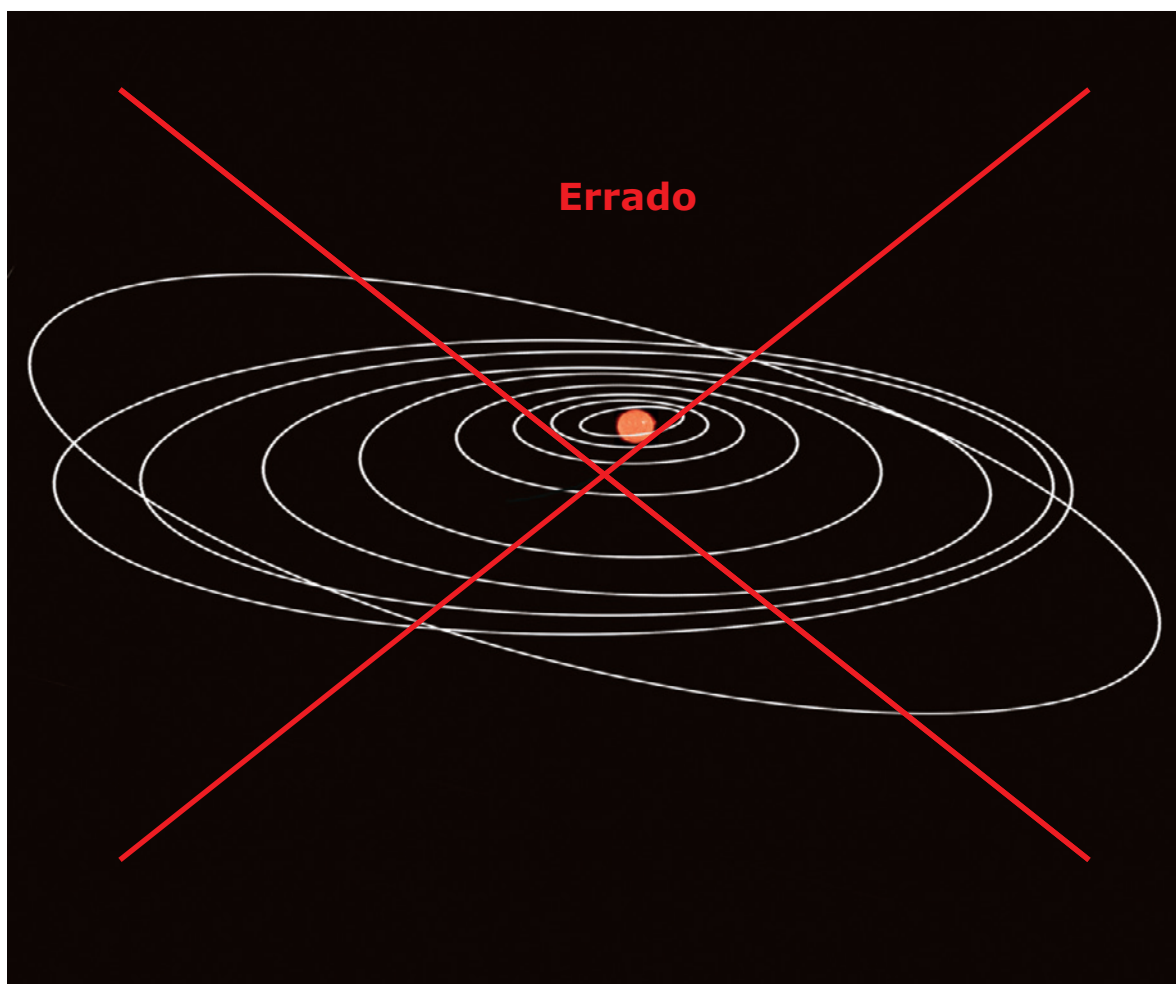


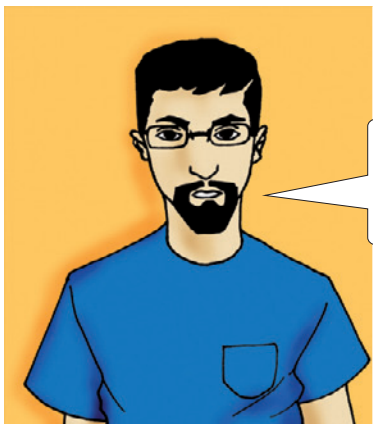
Mercúrio - 0,205630
Plutão - 0,24880766

Entre 0,4 e 0,5



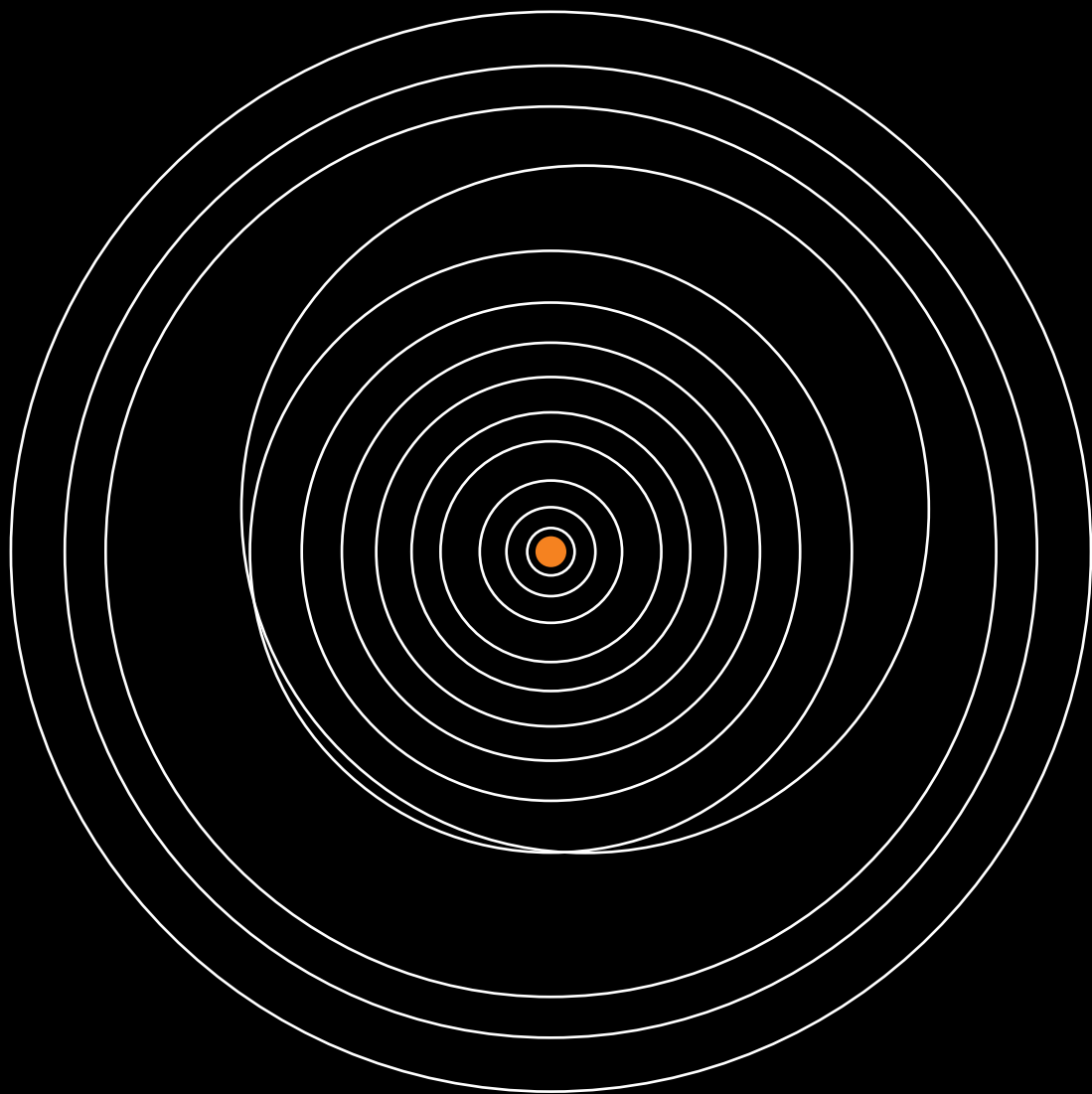
Eris - 0,44177





Agora aqui está o desenho, certo, de como são as órbitas dos planetas e planetas anões no Sistema Solar!

Certo





Distância ao Sol (sem escala de tamanho e distância)

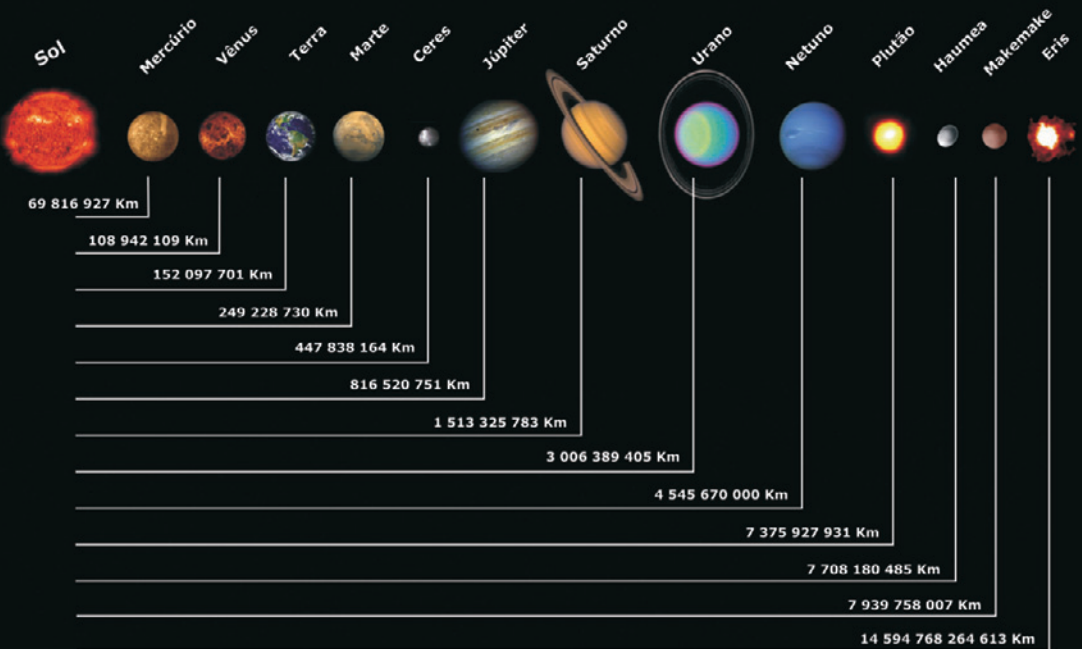


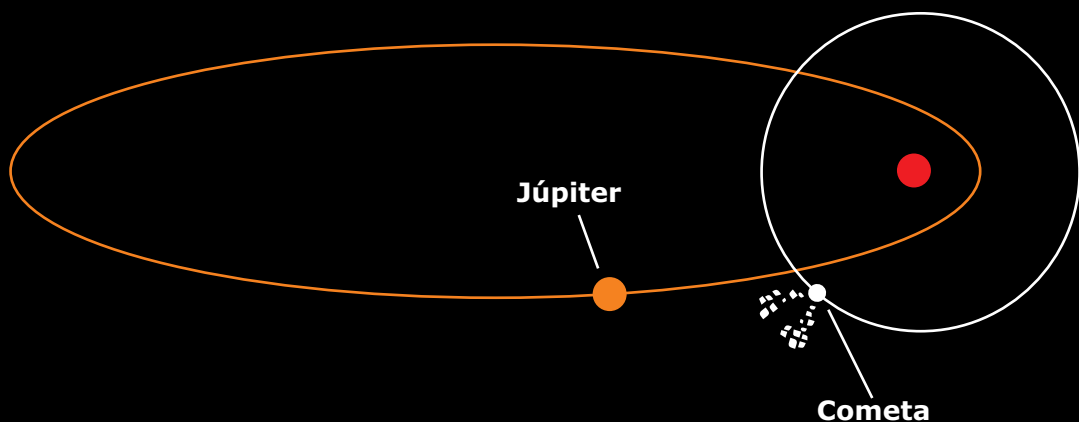


Tabela de distância máxima (Afélio) e distância mínima (Periélio), dos planetas e planetas anões ao Sol.

Planetas e Planetas Anões	Distância Máxima - Afélio	Distância Mínima - Periélio
Mercúrio	69 816 900 Km	46 001 200 Km
Vênus	108 942 109 Km	107 476 259 Km
Terra	152 097 701 Km	147 098 074 Km
Marte	249209300 Km	206 669 000 Km
Ceres	447838164 Km	381 419 582 Km
Júpiter	816520800 Km	740 573 600 Km
Saturno	1513325783 Km	1 353 572 956 Km
Urano	3004419704 Km	2 748 938 461 Km
Netuno	4553946490 Km	4 452 940 833 Km
Plutão	7375927931 Km	4 436 824 613 Km
Haumea	7708180485 Km	5 260 459 934 Km
Makemake	7939758007 Km	5 760 864 851 Km
Eris	14594769401 Km	5 650 312 015 Km



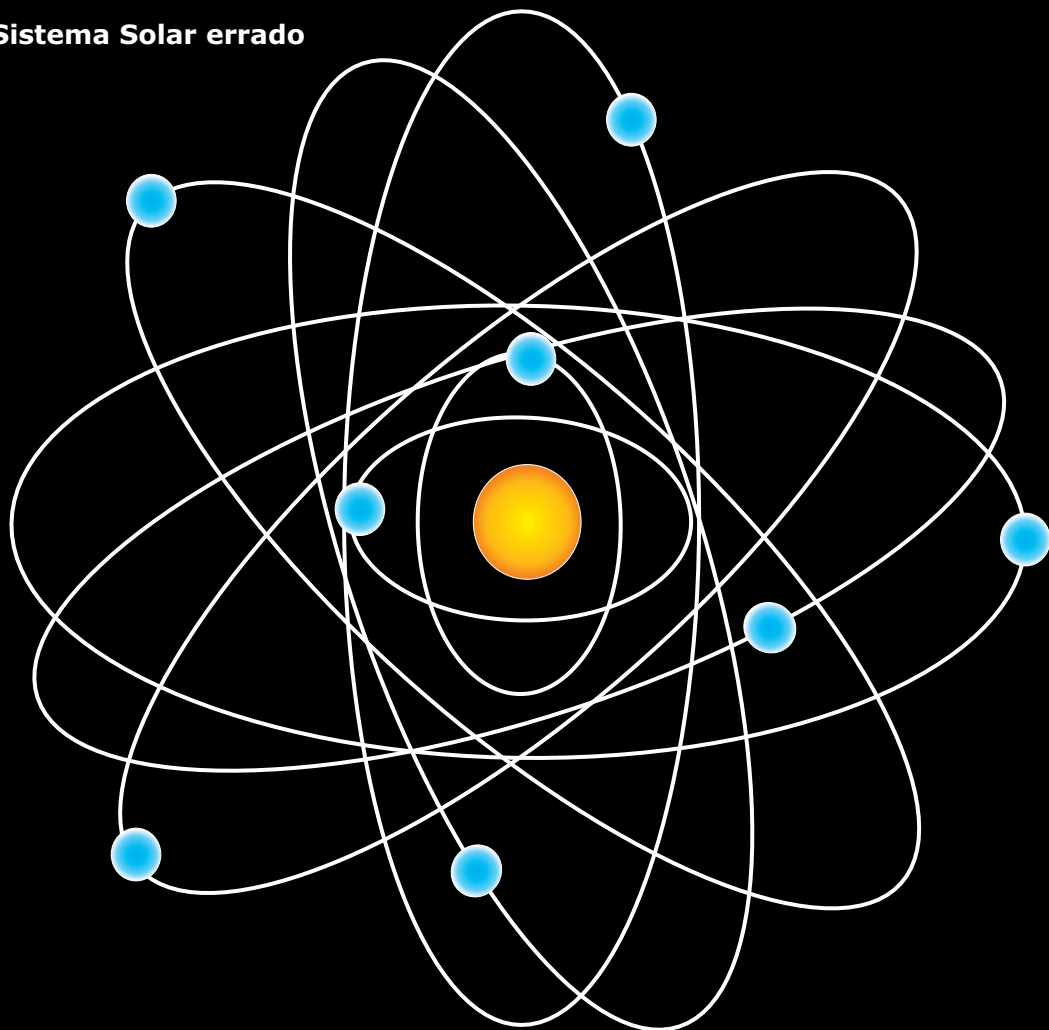
Órbita de um planeta e de um cometa



Existe um outro erro que não é tão comum mas, infelizmente, ele aparece por aí. Peçam a alguém para desenhar o Sistema Solar. Se ele fizer um desenho como esse, joguem fora: ele está completamente errado.



Sistema Solar errado






Sistema Solar com os planetas descrevendo órbitas no plano da eclíptica.



Os caminhos percorridos pela maioria dos planetas, no seu trajeto em torno do Sol, estão praticamente no mesmo plano. O planeta que mais se afasta deste plano é Mercúrio e depois dele Ceres e Plutão. A esse plano, damos o nome de plano da eclíptica. Essa é a razão pela qual a figura que eu mostrei antes está tão errada.






Vou chamar meu cachorro de estimação de "Eclíptica".

Vou chamar meu gatinho lindo de "Eclíptica".

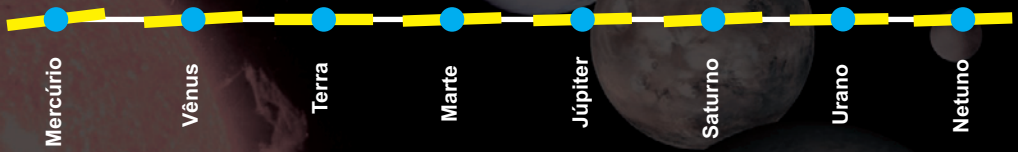
Vou chamar minha lacraia de estimação de "Eclíptica".



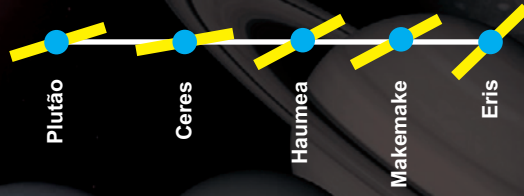
Vejam como é o nosso Sistema Solar, se visto de perfil.

Desenho do Sistema Solar de perfil

Órbita dos Planetas



Órbita dos Planetas anões

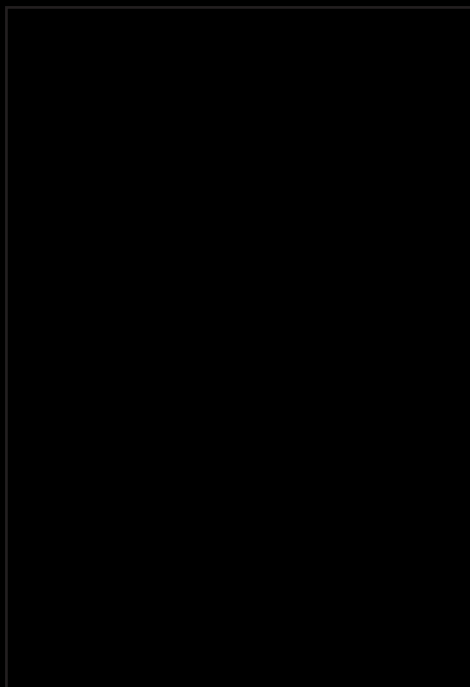


Bem meus amigos, essa conversa está muito boa mas eu tenho que voltar ao Observatório Nacional para continuar minhas pesquisas. Gostei muito de conversar com vocês! Até algum dia!



Eu quero ver você me chamar de novo de gelo sujo e rabuda, seu frouxo! Volte aqui! Fique parado para levar uma surra!





Apoio:



Rua Gal. José Cristino, 77
Bairro Imperial de São Cristóvão, Rio de Janeiro
CEP 20921-400
tel: 55 21 3504-9100
<http://www.on.br>