

# Astronomia no II ciclo do Ensino Fundamental

## TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

H652a Hiller, Sheldon  
Astronomia no II ciclo do ensino fundamental / Sheldon Hiller.-  
2016.  
86 f. : il. ; 30 cm.

Bibliografia: f. 86

1. Astronomia – Estudo e ensino (Ensino fundamental) – Rio Grande do Sul. 2. Material didático. 3. Ensino – Meios auxiliares. 5. Ciência – Estudo e ensino. I. Título.

CDD: Ed. 22 – 507.2

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba

## **Apresentação do material**

Este texto destina-se a você professor(a) do Ensino Fundamental (4º e 5º anos) que está planejando trabalhar o conteúdo de Astronomia com seus alunos. É um material introdutório, de apoio e consulta sobre alguns conteúdos que, de acordo com o seu planejamento, poderão ser abordados com alunos desses níveis.

Junto com o livro didático, pretende fornecer informações e algumas sugestões de trabalho, com linguagem simples, porém confiável, para auxiliá-lo em suas aulas.

O autor reforça a importância da observação astronômica do movimento do Sol, da Lua, de outras estrelas, planetas e constelações, na prática pelo professor, sempre que possível, quer seja em sua residência, trabalho ou durante seus deslocamentos. Reserve alguns momentos para contemplar o céu, registrar e refletir.

Com o passar do tempo, você saberá cada vez mais relacionar suas observações com o seu conhecimento teórico, aumentando sua compreensão sobre o universo, o que, sem dúvida, influenciará positivamente no planejamento de suas aulas de Astronomia. Caso o(a) professor(a), deseje saber mais informações sobre a produção deste material, consulte a dissertação de mestrado “Desenvolvimento de material didático de Astronomia para professores do 2º ciclo do Ensino Fundamental” do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná que está disponível para consulta no site do Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT).

Este material é composto de duas partes:

### 1) Texto principal

Nesse texto, encontram-se desenvolvidos alguns dos principais temas e assuntos de Astronomia que, normalmente, são trabalhados por professores do Ensino Fundamental (4º e 5º anos) e abordados nos materiais didáticos tradicionais.

Procurou-se manter uma continuidade na leitura de forma que o(a) professor(a) possa percorrer os conteúdos de forma objetiva e precisa.

Ao longo do texto há algumas Orientações para o(a) Professor(a) (O.P.), sugeridas como complementação de leitura, que podem ser realizadas em outro momento, mas, preferencialmente, antes da elaboração final do planejamento das aulas pelo professor.

Além disso, ao final do texto, foram sugeridas treze atividades práticas, ou Sugestões de Trabalho (S.T.), possíveis de serem realizadas com os alunos, que podem, se necessário, complementar aquelas propostas pelo livro didático adotado pelo professor(a), sempre utilizando materiais disponíveis na escola ou de baixo custo.

## 2) Orientações para o Professor(a) (O.P.)

Nessa parte, o(a) professor(a) encontra orientações, com comentários importantes que devem ser estudados atentamente para evitar certas imprecisões no ensino de Astronomia, frequentemente detectadas em estudos acadêmicos realizados por Langhi, Nardi, Bisch, Leite, Iachel, Batista, Longhini entre outros realizadas com professores e alunos.

Outras fontes de consulta, para aprofundamento de alguns tópicos e conteúdos gerais de Astronomia, sugestões de simuladores, revistas em quadrinhos, vídeos, e alguns sites de Astronomia selecionados, são sugeridas ao final para ampliação de conhecimentos.

Professor(a)

Sua opinião, sugestão ou comentário sobre este material é muito importante! Participe do aperfeiçoamento e continuação deste trabalho nos enviando uma mensagem para:

e-mail contato: [astrofundamental@gmail.com](mailto:astrofundamental@gmail.com)

# ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

## *O Sistema Solar e o Sol*

O Sistema Solar é o conjunto de todo o espaço e dos objetos que estão sob influência da força gravitacional do Sol, a única estrela desse sistema. Isso inclui o próprio Sol, oito planetas, cinco planetas anões<sup>1</sup>, inúmeros satélites e incontáveis objetos de tamanho proporcionalmente menor, que podem ser denominados de asteroides, objetos transnetunianos, cometas, entre outros.

### **O.P. 1 e 2**

O nosso Sol, como qualquer estrela comum, é formado basicamente de gás (principalmente Hidrogênio e Hélio) e possui uma temperatura muito elevada de milhares de graus<sup>2</sup> Celsius em sua superfície, e de milhões de graus<sup>3</sup> em seu centro.

### **O.P. 3, 4, 5 e 6**

### **S.T. 1 e 2**

É essa elevada temperatura que faz com que o gás torne-se incandescente, e emita uma quantidade muito grande de energia, incluindo luz, que ilumina a Terra e todos os outros corpos do Sistema Solar. A figura 1 mostra detalhes das intensas atividades existentes no nosso Sol, devido às altas temperaturas, assim como em qualquer outra estrela.

---

<sup>1</sup> Esse é o número de planetas anões até a data da publicação deste trabalho pois os astrônomos continuam a procurar novos objetos no Sistema Solar, o que pode alterar esse número a qualquer momento.

<sup>2</sup> A temperatura efetiva do Sol é de 5499 graus Celsius.

Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html>

<sup>3</sup> A temperatura no centro do Sol é de  $1,571 \times 10^7$  graus Celsius.

Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html>

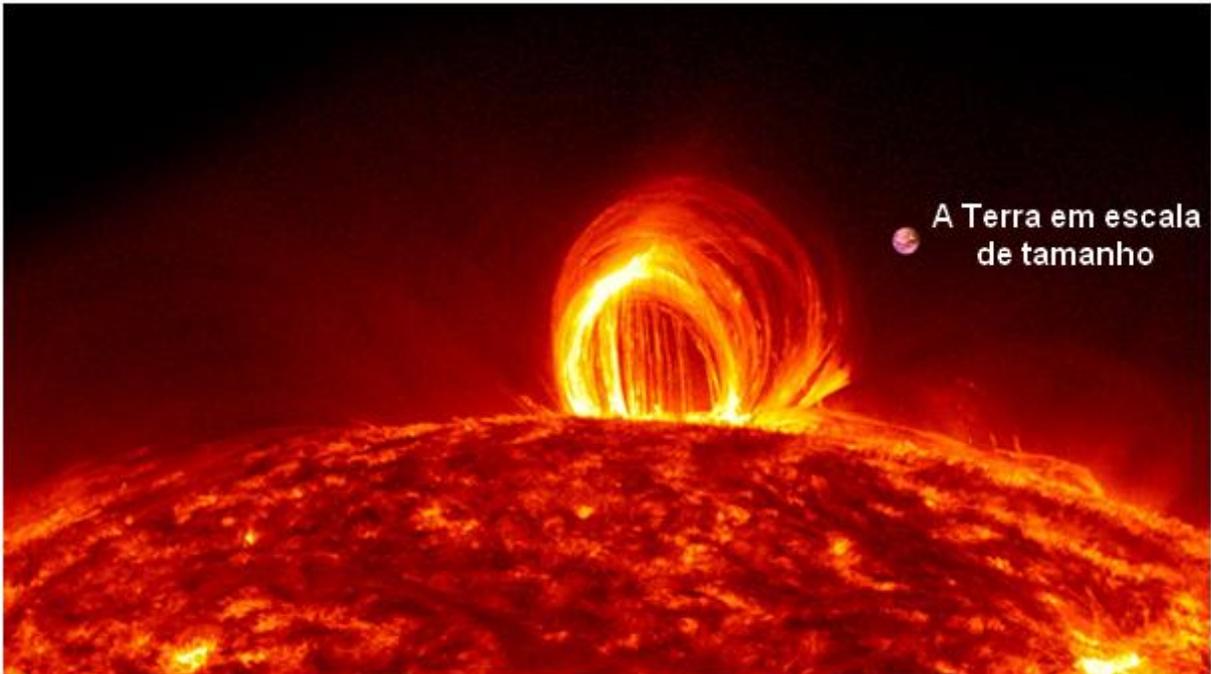


Figura 1 – Fotomontagem com a utilização de filtros especiais, da superfície do Sol e da Terra, colocados propositalmente próximos para comparação, utilizando-se da mesma escala de tamanhos. Em destaque uma estrutura composta de vários arcos magnéticos preenchidos com material aquecido na superfície. Cores fantasia<sup>4</sup>.

Fonte: National Agency Space Aeronautics (NASA - EUA)

## **NUNCA SE DEVE OLHAR DIRETAMENTE PARA O SOL, SOB O RISCO DE DANOS IRREVERSÍVEIS À VISÃO !!**

**O.P. 7, 8 e 9**

### **ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO 1 (AO1)**

#### **OBSERVANDO O SOL**

- Procure uma área em sua cidade, onde seja possível observar o horizonte ou o mais próximo dele.
- Registre pela manhã, a data completa e o horário do nascer (ou à tarde do ocaso) do Sol.
- Procure pontos de referência (por exemplo: árvore, poste, construção) que você possa usar para determinar a posição em que a borda superior do Sol

<sup>4</sup> A maioria das fotografias em Astronomia são feitas utilizando-se de métodos, instrumentos e filtros especiais, além de passarem por processamento digital, que frequentemente alteram as propriedades originais das imagens.

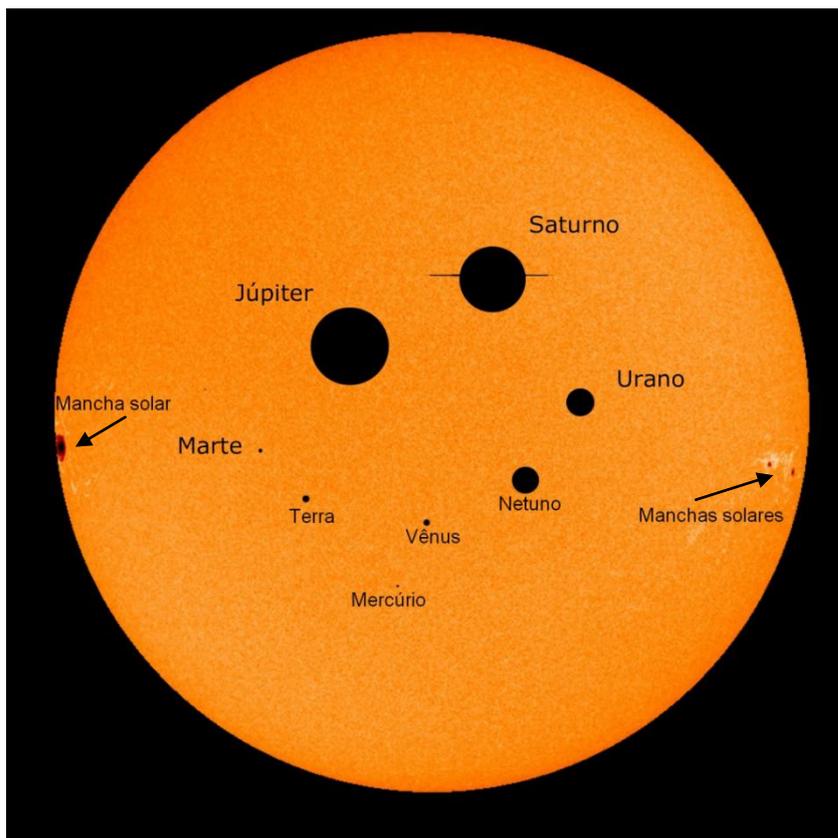
apareceu pela manhã no horizonte (ou desapareceu à tarde). Registre esses pontos e a posição do Sol em relação a eles. Você pode fazer um desenho ou registrar através de fotografias estas posições em suas observações a cada dia.

- Faça várias observações ao longo do ano, dos horários e posições no horizonte do nascer e ocaso do Sol e sempre anote suas observações.
- Procure destacar em seus registros as posições da borda superior no nascer e ocaso do Sol no horizonte, em relação aos pontos de referência adotados em suas observações, nas datas previstas para as mudanças de estação. Nestas datas, se possível, registre a direção e o tamanho das sombras do Sol, produzidas por um objeto (por exemplo, haste vertical fixa no solo, poste de energia elétrica) exatamente ao meio dia.
- Faça suas observações, sempre que o clima permitir, durante o maior tempo possível.
- Não desista, seja persistente, você mesmo vai verificar e poderá chegar a conclusões interessantes !

O Sol possui um tamanho (em volume) milhares de vezes maior que a Terra. Devido à distância entre a Terra e o Sol ser de, aproximadamente 150 milhões de quilômetros<sup>5</sup>, essa diferença de tamanhos passa despercebida ao observarmos o Sol durante o dia, no cotidiano. Na figura 2, podemos observar as diferenças de tamanhos entre o Sol e os planetas.

---

<sup>5</sup> A distância média da Terra ao Sol é de  $1,496 \times 10^8$  km.  
Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet>



**Figura 2 – Representação artística dos tamanhos dos discos do Sol e dos planetas, colocados propositalmente próximos apenas para comparação. Escala de tamanhos aproximada e cores fantasia. Fonte: autor.**

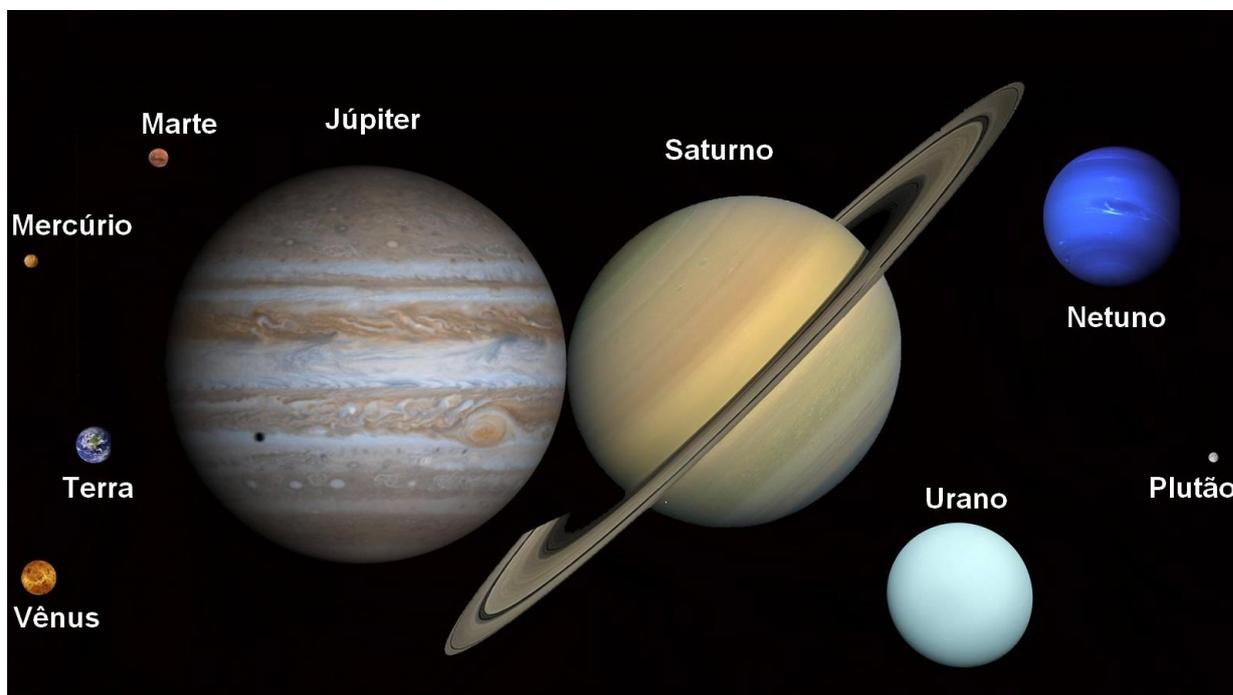
### **S.T. 3, 4 e 5**

A principal característica de qualquer estrela, como é caso do nosso Sol, é a capacidade de emitir uma enorme quantidade de energia, uma boa parte em forma de luz, sendo, portanto, um corpo luminoso. Os outros astros<sup>6</sup> do sistema solar, incluindo a Terra, não emitem luz própria, apenas refletem parte da luz que chega do Sol, sendo, portanto, corpos iluminados.

No nosso Sistema Solar encontramos oito planetas. Em ordem de distância média até o Sol, eles são: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Destes, somente Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno são visíveis a olho nu (sem auxílio de qualquer instrumento) em uma noite de céu limpo e sem nuvens, dependendo da localização geográfica do observador, da época do ano e do horário da observação.

<sup>6</sup> Os meteoros somente emitem luz própria, quando se aquecem até a incandescência ao se movimentarem em alta velocidade na atmosfera de algum astro.

Na figura 3, podemos observar as diferenças de tamanhos entre os planetas e o planeta anão Plutão.



**Figura 3 – Fotomontagem de alguns astros colocados propositalmente próximos apenas para comparação. Escala aproximada e cores fantasia.**  
Fonte: autor.

Uma maneira de diferenciar os planetas das estrelas consiste em observarmos o céu por algumas noites durante o ano. Os planetas, devido à sua maior proximidade da Terra, têm um deslocamento muito maior no céu, entre as estrelas.

Sendo assim, observando-se por alguns dias ou semanas, percebemos que os planetas variam sua posição no céu, como ilustrado na figura 4, em relação a todas as outras estrelas que estão a distâncias muito maiores e, portanto, quase não se movimentam umas em relação às outras, sendo chamadas de estrelas “fixas”.

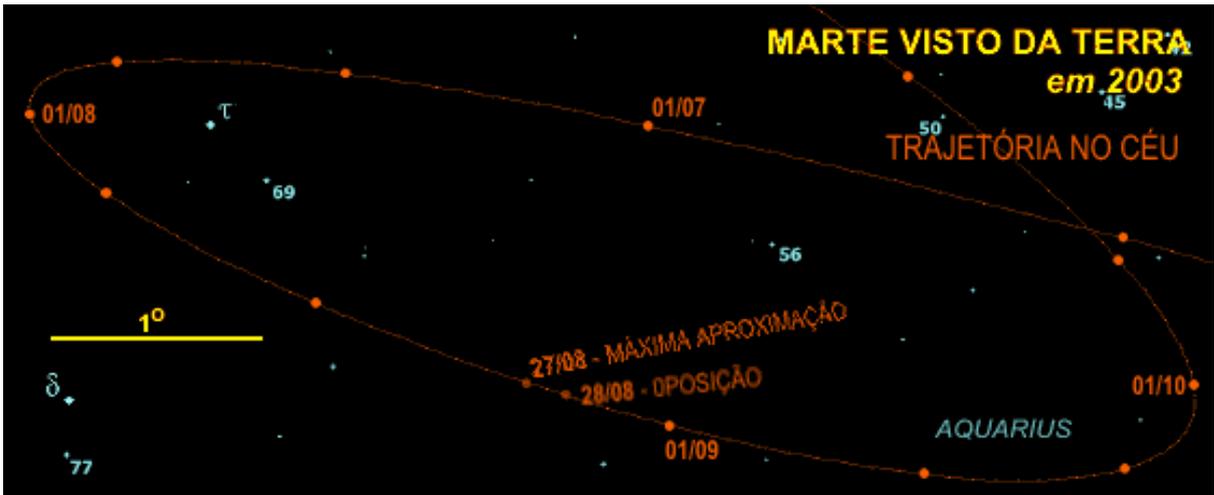


Figura 4 – Representação das posições de Marte (pontos em laranja) quando observado da Terra, no céu noturno de 2003, por vários dias contra o fundo de estrelas “fixas” (pontos em azul). Cores fantasia

Fonte: autor, adaptada de <http://www.observatorio.ufmg.br/pas50.htm>

Acessado em 24/04/2016



Figura 5 – Fotografia de longa exposição tirada no deserto chileno do Atacama que mostra que as estrelas “fixas”, para um observador na Terra devido à rotação de nosso planeta, aparentam se movimentar com o passar do tempo, em trajetória circular em torno do polo Sul celeste<sup>7</sup>.

Fonte: <http://www.eso.org/public/brazil/images/potw1631a/> Autoria: Adhemar M. Duro Jr

Acessado em 06/08/2016

Outra forma de diferenciar um planeta de uma estrela é consultar um mapa estelar em papel ou na tela de um equipamento digital ou computador, usando um programa (software ou aplicativo) que fornece os nomes dos astros observados em

<sup>7</sup> O prolongamento do eixo imaginário de rotação da Terra que passa pelo polo Sul, intercepta a esfera celeste em um ponto imaginário denominado polo Sul celeste.

uma noite de céu sem nuvens, para um observador em determinado local, data e horário.

Na figura 6, podemos localizar os planetas Marte e Saturno entre diversas constelações e estrelas em um mapa estelar gerado através de um software adequado, o Stellarium para a localidade de Passo Fundo (RS), na data de 22/07/2016, às 23:13 h. Este software está disponível em Língua Portuguesa.

Este software, muito popular entre os astrônomos amadores na época de elaboração deste material, está disponível em Língua Portuguesa. É importante que o(a) professor(a) tenha em conta que todas as informações de Astronomia contida nestes programas de informática, e comentadas neste material, independem da existência destes mesmos programas no futuro.

Vídeo aulas com o professor João Batista Garcia Canalle, para você aprender a usar o Stellarium, podem ser encontradas nos links abaixo

<https://www.youtube.com/watch?v=vwpUFoldVoY> Aula 1

<https://www.youtube.com/watch?v=fGFqYyO41cY> Aula 2

<https://www.youtube.com/watch?v=0jq982UC0js> Aula 3

**Acessados em 04/08/2016**

Através desse programa, é possível gerar mapas estelares do céu para qualquer data, horário e local de observação que se queira, como o da figura 6. Além disso, pode-se optar por pesquisar a localização de um astro cujo nome é conhecido, mostrar ou não os desenhos das constelações, aumentar ou diminuir o número de estrelas exibidas de acordo com o nível de poluição luminosa do local da observação, entre tantas outras ferramentas interessantes para um observador do céu.

Link para download do software: <http://www.stellarium.org/pt/> Acessado em: 16/04/16



**Figura 6 – Captura de tela da exibição do software gratuito Stellarium que nos permite diferenciar os planetas Saturno e Marte entre diversas estrelas e constelações no dia 20/07/2016 as 23:13 h, em Passo Fundo – RS – Brasil . Cores fantasia**  
**Fonte: autor.**

Um outro software que pode ser usado para localizar rapidamente objetos celestes é o “Carta Celeste”, um aplicativo para o sistema operacional Android, que pode ser utilizado em uma grande parte dos equipamentos digitais móveis. Este software está disponível em Língua Portuguesa. Para instalar esse aplicativo, basta acessar uma das muitas lojas eletrônicas virtuais que os fabricantes de equipamentos digitais disponibilizam para seus clientes e procurar pelo nome do aplicativo.

Uma vez instalado este aplicativo em seu equipamento digital, basta apontá-lo em direção ao céu, para que ele mostre na tela os objetos celestes visíveis naquela direção. Ao tocar em um objeto que aparece na tela, a identificação e outras características variadas são disponibilizados pelo aplicativo sobre o objeto.

Não perca tempo! Inicie suas observações dos planetas o quanto antes, sempre que as condições atmosféricas permitirem !

Com a ajuda de um dos softwares sugeridos anteriormente e das vídeo aulas, obtenha a posição dos planetas visíveis em sua localidade em um horário adequado para o(a) professor(a) e inicie suas observações! Continue observando por vários

dias, sempre que o céu noturno estiver sem nuvens e compare as posições dos planetas com as posições de outras estrelas próximas.

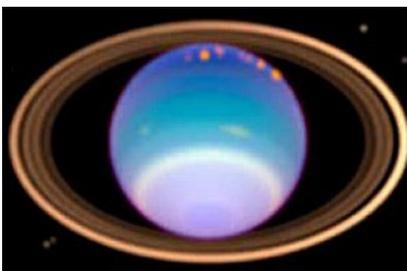
O planeta Vênus, que se torna visível um pouco depois do pôr do Sol ou um pouco antes do amanhecer, tem a aparência de uma estrela muito brilhante próxima ao Sol. Por isso é chamada por alguns, impropriamente, de “estrela” D’Alva.

Todos os planetas do sistema solar se movem ao redor do Sol em um movimento denominado de translação. A rigor, a trajetória (caminho ou órbita) percorrida pelos planetas no movimento de translação é uma elipse, mas que se assemelha muito à forma de um círculo, como no caso da órbita da Terra.

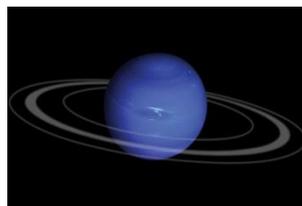
Como a trajetória da Terra em seu movimento de translação em torno do Sol é, praticamente, um círculo, pois é uma elipse pouco achatada, as estações do ano são pouco influenciadas pela distância da Terra ao Sol.

### O.P. 10,11 e 12

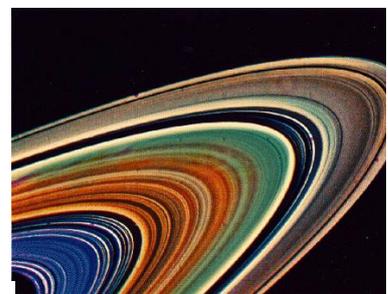
Alguns planetas, os de superfície gasosa, possuem um conjunto muito grande de objetos sólidos, pequenos pedaços de gelo e rochas orbitando próximo ao planeta distribuídos em uma estrutura que chamamos de anéis, como Saturno, Júpiter, Urano e Netuno. Esses anéis, ilustrados nas figuras, 7, 8 e 9, só podem ser vistos com auxílio de instrumentos ou telescópios. Recentemente, em junho de 2013, um grupo de pesquisadores liderados pelo astrônomo brasileiro Felipe Braga Ribas, do Observatório Nacional no Rio de Janeiro, descobriu que o asteroide Chariklo, que orbita o Sol entre as órbitas de Saturno e Urano, também possui um sistema de anéis<sup>8</sup>.



**Figura 7 – Fotografia com instrumentos dos anéis de Urano. Cores fantasia  
Fonte: NASA.**



**Figura 8 – Fotografia com instrumentos dos anéis de Netuno. Cores fantasia  
Fonte: NASA.**



**Figura 9 – Fotografia com instrumentos dos anéis de Saturno. Cores fantasia  
Fonte: NASA.**

<sup>8</sup> <https://www.eso.org/public/brazil/news/eso1410/>

Com exceção de Mercúrio e Vênus, todos os outros planetas possuem satélites naturais (“Luas”). No caso dos astros mais distantes do Sol, ainda estão sendo descobertos novos pequenos satélites, à medida que astronaves não tripuladas se aproximam deles. Por isso, o número de satélites naturais conhecidos tende a crescer com o tempo.

### **O.P. 13**

Além dos oito planetas, existem cinco astros classificados como planetas anões, pois possuem algumas características que os diferem dos demais: Plutão, Eris, Haumea, Makemake e Ceres. Os planetas anões também orbitam o Sol, mas com exceção de Ceres, em distâncias muito maiores e períodos de translação de centenas de anos.

### **O.P.14**

### **S.T. 6**

Outros astros, como asteroides, cometas e inúmeros outros corpos de tamanhos variados (menores que os planetas anões) se movimentam em torno do Sol, situados e concentrados em verdadeiros “cinturões” ou “nuvens”, como o Cinturão de Asteroides, entre as órbitas de Marte e Júpiter, o Cinturão de Kuiper, (ilustrado na figura 10), que está situado além das órbitas de Netuno e Plutão, e a Nuvem de Oort, situada muito além da órbita de Plutão.

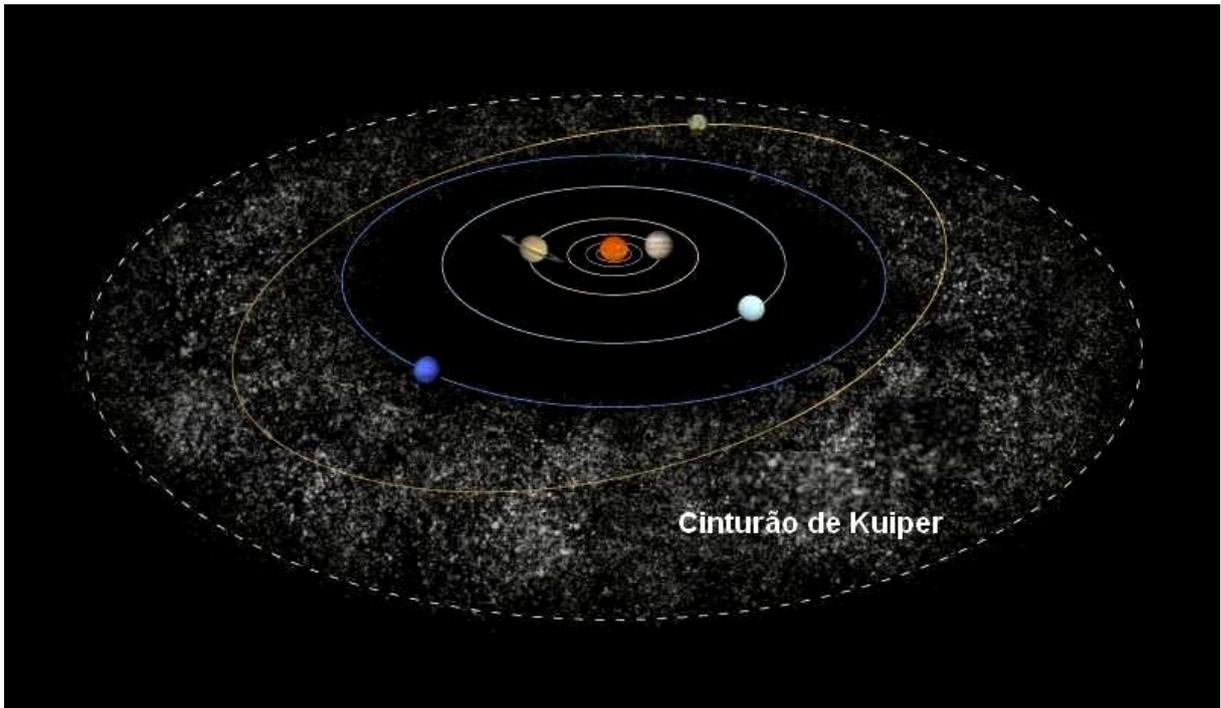


Figura 10 – Representação fora de escala em perspectiva lateral, da posição aproximada do cinturão de Kuiper e as órbitas de alguns planetas. Cores fantasia  
Fonte: autor

## S.T. 7

### O.P. 15,16 e 17

Como já ilustrado anteriormente, os planetas diferem muito de tamanho entre si, mas todos são iluminados pelo Sol, que exerce a maior força gravitacional sobre cada um deles. A influência gravitacional de cada planeta sobre qualquer outro é muito pequena, para efeitos práticos.

## A Terra

A Terra, terceiro planeta, por ordem de distância a partir do Sol, possui um satélite natural, a Lua, que descreve uma órbita quase circular em torno do nosso planeta. Até a data de conclusão deste trabalho, é considerado como o único planeta onde há vida, com todas as características que conhecemos. Existem evidências da presença de moléculas orgânicas em outros astros, mas elas não estão associadas à existência de vida.

Cerca de 3/4 da superfície da Terra, aproximadamente, é coberta de água líquida. Vivemos todos na superfície da Terra que, como se sabe, é aproximadamente esférica. Essa esfericidade pode ser percebida em algumas situações como, por exemplo, quando fotografamos nosso planeta de uma altitude de centenas de quilômetros, em uma astronave, ou durante a projeção da sombra da Terra na superfície da Lua, no início de um eclipse lunar.

O(A) professor(a) deve ficar atento às pré-concepções de seus alunos acerca da natureza plana da superfície da Terra e da diferença entre os conceitos de mundo e Terra. Nardi e Carvalho<sup>9</sup> concluíram, a partir de um estudo sobre a evolução das noções de estudantes, que alguns alunos carregam a concepção de Terra plana, mesmo após já terem tido conhecimento ou visualizado fotografias da Terra esférica vista do espaço.

Barbosa-Lima<sup>10</sup>, em outro estudo, aponta que algumas crianças têm dificuldade em entender que a Terra citada no contexto escolar é o mundo onde vivemos, com todas as características que elas conhecem.

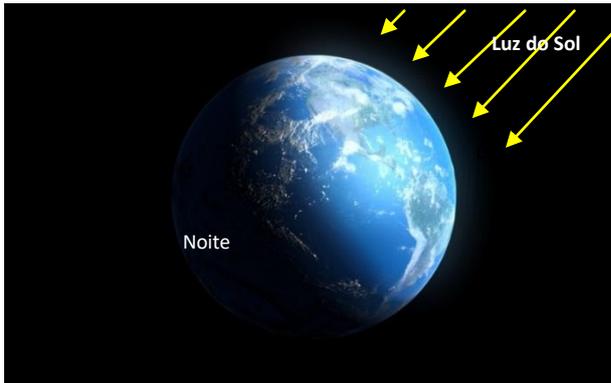
### O.P. 18 e 19

Ao atingir a Terra, a luz do Sol ilumina todo um hemisfério (face ou “lado”) de nosso planeta (dia), enquanto o outro, não iluminado, fica no escuro (noite), como pode ser observado nas figuras 11 e 12. Isso acontece com todos os outros planetas e astros do Sistema Solar, incluindo a Lua.

---

<sup>9</sup> NARDI, Roberto; CARVALHO, Ana M.P. – **Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra**; Investigações em Ensino de Ciências – V1(2), pp.132-144, 1996

<sup>10</sup> BARBOSA-LIMA, Maria C. – Conversando com Lara sobre a Terra e a Terra; Relea, A2, n10



**Figura 11 – Ilustração da face da Terra iluminada pelo Sol e de sua face escura em um determinado momento durante seu movimento de rotação. Cores fantasia  
Fonte: autor**



**Figura 12 – Fotografia da Terra vista do espaço com suas faces iluminada (dia) e escura (noite). Cores fantasia  
Fonte: NASA.**

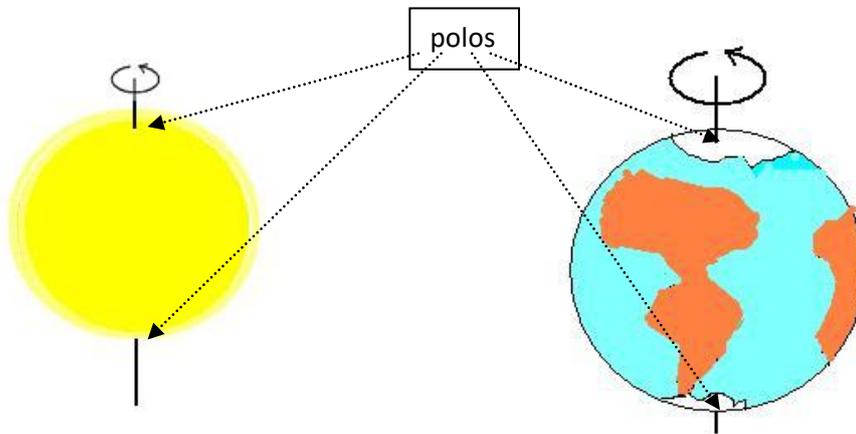
Devido ao forte espalhamento da luz na atmosfera da Terra e de alguns planetas e satélites, não conseguimos, se estivermos em sua face iluminada pelo Sol, visualizar outras estrelas. Em linguagem comum, dizemos que o “céu está claro” ou o “céu está azul”, no caso da Terra.

No entanto elas poderiam ser vistas se, de repente, pudéssemos remover a atmosfera, pois o céu ficaria escuro mesmo de dia, sem o espalhamento da luz solar, enquanto o solo permaneceria iluminado! Já nos planetas e satélites que não possuem atmosfera ou em que ela é muito rarefeita, as estrelas são visíveis o tempo todo, mesmo na face iluminada pelo Sol, durante o dia, como ocorre na Lua. Nesses astros, o “céu” sempre é escuro, mesmo de dia!

O Sol, a Terra, os planetas e satélites realizam um movimento de rotação em torno de um eixo imaginário que passa pelo centro desses astros. Portanto, com o passar do tempo, eles giram em torno de seus próprios eixos de rotação, e, aos poucos, outros pontos da superfície dos planetas e satélites, que estavam no escuro, vão sendo iluminados pelo Sol. No caso da Terra, esse tempo é de, aproximadamente, 24 h ou um dia. Cada planeta e satélite gasta um tempo diferente para uma rotação (ou período).

**O.P. 20**

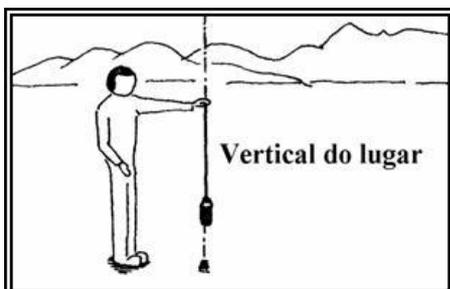
Denominamos polos aos **pontos** de encontro dos eixos imaginários de rotação que passam pelo centro dos astros, com as suas superfícies, como ilustrado na figura 13.



**Figura 13 – Representação fora de escala dos eixos imaginários de rotação e os pontos correspondentes aos polos do Sol e da Terra. Cores fantasia. Fonte: autor.**

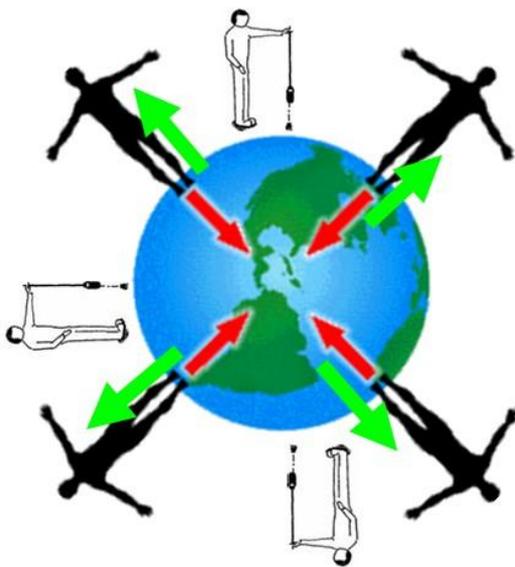
No espaço onde todo o universo, incluindo nosso sistema solar, está contido, não existe a noção de “em baixo” ou “em cima” absoluto. Portanto, não é correto afirmar que o polo Norte da Terra encontra-se em cima e o polo Sul embaixo. Mesmo que na maioria das representações em livros, globos terrestres ou filmes, essa situação esteja representada, trata-se apenas de uma convenção, desse modo, não existe qualquer problema no fato de que esses polos estejam representados em qualquer outra direção.

A direção vertical, na prática, é sempre aquela indicada pela direção de um fio esticado com um peso qualquer amarrado em sua extremidade. Portanto, varia de local para local, como pode ser percebido nas figuras 14 e 15.



**Figura 14 – A vertical de um lugar coincide com a direção do fio prumo**  
**Fonte: Autor.**

As orientações “para baixo” e “para cima” referem-se, em cada ponto da superfície da Terra (ou de qualquer outro astro esférico), aos sentidos “para o centro” e “para fora do centro”, respectivamente indicadas por setas coloridas na figura 15.



**As setas vermelhas indicam a orientação “para baixo”, que na realidade significam para o centro em várias posições da Terra !**

**As setas verdes indicam a orientação “para cima” ou para fora do centro nas mesmas posições !**

Figura 15 – Representação, fora de escala, da orientação de um fio de prumo em vários pontos da superfície da Terra. Cores fantasia.

Fonte: autor.

Do ponto de vista de um observador situado na Terra, nosso planeta, ao girar de Oeste para Leste, em torno de seu eixo imaginário, nos permite visualizar outros astros, como o Sol e a Lua. Assim, todos os astros visíveis em uma determinada região da Terra em certa data e horário, nascem de um lado (Leste) e se põem do outro lado (Oeste), em relação à direção Norte-Sul.

O eixo imaginário de rotação da Terra possui uma inclinação em relação à perpendicular ao plano da órbita terrestre em torno do Sol. Devido a essa inclinação, certas regiões desse planeta ficam mais expostas à luz do Sol, dependendo da posição em que a Terra se encontra em sua órbita em torno do Sol.

Observe a figura 16, que ilustra em visão lateral, a trajetória da Terra, ao longo de um ano, em seu movimento de translação.

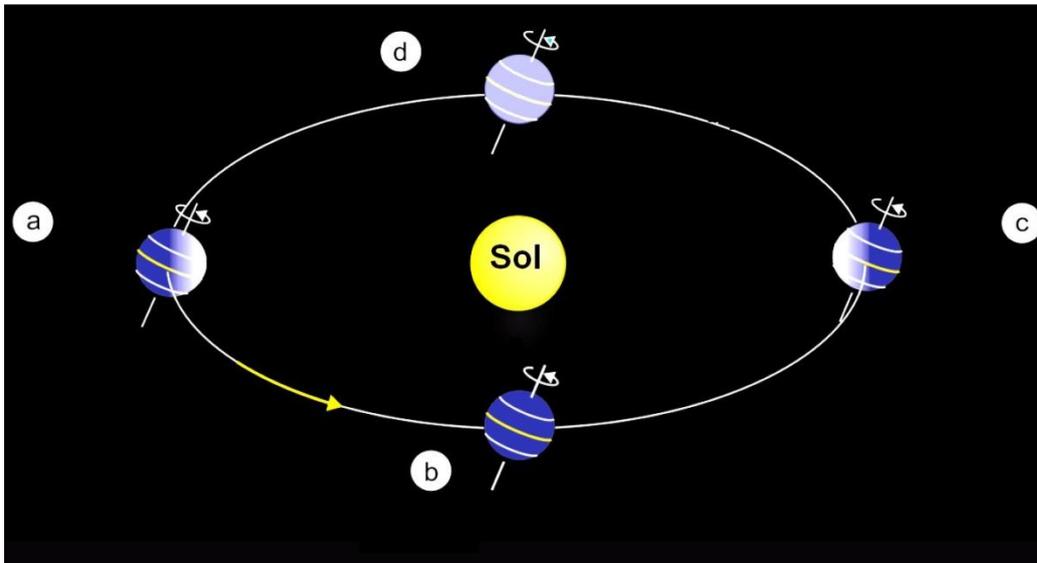


Figura 16 – Ilustração fora de escala, em visão lateral, portanto com efeito de perspectiva, da trajetória quase circular da Terra em seu movimento de translação em torno do Sol ao longo de um ano. Cores fantasia.

Fonte: autor.

Analisando-se a situação representada em **(a)**, na figura 16 (em destaque na figura 17), pode-se perceber que uma maior quantidade de luz está incidindo no Hemisfério Norte da Terra, acima da linha do Equador.

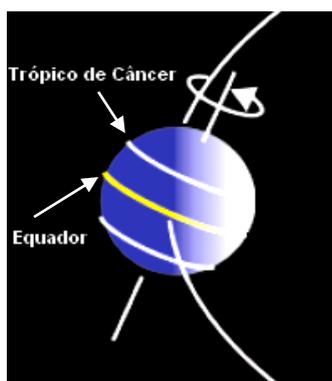


Figura 17 – posição **(a)** da figura 16 em destaque. Cores fantasia.

Fonte: autor.

À medida que a Terra também efetua seu movimento de rotação, o Polo Norte e outras regiões próximas, permanecem por algumas semanas, iluminadas,

durante as 24h dos dias. Ou seja, nessa região, o Sol está visível no céu durante as 24h!

Por outro lado, pode-se perceber que uma menor quantidade de luz está incidindo no Hemisfério Sul da Terra, ao Sul da linha do Equador. À medida que a Terra efetua seu movimento de rotação, o Polo Sul e outras regiões próximas permanecem, por algumas semanas, no escuro durante as 24h dos dias ! Ou seja, nessa região, o Sol nunca estará visível no céu pelo período de 24h !

Como a Terra demora aproximadamente 365 dias para efetuar uma volta completa em torno do Sol, metade dessa volta é percorrida em, aproximadamente, 180 dias (ou 6 meses). A partir da posição **(a)**, na figura 18, podemos concluir que após 6 meses, a nova posição da Terra corresponderia aproximadamente à posição **(C)** da figura 16.



Figura 18 – posição **(C)** da figura 16 em destaque. Cores fantasia.  
Fonte: autor.

Analisando-se atentamente a figura **(C)** e comparando-a com a figura **(a)**, podemos perceber que devido ao fato da inclinação do eixo terrestre se manter praticamente sempre a mesma<sup>11</sup>, a situação praticamente se inverte, quanto à iluminação dos dois hemisférios da Terra! Na situação ilustrada em **(C)**, pode-se

<sup>11</sup> Ao longo de milhares de anos nota-se alterações na direção do eixo imaginário de rotação, denominado de movimento de precessão.

perceber que uma maior quantidade de luz está incidindo no Hemisfério Sul da Terra.

À medida que a Terra também efetua seu movimento de rotação, o Polo Sul e outras regiões próximas permanecem sempre iluminadas por algumas semanas e o Sol é visível no céu durante as 24h de um dia!

Por outro lado, na figura **(C)**, pode-se perceber que uma menor quantidade de luz está incidindo no Hemisfério Norte da Terra. À medida que a Terra efetua seu movimento de rotação, o Polo Norte e outras regiões próximas permanecem no escuro e o Sol nunca é visível no céu por 24h !

Já nas situações ilustradas nas figuras **(b)** e **(d)**, a duração do dia e da noite é igual para qualquer região do planeta.

As condições de iluminação dos planetas pelo Sol determinam também as condições de aquecimento de sua superfície. Portanto, na condição da figura **(a)**, há um maior aquecimento da Região Norte do planeta e um menor aquecimento da Região Sul. Temos, então, que no Hemisfério Norte é verão e no Hemisfério Sul, inverno. Quando nessa posição, dizemos que a Terra encontra-se em seu solstício de junho.

Na condição da figura **(C)**, há um maior aquecimento da Região Sul do planeta e um menor aquecimento da Região Norte. Temos, então, que no Hemisfério Sul é verão e no Hemisfério Norte, inverno. Nessa posição, a Terra encontra-se em seu solstício de dezembro.

No equinócio de setembro **(b)**, temos o outono no Hemisfério Norte e a primavera no Hemisfério Sul. No equinócio de março **(d)**, temos a primavera no Hemisfério Norte e o outono no Hemisfério Sul.

Na figura 19, estão em destaque as posições dos solstícios e equinócios.

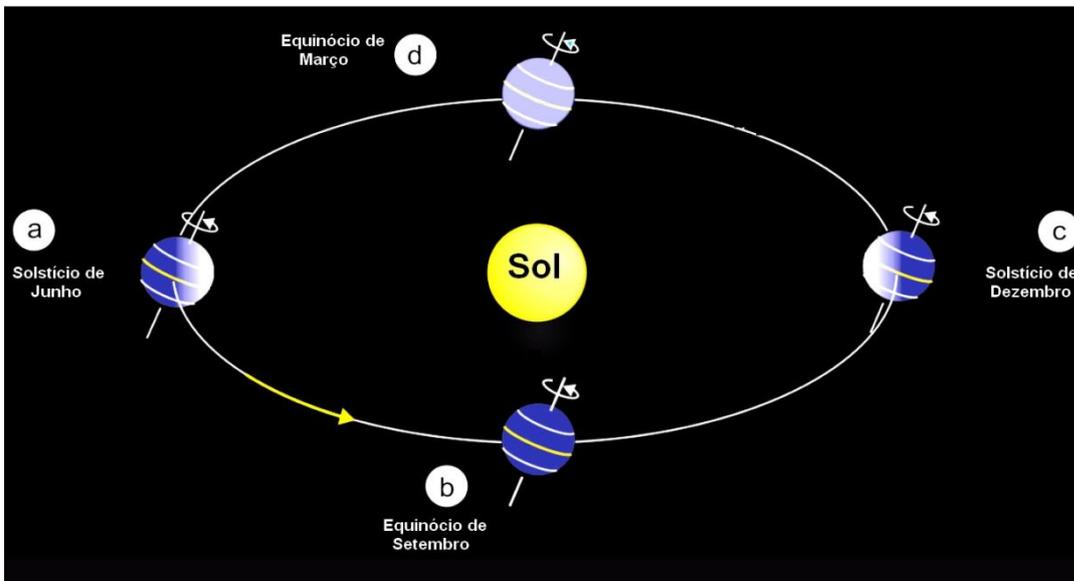


Figura 19 – Ilustração fora de escala: a inclinação do eixo imaginário de rotação da Terra, causa uma diferença de iluminação e aquecimento dos hemisférios durante o movimento de translação em torno do Sol, dando origem às estações do ano. Cores fantasia.

Fonte: autor.

Assim, quando a Terra se move da posição do equinócio de março para a posição do equinócio de setembro:

- Para pontos ao norte da linha do Equador, os dias são mais longos e as noites mais curtas, por um período aproximado de 6 meses.
- Para pontos ao sul da linha do Equador, os dias são mais curtos e as noites mais longas, durante, aproximadamente, 6 meses.

E quando a Terra se move da posição do equinócio de setembro para a posição do equinócio de março:

- Para pontos ao norte da linha do Equador, os dias são mais curtos e as noites mais longas, por um período aproximado de 6 meses.
- Para pontos ao sul da linha do Equador, os dias são mais longos e as noites mais curtas durante, aproximadamente, 6 meses.

**O.P. 22 e 23 e 24**

**S.T. 8**

## ***A Lua, nosso satélite.***

A Lua, único satélite natural da Terra, é o astro mais próximo de nosso planeta, possuindo tamanho (em volume) cerca de 50 vezes menor e diâmetro, aproximadamente, 3,7 vezes menor do que a Terra. Depois do Sol, é o astro mais brilhante visível no céu, orbitando nosso planeta a uma distância média<sup>12</sup> de, aproximadamente, 384.403 km. A figura 20 mostra uma comparação entre os tamanhos relativos da Terra e da Lua.



**Figura 20 – Fotomontagem da Terra e da Lua colocadas propositalmente próximas, apenas para comparação de suas dimensões. Escala de tamanhos aproximada. Cores fantasia. Fonte: NASA**

Missões espaciais não tripuladas puderam identificar água em forma de gelo no subsolo dos polos da Lua.

O peso de um corpo qualquer na Lua é menor do que na Terra, mas mesmo assim, um astronauta na superfície da Lua ao soltar um objeto que estiver apoiado em sua mão, verá o que vemos aqui na Terra na mesma situação: o objeto cai ! Na lua, cai com menor aceleração, mas cai.

---

<sup>12</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

Alguns alunos podem, eventualmente, comentar que nos desenhos animados, as pessoas flutuam na Lua, mas isso não é a realidade. Nesse local, os corpos possuem peso e, portanto, caem em direção à superfície.

A explicação para esse fato é que a Lua possui massa e, por isso, atrai gravitacionalmente outro corpo para sua superfície, tal qual ocorre na Terra, apenas com uma aceleração menor.

Um vídeo muito interessante (disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=5C5\\_dOEyAfk](https://www.youtube.com/watch?v=5C5_dOEyAfk) – Acessado em 15/05/2016), produzido pelos astronautas durante uma missão tripulada de nome Apollo 15, no ano de 1971, mostra a queda de um martelo e de uma pluma, na superfície lunar. Como na Lua a atmosfera é muito rarefeita, a pluma cai, praticamente, com a mesma aceleração do martelo.

As porções mais escuras da Lua, visíveis mesmo a olho nu, são regiões de menor altitude, denominadas Mares, pois na antiguidade acreditava-se que continham água. Já as porções mais claras são regiões de maior altitude, montanhosas.

Enquanto a Terra se movimenta em torno do Sol (translação), a Lua se movimenta em torno da Terra e, portanto, do Sol também.

A figura 21 ilustra que o movimento da Lua em torno da Terra ocorre a uma distância média equivalente a 30 vezes<sup>13</sup> o diâmetro da Terra<sup>14</sup>.



**Figura 21 – Ilustração que destaca que a Lua se movimenta em torno da Terra, a uma distância média aproximada de 30 diâmetros terrestres. Cores fantasia.**

<sup>13</sup> Para obter este número basta dividir a distância média da Terra até a Lua, pelo diâmetro da Terra.

<sup>14</sup> O diâmetro da Terra é de 12756 km.

Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

### O.P. 25

O movimento da Lua em torno da Terra acontece em uma trajetória elíptica de baixa excentricidade (quase circular, mas levemente achatada), e dura aproximadamente 27,3 dias. Quando a Lua se encontra na menor distância da Terra, dizemos que se encontra no perigeu, e quando está no ponto de maior distância, dizemos que se encontra no apogeu.

Como o movimento de rotação da Lua, em torno do seu próprio eixo imaginário, também dura 27,3 dias, essa coincidência, faz com que sempre vejamos aqui da Terra a mesma face da Lua !

Portanto, um lado (ou hemisfério) da Lua nunca é visível (fica oculto) para nós aqui na Terra. Porém, um astronauta em órbita de nosso satélite poderá ver e fotografar o hemisfério oculto da Lua quando ele está iluminado pelo Sol!

Na figura 22, podemos observar e comparar os lados visível e oculto da Lua iluminados pelo Sol, fotografados pela NASA.

### O.P.26



Figura 22 – Montagem de fotografias tiradas do espaço dos lados visível e oculto da Lua, iluminados pelo Sol.

Fonte: NASA.

Uma recente animação de 2015, da agência espacial (NASA), dos Estados Unidos da América mostra uma série de fotos do lado oculto da Lua durante sua passagem entre a câmera e a Terra. Encontra-se disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=DMdhQsHbWTs>

Acessado em 15/05/2016

Dependendo da posição no espaço do Sol, da Terra e da Lua, um observador situado na superfície da Terra, pode visualizar diferentes frações da face da Lua iluminada, como mostra a figura 23. Assim, sempre temos uma porção diferente da Lua, a cada dia, iluminada pelo Sol, devido ao seu movimento ao redor da Terra.

### Sugestão de leitura

#### A Lua tem quatro fases?

<http://aulasdefisica.com/download/astronomia/cursoastronomia/professoraluanaotemquatrofases.htm>

Acessado em 15/05/2016

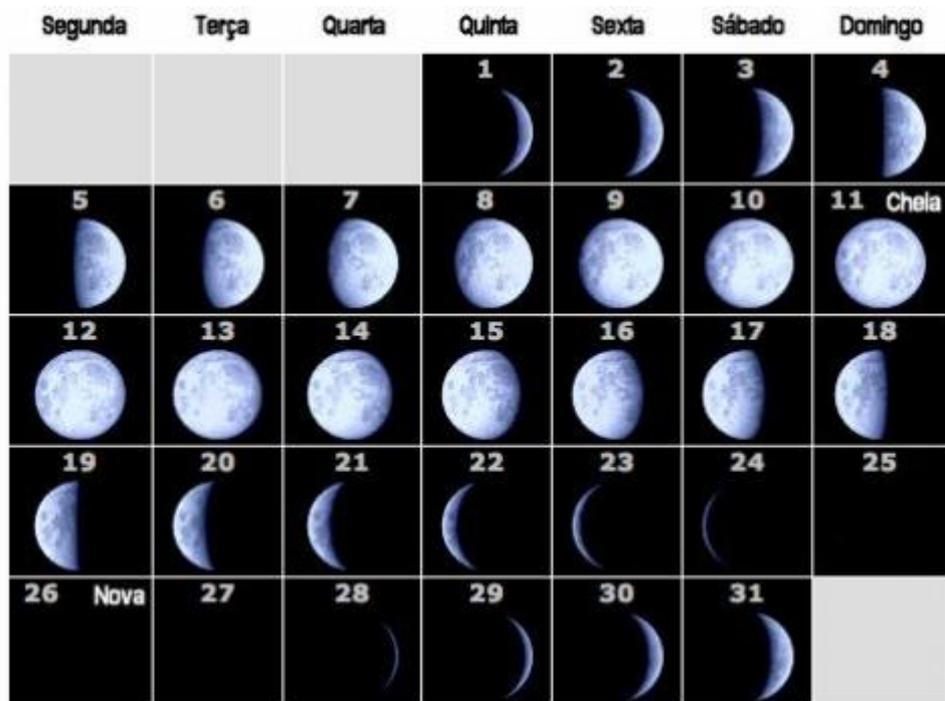


Figura 23 – Fotomontagem que mostra um exemplo de como poderiam ser todas as aparências da Lua durante um ciclo completo de 29 dias.

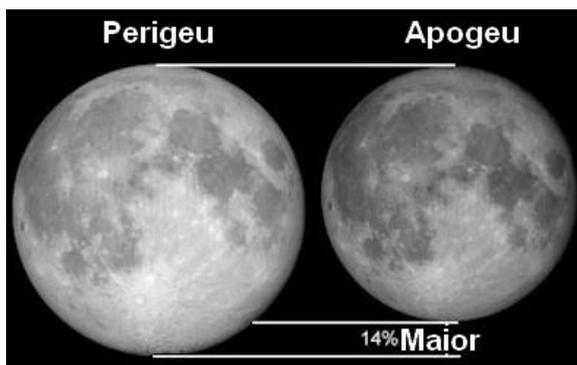
<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=aas&cod=observacaodasfasesdalu>

Acessado em 17/04/2016

Quando todo um hemisfério ou lado da Lua estiver iluminado e visível da Terra, dizemos que a fase é de Lua “cheia”! Nessa situação, toda a metade da Lua iluminada pelo Sol está voltada para a Terra; a outra metade encontra-se, então, no escuro, voltada para o espaço atrás da Lua.

Quando não é possível visualizar da Terra nenhuma porção iluminada pelo Sol, dizemos que a fase é de Lua “nova”! Nessa situação, toda a metade da Lua iluminada pelo Sol está voltada para o espaço, atrás da Lua. A outra metade encontra-se então, totalmente no escuro, voltada para a Terra.

Quando uma Lua cheia coincide com o perigeu, temos o que, popularmente, chamamos de “Super Lua”. A figura 24 mostra a diferença entre as aparências de uma Lua cheia no apogeu e no perigeu, a “Super Lua”.



**Figura 24 – comparação da Lua cheia no apogeu e no perigeu**  
**Fonte: NASA, adaptada**

### **O.P. 27**

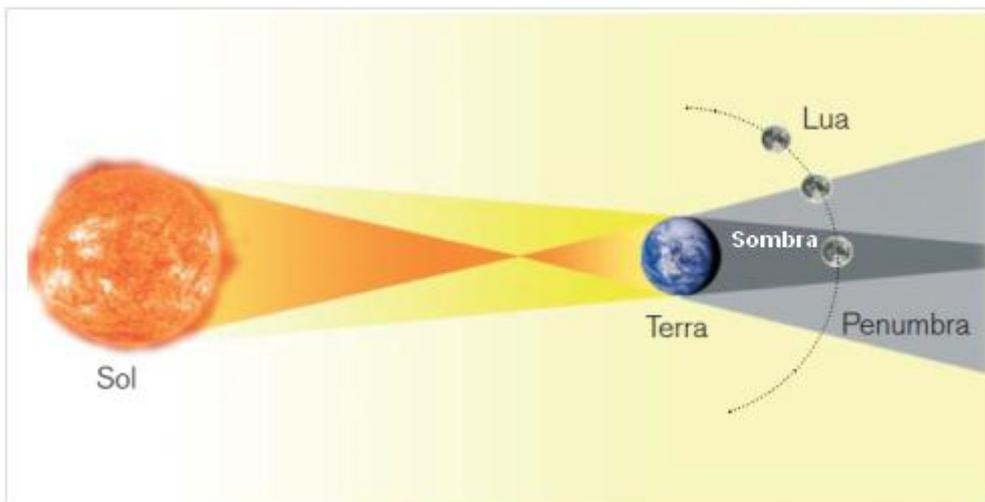
Por sua vez, os eclipses acontecem devido à posição da Lua em seu movimento de translação ao redor da Terra. Dependendo desse posicionamento no espaço, como ilustra a figura 25, se a Lua se encontrar alinhada entre o Sol e a Terra durante uma fase de Lua Nova, sua sombra poderá ser projetada na Terra. Nessa situação, ocorre um eclipse solar, que somente deve ser observado com a utilização de filtros especiais !

### **O.P. 9.**



**Figura 25 – Fotografia (à esquerda) e ilustração fora de escala (à direita): um eclipse Solar, durante o qual a sombra da Lua é projetada na Terra ! Cores fantasia**  
**Fonte: NASA**

No entanto, se a Lua se alinhar com o Sol e a Terra, de tal forma que passe atrás da Terra, em sua sombra durante uma fase de Lua Cheia, ocorre um eclipse lunar, como ilustrado na figura 26. Um eclipse lunar pode ser observado a olho nu sem a utilização de nenhum filtro.



**Figura 26 – Ilustração fora de escala, em visão superior: em um eclipse Lunar, no qual a Lua passa na sombra da Terra ! Cores fantasia**  
**Fonte: autor**

### **S.T. 9, 10, 11 e 12**

Se pudéssemos observar a órbita da Lua em torno da Terra, veríamos que o plano da órbita é levemente inclinado, como está representado na figura 27. Isso faz com que, na maioria das vezes, a sombra de uma Lua Nova não se projete na superfície da Terra, ou seja, não ocorre eclipse todas as vezes em que a lua está na fase Nova.

Apenas quando o Sol, a Lua e a Terra estão alinhados, nessa ordem, ocorre um eclipse do Sol.

Pelo mesmo motivo (inclinação do plano da órbita da Lua), não ocorre eclipse da Lua, todas as vezes que a fase da Lua é cheia !

Apenas quando o Sol, a Terra e a Lua estão alinhados, nessa ordem, ocorre um eclipse da Lua.

Uma relação completa das datas dos próximos eclipses do Sol (até 2045) e da Lua (até 2020), pode ser encontrada no site da UFRGS no endereço eletrônico <http://astro.if.ufrgs.br/fase/eclipses.html>

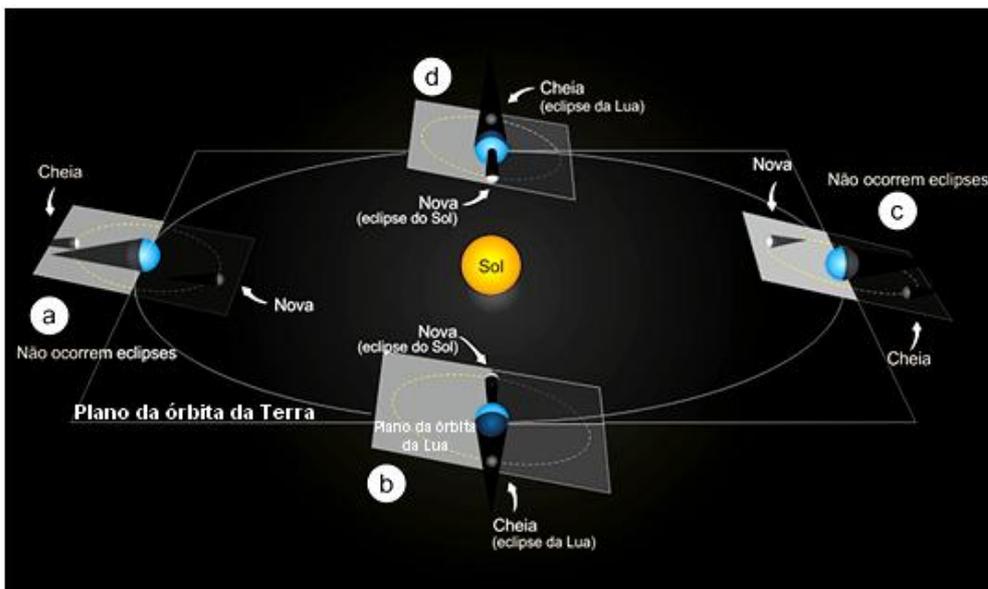


Figura 27 – Ilustração fora de escala, em visão lateral, da órbita da Lua: como o plano da órbita da Lua em torno da Terra é inclinado em relação ao plano da órbita da Terra em torno do Sol, nem sempre ocorrem eclipses durante as fases de Lua Cheia ou Nova. Eles ocorrem apenas quando estes três astros estão alinhados. Cores fantasia

Fonte: autor, adaptada de: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>

Acessado em 10/07/2016

Algumas informações básicas sobre a Lua<sup>15</sup>

Diâmetro (km)	Distância média da Terra (km)	Temperatura média (°C)	Período de rotação (dias)	Período de translação (dias)	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
3475	384403	-20	27,3	27,3	1,6

<sup>15</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

# Os outros planetas

## O planeta Mercúrio

Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol, apresentando um tamanho menor do que a Terra. Possui uma superfície rochosa, com muitas crateras, devido aos inúmeros impactos de pequenos objetos que vagam pelo sistema solar desde sua formação. Conta com uma atmosfera muito rarefeita, que não oferece uma maior resistência ao movimento desses objetos ao se aproximarem do planeta.

Assim como a Lua, Mercúrio, por ser um planeta mais próximo do Sol do que a Terra, ao ser observado deste planeta com telescópios, pode apresentar fases, dependendo de sua posição no espaço em relação à Terra e ao Sol.

Por sua proximidade do Sol, esse planeta pode ser visto a olho nu, a partir da Terra, sempre próximo do horizonte, poucas horas antes do nascer ou poucas horas depois do pôr do Sol. As figuras 28 e 29 mostram Mercúrio e algumas características de sua superfície. Em Mercúrio, as regiões da superfície iluminadas pelo Sol, podem atingir temperaturas de mais de 400 graus Celsius. À medida que Mercúrio gira em torno de seu próprio eixo imaginário (movimento de rotação), essas mesmas regiões quando não estão mais iluminadas pelo Sol, podem atingir temperaturas de cerca de -180 graus Celsius.



Figura 28 – Mercúrio em fase.  
Fonte: NASA. Cores fantasia

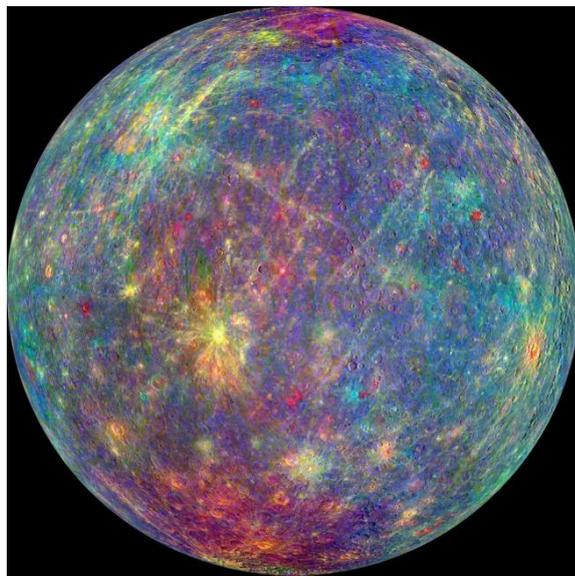


Figura 29 – Detalhes da superfície de Mercúrio.  
Fonte: NASA. Cores fantasia

### Algumas informações básicas sobre Mercúrio<sup>16</sup>

Diâmetro (km)	Distância média do Sol (km)	Temperatura média (°C)	Período de rotação (dias)	Período de translação (dias)	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
4879	5,79 x 10 <sup>7</sup>	167	58,6	88	3,7

## O planeta Vênus

Vênus é o segundo planeta mais próximo do Sol, possui tamanho semelhante ao da Terra e um movimento de rotação retrógrado, ou seja, de Leste para Oeste.

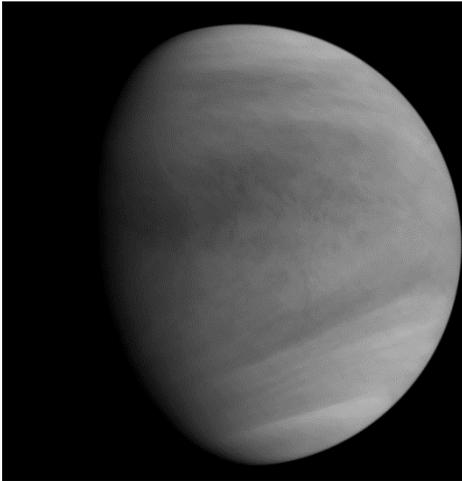
Apresenta superfície rochosa e atmosfera muito densa com uma cobertura de nuvens constante que reflete boa parte da luz do Sol, mas que impede a visualização de sua superfície através de instrumentos ópticos.

Sua atmosfera é composta, principalmente, de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), um gás estufa. Sendo assim, o calor do Sol atravessa a espessa cobertura de nuvens, e a maior parte dessa energia fica retida entre a atmosfera e o solo. Assim, Vênus com seus, aproximadamente, 464°C, possui a maior temperatura média na superfície entre todos os planetas.

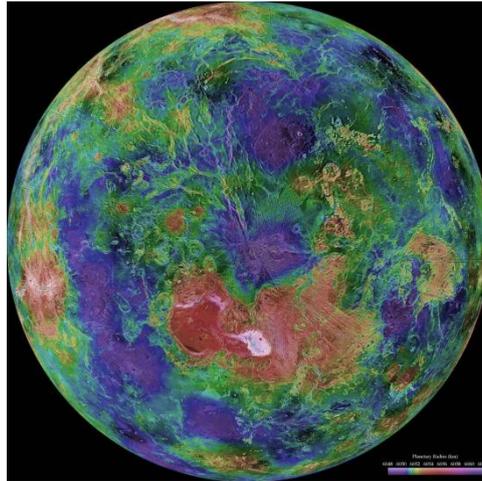
Tal como a Lua e Mercúrio, por ser um planeta mais próximo do Sol do que a Terra, ao ser observado daqui com telescópios, pode apresentar fases, dependendo de sua posição no espaço em relação à Terra e ao Sol.

Como Mercúrio, por sua proximidade do Sol, pode ser visto a olho nu a partir da Terra, sempre próximo do horizonte, poucas horas antes do nascer ou poucas horas depois do pôr do Sol, com a aparência de uma estrela muito brilhante, sendo o astro mais brilhante no céu, depois do Sol e da Lua. As figuras 30 e 31, a seguir, mostram Vênus e algumas características de sua superfície.

<sup>16</sup>Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>



**Figura 30 – Fase de Vênus.**  
**Fonte: NASA Cores fantasia**



**Figura 31 – Detalhes da superfície de Vênus obtidos com técnicas de radar, que é apropriada para obter imagens através das densas nuvens.**  
**Fonte: NASA Cores fantasia**

### Algumas informações básicas sobre Vênus<sup>17</sup>

Diâmetro (km)	Distância média do Sol (km)	Temperatura média (°C)	Período de rotação (dias)	Período de translação (dias)	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
12104	1,08 x 10 <sup>8</sup>	464	243	224,7	8,9

## O planeta Marte

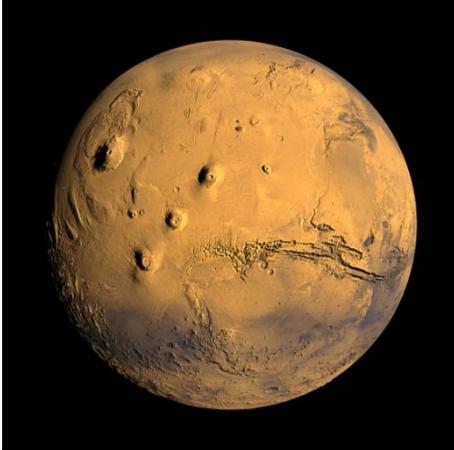
Marte é o quarto planeta mais próximo do Sol. Possui uma superfície rochosa, com muitas marcas de destaque em seu relevo, como vulcões inativos de vários quilômetros de altura e cânions muito profundos de centenas de quilômetros de extensão.

Pode ser visto a olho nu a partir da Terra como um astro de coloração levemente avermelhado. Tem uma atmosfera rarefeita e dois satélites naturais muito pequenos, Phobos e Deimos.

Desde 1997, robôs enviados a bordo de astronaves estão explorando a superfície de Marte com câmeras e avançados instrumentos de pesquisa.

<sup>17</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

As figuras 32 e 33, a seguir, mostram Marte e algumas características marcantes de sua superfície. A figura 34 compara os tamanhos dos minúsculos<sup>18</sup> satélites de Marte.



**Figura 32 – Marte e seu relevo.**  
Fonte: NASA. Cores fantasia.



**Figura 33 – Auto retrato do robô Curiosity na superfície de Marte.**  
Fonte: NASA. Cores fantasia.



**Figura 34 – Fobos e Deimos, satélites naturais de Marte.**  
Fonte: NASA. Cores fantasia.

### Algumas informações básicas sobre Marte<sup>19</sup>

Diâmetro (km)	Distância média do Sol (km)	Temperatura média (°C)	Período de rotação (horas)	Período de translação (dias)	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
6792	2,28 x 10 <sup>8</sup>	- 65	24,6	687	3,7

## O cinturão de asteroides

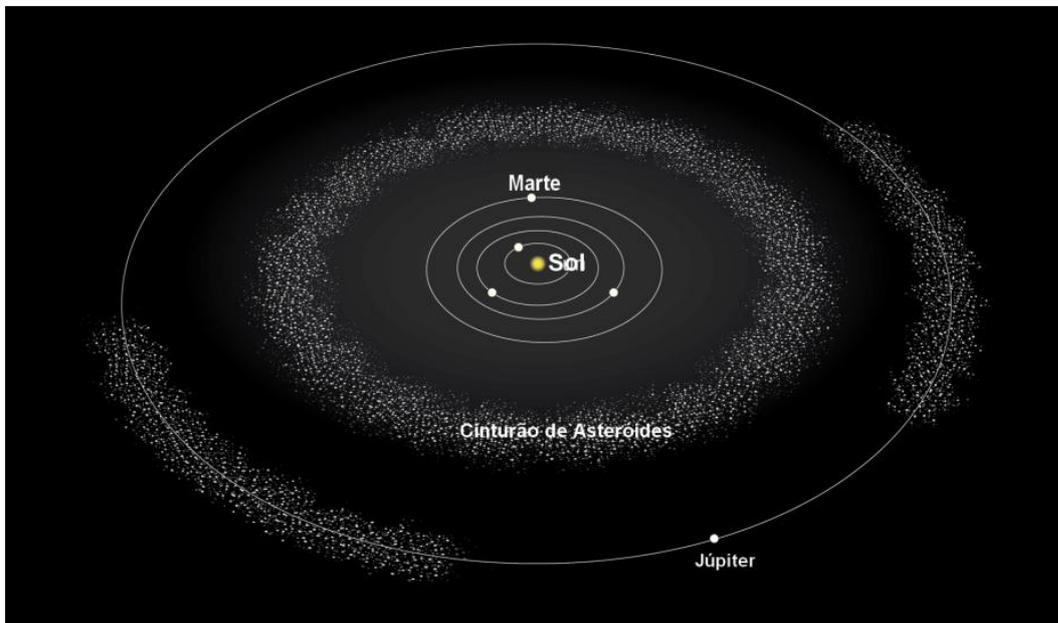
Entre as órbitas de Marte e Júpiter, como ilustra a figura 35, centenas milhares de corpos do tamanho de grãos de areia a corpos de até centenas de

<sup>18</sup> Phobos possui dimensões de 20 x 28 km e Deimos de 12,0 x 16 km.

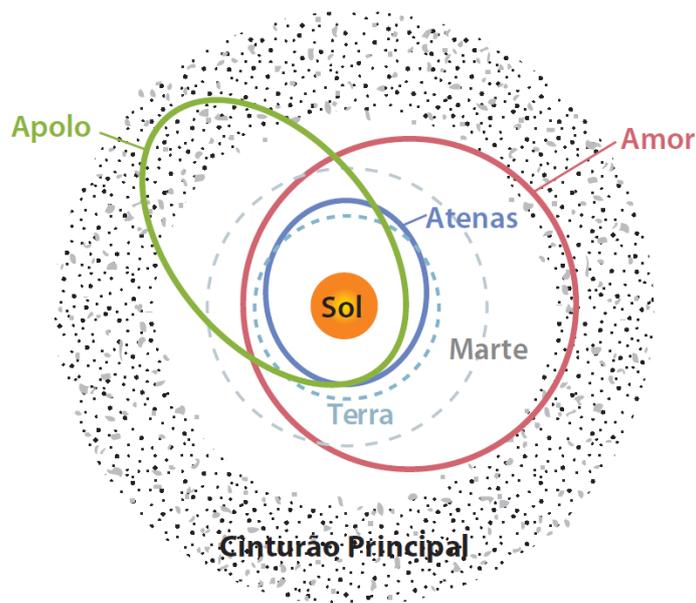
<sup>19</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

quilômetros chamados, comumente, de asteroides, orbitam o Sol, sofrendo a influência em suas órbitas de todos os planetas mais próximos, principalmente de Júpiter. Muitos possuem órbitas bem conhecidas e estão catalogados. Suas órbitas elípticas em torno do Sol podem ter excentricidades de até 0,9, fazendo com que, periodicamente, se aproximem bastante do Sol.

Nem todos os asteroides se mantêm presos ao cinturão: alguns grupos cruzam a órbita de Marte, de Júpiter e até mesmo a órbita da Terra, enquanto outros possuem órbitas muito próximas desses planetas, como ilustram as figuras 35 e 36.



**Figura 35 – Ilustração da posição aproximada dos asteroides do cinturão principal entre as órbitas de Marte e Júpiter. Fonte: autor. Cores fantasia.**



**Figura 36 – Ilustração da posição aproximada do cinturão principal de asteroides, entre Marte e Júpiter, e os grupos Atenas, Apolo e Amor.**  
 Fonte: autor. Cores fantasia.

## Os planetas gasosos

Os planetas Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, como ilustra a figura 37, são formados principalmente por gases, somente seus núcleos são sólidos.

Todos eles possuem anéis e muitos satélites naturais conhecidos, cujo número tende a aumentar à medida que novas missões espaciais não tripuladas vão sendo enviadas para pesquisá-los.

Apesar de possuírem um núcleo sólido, seria impossível uma astronave pousar neles devido às imensas pressões causadas pelo peso dos milhares de quilômetros de espessura das camadas de gases que envolvem esses planetas.



**Figura 37 – Estrutura interna dos planetas gasosos.**

Escala aproximada.

Fonte: NASA. Cores fantasia.

## O planeta Júpiter

Quinto planeta em ordem de distância a partir do Sol, Júpiter é também o maior planeta do nosso sistema solar. Possui uma atmosfera muito ativa, com enormes e intensos furacões, com ventos de velocidade de centenas de quilômetros por hora. Uma dessas tempestades é chamada Grande Mancha Vermelha, como ilustrado na figura 38, cuja dimensão ultrapassa o tamanho da Terra e já tem duração de muitas décadas, variando de tamanho com o passar do tempo.

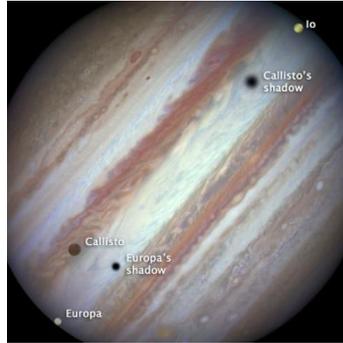
Seus anéis são muito tênues e só são detectados através de instrumentos e métodos especiais, não sendo visíveis com binóculos ou telescópios.

Seus maiores satélites (Io, Europa, Ganimedes e Callisto), chamados de Galileanos em homenagem a Galileu Galilei - o primeiro a observá-los, em janeiro de 1610, com o auxílio de uma pequena luneta - podem ser vistos mesmo com o auxílio de modestos binóculos e pequenos telescópios, sendo possível observar as mudanças de posição em seu movimento ao redor do planeta ao longo de algumas horas de observação. Ganimedes é o maior satélite natural de nosso sistema solar, com um diâmetro 1,5 vezes maior que a Lua, maior até mesmo do que o planeta Mercúrio.

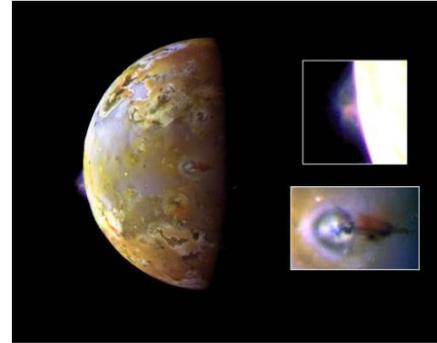
Freqüentemente, esses satélites estão posicionados de tal forma que as suas sombras são projetadas na superfície de Júpiter, o que caracteriza um eclipse solar, como mostrado na figura 39. Já o satélite Io, possui vulcões ativos, como pode ser observado na figura 40.



**Figura 38 – Júpiter e a grande mancha vermelha em destaque.**  
**Fonte: NASA.**  
**Cores fantasia.**



**Figura 39 – Júpiter e alguns de seus satélites.**  
**Fonte: NASA.**  
**Cores fantasia.**



**Figura 40 – O Satélite Io. Em detalhe uma erupção vulcânica.**  
**Fonte: NASA.**  
**Cores fantasia.**

### Algumas informações básicas sobre Júpiter<sup>20</sup>

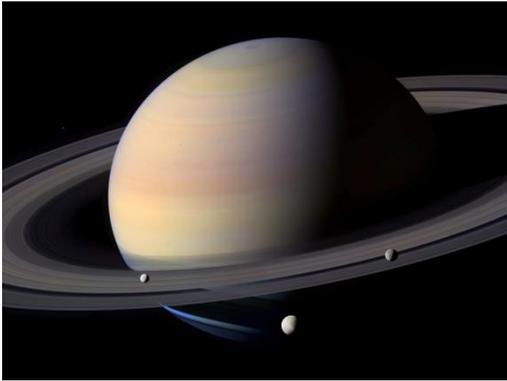
Diâmetro (km)	Distância média do Sol (km)	Temperatura média (°C)	Período de rotação (horas)	Período de translação (anos)	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
142984	7,79 x 10 <sup>8</sup>	-110	9,9	11,9	23,1

## O planeta Saturno

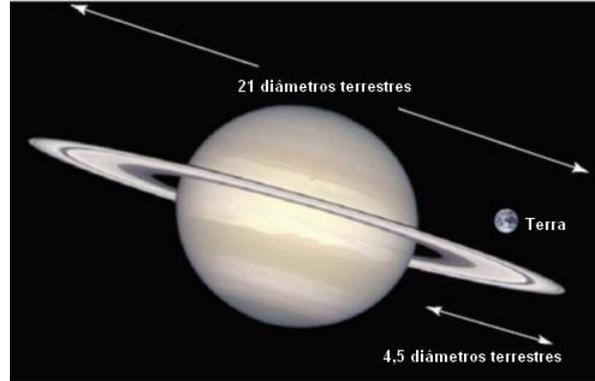
O sexto planeta em ordem de distância a partir do Sol e o segundo em tamanho, Saturno apresenta um impressionante sistema de anéis e muitos satélites naturais que podem ser vistos mesmo com pequenos telescópios.

Em alguns telescópios, é possível perceber que os anéis de Saturno possuem uma divisão principal (divisão de Cassini) e inúmeras outras menores. É possível perceber, também, a sombra de Saturno projetada sobre os anéis na figura 41. Uma comparação das dimensões do sistema de anéis de Saturno e as dimensões da Terra pode ser observada na figura 42.

<sup>20</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

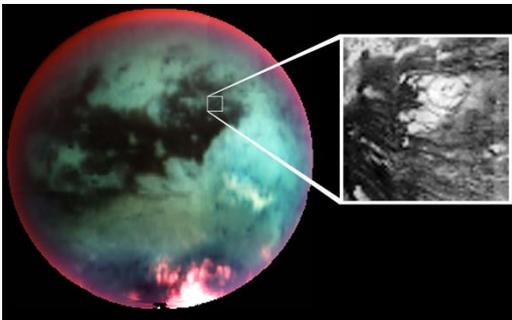


**Figura 41 – Os anéis de Saturno e alguns de seus satélites**  
 Fonte: NASA. Cores fantasia.



**Figura 42 – Ilustração das dimensões dos anéis de Saturno comparados com as dimensões da Terra.**  
 Fonte: NASA. Cores fantasia.

O maior satélite de Saturno, Titã, é o segundo maior satélite natural do Sistema Solar, maior do que o planeta Mercúrio, possuindo também uma densa atmosfera, composta basicamente de nitrogênio, tendo sido visitado pela sonda espacial Huygens em 2005 que enviou imagens de sua superfície, como a da figura 43.



**Figura 43 – Fotografias de Titã e detalhes de sua superfície feitas pela sonda espacial Huygens que lá pousou em 2005.**  
 Fonte: NASA. Cores fantasia.

### S.T. 13

#### Algumas informações básicas sobre Saturno<sup>21</sup>

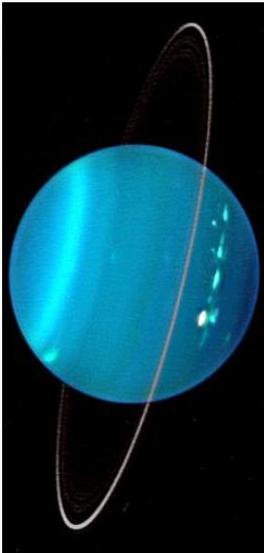
Diâmetro (km)	Distância média do Sol (km)	Temperatura média (°C)	Período de rotação (horas)	Período de translação (anos)	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
120536	$1,43 \times 10^9$	-140	10,7	29,4	9,0

<sup>21</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

## O planeta Urano

O penúltimo planeta em ordem de distância a partir do Sol, Urano que é mostrado nas figuras 44 e 45, possui uma característica que o destaca entre os planetas: um eixo imaginário de rotação inclinado de, aproximadamente, 97,8 graus em relação à perpendicular ao plano de sua órbita ao redor do Sol como!. Isso faz com que um polo do planeta fique iluminado durante metade do tempo que ele leva para dar uma volta em torno do Sol, enquanto seu outro lado permanece sem iluminação solar. Assim como Vênus, possui um movimento de rotação retrógrado.

Possui um conjunto de satélites visíveis apenas em telescópios maiores, sua atmosfera possui uma temperatura extremamente baixa de até  $-212^{\circ}\text{C}$  e apresenta atividade intensa com ventos de centenas de quilômetros por hora. Alguns de seus anéis e satélites foram descobertos pelo telescópio espacial Hubble em 2005, como ilustrado nas figuras 44 e 45.



**Figura 44 – Os anéis de Urano e algumas atividades na atmosfera**  
 Fonte: NASA. Cores fantasia.



**Figura 45 – Os anéis de Urano e alguns de seus satélites**  
 Fonte: NASA. Cores fantasia.

### Algumas informações básicas sobre Urano<sup>22</sup>

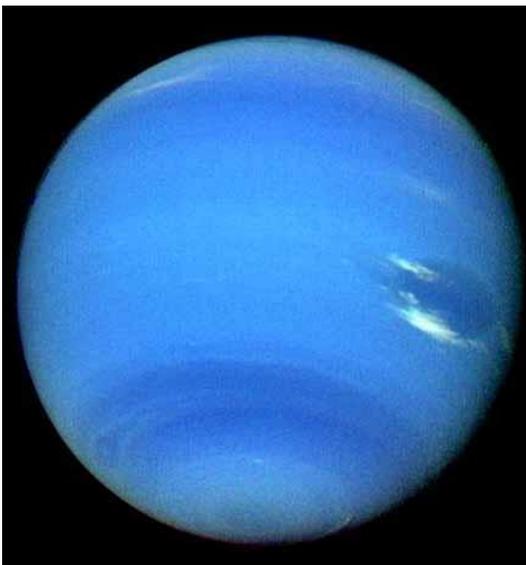
Diâmetro (km)	Distância média do Sol (km)	Temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ )	Período de rotação (horas)	Período de translação (anos)	Aceleração da gravidade ( $\text{m/s}^2$ )
51118	$2,87 \times 10^9$	- 220	17,2	83,8	8,7

<sup>22</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

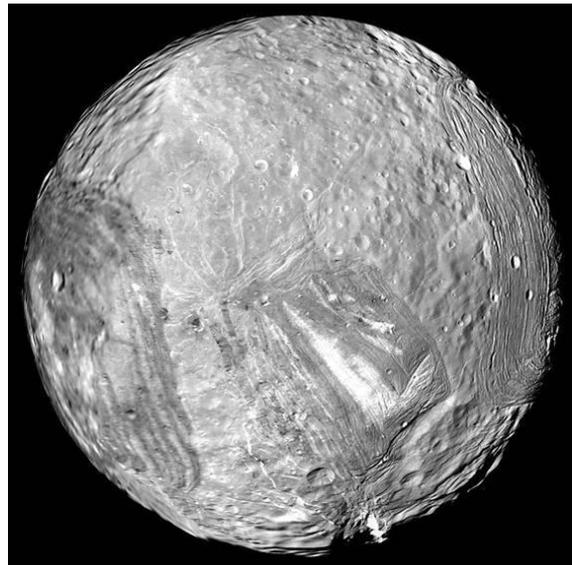
## O planeta Netuno

O último planeta em ordem de distância do Sistema Solar, Netuno é o menor entre os planetas gasosos e somente pode ser visualizado com a utilização de instrumentos ópticos. Possui um sistema de seis anéis muito tênues e seu período de rotação é de, aproximadamente, 16 horas.

A atmosfera desse planeta tem uma temperatura média de  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  e apresenta atividade intensa com ventos supersônicos de milhares de quilômetros por hora. Uma Grande Mancha Escura, que correspondia a um imenso ciclone como ilustrado na figura 46, foi registrada, em 1989, pela astronave Voyager, ao se aproximar de Netuno. Posteriormente, verificou-se através de imagens do telescópio espacial Hubble, em 1995, que ela tinha desaparecido completamente.



**Figura 46 – Netuno e a Grande Mancha Escura, fotografada pela astronave Voyager.**  
Fonte: NASA. Cores fantasia.



**Figura 47 – O satélite Tritão de Netuno**  
Fonte: NASA. Cores fantasia.

### Algumas informações básicas sobre Netuno<sup>23</sup>

Diâmetro (km)	Distância média do Sol (km)	Temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ )	Período de rotação (horas)	Período de translação (anos)	Aceleração da gravidade ( $\text{m/s}^2$ )
49528	$4,49 \times 10^9$	-200	16,1	163,9	11,0

<sup>23</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

## Diferença entre planeta e planeta anão

Plutão foi classificado, até o ano de 2006, como último planeta do Sistema Solar. Alguns anos antes a União Internacional de Astronomia (IAU) precisou classificar inúmeros objetos de menor tamanho, quando comparados aos planetas, que estavam sendo descobertos próximos à órbita de Plutão e além dela. Após muitas descobertas de novos objetos desse tipo, foi criada uma nova categoria de astros denominada planeta anão, ao qual Plutão passou a pertencer juntamente com outros astros como Ceres, Haumea, Makemake e Eris.

De acordo com a União Astronômica Internacional, os **planetas são** classificados como **anões**, quando **estão em órbita do Sol**, **possuem forma aproximadamente esférica**, não é satélite de nenhum planeta e **possuem uma massa que é comparável à de seus vizinhos mais próximos**.

Portanto, a massa dos planetas anões não é muito maior que a massa dos astros vizinhos mais próximos, como podemos observar na figura 48.



**Figura 48 – Ilustração em escala aproximada, dos planetas anões, colocados propositalmente próximos apenas para comparação com o tamanho de nosso satélite natural.**

Fonte: autor. Cores fantasia.

Somente no ano de 2015, com a aproximação da sonda espacial New Horizons, lançada da Terra em 2006 em direção a Plutão, foi possível obter as primeiras imagens nítidas com detalhes de sua superfície como as figuras 50 e 51.

Devido à alta excentricidade de sua órbita elíptica, Plutão em algumas épocas se aproxima mais do Sol do que Netuno, como já aconteceu no período entre 1979 e

1999, como ilustra a figura 49, e assim como Vênus e Urano, possui um movimento de rotação contrário ao da Terra.

O período de rotação de Plutão é de 6,4 dias. O período de translação de seu maior satélite, Caronte, em torno do planeta também é de 6,4 dias, bem como também é de 6,4 dias o seu período de rotação em torno do seu próprio eixo. Por tudo isso, Charon mantém sempre visível a mesma face voltada para Plutão, e além disso, permanece sempre na mesma posição acima do mesmo ponto da superfície de Plutão, sem nascer ou se pôr no horizonte do planeta.

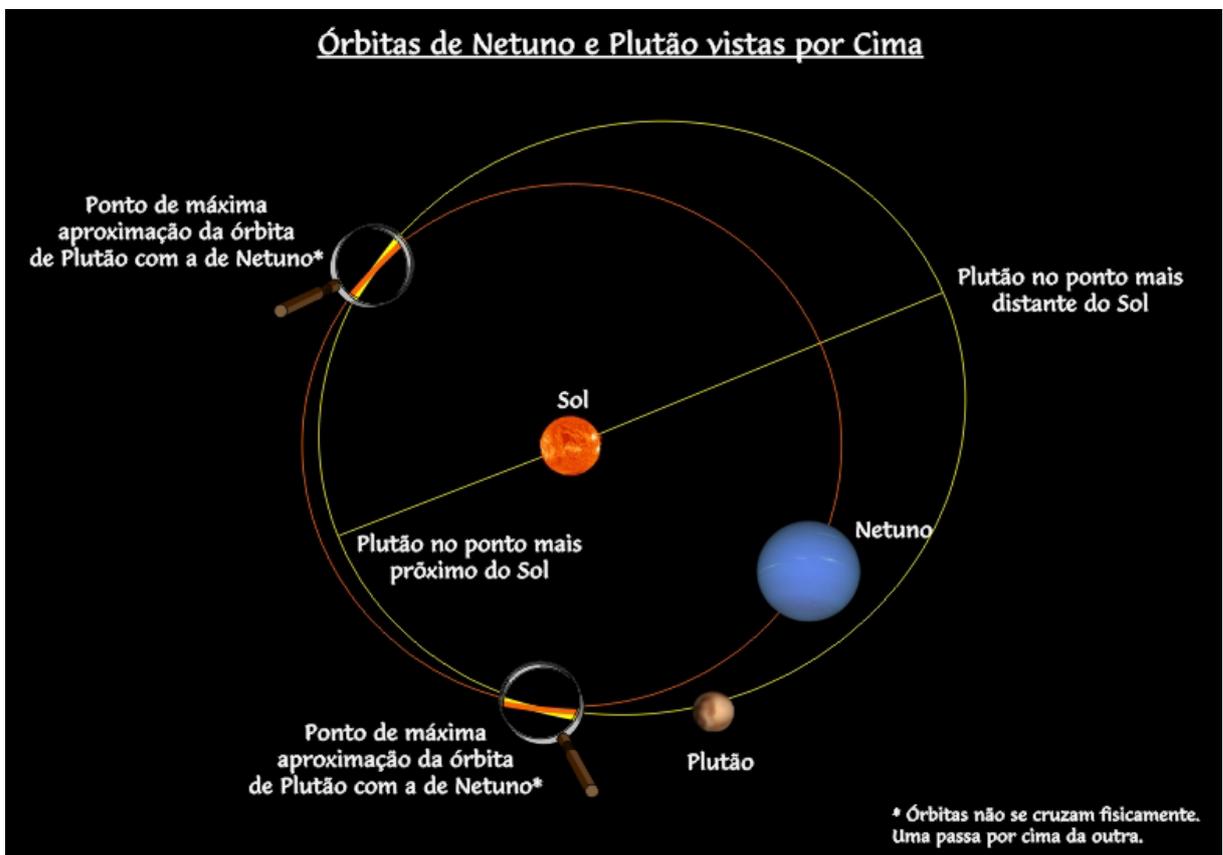
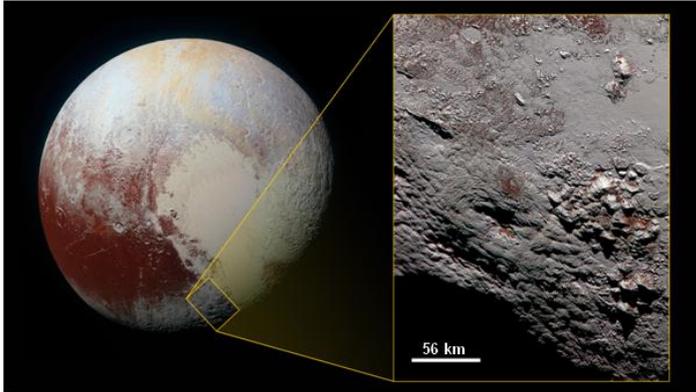


Figura 49 – Ilustração, fora de escala, mostrando que devido às excentricidades de suas órbitas, Netuno e Plutão alternam suas posições na ordem de distância ao Sol. Cores fantasia. Autor: Sérgio Scarano Jr (IAG/USP)



**Figura 50 – Fotografia de Plutão, mostrando detalhes de sua superfície**  
**Fonte: NASA. Cores Fantasia**



**Figura 51 – Fotografia de Caronte o maior satélite de Plutão.**  
**Fonte: NASA. Cores Fantasia**

### Algumas informações básicas sobre Plutão<sup>24</sup>

Diâmetro (km)	Distância média do Sol (km)	Temperatura média (°C)	Período de rotação (horas)	Período de translação (anos)	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
2370	$5,90 \times 10^9$	-225	1533	248,1	0,7

## Os Cometas

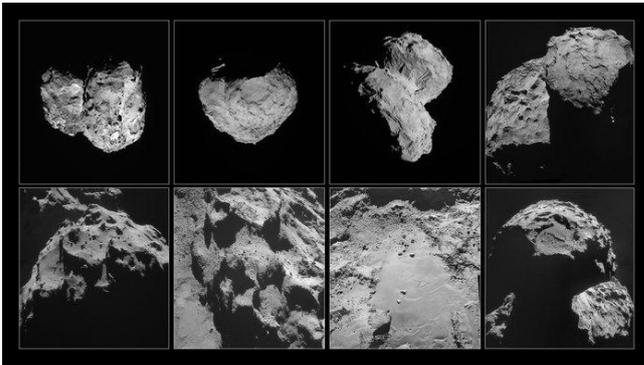
Os cometas são pequenos corpos de alguns quilômetros, escuros, formados por uma mistura de substâncias congeladas, rochas e poeira. Enquanto estão longe do Sol, são objetos difíceis de se observar, por serem muito pequenos e não emitirem luz própria. A figura 52 mostra a fotografia de um cometa, durante a aproximação da astronave Rosetta.

Ao se aproximarem do Sol, a sublimação (devido ao aquecimento gradual) de parte de seus constituintes mais voláteis forma uma “cauda” de partículas que, ao refletir a luz do Sol, pode ser facilmente identificada com equipamentos simples, ou mesmo a olho nu, sob condições orbitais favoráveis, como na figura 53, algo que nem sempre acontece.

<sup>24</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

Como os cometas espalham pedaços de rocha e poeira em torno de sua órbita ao redor do Sol, quando a Terra cruza uma região que também pertence à órbita de um cometa que por lá passou, esses pedaços de cometa lançados no espaço são atraídos por nosso planeta.

Ao entrar na atmosfera, tornam-se incandescentes, podendo ser vistos a olho nu, emitindo luz por poucos segundos e produzindo um “risco” luminoso no céu: os meteoros. Se a frequência de entrada desses fragmentos for um pouco maior, atingindo até dezenas em uma hora, chamamos o conjunto de fenômenos luminosos de “chuva” de meteoros, como ilustra a figura 54. Nessas ocasiões podemos ver mais de um meteoro em poucos minutos!



**Figura 52 – Fotografias do cometa Churyumov-Gerasimenko feitas durante a aproximação da astronave Rosetta.**  
Fonte: ESA.



**Figura 53 – Fotografia do cometa Ison**  
Fonte: NASA. Cores Fantasia



**Figura 54 – Fotografia de longa exposição de uma chuva de meteoros**  
Fonte: NASA. Cores Fantasia

Algumas chuvas de meteoros e seus nomes associados estão listadas na tabela abaixo, indicando o nome do cometa que originou os fragmentos e a data aproximada em que pode ser vista a olho nu no céu.

Nome	Cometa	Ocorrência
Eta Aquáridas	1P/Halley	início de maio
Perseidas	109P/Swift-Tuttle	meados de agosto
Dracônidas	21P/Giacobini-Zinner	início de outubro
Leônidas	55P/Tempel-Tuttle	meados de novembro

**Tabela 1 – Chuvas de meteoros**

Fonte: livro eletrônico “O céu que nos envolve”.

Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astrofomia/livros-e-apostilas>

Acessado em: 28/08/2016

## Para além do Sistema Solar

Existem muitos outros sistemas planetários, e até onde se sabe, alguns podem ser semelhantes ao nosso, em outras regiões do universo, muito distantes do nosso Sistema Solar. Especula-se que alguns dos planetas desses sistemas (exoplanetas), possam ter características parecidas com o nosso planeta.

Com exceção do Sol, todas as outras estrelas visíveis da Terra em uma noite de céu limpo não fazem parte do Sistema Solar e encontram-se a distâncias muito maiores quando comparadas com o tamanho do Sistema Solar. A olho nu, é possível visualizar da Terra 6000 estrelas, aproximadamente, ao longo de um ano, e nos dois hemisférios.

A grande maioria das estrelas visíveis a olho nu em uma noite estrelada, pertence a um conjunto muito maior, de bilhões de estrelas, que classificamos como pertencentes a uma galáxia. Nossa galáxia é chamada Via-Láctea. No universo, existem bilhões de galáxias, com bilhões de estrelas, muitas como a nossa, como é o caso da galáxia M81, que pode ser visualizada na figura 55.



**Figura 55 – Fotografia com instrumentos da Galáxia M81 com bilhões de estrelas, que possui formato em espiral, como a nossa galáxia, a Via-láctea. Cores fantasia. Fonte: NASA**

As estrelas que podemos observar em uma noite estrelada estão muito distantes do nosso Sistema Solar e, na maioria das vezes, umas das outras. Isso faz com que seus movimentos relativos no céu, somente sejam percebidos com o passar de muitos anos ou séculos.

Em diferentes sociedades, formas e desenhos são atribuídos a um determinado agrupamento de estrelas. Assim, animais, figuras da mitologia, formas geométricas variadas vão surgindo no imaginário das pessoas, apenas unindo mentalmente por linhas inexistentes várias estrelas que não possuem nenhuma relação ou proximidade umas com as outras. Nosso céu está atualmente dividido em 88 regiões (áreas do céu), que são as constelações, como a do Cruzeiro do Sul e do Escorpião.

Todas as estrelas, inclusive as visíveis somente através de instrumentos, contidas nas áreas que delimitam determinada constelação pertencem a essa constelação, e não somente as principais estrelas visíveis a olho nu, usadas normalmente para localizá-la. Algumas constelações são muito fáceis de serem localizadas a olho nu, em noites de céu sem nuvens e com pouca poluição luminosa.

Vamos observar as estrelas?

## **ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO**

### **OBSERVANDO O CÉU**

- Dirija-se a um lugar seguro e com pouca iluminação, em uma noite de céu aberto. Dê preferência a um local longe de construções para poder ter um campo de visão maior.
- No verão, procure localizar no céu a constelação de Órion, mostrada na figura 56. Dependendo do horário, ela poderá ainda não estar visível.

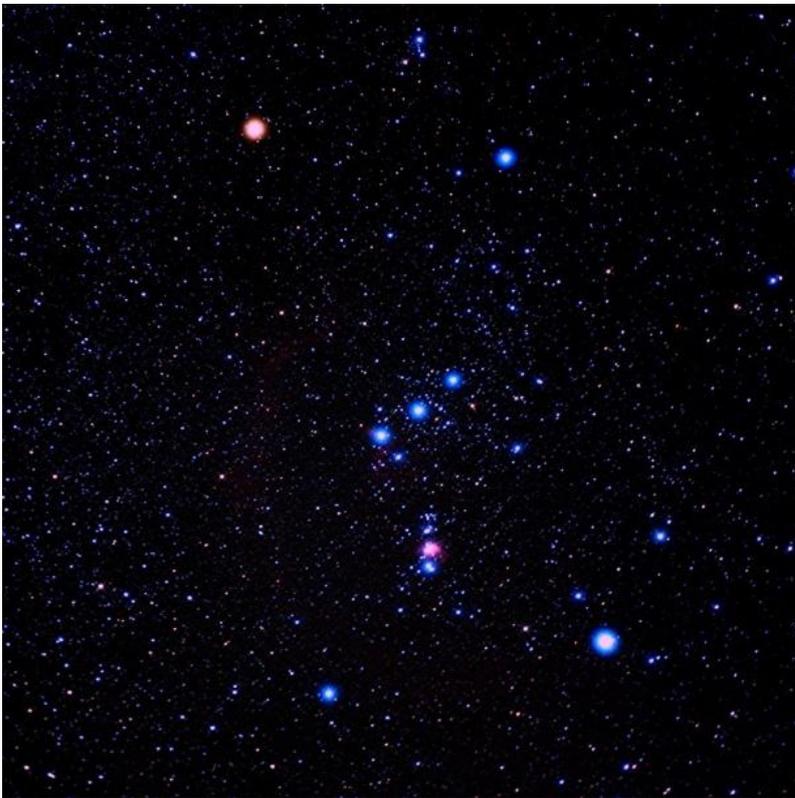


Figura 56 – Fotografia, da região da Constelação de Órion.

Cores fantasia

Fonte: <http://ryanmarciniak.com/archives/583>

- No inverno, podem ser vistas as constelações do Cruzeiro do Sul, mostrada na figura 57 e do Escorpião, mostrada na figura 58. Dependendo do horário, elas poderão ainda não estar visíveis.

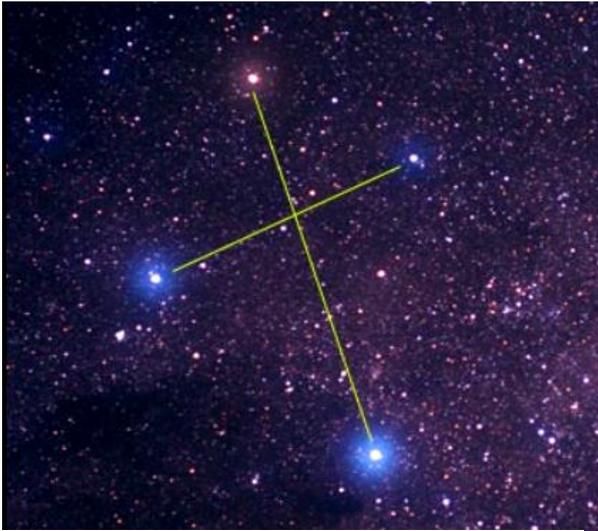


Figura 57 – Ilustração destacando algumas estrelas da Constelação do Cruzeiro do Sul. Cores fantasia.

Fonte: autor



Figura 58 – Ilustração destacando algumas estrelas da Constelação do Escorpião. Cores fantasia

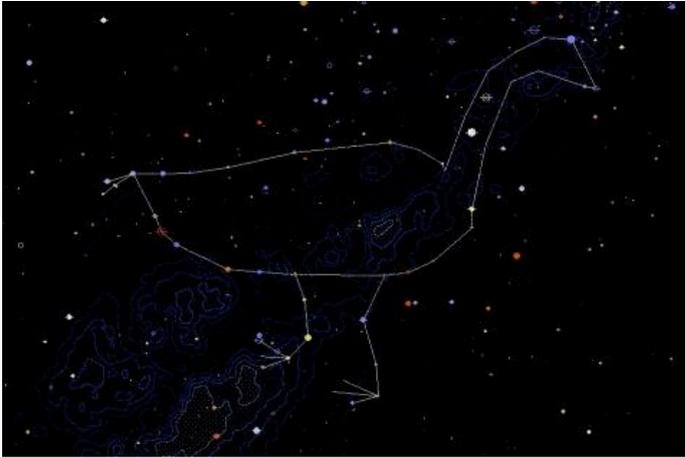
Fonte: autor

- Após localizá-las no céu, acompanhe suas respectivas posições durante algumas horas e semanas.
- Se você não conseguir visualizá-las, não desista, volte a observar em outros horários. Se for paciente, conseguirá localizá-las!
- Registre, por meio de desenhos, as constelações visualizadas, se possível em várias ocasiões, representando o que aconteceu durante todo o tempo de observação.

Dessas 88 constelações, apenas algumas não são visíveis durante as noites de todo um ano, dependendo da localização geográfica e do horário em que estivermos observando.

### O.P. 28

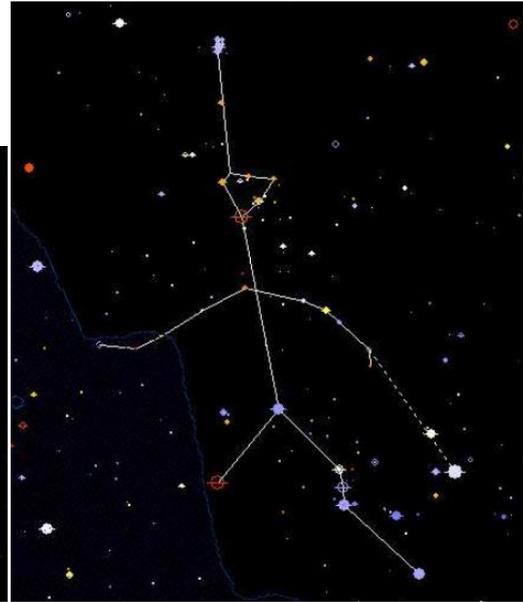
Outras sociedades, como a chinesa e as indígenas, costumam se referir a constelações diferentes já que seus significados têm origem no imaginário de suas próprias culturas. Algumas das constelações indígenas brasileiras estão representadas nas figuras 59 e 60.



**Figura 59 – Ilustração destacando algumas estrelas da constelação da Ema para os indígenas, visível no início do inverno. Cores fantasia**

**Fonte:**

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=tne&cod=constelacoesindigenasbra>



**Figura 60 – Ilustração destacando algumas estrelas da constelação do Homem Velho para os indígenas, visível no início do verão. Cores fantasia**

**Fonte:**

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=tne&cod=constelacoesindigenasbra>

Para obter maiores informações sobre as constelações indígenas brasileiras, sugerimos a consulta ao trabalho do astrônomo brasileiro Germano Bruno Afonso, disponível no endereço eletrônico

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=tne&cod=constelacoesindigenasbra> Acessado em: 28/08/16

Ao observar o céu noturno, em uma ocasião sem qualquer nuvem e com reduzida poluição luminosa, podemos observar uma grande “faixa esbranquiçada” constituída de centenas de estrelas cruzando uma porção do céu, conforme está destacado na figura 61. Esse é o aspecto perceptível de nossa própria galáxia, a Via-Láctea, observada em perspectiva lateral, aqui da Terra.

Devido às enormes distâncias que seriam necessárias percorrer, nenhuma astronave pôde até hoje sair para fora da Via Láctea, a fim de fotografá-la em outra perspectiva, fato improvável durante muito tempo ainda com o uso da tecnologia espacial atual.

Por meio de outras técnicas de investigação, os astrônomos concluíram que a forma da Via-Láctea assemelha-se a de uma espiral, como a galáxia M81, anteriormente mostrada na Fig. 55, em uma fotografia realizada com o uso de instrumentos apropriados.



Figura 61 – Fotografia da região tênue e esbranquiçada do céu (em destaque), correspondente à visão lateral que temos daqui da Terra, de nossa galáxia a Via-láctea.

## SUGESTÕES DE TRABALHO (S.T.)

### S.T. 1. Diferença entre esfera, disco, circunferência e cilindro.

Antes de representar o Sol, os planetas e a Lua no quadro para os alunos, traga para a sala de aula algumas bolas (por exemplo, de basquete, de ping pong, de vidro) e explique a eles que essa é a forma das estrelas, dos planetas e da Lua. Traga também alguns cartões em forma de disco, cilindros (por exemplo, pequenos cortes de cabos de vassoura), com tamanhos

semelhantes aos das bolas, argolas ou pulseiras finas e circulares e peça-lhes que comparem essas formas.

Elabore com os alunos as diferenças ou semelhanças visuais entre as formas: a dos discos, cilindros, circunferências e a das esferas. Mencione que esferas são objetos que podem representar as estrelas, os planetas e a Lua, que possuem profundidade acentuada (objetos tridimensionais) e que os cartões possuem pouca profundidade (objetos quase bidimensionais).

Peça aos alunos para desenharem as três formas no caderno e pergunte como eles podem diferenciá-las no desenho? Somente após assegurar-se que os alunos compreendem a diferença entre uma esfera, um disco e uma circunferência é que você deve representar o Sol, os planetas e a Lua no quadro.

Uma sugestão é a de que você sempre utilize uma legenda próximo à figura dos planetas, do Sol (ou estrela) e da Lua, para destacar que se trata de uma esfera.

## S.T. 2. Observando sombras e perspectivas

Quando o(a) professor(a) perceber que os alunos já conseguem caracterizar e distinguir adequadamente uma esfera, um cilindro, um disco e uma circunferência, organize uma aula para que eles possam projetar as sombras dos vários objetos utilizados na S.T. 1, em uma parede da sala de aula iluminada pela luz do Sol ou de uma lâmpada, como ilustrado nas figuras a seguir.

O objetivo desta atividade é proporcionar uma oportunidade para que o aluno possa perceber como a projeção em duas dimensões de um fenômeno que acontece em três dimensões, pode gerar imagens, que frequentemente podem dificultar sua interpretação. Em muitos livros didáticos, a projeção em duas dimensões da órbita de um astro que ocorre em três dimensões, pode fazer com que o aluno interprete, que as órbitas planetárias são elipses muito achatadas.

Peça que eles experimentem, observem, descrevam e registrem as sombras que podem ser obtidas dos vários objetos de acordo com a posição e orientação em relação a iluminação. Por exemplo, observe nas figuras 62 e 63, que as sombras que podem ser obtidas de uma circunferência podem ter o formato de uma circunferência ou de uma elipse ou de um reta, enquanto que as sombras projetadas de um cilindro podem ter o formato de um retângulo ou de um disco.

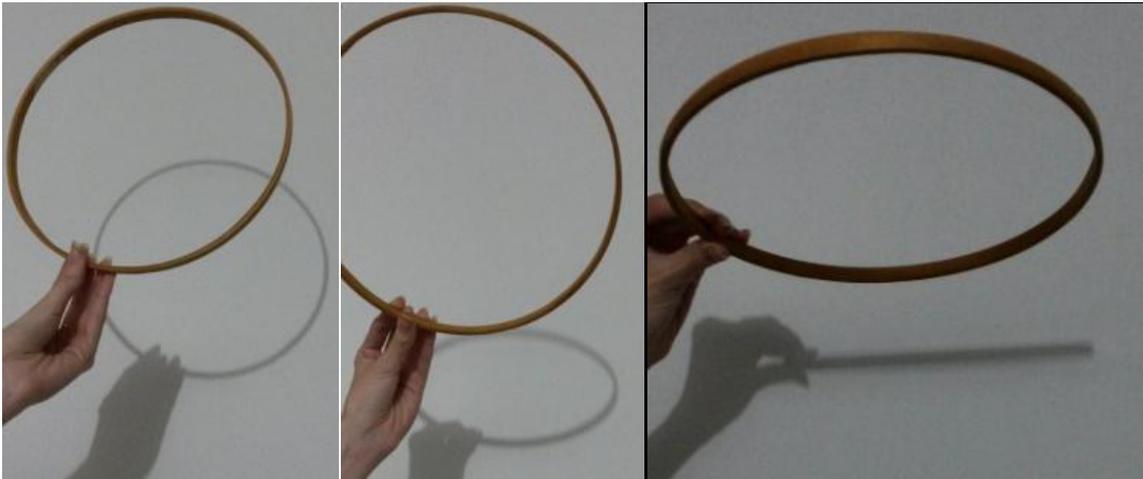


Figura 62 – As sombras de uma argola em forma de circunferência, projetadas em uma superfície plana (parede) podem ser visualizadas como uma circunferência (à esquerda), como uma elipse (meio) ou como uma reta (à direita), dependendo da orientação do objeto e da iluminação.

Fonte: autor

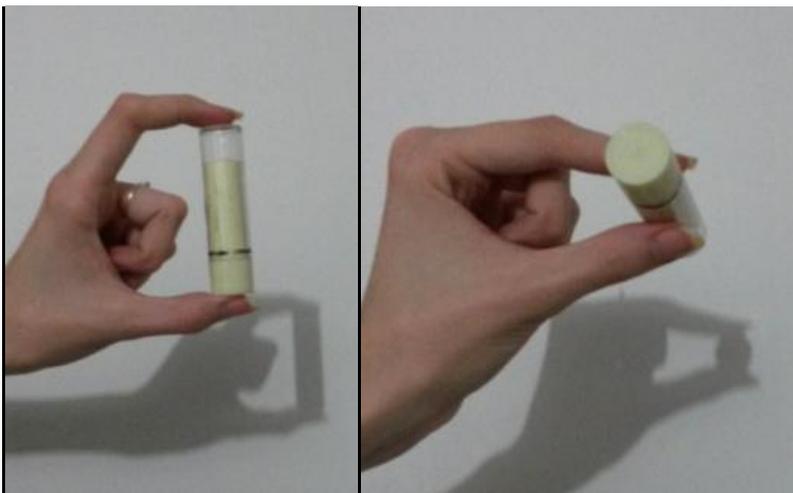


Figura 63 – As sombras de um objeto cilíndrico, projetadas em uma superfície plana (parede) podem ser visualizadas como um retângulo (à esquerda) ou como um disco (à direita), dependendo da orientação do objeto e da iluminação.

Fonte: autor

### **S.T. 3 ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO**

#### **Medindo o tamanho das sombras**

Em um local apropriado de sua escola onde, de preferência, se tenha sol o dia todo, fixe verticalmente uma haste de 50 cm de madeira ou metal no solo. Peça aos alunos que meçam, com o auxílio de uma régua, o tamanho da sombra produzida pela haste, e que registrem a medida, a hora, a data e um ponto de referência para onde a sombra estava apontando.

Deixe passar uma hora e peça que meçam novamente o comprimento da sombra, registrando a medida, a hora e se possível um esboço do comprimento da sombra, contendo um ponto de referência para onde a sombra estava apontando. O(A) professor(a) pode optar por fotografar a sombra produzida pela haste, como forma de registro para seus alunos das características da sombra. Repita esse procedimento, quando possível, várias vezes no mesmo dia.

Monte uma tabela com os alunos com os horários em que foram feitas as medidas, a data e os comprimentos das sombras.

Pergunte aos alunos sobre o que aconteceu com o comprimento da sombra da haste durante o período de registro.

Após alguns dias e/ou meses volte ao local onde foi fixado a haste e repita as medidas dos comprimentos das sombras, nos mesmos horários em que foram feitas anteriormente. Repita essa atividade sempre que possível ao longo do ano letivo

Pergunte aos alunos sobre o que aconteceu com o comprimento da sombra da haste ao longo do ano, analisando com eles os registros na tabela e os desenhos ou fotografias produzidos ao longo do tempo.

Procure relacionar as datas dos maiores e os menores comprimentos das sombras medidas em um mesmo horário e local diversas vezes ao longo de um ano, com as estações do ano nestas datas e os pontos de referência para onde as sombras apontavam.

Pergunte aos alunos, em que direção se encontrava o Sol nas datas das sombras de menor e maior comprimento, para um mesmo horário de registro.

#### S.T. 4. Os planetas em escala

Realize uma atividade com os alunos envolvendo escalas de tamanhos, em que os alunos podem moldar com argila ou massa de modelar os planetas, alguns planetas anões e a Lua. Uma tabela de tamanhos em escala adequada está sugerida logo abaixo.

Para representar Júpiter, abra um compasso em uma distância de 41 mm (meça com a régua) e desenhe uma circunferência em uma folha de papel, como ilustrado nas figuras 64 e 65. Usando a argila, molde uma esfera com o diâmetro dessa circunferência que você desenhou, como ilustrado na figura 66. Repita esse mesmo procedimento para os outros astros, usando os dados da tabela a seguir:

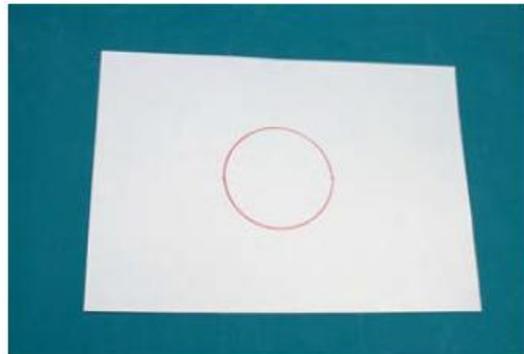
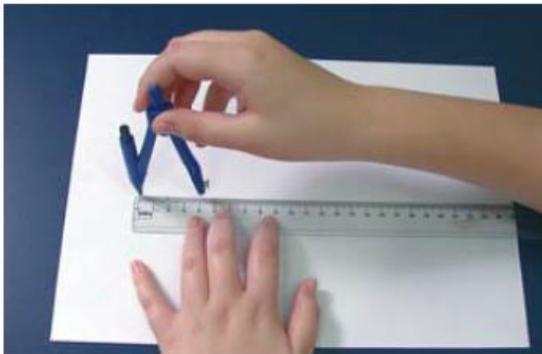


Figura 64 e 65 – Utilize uma régua e um compasso para desenhar circunferências que representarão os planetas.

Fonte: autor



Figura 66 – Representação dos planetas em argila com arame.

Fonte: autor

**Tabela 2: tamanhos dos modelos em argila**

NOME	diâmetro do planeta <sup>25</sup> (km)	raio <sup>26</sup> real do planeta (km)	raio do modelo <sup>27</sup> de argila (mm)
Mercúrio	4879	2439	1,5
Vênus	12104	6052	3,5
Terra	12756	6378	3,5
Marte	6792	3396	2,0
Júpiter	142984	71492	41,0
Saturno	120536	60268	35,0
Urano	51118	25559	15,0
Netuno	49528	24764	14,0
Plutão	2370	1185	1,0

**A escala utilizada é de aproximadamente 1750km do raio real do astro = 1mm do modelo de argila**

### Observações

A argila, quando seca, encolhe um pouco. Portanto, recomenda-se fazer as esferas um pouco maiores. Quando secas atingirão (ou ficarão próximas) dos diâmetros corretos. Para evitar essa dificuldade, pode-se fazer as esferas com outros materiais, como massa epóxi ou papel amassado enrolado com fita adesiva.

Os planetas podem ser pintados depois de prontos e secos. Colocando-se um clipe dentro das esferas enquanto a argila está mole, teremos um gancho para pendurá-las na forma de um móbile.

### S.T. 5. O Sol em escala

Como complemento da atividade anterior, pode-se usar um balão de aniversário daqueles bem grandes, de cor amarela, para representar o Sol<sup>28</sup>. Meça com a trena e corte 2,5 m de um barbante<sup>29</sup>, unindo as pontas. Encha a bexiga de aniversário e coloque o barbante no equador (meio), de forma que ele a circunde, como ilustrado na figura 67.

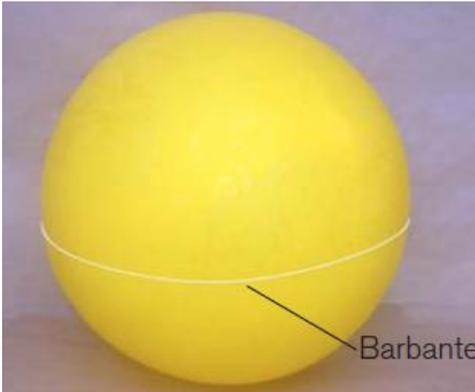
<sup>25</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

<sup>26</sup> Para calcular o raio basta dividir o valor do diâmetro por 2.

<sup>27</sup> Para calcular o raio do modelo de argila em mm basta dividir o raio real do astro em km pelo fator de escala 1750.

<sup>28</sup> O Sol, possui um raio de 696342 km. Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/index.html>

<sup>29</sup> Para obter o comprimento do equador do Sol, basta calcular o comprimento de uma circunferência  $C = 2 \times \pi \times r$ , onde  $r$  é o raio do Sol. Para obter o comprimento do fio em metros basta dividir pelo fator de escala 1750000 km.



**Figura 67 – Modelo do Sol com bexiga de aniversário**  
**Fonte: autor**

***A escala utilizada é de, aproximadamente,  
 1750000km = 1m de comprimento do barbante***

### **S.T. 6 Desenhando a órbita do cometa Halley e do planeta Mercúrio**

Edmund Halley foi o cientista que calculou a duração da órbita do cometa que recebeu o seu nome. Como essa órbita dura, aproximadamente, 76 anos, e sua última passagem próximo ao Sol e a Terra ocorreu em 1986, sua próxima passagem ocorrerá em 2062.

Para desenhar uma elipse com a mesma excentricidade da órbita do cometa Halley, fixe numa folha de isopor ou papelão duas tachinhas ou percevejos, a uma distância de, cerca de, 14,5 cm. Corte um pedaço de barbante de 35\* cm de comprimento e amarre as pontas de forma que, quando amarradas as pontas, tenha na laçada 29,5 cm. Coloque o barbante em volta das tachinhas ou percevejos.

Estique o cordão com a ponta do lápis e deslize o lápis mantendo o cordão sempre esticado. O resultado obtido representa a forma da órbita elíptica desse cometa.

Para desenhar uma elipse com a mesma excentricidade da órbita do planeta Mercúrio, fixe na folha de isopor ou papelão duas tachinhas ou percevejos, a uma distância de cerca de 3 cm. Corte um pedaço de barbante de 23\* cm de comprimento e amarre as pontas de forma que quando amarradas as pontas tenha na laçada 18 cm. Coloque o barbante em volta das tachinhas ou percevejos.

Estique o cordão com a ponta do lápis e deslize o lápis mantendo o cordão sempre esticado, como na figura 68. O resultado obtido representa a forma da órbita elíptica do planeta Mercúrio.

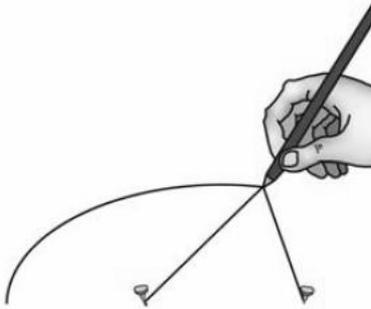
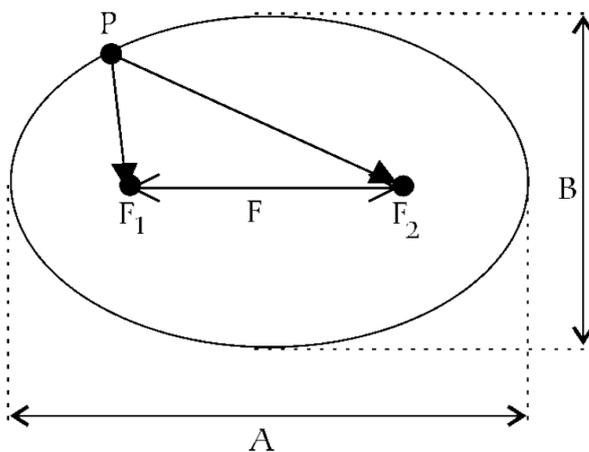


Figura 68 – Ilustração do desenho de órbitas elípticas pelo método do jardineiro.

Fonte: autor

### Cálculos



Dados dois pontos quaisquer, de um mesmo plano, chamados de focos e representados por  $F_1$  e  $F_2$ , separados pela distância  $F$ , **a elipse** é o conjunto dos pontos  $P$  tal que a soma da distância de  $P$  até  $F_1$  (representemos por  $PF_1$ ) mais a distância de  $P$  até  $F_2$  (representemos por  $PF_2$ ) é uma constante, que chamaremos de  $A$ .

Figura 69 – Elementos geométricos de uma elipse

Conhecendo esses elementos, denominamos de **excentricidade  $e$**  a razão

$$e = \frac{F}{A} \quad \text{e o comprimento do fio será dado por } L = F + A$$

As excentricidades das órbitas de Mercúrio<sup>30</sup> e do Cometa Halley<sup>31</sup> são respectivamente  $e_{Merc} = 0,20$  e  $e_{Halley} = 0,97$ .

<sup>30</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

<sup>31</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/cometfact.html>

Fixando arbitrariamente  $A = 15$  cm, podemos calcular a distância  $F$  da elipse, para cada astro.

#### Para a órbita de Mercúrio

$$e_{Merc} = \frac{F_{Merc}}{A} \Rightarrow 0,20 = \frac{F_{Merc}}{15} \Rightarrow 0,20 \cdot 15 = F_{Merc} \Rightarrow F_{Merc} = 3cm$$

**e**

$$L_{Merc} = F + A \Rightarrow L_{Merc} = 3+15 \Rightarrow L_{Merc} = 18cm$$

#### Para a órbita do cometa Halley

$$e_{Halley} = \frac{F_{Halley}}{A} \Rightarrow 0,97 = \frac{F_{Halley}}{15} \Rightarrow 0,97 \cdot 15 = F_{Halley} \Rightarrow F_{Halley} = 14,5cm$$

**e**

$$L_{Halley} = F + A \Rightarrow L_{Halley} = 14,5+15 \Rightarrow L_{Halley} = 29,5cm$$

No link a seguir você pode assistir um vídeo em que o pesquisador João Batista Garcia Canalle, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, desenha a órbita do cometa Halley.

<https://www.youtube.com/watch?v=m1VJUzo74gk>

Acessado em 04/08/2016

\*Nos valores do comprimento dos fios, fornecido nos dois casos desta atividade, foram acrescentados, aproximadamente, 5 cm ao comprimento necessário calculado, para que o professor(a) possa, na prática, ter uma folga para amarrar adequadamente as pontas.

PLANETA	$e$
Mercúrio	0,205
Vênus	0,007
Terra	0,017
Marte	0,094

Júpiter	0,049
Saturno	0,057
Urano	0,046
Netuno	0,011
Plutão	0,244

**TABELA 3 – EXCENTRICIDADES<sup>32</sup> ( $e$ )  
DA ÓRBITA ELÍPTICA DE ALGUNS ASTROS**

### S.T. 7. Distâncias em escala

É possível realizar uma atividade com os alunos envolvendo escalas de distâncias. Uma atenção especial deve ser dada à escolha do local, que deve ser amplo o suficiente (40 m para representar 8 planetas ou 10 m para representar 6 planetas) para dispor os alunos afastados e, se possível, não alinhados.

Nessa atividade os alunos podem se posicionar em distâncias que representem a distância dos planetas ao Sol. Usando cartolina, faça 9 pequenos cartazes com a palavra Sol e os nomes de cada um dos 8 planetas do Sistema Solar, e cole-os nos palitos de churrasco.

A partir de uma posição escolhida, desenhe no solo com giz a posição em que ficará o Sol. Com auxílio da trena, faça outra marca no solo a uma distância de 1 m do Sol, para representar a posição da Terra.

Faça outras marcas no solo para representar as posições dos outros 7 planetas de acordo com a tabela abaixo.

**Tabela 4: distâncias dos planetas em escala**

Nome	Distância média <sup>33</sup> real (km)	Distância em escala <sup>34</sup> (m)
Mercúrio	57,9 x 10 <sup>6</sup>	0,39
Vênus	108,2 x 10 <sup>6</sup>	0,73

<sup>32</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

<sup>33</sup> Fonte: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

<sup>34</sup> Para calcular a distância em metros no modelo basta dividir a distância média real do astro em km pelo fator de escala 150000000.

Terra	149,6 x 10 <sup>6</sup>	1,0
Marte	227,9 x 10 <sup>6</sup>	1,5
Júpiter	778,6 x 10 <sup>6</sup>	5,2
Saturno	1433,5 x 10 <sup>6</sup>	9,5
Urano	2872,5 x 10 <sup>6</sup>	19,5
Netuno	4495,1 x 10 <sup>6</sup>	39,5

A escala utilizada é de, aproximadamente, 1m na representação = 150.000.000 km de distância real

Após desenhar todas as marcas, coloque as plaquinhas nas suas devidas posições.

#### S.T. 8. Simulando o movimento de translação dos planetas.

Após a realização da atividade 7, o(a) professor(a), pode optar por realizar outra atividade que simula o movimento de translação dos planetas no sistema solar.

Para isso, fixe um prego ou parafuso no solo, onde foi representada a posição do Sol na atividade 7, prenda seis barbantes nesse ponto fixo e utilize estes seis barbantes para demarcar as posições relativas dos seis primeiros planetas a partir do Sol<sup>35</sup>. Peça para seis alunos segurarem os barbantes esticados.

Mantenha os outros alunos reunidos em um grupo e afastados do grupo de alunos que representam os planetas, mas olhando para eles.

Ao final, peça para que os seis alunos, um de cada vez, caminhem no sentido anti-horário e simulem o movimento de translação ao redor do Sol sempre com os barbantes esticados. Procure orientá-los para que não girem em torno de si mesmos, que permaneçam sempre olhando em uma mesma direção, permanecendo sempre de costas para os outros alunos, enquanto

<sup>35</sup> De acordo com o espaço disponível, o(a) professor(a), pode optar por realizar a atividade com mais ou menos do que seis alunos de cada vez. Como os alunos caminharão em círculos de raio igual a distância utilizada para representar os planetas na atividade 7, o espaço necessário na atividade 8 deverá ser de pelo menos o dobro dessa distância.

transladam! Eles terão de alternar o barbante entre as duas mãos para efetuar o movimento sem se enrolar nos barbantes!

Peça que efetuem pelo menos duas voltas em torno do ponto que representa a posição do Sol, certificando-se que na segunda volta o movimento seja efetuado de forma perfeita, sempre de costas para o outro grupo de alunos, olhando para uma mesma direção.

Destaque para os alunos do grupo que assiste, que em nenhum momento da encenação é possível visualizar o rosto dos alunos que representam apenas o movimento de translação dos planetas!

Alterne o grupo de alunos que encenam os movimentos, até que todos os alunos participem da atividade.

#### S.T. 9 Simulando o movimento da Lua em torno da Terra

Para esta simulação, que deve ocorrer ao ar livre em um dia ensolarado, três alunos representarão as posições do Sol (A), da Terra (B) e da Lua (C), como ilustrado na figura 70.



Figura 70 – Encenação do movimento da Lua em torno da Terra – posição inicial.

Fonte: Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia (RELEA), n. 17, p. 100, 2014

Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/viewFile/189/255>  
 Acessado em: 03/09/2016

Para iniciar a simulação, o aluno representando a Lua, B, movimenta-se em torno do aluno que representa a Terra, C, de modo que seu rosto esteja sempre voltado para o aluno C. Na Figura 71 podemos observar o movimento da Lua ao redor da Terra em uma sequência de quatro diferentes posições apresentadas nas imagens A, B, C e D.



Figura 71 – Encenação do movimento da Lua em torno da Terra – sequência de posições  
 Fonte: Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia (RELEA), n. 17, p. 101, 2014

Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/viewFile/189/255>  
 Acessado em: 03/09/2016

Durante a “encenação” do modelo, destaque para os alunos que é impossível, o representante da Terra ver as costas do aluno B (lado oculto da Lua).

Chame a atenção dos alunos para o fato que o lado oculto da Lua (as costas do aluno de boné) também pode ser iluminado pelo Sol, ou usando uma expressão popular, “também apanha Sol”, como pode ser percebido na imagem A.

Na imagem C, o lado oculto da Lua, para um observador na Terra, não é iluminado pelo Sol, ou seja, nesta posição, o lado oculto da Lua é também o lado escuro.

Procure deixar claro para os alunos de que se a Lua não girasse em torno de si mesma (movimento de rotação) enquanto translada, os outros alunos que assistem a encenação não visualizariam, ora as costas (na imagem D), ora o rosto do aluno B (na imagem B).

Alterne o grupo de alunos que encenam os movimentos, até que todos os alunos participem da atividade.

Esta atividade foi baseada num trabalho realizado com alunos do sétimo e oitavo ano do ensino fundamental de uma escola pública na zona rural do município de Caxias do Sul – RS por Odilon Giovannini, Daiana Pellenz e Francisco Catelli e publicado pela Revista Latino Americana de Ensino de Astronomia (RELEA), n. 17 de 2014 que está disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/viewFile/189/255>. Acessado em: 03/09/2016

#### S.T. 10. Miniplanetário

Se houver um espaço físico adequado, pense na possibilidade de utilizá-lo para a montagem de um miniplanetário, do Sistema Solar, em forma de móvel, com o Sol (a única estrela do Sistema Solar) e alguns dos planetas que foram utilizados nas atividades anteriores, pendurados por barbantes presos ao teto ou fixos em suportes ao chão. Pequenos adesivos fluorescentes, em forma de disco podem ser colados nas paredes para representar outras estrelas e constelações que encontram-se fora do sistema a uma distância muito maior.

#### S.T. 11 Simulando o dia e a noite, as fases da Lua e os eclipses.

Se em sua escola houver um espaço (sala ou auditório) que possa ser bastante escurecido ou ser vedado contra a entrada de luz, leve seus alunos para esse local e, com auxílio de uma pequena lanterna ou lâmpada (com baixa potência) para representar o Sol, simule a situação de dia e noite, as fases da

Lua e os eclipses, utilizando uma bola de isopor com um palito de madeira passando pelo seu centro para simular o eixo imaginário de rotação da Terra, e outra bola de isopor menor, para representar a Lua, como ilustrado nas figuras 72,73 e 74. Também pode-se usar um globo terrestre, para representar a Terra.



Figura 72



Figura 73

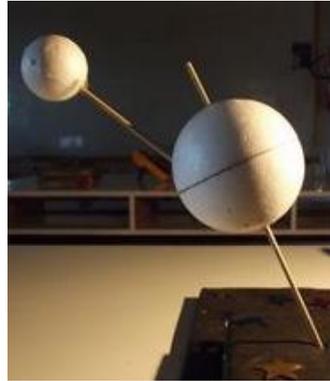


Figura 74

Fontes das imagens:

<http://oagll.blogspot.com.br/2010/10/oficina-terra-e-espaco.html>

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=48257>

[http://3.bp.blogspot.com/\\_vsu4I\\_tZebQ/TLHpvcBE5SI/AAAAAAAAAOW/7awTAzo1gk0/s1600/20100918\\_02peq.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_vsu4I_tZebQ/TLHpvcBE5SI/AAAAAAAAAOW/7awTAzo1gk0/s1600/20100918_02peq.jpg)

Se possível, planeje e combine com a direção da escola e os pais dos alunos a realização de uma atividade noturna! Durante essa representação, procure retomar com os alunos o conceito de Terra esférica e que esse é o mundo em que vivemos em nossas cidades, em nossas casas.

Se possível fixe alguns pequenos bonecos espalhados pela superfície da esfera que representa a Terra e retome com os alunos a propriedade de nosso planeta (assim como qualquer outro astro) exercer uma força de atração sempre para o centro de si mesmos, independente da posição em que se colocam os bonecos.

## S.T. 12 ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO

### Observando a Lua

Oriente e sugira aos alunos que, durante alguns dias e noites de céu limpo, em que a Lua esteja visível, sempre acompanhado dos pais ou do

professor, observem esse satélite e registrem suas observações (data, horário, aparência da Lua).

Peça que comparem seus registros com os de outros alunos e que classifiquem o período lunar como crescente ou decrescente.

Pergunte aos alunos se em alguma ocasião foi possível visualizar a Lua durante o dia.

Reserve um tempo para que os alunos que realizaram observações possam apresentar seus registros para o professor(a) e toda a turma.

Sugira que elaborem um calendário mensal de observações lunares onde conste o desenho da aparência da Lua ao longo dos dias de observação com o registro de vários alunos.

### **S.T. 13 ATIVIDADE DE OBSERVAÇÃO**

#### **Observando planetas**

Com a ajuda do software Stellarium sugerido anteriormente e das vídeos aulas que ensinam a usá-lo, obtenha a posição de alguns planetas visíveis sem instrumentos (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) e das principais estrelas próximas, visíveis em sua localidade em um horário adequado para os alunos observarem e imprima um mapa do céu!

Se possível, reproduza cópias do mapa para distribuir aos seus alunos ou desenhe no quadro a posição dos planetas e das principais estrelas e peça que os alunos copiem em seus cadernos.

Oriente e sugira aos alunos que, durante alguns dias e noites de céu limpo, em que os planetas estejam visíveis, sempre acompanhado dos pais ou do professor e consultando os mapas fornecidos, localizem os planetas no céu e registrem suas observações (data, horário, posição das estrelas próximas).

Peça que comparem seus registros com os de outros alunos e que se possível, acompanhem o deslocamento do planeta pelo céu durante vários dias, sempre registrando suas posições e anotando as datas.

Reserve um tempo para que os alunos que realizaram observações possam apresentar seus registros para o professor(a) e toda a turma.

Estimule-os para que continuem observando por vários dias, sempre que possível e que o céu noturno estiver sem nuvens e peça que comparem as posições dos planetas com as posições de outras estrelas próximas.

### ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR(A) O.P.

O.P. 1. Deve-se tomar cuidado ao representar o sistema solar por meio de desenho, (os planetas e o Sol) para não acrescentar nenhuma representação adicional de outras estrelas entre os planetas, como ilustram as figuras 75 e 76, pois isso pode induzir os alunos a pensarem que existem outras estrelas dentro do sistema solar.

Além disso nenhuma personificação deve ser acrescentada aos desenhos !

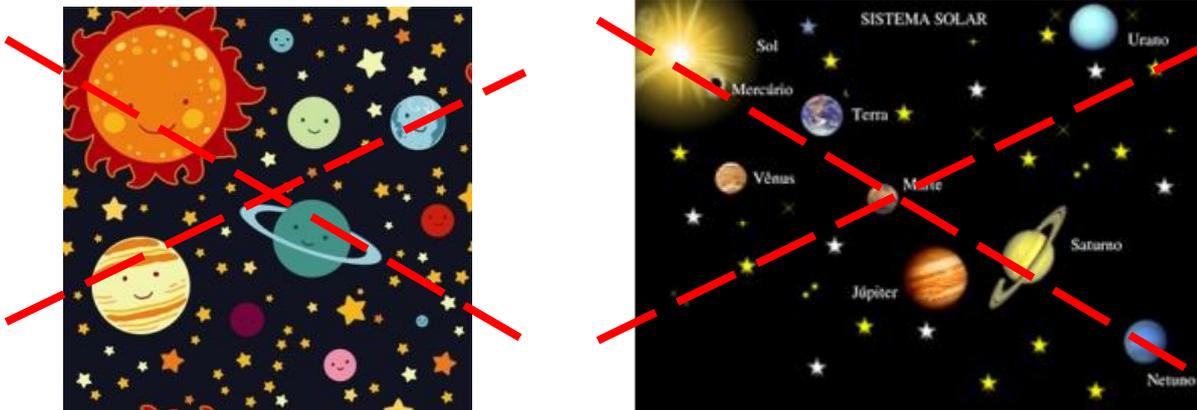
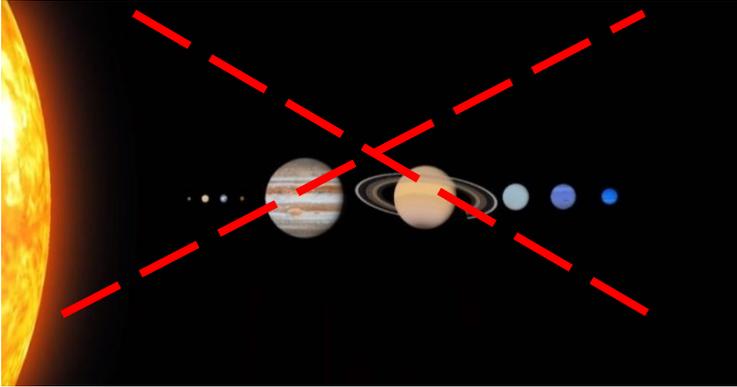


Figura 75 e 76 Legenda: Atenção ! Ilustrações de outras estrelas juntamente com os planetas do sistema solar, podem induzir os alunos a pensarem que existem outras estrelas no sistema solar e devem ser evitadas !!

Cores fantasia. Fora de escala

Fonte: autor

O.P. 2. Deve-se tomar cuidado ao representar o Sol e os planetas alinhados e muito próximos, como mostra a figura 77, em um desenho do Sistema Solar, pois os planetas nunca se aproximam muito do Sol e raramente se alinham.



**Figura 77 – Atenção! Ilustrações de vários planetas muito próximos e alinhados com o Sol no sistema solar devem ser evitadas. Cores fantasia . Fora de escala. Fonte: autor**

### O.P. 3.

Uma estrela, como o Sol, é um enorme corpo totalmente gasoso (formado quase inteiramente por gás Hidrogênio e Hélio). Todo esse gás aglomera-se em um único corpo de forma esférica.

### O.P. 4.

A forma esférica das estrelas e dos planetas assemelha-se a de uma grande bola (de bilhar ou de ping pong, por exemplo)

### O.P. 5.

O gás de uma estrela se mantém unido graças à força gravitacional entre todas as partículas de matéria que o constituem.

Sabemos, graças a Isaac Newton, que matéria atrai matéria, e é essa força - chamada força gravitacional - que mantém os átomos do gás unidos em um enorme corpo esférico no espaço, com volume milhões de vezes maior que os planetas.

### O.P. 6.

Lembre sempre aos alunos de que a forma real das estrelas, seja o Sol ou qualquer outra, é sempre esférica. Não conseguimos perceber essa forma olhando para uma estrela no céu, devido a fenômenos físicos que ocorrem com a luz proveniente de uma fonte puntual ao atravessar nosso olho.

Uma explicação mais completa sobre a percepção que temos da forma das estrelas, pode ser encontrada em um vídeo disponível em

[https://www.youtube.com/watch?v=DGYyr\\_MhTI](https://www.youtube.com/watch?v=DGYyr_MhTI)

O.P. 7.

Um objeto qualquer, mesmo em forma gasosa, quando atinge temperaturas muito altas, passa a emitir luz. Isso é diferente das reações químicas (combustão ou simplesmente fogo) que costumam acontecer quando um corpo encontra-se em chamas.

No caso das estrelas, a enorme quantidade de energia emitida tem origem nas reações nucleares de fusão de átomos de Hidrogênio, gerando Hélio, que acontecem na parte mais central, o núcleo da estrela.

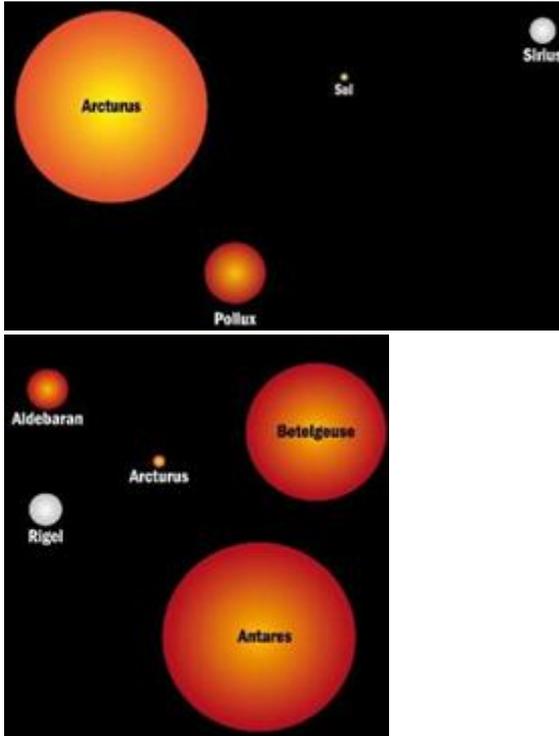
Nas estrelas o gás está incandescente, como um metal aquecido, mas sem fogo ou chamas, como aparece nas figuras 78 e 79.



**Figuras 78 e 79 – Fotografias de materiais incandescentes: esfera metálica e filamento de lâmpada (tungstênio)**

O.P. 8.

Existem, no universo, estrelas de tamanhos muito maiores que o Sol e de temperaturas e cores variadas. As figuras 80 e 81 comparam os tamanhos do nosso Sol e de outras estrelas conhecidas.



Figuras 80 e 81 – Ilustrações com a comparação de tamanhos de diversas estrelas colocadas propositalmente próximas apenas para comparação.

Escala aproximada e cores fantasia.

Fonte: autor

### O.P. 9.

Devido à intensa atividade do gás aquecido na superfície do Sol, alguns locais da superfície dessa estrela podem ter, em determinado período, temperaturas diferentes, o que dá origem a regiões que emitem menos energia e são menos brilhantes, denominadas manchas solares. Observe uma fotografia desse fenômeno na figura 82.



Figura 82 – Fotografia do Sol e algumas manchas solares.

Cores fantasia

Fonte: NASA

## **NUNCA SE DEVE OLHAR DIRETAMENTE PARA O SOL, SOB O RISCO DE DANOS IRREVERSÍVEIS À VISÃO !!**

Filmes radiográficos ou fotográficos, vidros coloridos comuns e outras adaptações caseiras não protegem os olhos contra queimaduras e os raios ultravioleta. Desse modo, esses materiais nunca devem ser utilizados para observação solar !

Para uma observação segura do Sol, é necessário adquirir, no mínimo, um vidro de máscara de soldador número 14 ou superior.

Esse simples e barato instrumento, mostrado na figura 83, garante níveis seguros de observação a olho nu por poucos minutos somente e pode ser facilmente encontrado em lojas de segurança no trabalho ou em lojas de material de solda, com custo muito baixo. Mesmo assim, deve-se fazer uma pausa de descanso para os olhos de alguns minutos, entre uma observação e outra.

## **NUNCA TENTE ADAPTAR ESTES FILTROS EM QUALQUER OUTRO INSTRUMENTO!**

Com o uso de proteção adequada, a observação do Sol torna-se muito interessante, por possibilitar, em algumas situações, a observação das maiores manchas e dos eclipses solares com segurança.

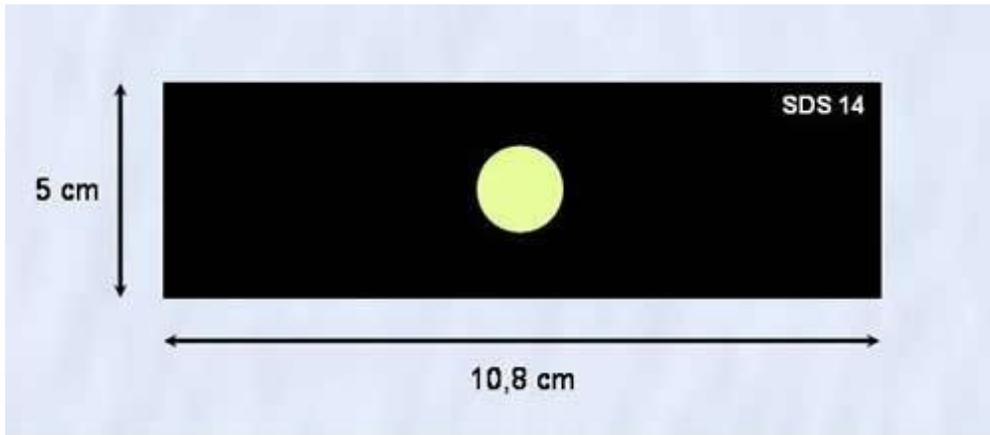


Figura 83 – Vidro para máscara de soldador nº 14, adequado para a observação visual do Sol. Cores fantasia

Fonte: <http://www.uranometrianova.pro.br/circulares/circ0031.htm>

Acessado em 04/08/2016

O.P. 10.

As órbitas planetárias se parecem mais com círculos! Prefira sempre representações como a ilustrada na figura 84. As figuras 85 e 86 mostram uma forma de representar as órbitas elípticas dos planetas com acentuada perspectiva lateral e com elevada excentricidade. Embora essa representação esteja muito presente em livros didáticos, deve ser evitada, pois o aluno é levado a imaginar que os planetas, em algum momento, se aproximam muito do Sol, o que não é verdade.

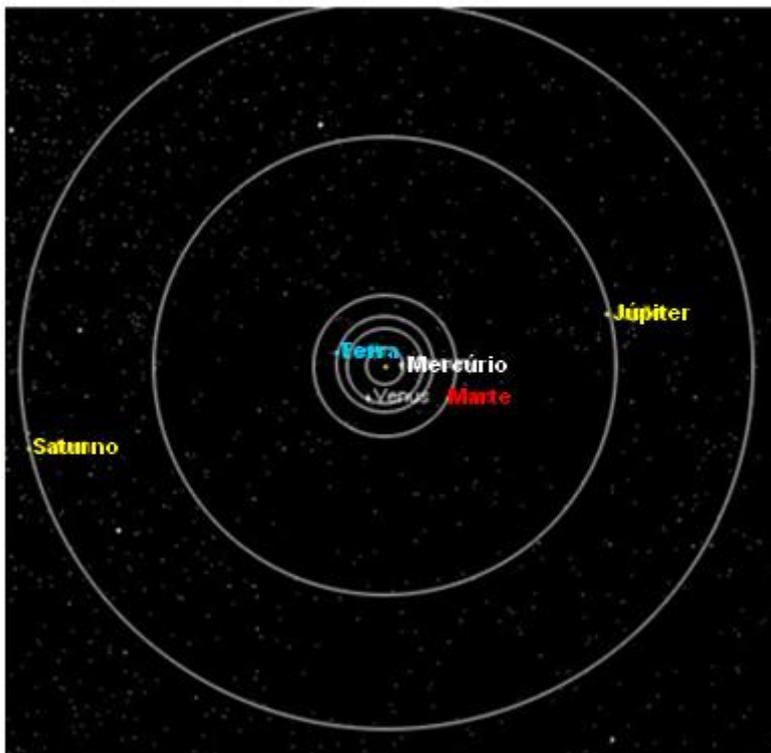
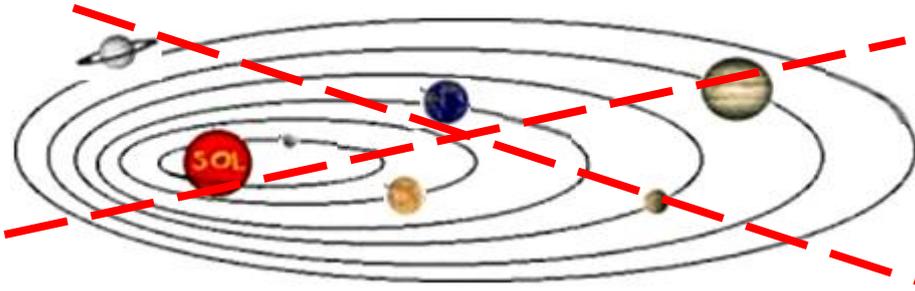


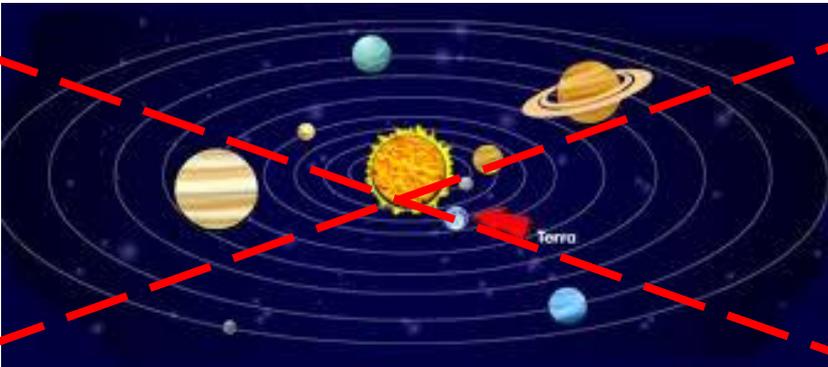
Figura 84 – Exemplo de representação fora de escala que mais se aproxima da realidade, em visão superior de algumas órbitas planetárias ! Cores fantasia Fonte: autor



**Figura 85 – Atenção ! Ilustrações de elipses muito achatadas induzem o aluno a pensar que, em determinadas épocas, os planetas estão muito próximos do Sol e em outras épocas, muito afastados do Sol, o que não é correto !! Cores fantasia. Fora de escala.**

Fonte: autor

**As órbitas planetárias devem ser representadas sem perspectiva lateral!**



**Figura 86 – Atenção ! Ilustrações das órbitas dos planetas em torno do Sol em perspectiva, podem induzir o aluno a pensar que as órbitas dos planetas são elipses muito achatadas, o que não é correto! Cores fantasia. Fora de escala**

Fonte: autor

#### O.P. 11.

Atenção professor(a): no caso da distância entre a Terra e o Sol, durante o movimento de translação ao longo de um ano, a variação entre a distância máxima e a mínima é de apenas de 3,2% (aproximadamente).

Sendo assim, as variações de estações climáticas na Terra não são devidas a maior ou menor proximidade do Sol, mas sim devido à inclinação relativa do eixo de rotação da Terra em relação à perpendicular ao seu plano orbital.

Uma discussão mais completa e precisa sobre a representação correta das órbitas planetárias pode ser encontrada no link indicado a seguir. No artigo “O Problema do ensino da órbita da Terra”, da revista Física na Escola, o pesquisador João Batista Garcia Canalle, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, demonstra como desenhar de modo fácil e corretamente as órbitas planetárias, através de

vários métodos. Não perca essa oportunidade de esclarecer suas possíveis dúvidas sobre as órbitas !

<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a06.pdf>

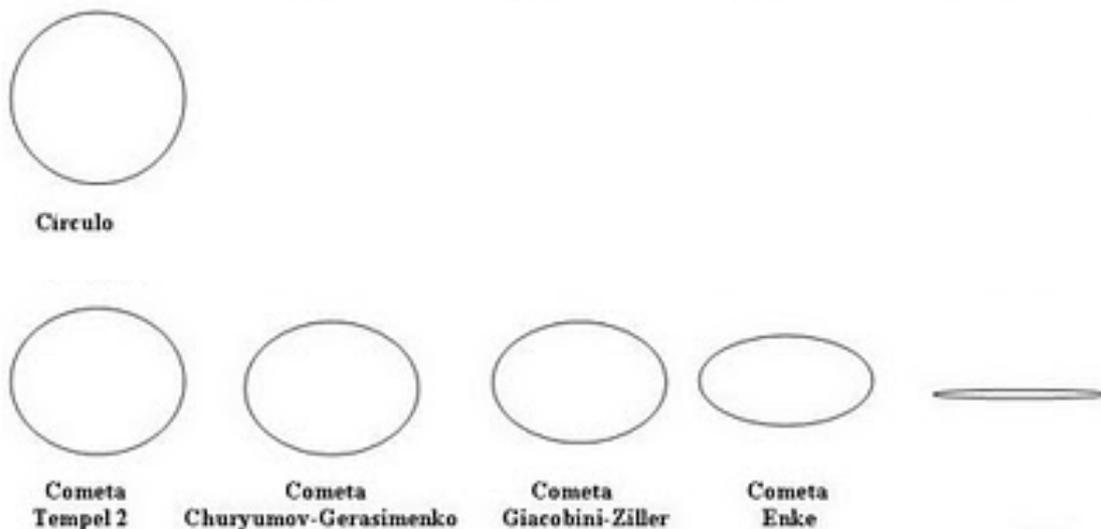
No link a seguir você pode assistir um vídeo em que o pesquisador João Batista Garcia Canalle, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, desenha a órbita da Terra.

[https://www.youtube.com/watch?v=JB\\_-e8cY4B8&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=JB_-e8cY4B8&feature=youtu.be)

**Acessado em 24/04/2016**

O.P. 12.

As trajetórias elípticas de alguns outros astros, como os cometas, em seu movimento de translação em torno do Sol, possuem um “achatamento” (ou excentricidade) maior, diferindo bastante da forma de um círculo perfeito, em alguns casos, como podemos verificar na figura 87 abaixo.



**Figura 87 – Desenho das trajetórias de alguns cometas em seu movimento de translação em torno do Sol. As trajetórias dos cometas diferem de um círculo. São elípticas! Fora de escala.**

## O.P. 13.

Tabela 3: número de satélites naturais conhecidos\* dos planetas

<b>Planeta</b>	<b>Núm. Satél.</b>
Terra	1
Marte	2
Júpiter	67
Saturno	62
Urano	27
Netuno	14
<b>Planeta anão</b>	
Plutão	5
Eris	1
Haumea	2
Makemake	1
Ceres	0

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

<http://solarsystem.nasa.gov/planets/dwarf>

**Acessado em 23/04/2016**

\*No Link <http://stuffin.space/> é possível encontrar uma animação interessante sobre a quantidade e trajetória de milhares de satélites artificiais que orbitam a Terra.

**Acessado em 23/04/2016**

## O.P. 14.

Atenção, não é possível, em um espaço de poucas dezenas de metros, uma representação de tamanhos e distâncias do Sistema Solar, utilizando-se a mesma escala.

Por isso não é correto utilizar as representações do Sol e dos planetas das **S.T. 2 e 3** sugeridas, para uso na **S.T. 5**, pois isso induziria os alunos a uma falsa percepção sobre as dimensões envolvidas na Astronomia.

Na Suécia, existe um dos maiores modelos de Sistema Solar (em inglês “The Sweden Solar System”) usando a mesma escala para distância e tamanhos. Nesse modelo, o Sol está representado pela arena Ericsson Globe, em Estocolmo, com um diâmetro de 110 m. Usando a mesma escala, Júpiter é representado por uma esfera

de 7,3 m de diâmetro colocado a 41 km de distância do Sol e Plutão por uma esfera de 12 cm de diâmetro, localizada a 300 km do Sol.

O.P. 15.

Meteoroide: é o corpo sólido (rocha) que vaga no espaço, antes de colidir com a atmosfera.

O.P. 16.

Meteoro é o nome genérico do fenômeno que acontece quando um meteoróide (corpo que vaga no espaço) penetra na atmosfera da Terra. O atrito com o ar atmosférico o aquece, tornando-o incandescente por alguns segundos, passando a se chamar um meteoro luminoso, que também é conhecido popular e incorretamente como “estrela” cadente.

O.P. 17.

Meteoritos são fragmentos de um meteoróide que conseguem vencer a atmosfera da Terra quando, então, chocam-se contra a sua superfície.

**Para saber mais:**

Curiosidades sobre os meteoritos. Aprenda detalhes sobre esses objetos intrigantes que vem do espaço!

<http://meteoritosbrasil.weebly.com/faqs.html>

**Acessado em 15/05/2016**

Na lista de meteoritos brasileiros e sua localização, disponível no endereço indicado abaixo, verifique se algum caiu perto de sua região e conte o fato para seus alunos. Se ele estiver em exibição perto de sua escola, você pode planejar uma visitação!

<http://19098069->

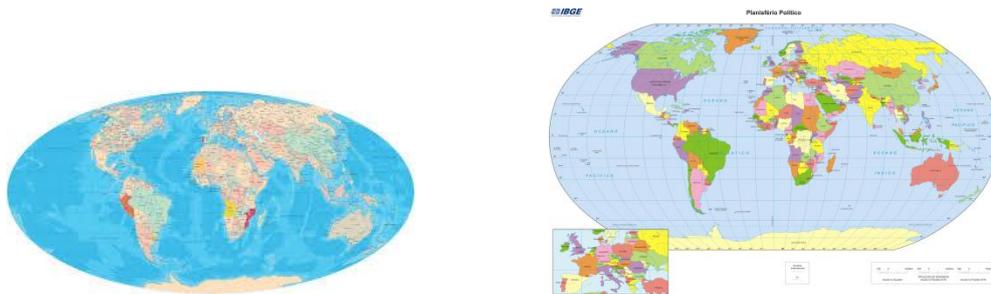
[678956731630294624.preview.editmysite.com/uploads/1/9/0/9/19098069/lista\\_geral.pdf](http://678956731630294624.preview.editmysite.com/uploads/1/9/0/9/19098069/lista_geral.pdf)

**Acessado em 15/05/2016**

O.P. 18. Em muitos textos, encontramos a afirmação de que a Terra possui um achatamento nos polos, o que é verdade; porém, trata-se de um achatamento extremamente pequeno.

Portanto, não deve ser representado nenhum achatamento em desenhos da Terra, sob o risco de se fazer uma representação desproporcional e que pode levar os alunos a pensar de modo equivocado que quando a Terra é vista de longe, do espaço, poderíamos perceber esse achatamento.

Para todos os efeitos práticos, nesse nível de aprendizagem a Terra deve ser representada como uma esfera.



**Figura 88** – As imagens acima correspondem a tentativas de se representar o globo terrestre (objeto tridimensional) em uma superfície plana (mapa bidimensional), o que sempre ocasiona uma distorção que pode causar confusão. O professor(a) deve estar atento, pois alguns alunos, observando essas imagens, podem ser induzidos a imaginar, que as regiões em torno dos polos são muito achatadas ou que a Terra não é esférica, o que não é verdade. Cores fantasia.

O.P. 19.

O tempo (ou período) do movimento de rotação da Terra dura 23 h 56 min e 4,09 s. Essa diferença de, aproximadamente, 4 minutos a menos para completar 24 horas, acumuladas após 4 anos, somam, aproximadamente, 24 h ou um dia. Assim, a cada 4 anos, deve-se acrescentar 1 dia (24h) a mais no calendário para compensar essa diferença, o que denominamos de ano bissexto.

**Fonte:** [https://pt.wikipedia.org/wiki/Rota%C3%A7%C3%A3o\\_da\\_Terra](https://pt.wikipedia.org/wiki/Rota%C3%A7%C3%A3o_da_Terra)

**Acessado em 15/05/2016**

O.P. 20.

Para um observador na superfície da Terra (referencial Topocêntrico), tudo parece ocorrer como se estivéssemos em repouso e o universo girasse em torno de nós. No entanto, para outro observador hipotético próximo ao Sol, tudo parece ocorrer como se o universo girasse ao redor dele (referencial Heliocêntrico).

O professor deve ter uma atenção especial, para o fato de que os dois observadores (na Terra e no Sol) percebem e descrevem o movimento dos astros de forma bastante diferente. Mas ambas as descrições são corretas!

Dependendo do que está sendo estudado, pode ser mais simples descrever os fenômenos usando-se um referencial Topocêntrico, Geocêntrico ou Heliocêntrico. O que se pode afirmar, com certeza, é que não existe um referencial absoluto ou preferencial no universo. O referencial utilizado é sempre escolhido pelo observador.

O.P. 21.

É comum encontrar em alguns livros didáticos, sites de divulgação científica ou em outras publicações, a afirmação de que a Terra (e outros astros) possui mais de um movimento. Isso não é verdade! A Terra possui um único movimento, que pode ser bastante complexo de se interpretar, dependendo da localização do observador e do referencial utilizado.

O que pode ser proposto em casos mais complexos e frequentes, é considerar o único movimento possível como sendo uma composição de vários movimentos parciais como, por exemplo, o de rotação em torno de um eixo próprio e o de translação em torno de outro astro.

Para um aprofundamento no tema, o artigo do site Brasil Escola, com o título “MOVIMENTOS DA TERRA” (disponível no endereço indicado a seguir), fornece mais informações sobre como é possível decompor o único movimento complexo de nosso planeta em outros catorze movimentos! Excelente leitura para o(a) professor(a) !

<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/movimentos-terra.htm>

**Acessado em 10/07/2016**

O.P. 22.

O eixo imaginário de rotação dos planetas, incluindo a Terra, é inclinado em relação à perpendicular ao plano da órbita do planeta em torno do Sol. No caso da Terra, essa inclinação é de, aproximadamente 23 graus, como ilustrado na figura 90.

É essa inclinação do eixo imaginário de rotação da Terra em relação ao plano da órbita da Terra em torno do Sol, a principal causa das estações do ano !

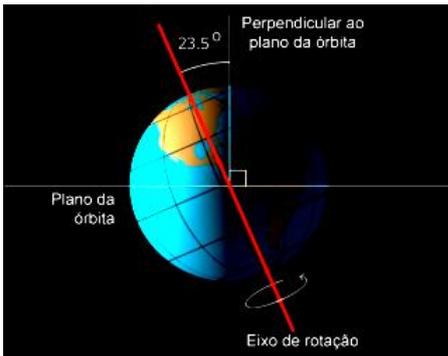


Figura 89 – Representação da inclinação do eixo imaginário da Terra. Cores fantasia

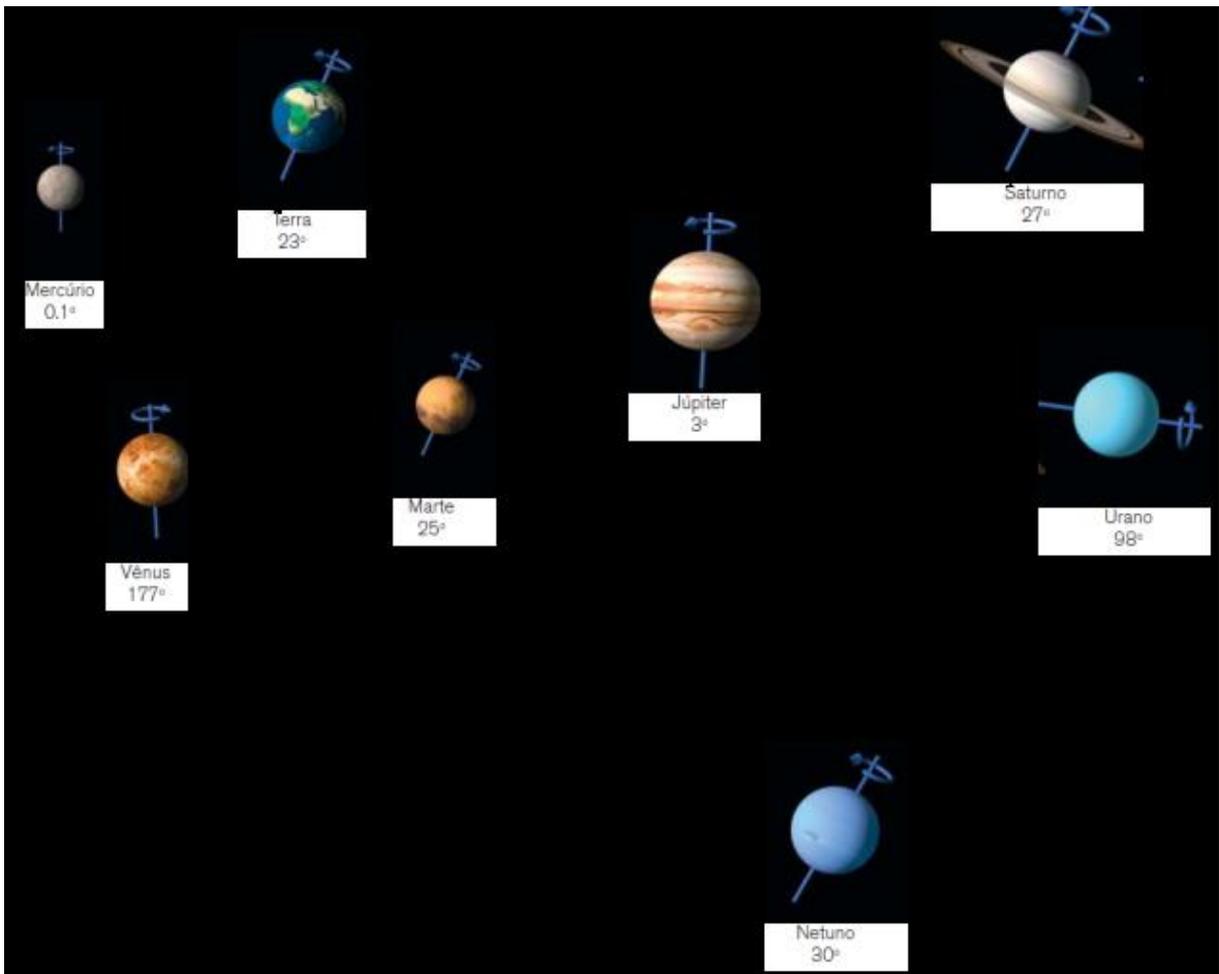


Figura 90 – Representação fora de escala das inclinações dos eixos imaginários de rotação de outros planetas em relação à perpendicular ao plano de suas órbitas em torno do Sol. Cores fantasia. Fora de escala.

Fonte: autor

### O.P. 23.

As datas dos solstícios e equinócios (início das estações do ano) varia um pouco de ano para ano, devido ao posicionamento exato da Terra em sua órbita em

torno do Sol. Alguns sites oficiais, como o do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, fornecem as datas a cada ano. Confira no link:

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/page&page=estacoesDoAno>

**Acessado em 15/05/2016**

O.P. 24.

Uma simulação bastante completa sobre a incidência da luz do Sol na Terra e as estações do ano, durante o movimento de translação, pode ser encontrada no link do Departamento de Educação em Astronomia da Universidade do Nebraska-Lincoln, nos Estados Unidos da América. Nessa simulação, pode-se visualizar a inclinação dos raios solares que incidem na superfície da Terra, de acordo com a posição em sua órbita em torno do Sol. É possível também variar a posição do observador no globo terrestre e visualizar como isso afeta a iluminação do local. Um ótimo ambiente de simulação para a compreensão das estações do ano, intuitivo e simples de usar! Vale a pena conferir:

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>

**Acessado em 15/05/2016**

O.P. 25.

A trajetória da Lua em torno da Terra, a rigor, também é elíptica, mas com achatamento pequeno.

Por outro lado, em relação ao Sol, a descrição da trajetória da Lua é mais complexa. Podemos decompor o único movimento da Lua em torno do Sol, como sendo o resultado do movimento da Terra em torno do Sol e do movimento da Lua em torno da Terra.

Uma simulação em português sobre a forma das órbitas da Terra e da Lua pode ser encontrada no link da Universidade do Colorado, dos Estados Unidos da América. Nesse ambiente virtual, é possível visualizar as forças exercidas no Sol, Terra e Lua e como se comporta a velocidade da Lua em seu movimento, além de sua trajetória ao se mover em torno da Terra. Pode-se ainda escolher exibir o movimento da Lua ou de outro satélite artificial em órbita da Terra e usar uma trena eletrônica para fazer medidas. Um ótimo ambiente de simulação, intuitivo e simples de usar. Vale a pena conferir:

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/gravity-and-orbits](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/gravity-and-orbits)

**Acessado em 15/05/2016**

O.P. 26.

O outro lado (oculto) da Lua, que nunca está visível da Terra, somente foi visualizado com o lançamento de astronaves para circundar esse satélite. A primeira foto, do lado oculto iluminado pelo Sol, foi enviada pela sonda espacial soviética Luna 3, em 1959.

O.P. 27. **Observando o céu e a Lua:**

Durante alguns dias e noites de céu limpo, em que a Lua esteja visível, procure observar sua forma e registre suas observações (data, horário, aparência da Lua). Procure comparar seus registros com as imagens fornecidas neste material e classificar o período lunar como crescente ou decrescente.

Observe que durante um período de tempo é possível visualizar a Lua também durante o dia.

O.P. 28. **Observando outras constelações**

Com a ajuda de computador e um software gratuito (como o Stellarium ou Cartes Du Ciel), imprima um mapa estelar com o desenho das constelações e procure identificar as constelações visíveis em sua localidade, com data e horário atualizados.

Em uma noite de céu limpo, procure identificar o maior número delas. Desafie-se, tenha paciência e persistência. Repita essa atividade muitas vezes ao longo de um ano e procure registrar as mudanças que pôde perceber no céu.

Aqueles que moram em condomínios e áreas muito habitadas poderão ter mais dificuldades, devido ao pequeno campo de visão disponível e o nível de poluição luminosa, fatores que podem diminuir sensivelmente a possibilidade de percepção de algumas estrelas e constelações.

**link para obter o software gratuito Stellarium:**

[http://www.stellarium.org/pt\\_BR/](http://www.stellarium.org/pt_BR/)

**Acessado em 15/05/2016**

Vídeo aulas com o professor João Batista Garcia Canalle, para você aprender a usar o Stellarium, podem ser encontradas nos links abaixo

<https://www.youtube.com/watch?v=vwpUFoldVoY> Aula 1

<https://www.youtube.com/watch?v=fGFqYyO41cY> Aula 2

<https://www.youtube.com/watch?v=0jq982UC0js> Aula 3

**Acessados em 04/08/2016**

**link para obter o software gratuito Cartes Du Ciel:**

[https://sourceforge.net/projects/skychart/?source=typ\\_redirect](https://sourceforge.net/projects/skychart/?source=typ_redirect)

**Acessado em 15/05/2016**

## **Outras Sugestões para aprofundar seus conhecimentos relativos ao tema:**

### **“O livro de Ouro do Universo”**

Ronaldo Rogério de Freitas Mourão  
Editora Harper Collins – 2ª Edição – 2016

#### **Sinopse da Editora**

“O homem contemplou sempre com deslumbre o céu estrelado. Nesse trajeto fez descobertas fantásticas e realizou conquistas inimagináveis. O *Livro de ouro do universo* traz uma síntese desse emocionante percurso; constelações, asteroides, planetas, cometas, meteoros, meteoritos; Big-bang, quarks, buracos negros, estrelas canibais, extraterrestres; Ptolomeu, Copérnico, Kepler, Galileu Galilei, Newton.”

### **Livro eletrônico para download: “O céu que nos envolve”.**

Introdução à astronomia para educadores e iniciantes

Edição e Coordenação: Enos Picazzio

Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astro/astronomia/livros-e-apostilas>

**Acessado em: 28/08/2016**

### **Fragmento da apresentação**

“O céu que nos envolve apresenta a astronomia de acordo com o conhecimento presente e de forma bastante acessível. Assim, este livro busca responder algumas perguntas de quem já se encantou pelo céu e despertar o interesse dos que ainda não mergulharam em seus mistérios.

Os capítulos, escritos por astrônomos com vasta experiência em pesquisa, ensino e divulgação, estão organizados para atender a interesses específicos, aprofundando cada tema de forma particularizada.”

#### **Livro eletrônico para download: Astronomia**

João Batista Garcia Canalle e Oscar Toshiaki Matsuura

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (AEB) Programa AEB Escola

**Disponível em:** <http://aebescola.aeb.gov.br/downloads/material/astronomia.pdf>

Neste livro eletrônico encontramos uma coletânea de informações de Astronomia básica e diversos experimentos com materiais de baixo custo para serem realizados.

Imperdível !

#### **Página na Internet: Astronomia e Astrofísica**

Kepler de Souza Oliveira Filho

Maria de Fátima Oliveira Saraiva

<http://astro.if.ufrgs.br/>

**Acessado em 15/05/2016**

### **Fragmento da introdução**

“Este texto foi escrito para permitir acesso por pessoas sem qualquer conhecimento prévio de Astronomia e com pouco conhecimento de Matemática. Mesmo que o leitor pule as seções mais matemáticas, deve obter uma boa visão da Astronomia e Astrofísica.”

#### **Artigo eletrônico**

João Batista Garcia Canalle

**EXPLICANDO ASTRONOMIA BÁSICA COM UMA BOLA DE ISOPOR**

Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6797/13485>

Acessado em 27/06/2016

### Resumo do artigo

“Neste trabalho, mostramos como usar uma bola de isopor para explicar os fenômenos astronômicos básicos, pertencentes aos conteúdos dos currículos do ensino fundamental, tais como: 1) dia e noite, 2) duração do dia e da noite, 3) estações do ano, 4) eclipses e 5) fases da Lua. Estes fenômenos, normalmente, são explicados nos livros didáticos de ciências e ou geografia de ensino fundamental, porém, sem sugerirem o uso de nenhum material didático. Mostramos, então, que uma simples bola de isopor tem muito mais utilidades didáticas do que as figuras que acompanham as explicações dos livros didáticos.”

#### **Artigo eletrônico**

#### **MARÉS, FASES PRINCIPAIS DA LUA E BEBÊS**

Fernando Lang da Silveira

Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/6558/6045>

Acessado em 27/06/2016

### Resumo do artigo

Uma crença popular muito difundida afirma que o número de nascimentos de bebês está correlacionado com as fases da Lua; apresenta-se um estudo com 104.616 datas de nascimento que contradiz essa crença popular.

#### **Página na Internet: EFEMÉRIDES ASTRONÔMICAS**

Marcos Calil

**Seu guia de observação do céu noturno a olho nu para a sua cidade (Brasil)**

<http://www.momentoastronomico.com.br/>

Acessado em 27/06/2016

Marcos Calil, consultor e divulgador de Astronomia para o Grupo Climatempo (desde 2004) e membro da Sociedade Astronômica Brasileira e da Associação Brasileira de Planetários, mantém esta página com informações diárias e muitos outros conteúdos sobre os fenômenos astronômicos mais importantes visíveis no céu noturno do Brasil. Não perca esta oportunidade de começar suas observações !

**Imperdível !**

**Vídeo com legendas em Português** que mostra um grupo de pessoas construindo um modelo de sistema solar usando a mesma escala de tamanhos e distâncias.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zR3lqc3Rhfg>

*Acessado em 23/07/2016*

### **Artigo eletrônico**

Wilton S. Dias e Luis Paulo Piassi

**Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?**

Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/051202.pdf>

*Acessado em 27/06/2016*

### **Resumo do artigo**

Em aulas de ciências e astronomia básica, é muito comum que os estudantes pensem que as estações do ano ocorrem por causa da variação da distância Terra-Sol. O argumento mais usado pelos professores contra essa concepção é o fato de as estações do ano serem invertidas nos hemisférios sul e norte. Neste trabalho, mostramos a relação entre a temperatura na Terra e a distância de nosso planeta até o Sol.

**Página da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) e da Mostra Brasileira de Foguetes** mantida pela Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB).

<http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=5&pag=conteudo>

“A OBA e a MOBFOG são eventos abertos à participação de escolas públicas ou privadas, urbanas ou rurais, sem exigência de número mínimo ou máximo de alunos, os quais devem preferencialmente participar voluntariamente. Podem participar da OBA e da MOBFOG alunos do primeiro ano do ensino fundamental até alunos do último ano do ensino médio.”

**Página do Centro de Divulgação de Astronomia da USP de São Carlos**  
Ciências Para Professores do Ensino Fundamental  
<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/index.html>

### **Fragmento da Introdução**

“Esse material didático para treinamento de professores foi inicialmente elaborado por Henrique Jesus Quintino de Oliveira em 1994 num Curso por Correspondência para Professores. A versão presente está revisada pelo Setor de Astronomia do CDCC e nela, nós introduzimos modificações para atualizar o material, em acordo com: Parâmetros Curriculares Nacionais, relativo ao Tema: TERRA E UNIVERSO e, a visão mais recente que a Astronomia tem sobre o Cosmos.”

**Aulas em vídeo sobre Astronomia do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo**  
Disponível em: <http://www.iag.usp.br/astro/astronomia-visao-geral-video>

Para quem quer entender bem mais sobre Astronomia, dois cursos introdutórios do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas podem ser assistidos pela internet. Os dois módulos do curso “Astronomia: uma visão geral” correspondem a disciplinas oferecidas para estudantes do primeiro ano do bacharelado em Astronomia do IAG/USP. As aulas são ministradas pelo professor João Steiner, um astrofísico brasileiro, e podem ser acompanhadas por interessados de qualquer área de formação.

**Página do Observatório Nacional - DIVISÃO DE ATIVIDADES EDUCACIONAIS**  
[http://www.on.br/conteudo/divulgacao\\_cientifica/daed.html](http://www.on.br/conteudo/divulgacao_cientifica/daed.html)  
***Acessado em 07/09/2016***

Nesta página entre vários outros conteúdos, o(a) professor(a) encontrará, revistas, coleções livretos, jogos e muito mais para crianças de várias faixas etárias. Você e seus alunos vão se interessar!

### **Revistas em Quadrinhos**

#### **Coleção Observatório Nacional Apresenta...Astronomia na Escola**

São nove revistas em quadrinhos, o ambiente é uma sala de aula e uma mesma turma de alunos, para toda a série. Cada revista aborda um único tema, em forma de palestra, onde o convidado é um especialista no assunto e, quase sempre, pesquisador do Observatório Nacional. A linguagem é acessível, coloquial, mas sem abrir mão do rigor das ciências exatas.

### **O Pequeno Cientista e mais...Brincando com Ciência**

Editada pela primeira vez em 2005, a revista "O Pequeno Cientista" deu origem à coleção Observatório Nacional Apresenta e a um site com o mesmo nome, para crianças, na página de divulgação científica do ON. Em 2006, a revista recebeu uma segunda parte, o Brincando com Ciência, para jovens e adolescentes que, também gerou um site associado à mesma. Em 2012, foi totalmente atualizada/reformulada. A revista contém jogos diversos, quadrinhos, humor etc.

### **Livretos**

#### **Coleção Observatório Nacional Apresenta...Astronomia na Escola**

São onze livretos, também com linguagem acessível, coloquial e com o mesmo zelo científico utilizado nas revistas.

### **Vídeo: Ideias de senso comum em Astronomia**

**Autor: Rodolfo Langhi**

**Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jpaDFf4d7UU>**

**Acessado em 07/09/2016**

**Excelente vídeo sobre ensino de Astronomia para professores não especialistas ! Não deixe de assistir !**

Descrição: Este vídeo apresenta algumas das principais concepções alternativas (ideias de senso comum) em Astronomia e suas implicações no ensino e na formação de professores.

## OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, Evonir. **Astronomia nas propostas curriculares dos estados da região Sul do Brasil: uma análise comparativa**. 2012. 104p. Tese de Doutorado – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo.

Disponível em: < <http://docplayer.com.br/11453015-Universidade-cruzeiro-do-sul-programa-de-pos-graduacao-doutorado-em-ensino-de-ciencias-e-matematica.html> >

Acesso em: 22 ago. 2016

BATISTA, M. C. **Os caminhos da formação de professores e da pesquisa em ensino de astronomia**. 2016. 183 p. Tese de Doutorado. Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá

Disponível em <http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000220911>

Acesso em: 07 ago. 2016

BISCH, Sérgio M. **Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores**. 1998. 301p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo (Orientador: Yassuko Hosoume)

IACHEL, G., **Os caminhos da formação de professores e da pesquisa em ensino de Astronomia**, 2013. 201 f. TESE (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2013.

LANGHI, Rodolfo. **Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2004. 240p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista (Orientador: Roberto Nardi)

LEITE, Cristina. **Os professores de Ciências e suas formas de pensar a Astronomia**. 2002. 160p. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo (Orientador: Yassuko Hosoume)

Disponível em: <[http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/2002\\_LEITE\\_D\\_USP.pdf](http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/2002_LEITE_D_USP.pdf)>

Acesso em: 25 jul. 2014, 10:42

\_\_\_\_\_. **Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. 2006. 274p. Tese de Doutorado. Faculdade de educação. Universidade de São Paulo. (Orientador: Yassuko Hosoume)

Disponível em: <[http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/2006\\_LEITE\\_T\\_USP.pdf](http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/2006_LEITE_T_USP.pdf)>

Acesso em: 25 jul. 2014

**Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT)**

Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/>>

Acesso em: 12 out. 2016