



**GALILEO  
MOBILE**

---

## **Sob o Mesmo Céu**

---

**Cartilha de Atividades para aprender  
conceitos básicos de Astronomia**

*[www.galileo-mobile.org](http://www.galileo-mobile.org)*



# Apresentação

GalileoMobile é um projeto educacional itinerante que visa compartilhar a Astronomia com todos, em particular com crianças e jovens que residem em regiões com pouco acesso a programas de divulgação. Através da beleza e maravilhas do nosso Universo, queremos fomentar a curiosidade, a abertura da mente, o pensamento crítico e uma vontade de aprender - ingredientes essenciais para um mundo melhor. O espírito do núcleo do projeto resume-se ao princípio de que a ciência e a Astronomia constituem um vetor unificador de troca entre culturas, "sob o mesmo céu".

A "Cartilha de Atividades GalileoMobile" é o recurso didático fundamental do projeto. Durante nossas expedições, ele é usado como base tanto para realizar as atividades com os alunos das escolas, como também para as oficinas de trabalho de professores.

O conjunto de atividades que compõem este manual resultou originalmente de uma extensa pesquisa através de várias fontes na Internet dedicadas ao ensino da Física e da Astronomia. Elas foram selecionadas e, posteriormente, adaptadas de acordo com os três critérios seguintes. Em primeiro lugar, as atividades têm que ser práticas e lúdicas, para que os estudantes possam "aprender fazendo", enquanto apreciam o lado divertido da ciência. Em segundo lugar, a maioria das atividades requerem interatividade entre os alunos e entre alunos e professores, a fim de fomentar o sentimento de "aprender juntos sob um mesmo céu". Em terceiro lugar, as atividades têm que usar apenas materiais de baixo custo e que sejam fáceis de encontrar, que sejam acessíveis em qualquer lugar do mundo. Este critério transmite a mensagem de que a experimentação científica e as descobertas (pessoais) podem ser feitas sem a necessidade de instalações caras e são, portanto, acessíveis a todos. Caso pretenda conhecer a fonte original de qualquer uma das atividades, pode encontrar as referências na parte inferior de cada página.



A Cartilha de Atividades está organizada em quatro capítulos de acordo com o tema astronômico:

- (1) Estrelas e Constelações;
- (2) Sistema Solar (o Sol e os planetas);
- (3) Para Além do Sistema Solar (nebulosas, galáxias, etc.);
- (4) Luz e Óptica.

As categorias metodológicas são:

- (1) Experimentação;
- (2) Lúdica e de Criação;
- (3) Aprendizagem por Pesquisa;
- (4) Autoaprendizado.

As atividades de Experimentação envolvem algo para construir e brincar, ou exigem medições. As atividades de Lúdicas e de Criação estimulam a criatividade, por exemplo, adicionando cores, cortando peças em várias formas, etc. Atividades baseadas em Aprendizagem por Pesquisa implicam partes de um processo de investigação (por exemplo, hipóteses, projetar medições, fazer previsões, etc.). Atividades pertencentes à categoria Autoaprendizado podem ser realizadas sem o auxílio de um professor. Note-se que estas categorias metodológicas não são mutuamente exclusivas.



Após as páginas introdutórias da atividade, há uma página que lista os "Objetivos de Aprendizado". Pretende-se que esses objetivos funcionem como sugestões para os professores acerca dos conceitos envolvidos, capacidades que podem ser desenvolvidas e propósitos a ser transmitidos através da atividade. Esses objetivos podem ser usados como pontos de referência para avaliar o sucesso de uma atividade em direção às referidas metas.

A maioria das atividades seguem um esquema didático indutivo com: (i) uma fase introdutória (perguntas estimulando a atividade), (ii) um procedimento passo-a-passo para realizar o experimento/fazer medições, (iii) uma fase de análise com perguntas/reflexões sobre a parte principal da atividade, e em algumas atividades (iv) uma fase de aprofundamento/extensão. Todas as atividades incluem explicações de conceitos base (nomeadamente na fase (i)), já que o conhecimento preliminar é muitas vezes necessário para compreender a atividade em profundidade. Em geral, os conceitos descritos no "Caderno de Atividades GalileoMobile" são tratados de uma forma simples e clara. No entanto, se você achar que um tópico ou conceito não está suficiente ou devidamente explicado, esperamos que as informações que fornecemos possam servir de inspiração para que possa descobrir mais sobre o assunto de outras formas (por exemplo, livros, internet, ou perguntando a especialistas na área).

Você pode encontrar o material extra necessário para algumas das atividades no anexo do Caderno de Atividades. Quaisquer comentários, perguntas ou sugestões para melhorar o "Caderno de Atividades GalileoMobile" são mais do que bem vindos. Para entrar em contato conosco, por favor utilize os nossos e-mails indicados no site do projeto [www.galileo-mobile.org](http://www.galileo-mobile.org), ou escreva diretamente para:

[contact@galileo-mobile.org](mailto:contact@galileo-mobile.org)

Equipe GalileoMobile



### **Coordenação**

María Dasí Espuig  
 Patrícia Figueiró Spinelli  
 Philippe Kobel

### **Compilação das Atividades**

Aída del Pilar Becerra Becerra  
 Eva Ntormousi  
 María Dasí Espuig  
 Nuno Gomes  
 Patrícia Figueiró Spinelli  
 Philippe Kobel

### **Revisão Pedagógica**

Aída del Pilar Becerra Becerra  
 Linda Strubbe

### **Adaptação de Conteúdos**

Jesus Zendejas  
 María Dasí Espuig  
 Nuno Gomes  
 Mayte Vasquez  
 Megha Bhatt  
 Patrícia Figueiró Spinelli

### **Tradução ao Português**

Ana Cecília Soja  
 Bárbara Castanheira Endl  
 Eduardo Penteado  
 Elisandra Figueiredo  
**José Gonzalez**  
 Mariana Penna Lima  
 Meghie Rodrigues  
 Nuno Gomes  
 Rafael Vanz  
 Raul Puebla  
 Tatiana Ferraz Laganá  
 Thiago Monfredini  
 Vera Monteiro

### **Correção Ortográfica**

Eduardo Penteado  
 Fabíola Campos  
 Nuno Gomes  
 Patrícia Figueiró Spinelli  
 Tatiana Ferraz Laganá  
 Tibério Borges Vale

### **Desenho e Diagramação**

María Dasí Espuig  
 Patrícia Figueiró Spinelli



# Tabela de Conteúdos

<b>1. As Estrelas e Constelações</b>	<b>8</b>
Criando Constelações em 3D	9
Por que não vemos Estrelas durante o Dia?	21
Por que as Estrelas Piscam?	30
<b>2. O Sistema Solar</b>	<b>38</b>
Astronautas no Espaço	39
A Terra como um Grão de Pimenta	48
<b>2.1 O Sol</b>	<b>57</b>
O Ciclo Solar	58
Relógio Solar Equatorial	63
A Rotação do Sol	73
<b>2.2 Os Planetas</b>	<b>93</b>
A Órbita da Terra	94
O Seu Peso em Outros Planetas	110



# Tabela de Conteúdos

<b>3. Para Além do Sistema Solar</b>	117
Classificação de Galáxias	118
A Expansão do Universo	129
Images do VLT	137
A Linha do Tempo de Astronomia	145
<b>4. Luz e Ótica</b>	152
A Roda de Filtros	153
Lentes de Gelatina	166
<b>5. Créditos</b>	172
<b>6. Agradecimentos</b>	173



---

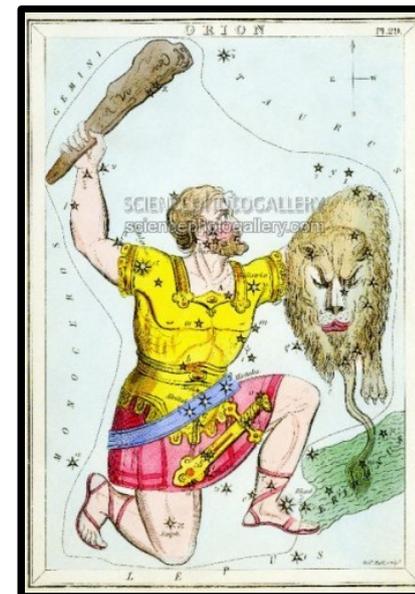
# 1. Estrelas e Constelações

---



# Criando Constelações em 3D

- Se você pudesse observar o céu a partir de Marte ou de algum outro lugar no Universo, você acha que o céu seria igual ao céu que vemos onde você vive? E se você estivesse em uma nave espacial, como ficariam os desenhos das constelações? Iguais? Diferentes?
- Nesta atividade, aprenderemos que, apesar dos nossos olhos verem as estrelas como pontos de luz fixos no céu, na verdade elas estão localizadas a diferentes distâncias de nós.
- Nós aprenderemos isso construindo modelos em escala de duas constelações: "Cisne" e "Órion".





# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Compreender que as estrelas estão muito distantes de nós.
- Perceber que as estrelas que formam constelações não estão juntas no espaço, elas apenas parecem próximas umas às outras no céu por causa do nosso ponto de vista.

Atribuir a forma de uma constelação ao ponto de vista particular que nós temos desde a Terra.

## Capacidades do Processo Científico

- Praticar o pensamento em três dimensões.

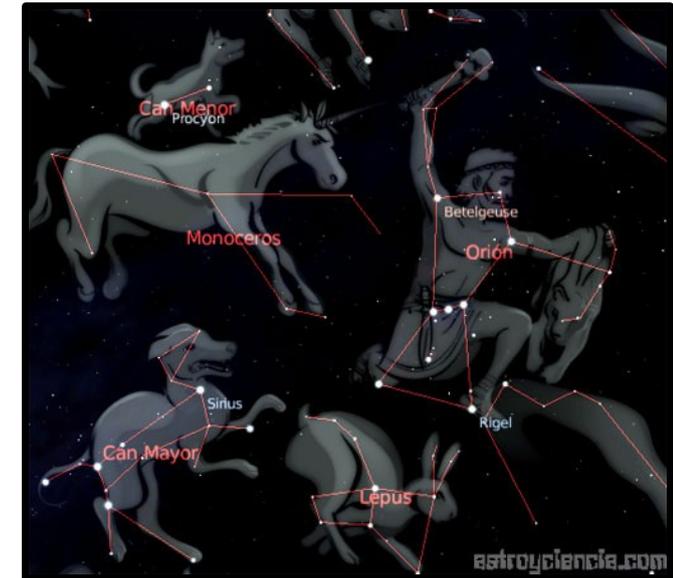
## Propósitos

- Vislumbrar a vastidão do Universo.
- Identificar e distinguir Astronomia mitológica (baseada em percepção e imaginação) da Astronomia científica (baseada em medidas)



# Estrelas + Imaginação = Constelação

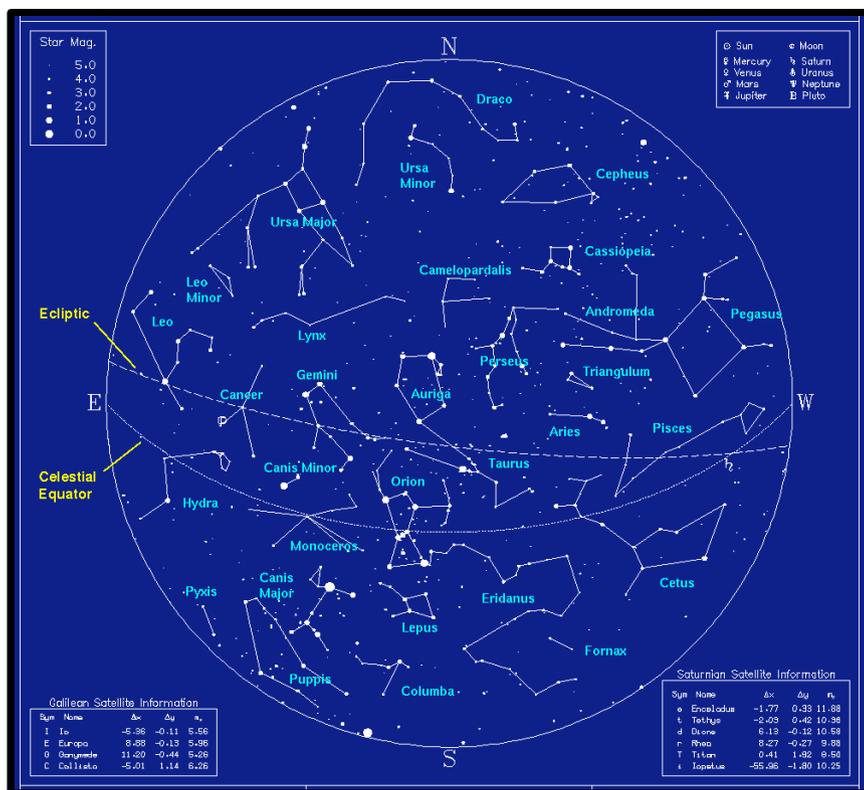
- Desde os tempos antigos, algumas civilizações tem imaginado nos céus pessoas, animais e objetos presentes no seu cotidiano, crenças e culturas. Elas construíram essas figuras ligando as estrelas e nós chamamos esses desenhos de constelações. As constelações e seus nomes podem ser encontradas impressas em planisférios ou cartas celestes.
- Antes do tempo ser medido por relógios, ou haver mapas e calendários, observar o céu era muito importante para ajudar a orientação das pessoas no tempo e no espaço. As constelações eram um caminho para encontrar estrelas e regiões específicas no céu e uma maneira de nos localizarmos. No meio do deserto, das montanhas ou do mar, viajantes e mercadores chegaram aos seus destinos guiados pelas estrelas. Se dadas estrelas estão visíveis ou não no céu, depende da sua localização do observador no planeta, da hora do dia e da época do ano.
- Hoje, graças a telescópios poderosos, nós sabemos que existem muito mais estrelas no céu do que os antigos marcaram em seus planisférios.



Como você pode ver acima, é necessária muita imaginação para reconhecer essas figuras no céu. Na imagem acima, estão 5 exemplos de constelações que foram desenhadas pelos gregos no século 2 A.C.. Você também pode conectar as estrelas e desenhar sua própria constelação.



# O Céu dos Gregos

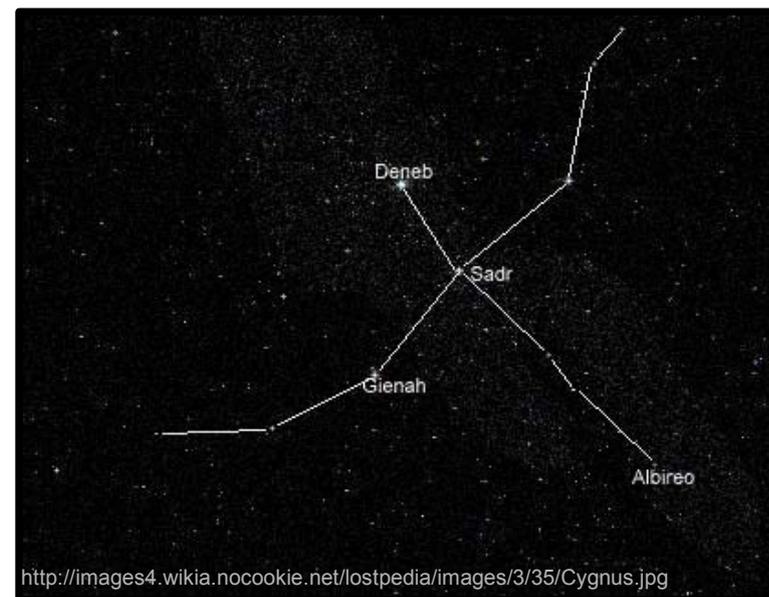


As duas figuras acima mostram as constelações descritas pelos astrônomos gregos antigos (como Ptolomeu). A figura da esquerda mostra um esquema para ligar as estrelas formando constelações. À direita, nós vemos as constelações do Hemisfério Norte do jeito que os gregos antigos as imaginaram.



# Um Cisne na Via Láctea

- Nesta atividade, aprenderemos como traçar as constelações e porque elas se parecem assim quando vistas da Terra.
- Para isso, nós faremos um modelo tridimensional da constelação conhecida como Cygnus ou "Cisne". A estrela correspondente à cauda do cisne é chamada Deneb e é uma das estrelas mais brilhantes da Via Láctea.



Idade	Acima de 10 anos. Pode ser feito individualmente ou em pares.
Duração	~ 45 min.
Metodologia	Experimentação / Atividade Lúdica e de Criação
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo do Cisne (ver apêndice), um por estudante ou dupla</li> <li>- Pequenas bolas (ex., miçangas ou bolas de papel ou massinha fluorescente), 8 por estudante ou dupla</li> <li>- Tesoura e durex</li> <li>- Régua ou trena</li> <li>- Cordas coloridas</li> </ul>
Material opcional (para o móbile)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corda de nylon (se for pendurar o móbile)</li> <li>- Folha de papel cartão (uma por estudante ou dupla)</li> </ul>



# Descrição da Atividade

## Procedimento

Dê a cada estudante ou dupla um modelo da constelação do Cisne, junto com 8 pedaços longos de cordas coloridas.

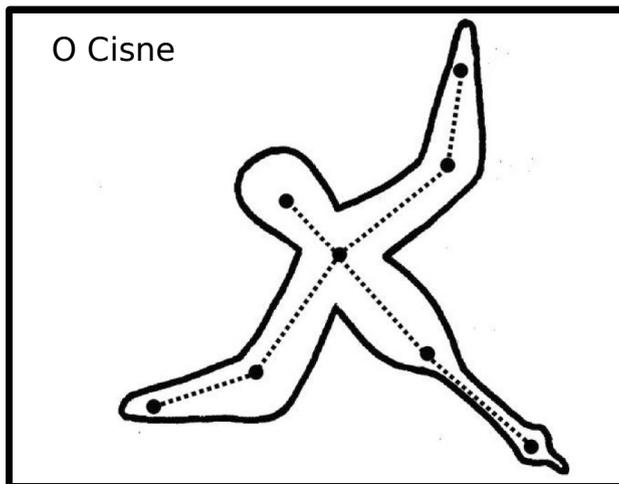
- Usando a régua, corte as cordas coloridas no comprimento indicado no modelo para cada estrela (em cm)
- Coloque as cordas nas 8 posições das estrelas correspondentes (cole-as ou passe-as por um buraco no papel e faça um nó)
- Grude uma miçanga ou uma bolinha de papel ou massinha fluorescente no final de cada corda
- Cole o Cisne num teto baixo (como mostrado na figura) ou monte-o num pedaço de papelão e o pendure no teto com uma corda de nylon. Você acaba de construir um móbile do Cisne!

Modelo da Constelação do Cisne. Ver apêndice.





# Descrição da Atividade



## Vamos Analisar Melhor?

- Deite no chão embaixo do seu móbil. O que você vê? As bolinhas no final das cordas (estrelas) formam o desenho de um cisne imaginário?

*Sim, nós devemos ser capazes de ver a constelação do Cisne da maneira que ela aparece aqui na Terra.*

- Se agora olharmos as mesmas estrelas de lado, ainda veremos o Cisne? Por quê?

*Nós não vemos mais o Cisne porque nossa posição no espaço mudou. Desse novo ponto de vista, as estrelas estão a diferentes distâncias de nós, diferentes de quando olhamos de baixo. Ou seja, as formas das constelações que vemos são apenas aparentes e relativas.*

- *As cordas representam as distância que nos separam das estrelas. Cada cm de corda corresponde a 60 anos-luz (57 seguido por 13 zeros km!) no espaço "real"!*

- *Você consegue calcular a distância real que nos separa de cada estrela da constelação do Cisne?*

- *Convide outras pessoas para olhar o seu móbil. Conte para elas que o tamanho e a distância de tudo que você vê no céu é relativo. As aparências as vezes enganam, não é?*



# Órion, o Caçador



- Nesta atividade, nós veremos as diferenças entre as distribuições bidimensionais e tridimensionais dos objetos celestes.
- Para isso, nós faremos um modelo tridimensional da constelação chamada "Órion, o Caçador", um gigante na mitologia grega.

Acima de dez anos, em grupos de 10 ou menos participantes

Idade

~ 45 min.

Duração

Experimentação / Atividade Lúdica e de Criação

Metodologia

- Pedacos transparentes de plástico grosso
- 9 ou 10 bolas de isopor ou plástico com 10cm de diâmetro
- Cordas coloridas
- Régua ou trena
- Fita adesiva e tesoura

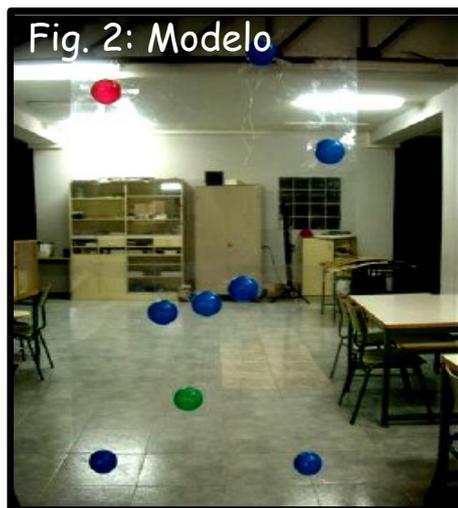
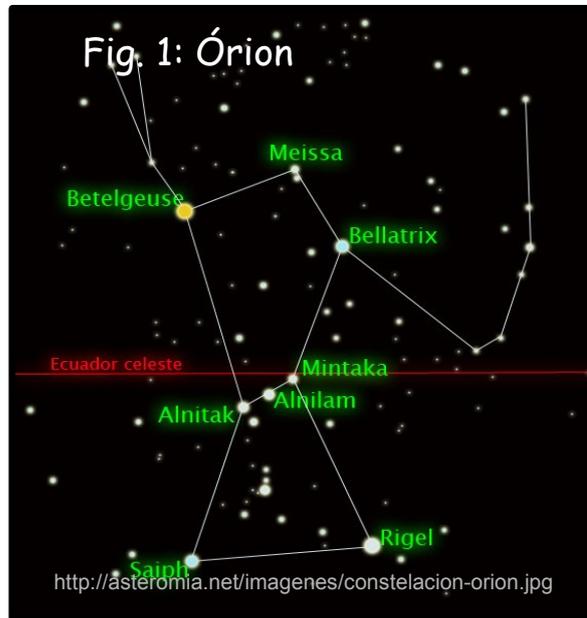
Material

- Pincéis e tintas azul, vermelha e amarela

Material opcional (par pintar as bolas)



# Descrição da Atividade



## Procedimento

- Desenhe a constelação do Órion no plástico, baseado na Figura 1. Marque a localização de cada estrela na constelação.
- Corte 9 peças de corda nos comprimentos listados na Tabela 1 (próxima página)
- Fure o plástico nos pontos que você marcou e passe os 9 pedaços de corda pelos buracos. Coloque uma bola na ponta de cada corda, como mostrado no modelo da Figura 2.
- Em seguida, dois participantes devem segurar o plástico enquanto nove devem segurar as bolinhas, esticando o plástico até que cada corda fique esticada (veja Figura 3 na próxima página). Os restantes devem escolher duas localizações (A e B) de onde eles observarão e desenharão a forma de Órion, o Caçador. O modelo da constelação deve ser fixado em algum lugar.
- Opcional: os estudantes que seguram o modelo podem trocar de lugar com os outros para ter uma chance de observar. Juntos, eles podem tirar fotos dos dois pontos de observação.



# Descrição da Atividade

Tabela 1: Escala é 1cm : 5 anos-luz

Cor da Estrela	Estrela	Distância da Terra (anos - luz)	Distância do modelo(m) (1 ano-luz = 2mm)
Azul	Bellatrix	240	0,48 m
Vermelho	Betelgeuse	425	0,85 m
Azul	Saiph	722	1,44 m
Azul	Rigel	900	1,80 m
Azul	Mintaka	915	1,83 m
Azul	Alnilam	1.360	2,72 m
Azul	Alnitak	825	1,65 m
Azul	Meissa	1.100	2,20 m
-	Nebulosa de Órion (M42)	1.600	3,20 m

Fig. 3: A atividade em ação.



- Aqui estão os dados para as principais estrelas da Constelação de Órion. Lembre que nós medimos as distâncias entre as estrelas e a Terra em anos-luz, que é a distância que a luz pode viajar em um ano terrestre com a velocidade de 300 000 km/s.

- A última coluna mostra o comprimento que o pedaço de corda deve ter para um modelo onde 5 anos-luz equivale a 1cm (ou 1 ano-luz : 2mm).



# Descrição da Atividade



## Vamos Analisar Melhor?

- Os estudantes atrás do plástico podem aprender como a constelação de Órion se parece nomeando cada estrela. Qual estudante está segurando Betelgeuse? E qual está segurando Rigel? Alnilam?

- Em seguida, os estudantes devem observar a constelação a partir dos pontos A e B. Eles devem desenhar o que vêem numa folha de papel. Eles ainda veem a constelação de Órion? Sim ou não? Por quê?

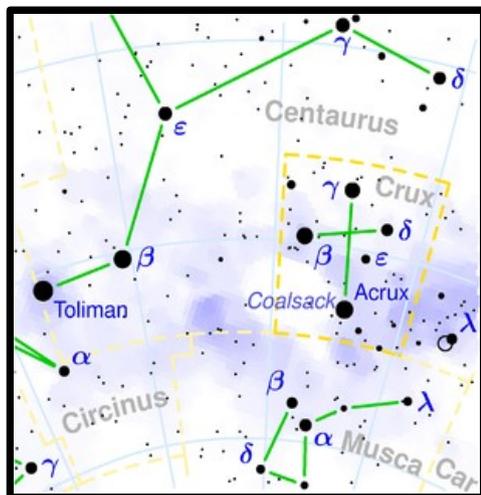
*Nós não vemos mais Órion porque nossa posição no espaço mudou. A partir do novo ponto de vista, nós vemos estrelas em posições e distâncias diferentes daquelas que nós observamos em frente ao plástico. A maneira como vemos as constelações do nosso planeta não corresponde à posição "real" das estrelas - nós vemos as estrelas como se elas estivessem todas à mesma distância da Terra, mas não é o caso!*

- Você pode fazer essa atividade com outras constelações também. Quais das constelações da próxima página você já conhecia?

# Outras Constelações



Para continuar, aqui estão algumas informações sobre outras constelações. Nós podemos fazer nosso próprio modelo em escala e compartilhar o que aprendemos sobre as posições das estrelas no céu. Pode ser bem interessante aprender os nomes das estrelas e constelações, aprender sobre a mitologia por trás dos seus nomes, aprender as características e localizações das estrelas. Tente conseguir um planisfério, que pode servir como seu mapa de "navegação" pelo céus.



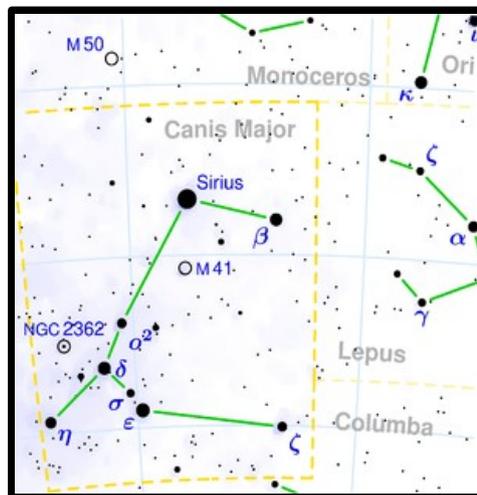
## "Cruzeiro do Sul"

Principais estrelas:

*Acrux*, de cor branca azulada, magnitude 0.8.

*Mimosa*, branca azulada, magnitude 1.3.

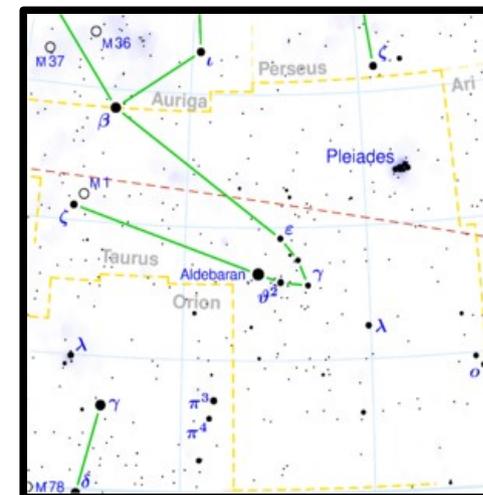
*Gacrux*, vermelha, magnitude 1.6.



## "O Touro"

Principais estrelas:

*Aldebaran* (alpha Tau), uma gigante vermelha de magnitude 1. *Elnath* (beta Tau) forma o chifre do touro. O Touro contém dois dos mais famosos aglomerados abertos no céu, as Pleiades e as Hyades.



## "Cão Maior"

Principais estrelas: *Sirius* é a estrela que aparente ser mais brilhante quando vista da Terra, magnitude -1.46. É uma das maiores estrelas visíveis a olho nu.



# Por que não vemos Estrelas durante o Dia?

*Onde estão as estrelas durante o dia?*

- Devido às luzes nas grandes cidades podemos ver apenas as estrelas mais brilhantes durante a noite. Em áreas mais remotas, sem luz artificial ao redor, é possível ver estrelas mais fracas.
- Durante o dia, a luz do Sol ofusca a luz das estrelas, de modo que não podemos vê-las.
- Nesta atividade, vamos aprender por que não podemos ver as estrelas durante o dia.
- Para isso, vamos criar uma experiência que nos ajude a simular como o brilho da luz solar se dispersa na atmosfera, nos impedindo de ver as estrelas durante o dia.



Esta imagem mostra um grupo de estrelas que você pode ver em uma noite clara, sem um telescópio. Esse aglomerado de estrelas é conhecido como Messier 45 (nome técnico), Plêiades (nome da mitologia grega), as Sete Irmãs (nome da cultura maia) ou Qollqa (nome da cultura andina).

Idade	8-12 anos
Duração	~ 45 min.
Metodologia	Experimentação
Material	- Papelão preto
	- Algo pontiagudo para fazer buracos no papelão
	- Lâmpada
	- Abajour ou vela



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Entender que as estrelas estão sempre no céu, mesmo quando não podemos vê-las.
- Entender que a luz adicional - seja do Sol, Lua, ou luz artificial - torna impossível a visibilidade das estrelas durante o dia, pois as estrelas são objetos muito fracos.

## Capacidades do Processo Científico

- Construção de modelos.
- Simulação de fenômenos que acontecem longe da Terra por meio de materiais que podem reproduzir o fenômeno em menor escala.
- Praticar previsões (sobre o que aconteceria com o experimento com adição de luzes).

## Propósitos

- Promover a valorização do céu escuro, onde podemos observar muitas estrelas.
- Entender por que a poluição luminosa é uma questão importante.



# A Luz das Estrelas

(para professores: introduza essas informações aos seus alunos apenas no final da atividade)



Image credit: Lucas Saldanha Werneck



A luz solar, assim como a luz das grandes cidades, reduz a visibilidade das estrelas. Durante a noite, se houver uma grande quantidade de luz artificial, não é possível ver as estrelas mais fracas. Da mesma maneira, durante o dia, a luz do Sol ofusca completamente a luz de todas as estrelas.

- Mesmo não vendo as estrelas durante o dia, elas ainda estão no céu, no mesmo lugar, onde as vemos à noite.
- Não é possível ver as estrelas durante o dia, porque a luz solar é espalhada pela atmosfera (composta de vapor de água, gás e poeira), em todas as direções, ofuscando o brilho das estrelas. É por conta desse espalhamento da luz do Sol que vemos o céu tão brilhante e azul.
- Depois que o Sol se põe, as estrelas tornam-se visíveis no céu. Como ele fica mais escuro, o número de estrelas que podemos ver aumenta.
- Por outro lado, com a aproximação do nascer do Sol, o número de estrelas que podemos ver diminui. Ao nascer do Sol, podemos ver apenas algumas das estrelas mais brilhantes. Finalmente, todas as estrelas desaparecem completamente com a luz solar brilhante.



# Descrição da Atividade



## Orientação

- Você já foi lá fora e viu estrelas? Onde você as vê? A que horas? Com o que elas se parecem? Há momentos em que você não pode ver as estrelas? *Os alunos podem responder: "Não é possível vê-los durante o dia, ou quando há nuvens". Outros podem notar que "é mais difícil de vê-las na cidade do que no campo".*

- Conduza uma "Tempestade de ideias" (ou *Brainstorming*, do inglês): Escreva na lousa algumas razões pelas quais você não é capaz de ver as estrelas durante o dia, ou nas grandes cidades.

- Então, diga aos estudantes: "Vamos simular a visualização de estrelas durante a noite e durante o dia com um modelo simples".



# Descrição da Atividade

## Procedimento: Simulando as Estrelas do Céu Noturno

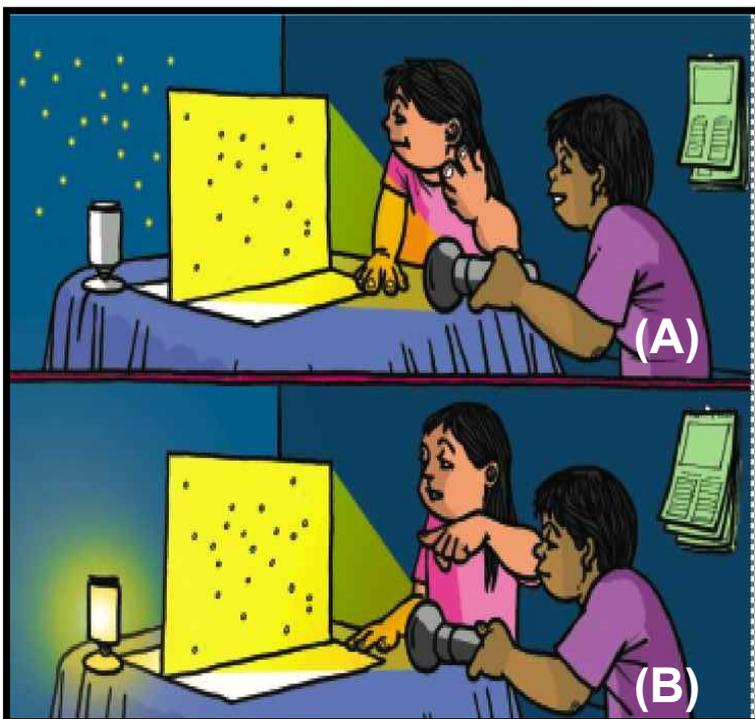
Esta atividade deve ser feita em uma sala que possa ficar completamente escura. Antes de começar, reúna seus materiais perto de você, para que possa encontrá-los facilmente quando a sala estiver escura.

- Faça pequenos furos no pedaço de papelão. Estes irão simular estrelas. Você pode usar um planisfério do céu para copiar alguns modelos de constelações, ou você pode inventar as suas próprias constelações.

- Coloque o papelão perto de uma parede no sentido vertical. Na parede, você irá projetar suas estrelas modelo, como mostrado na figura (A) ao lado.

- Uma vez que a sala estiver escura, ascenda a lanterna apontando para o papelão, de modo que você possa ver os pontos luminosos projetados na parede.

- Os pontos de luz na parede representam estrelas, e a escuridão da sala representa a noite. Quão bem você pode ver as estrelas?



Você sabia que o Sol também é uma estrela? Sua luz brilhante nos impede de ver outras estrelas durante o dia.



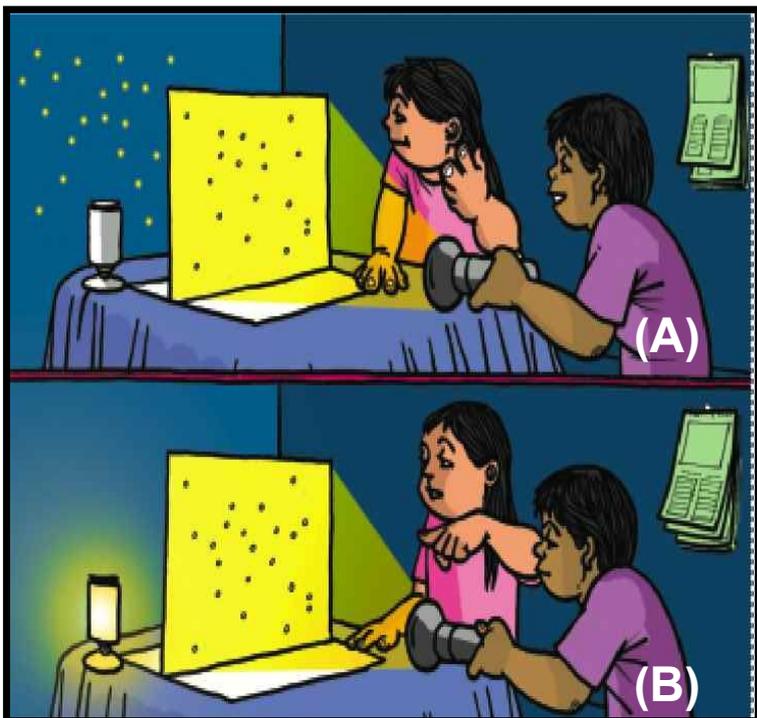
# Descrição da Atividade

## Procedimento: Simulando o Efeito das Luzes do Sol ou da Cidade

As perguntas que queríamos responder eram: podemos ver as estrelas durante o dia, ou nas grandes cidades? Como podemos simular isso em nosso modelo?

Deixe os alunos fazerem sugestões. Eles podem sugerir acender a luz da sala, ou acender um abajour ou vela, como ilustrado na figura (B). Em seguida, faça os passos abaixo (em qualquer ordem) para que eles possam reproduzir o experimento.

- Peça aos alunos para prever o que eles acham que vão ver quando você acender a vela ou acender as luzes da sala.
- Com a lanterna ainda acesa, acenda o abajour ou vela, e segure perto da parede. Isto mostra como a luz das cidades reduz a visibilidade das estrelas.
- Quanto fácil ou difícil é ver as estrelas agora? Por quê?
- Em seguida, apague a vela e ascenda a luz da sala. Isso mostra como o brilho da atmosfera não nos permite ver as estrelas durante o dia.
- Quanto fácil ou difícil é ver as estrelas agora? Por quê?



Você sabia que o Sol é uma estrela, também? Sua luz brilhante nos impede de ver outras estrelas durante o dia.



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- O que aconteceu com as estrelas projetadas na parede quando você acende o abajour ou vela? O que aconteceu quando você acende a luz da sala? Parece que as estrelas desapareceram... Isso quer dizer que as estrelas não estavam mais lá ?

*O que acontece é que a luz da sala ofusca o brilho das estrelas projetadas na parede, da mesma forma que a luz do Sol ofusca a luz das estrelas, e é por isso que não podemos vê-las durante o dia, mesmo que elas existam.*

- A luz do abajour ou vela representa a luz das cidades que também ofusca a luz das estrelas. Muitas vezes, não é possível ver até mesmo uma única estrela durante a noite. Existem várias razões para isso, como a presença de nuvens, o brilho da Lua, ou por causa do excesso de luz artificial (poluição luminosa) . É por isso que, se você quiser fazer observações astronômicas, você precisa escolher um local especial, evitando lugares onde a alta umidade ou muita luz das cidades possam reduzir a qualidade de suas observações.

- Como você acha que seria o céu se todo o mundo fosse apenas uma grande cidade cheia de luz ?



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Nesta atividade foi utilizado um modelo da realidade para aprendermos sobre os efeitos da luz e nossa capacidade de ver as estrelas. O que representava o que?

*Pontos de luz na parede representam as estrelas, abajour ou vela representam as luzes da cidade e a luz da sala representava o Sol.*

- Como você acha que o nosso modelo se compara com a realidade?

- O que é bem representado, o que não está tão bom?

- Como podemos melhorar o nosso modelo?

*As luzes da sala não são tão mais brilhante que as estrelas do modelo como na realidade; a localização do abajour ou vela, e luzes da sala com relação às estrelas; as estrelas têm brilho diferente uma das outras na vida real.*

- Com estudantes mais avançados, pode-se discutir o papel da atmosfera: a luz do Sol é espalhada pela atmosfera e por isso o céu é brilhante em todas as direções. Um fenômeno semelhante à esse é o da luz da sala sendo espalhada pelas paredes



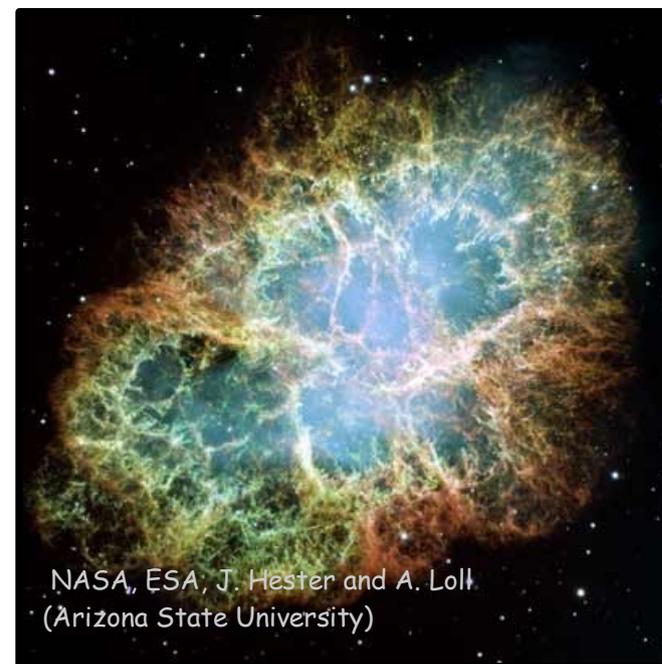
# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Você acha seria possível de ver uma estrela durante o dia que não seja o Sol?

- Escreva as ideias dos alunos no quadro.  
Provavelmente ninguém vai ter ouvido falar sobre as supernovas.

*Sim, isso pode acontecer quando uma estrela grande e "velha" explode e se torna um objeto extremamente brilhante. Este evento, chamado supernova, é tão brilhante que ele pode ser visto sem um telescópio. A explosão pode permanecer visível por semanas ou meses. Com o tempo, o brilho diminui até que a seu brilho seja comparável ao de uma estrela normal. A Nebulosa do Caranguejo (na imagem à direita) é o resultado da explosão de uma supernova que ocorreu no ano de 1054, e era tão brilhante que pôde ser observada durante o dia. A observação foi documentada por astrônomos chineses e árabes em 4 de julho 1054. A explosão permaneceu visível por 22 meses.*



A Nebulosa do Caranguejo é o resultado da explosão de uma estrela. A explosão foi tão poderosa que era visível durante o dia.



# Por que as Estrelas Piscam?



*Vamos juntos descobrir por que as estrelas piscam através de um experimento simples e divertido!*

- Primeiro, vamos falar dos materiais de que precisamos para nosso experimento.
- Vamos prestar atenção a tudo que acontece à medida que o experimento se desenrola.
- Quando terminarmos, vamos ter descoberto a razão pela qual as estrelas piscam.

Idade	A partir dos 10 anos
Duração	~ 60 min.
Metodologia	Experimentação / Aprendizado por Pesquisa
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lâmpada (ou vela)</li> <li>- Pedaco de papelão</li> <li>- Algo pontiagudo para fazer furos</li> <li>- Recipiente com água quente</li> </ul>



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Avaliar o papel da atmosfera no fenômeno do piscar das estrelas e interpretar este piscar baseando-se no fato de que a luz das estrelas passa pela atmosfera da Terra em movimento, que curva a luz em direções diferentes e a espalha.
- Deduzir que planetas piscam menos que estrelas porque seu tamanho aparente é maior.

## Capacidades do Processo Científico

- Construção de modelos - reconhecer que podemos simular efeitos que acontecem muito longe de nós (na atmosfera) com materiais simples em escala menor.
- Fazer previsões e tirar conclusões (sobre o que acontece quando se adiciona a vela).

## Propósitos

- Sentir-se capacitados a entender um fenômeno que podemos observar comumente: o piscar das estrelas.
- Sentir-se curiosos para fazer mais perguntas sobre o piscar das estrelas e fazer mais experimentos com o modelo.



# A Atmosfera Terrestre

- A atmosfera é uma camada gasosa que envolve a Terra.
- Nossa atmosfera nos protege dos efeitos nocivos da radiação ultravioleta.
- Ela também mantém a temperatura durante o dia e durante a noite relativamente similar.
- A atmosfera serve de escudo contra objetos que vêm do espaço (como meteoritos) que se chocam contra a Terra todos os dias.
- A atmosfera é composta de vários gases, incluindo oxigênio, hidrogênio e nitrogênio.



**!** Atmosfera terrestre vai além da superfície terrestre, estendendo-se por vários quilômetros.



# Descrição da Atividade

## Orientação

- Você já saiu à noite e reparou nas estrelas? Com o que elas se pareciam? Já reparou nelas "piscando"? O que significa este "piscar" das estrelas? Com o que isso se parece?  
*"Piscar" significa se tornar mais ou menos brilhante rapidamente; algumas vezes parece que a estrela se move ou "dança" um pouco também. Algumas vezes parece mudar um pouco de cor.*
- Quando e onde você viu as estrelas piscar? É a mesma coisa toda noite? Por exemplo, ao anoitecer, ao amanhecer? Baixo no horizonte ou no alto, bem acima de você? Em dias calmos ou com vento?
- Por que acha que as estrelas piscam de verdade? Ou existe algo extra que provoca esse piscar? Vamos discutir algumas ideias e anotá-las.  
*Preste especial atenção às ideias sobre a atmosfera terrestre.*

## Projetando o Experimento

- Como poderíamos testar estas ideias?
- Vamos usar um modelo de estrelas durante o dia para fazer uma estrela na sala de aula. O que deveríamos fazer para simular o piscar dela?  
*Alunos discutem mais ideias e posteriormente o professor sugere o seguinte procedimento:*



# Descrição da Atividade

## Procedimento

- Faça um pequeno buraco na folha de papelão com algo pontiagudo.  
Coloque o papelão (com o furo nele) entre você e uma fonte de luz (uma lâmpada ou vela acesa)
- Para observar melhor o efeito, a sala deve estar escura. Você agora deveria ver uma "estrela" (a partir da luz que atravessa o papelão) aparecer à sua frente.
- Coloque o recipiente de água quente entre você e o papelão (tenha cuidado se a água estiver muito quente). Veja o que acontece com a imagem da estrela.
- O que você vê? Por que acha que isto está acontecendo?





# Descrição da Atividade

## Outros Experimentos

- Vamos fazer mais experimentos. O que acha que aconteceria se usássemos água fria? E se a gente soprasse o vapor da água quente? E se usássemos uma vela? Que outras ideias de experimentos você tem?

*Deixe os alunos experimentarem e observarem o fato de que o ar que se movimenta entre a estrela e a Terra é o que faz com que ela pareça estar dançando.*

- Você já viu planetas no céu? E eles, parecem piscar? Por que eles deveriam ser diferentes das estrelas? Como podemos testar estas ideias?

*Ajude os alunos com a ideia de que estrelas estão tão longe que parecem pontos distantes de nós aqui na Terra, enquanto planetas parecem ser um pouco maiores (embora sejam muito menores em seu tamanho real): fazer com que os alunos tragam bolas de diferentes tamanhos para perto e longe de seus olhos. Ajude os alunos com a ideia de que um furo maior no papelão representa um planeta. Então, tente os mesmos experimentos com o planeta e compare-os com o que viram com a estrela.*



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Você conseguiu ver a diferença entre antes e depois de colocar a água quente entre você e o papelão iluminado? E o que viu?

*Você deve ter visto que a imagem da estrela começou a "dançar". Isto é por causa do vapor d'água entre você e o papelão. Um efeito parecido acontece quando a luz das estrelas passa pela atmosfera terrestre.*

- E por que as estrelas piscam e os planetas, não?

*Os planetas estão muito mais perto de nós que as estrelas. Por as estrelas estarem tão longe de nós, elas se parecem mais como pontos do que círculos, então o efeito de refração produzido pela atmosfera se torna mais visível.*

- Você acha que os astronautas no espaço verão as estrelas piscando? Por quê? Ou por que não?  
*Astronautas no espaço não veem as estrelas piscar porque não existe atmosfera entre eles e as estrelas.*

- O que você acha desse modelo para representar estrelas piscando? O que é bem representado pelo modelo e o que não é? Você acha que dias com mais ou menos vento levam as estrelas a piscar mais? Vá lá fora e compare!

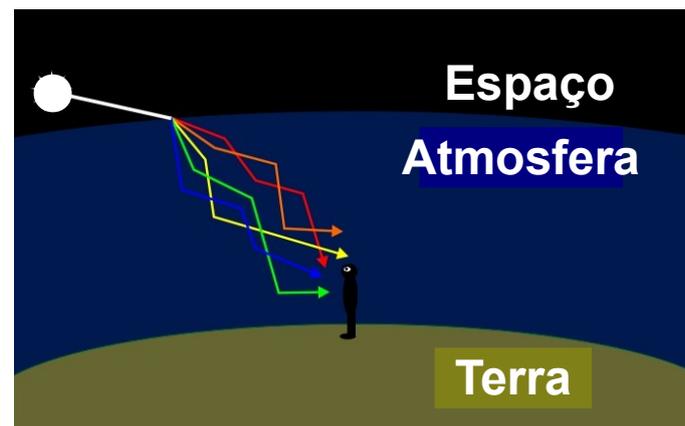


# Como a Atmosfera Refrata a Luz

(apenas para estudantes avançados ou professores)

- A luz se curva quando entra na atmosfera terrestre devido à refração.
- O índice de refração é uma função da densidade do ar, pressão, temperatura e umidade. Consequentemente, altitudes diferentes na atmosfera têm índices diferentes de refração.
- A refração aleatória da luz das estrelas passando pela atmosfera até a localização do observador é o que faz as estrelas piscarem.
- Como você espera que a quantidade de piscadas das estrelas se compare para estrelas acima da sua cabeça e estrelas no horizonte? Já viu isso?

*Estrelas próximas ao horizonte piscam mais que as sobre as nossas cabeças. Isto é porque a luz das estrelas próximas ao horizonte viaja por caminhos mais longos através da atmosfera e por isso é mais afetada pela refração. (Deixe os alunos desenhar caminhos diferentes).*



**!** A luz da estrela é distorcida enquanto viaja pelos diferentes níveis da atmosfera.



---

## 2. O Sistema Solar

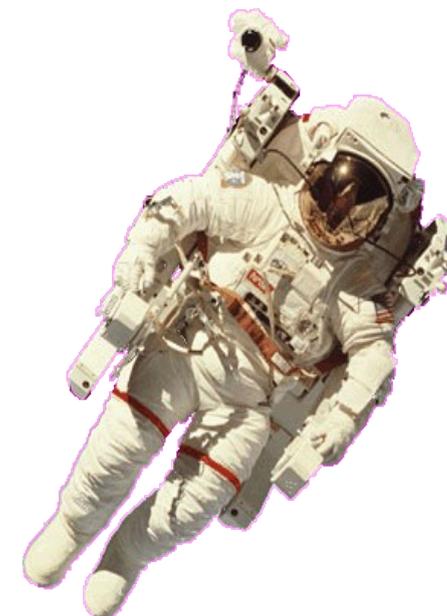
---



# Astronautas no Espaço

*Nesta atividade, aprenderemos sobre as sensações que os astronautas experimentam quando estão no espaço!*

- Quando astronautas vão a uma missão ao espaço, eles experimentam efeitos diversos nos seus corpos devido à baixa gravidade
- Nós aprenderemos sobre os efeitos e sensações sentidos pelos astronautas em um experimento fácil e divertido
- Ao final da atividade, nós saberemos mais sobre o que os astronautas sentem nas suas viagens ao espaço!



Idade	8-15 anos
Duração	~ 60 min.
Metodologia	Experimentação
Material	- Papel - Lápis - Fita métrica ou trena



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Entender que a gravidade (e também sua ausência) tem um efeito importante no nosso corpo.

## Capacidades do Processo Científico

- Construção de modelos: Entender que nós podemos simular os efeitos que ocorrem no espaço aqui na Terra (neste caso, sentando de cabeça para baixo) e realizar experimentos com eles.

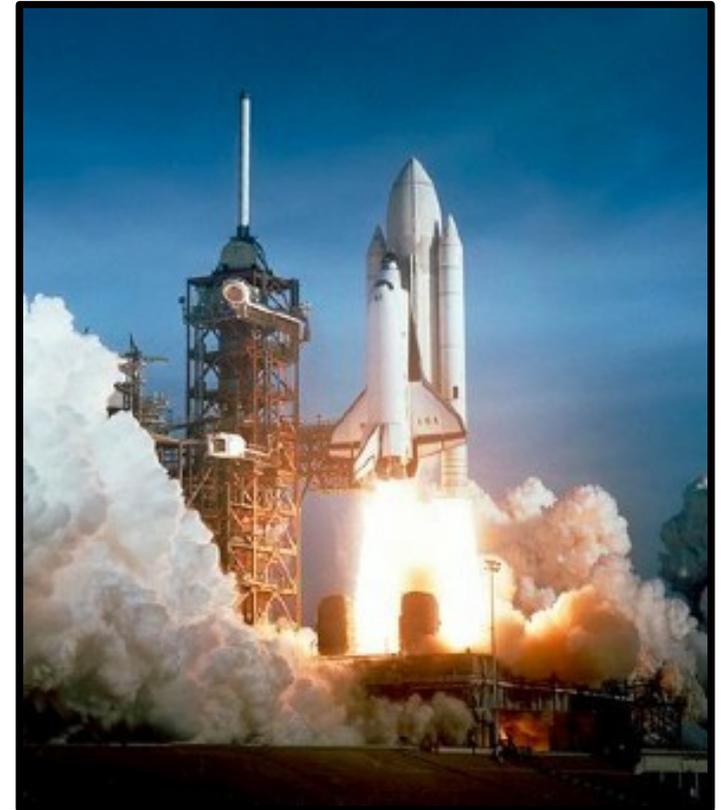
## Propósitos

- Inspirar-se para aprender mais sobre astronautas e viagens espaciais.
- Aumentar o interesse em ciência imaginando a si mesmo como um astronauta.
- Ser capaz de construir modelos existentes e os reproduzir por conta própria.
- Desenvolver a vontade de modelar fenômenos naturais a partir do divertimento em criar modelos (neste caso, sentando de cabeça para baixo).



# Os Astronautas e as Viagens ao Espaço

- A corrida espacial começou na metade do século passado entre os países que eram naquela época as duas superpotências mundiais: os Estados Unidos e a União Soviética.
- Desde então, outros países começaram seus próprios programas espaciais e lançaram diversas viagens ao espaço, a maioria delas com objetivos científicos.
- Astronautas são pessoas que são treinados fisicamente e psicologicamente para fazer viagens espaciais, ficando em órbita por dias ou até meses.

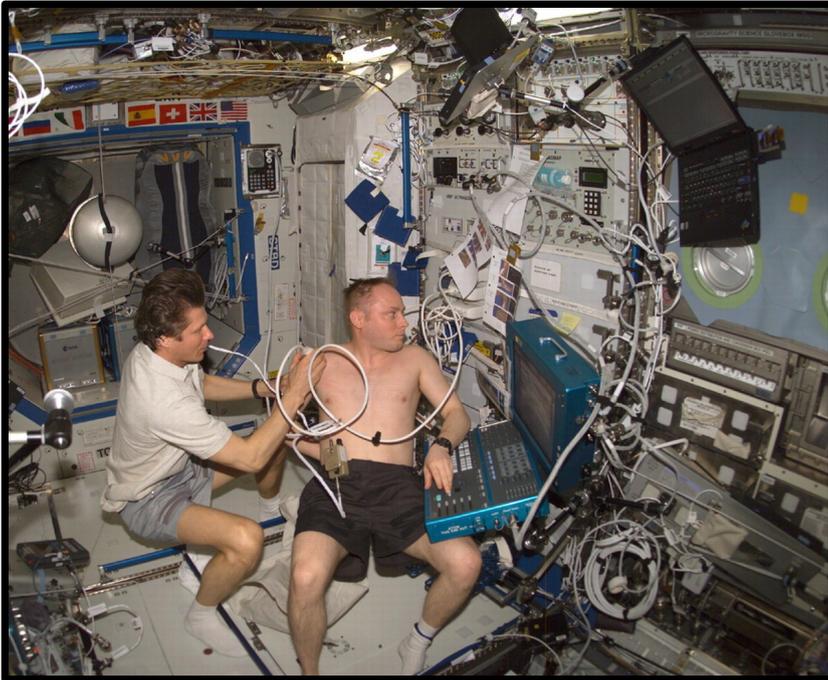


**!** Viagens ao espaço duram menos que um mês, mas astronautas na Estação Espacial Internacional (ISS, na sigla em inglês) podem ficar em órbita por mais de três meses.



# O Corpo Humano no Espaço

(para professores: introduza essas informações aos seus alunos apenas no final da atividade)



**!** Um erro comum é afirmar que não há gravidade para os astronautas no espaço, pois eles estão longe da Terra. Na realidade, o ônibus espacial, onde vivem os astronautas, está em queda livre em torno da Terra, e portanto os astronautas experimentarão a sensação de gravidade reduzida.

- Quando astronautas estão no espaço eles experimentam diversos efeitos nos seus corpos devido ao fato deles não sentirem a força da gravidade quando estão em órbita.
- A ausência de gravidade faz com que os fluidos corporais (ex: água e sangue) se movam para a parte superior do corpo, de maneira que muitas vezes os astronautas tem faces coradas e algumas vezes também dores de cabeça ou a sensação de que estão ficando resfriados.
- No espaço, seus ossos não precisam suportar o seu corpo e se os astronautas ficam muito tempo lá, seus ossos começam a enfraquecer.
- Da mesma forma, seus músculos não precisam fazer muito esforço, assim os astronautas precisam fazer exercícios físicos quando estão no espaço para manterem seus corpos em forma.



# Descrição da Atividade

## Orientação: Imagine que Você é um Astronauta

Pergunte aos estudantes:

- O que vocês imaginam que pode acontecer aos corpos dos astronautas quando eles estão no espaço?
- De que modo as condições no espaço são diferentes das condições na Terra?

*A gravidade que os astronautas sentem no espaço é mais fraca (mas veja a seção "erro comum" na página anterior). Isto não é relevante para esta atividade, mas os estudantes podem também falar sobre como respirar no espaço.*

## Fazendo hipóteses

- Vamos pensar: Que efeitos essas condições podem ter sobre os astronautas?
- O que você acha que pode acontecer com os corpos dos astronautas se eles ficarem um longo tempo no espaço?

*Escreva as respostas dos estudantes na lousa.*

- Questões adicionais: Como isso pode afetar diferentes partes do corpo? Os efeitos poderiam afetar todas as partes do corpo do mesmo jeito?

*Pense sobre o efeito na altura, nos ossos, nos músculos, sangue, cérebro, cabelo, batimento cardíaco, visão, audição. Peça aos estudantes para explicarem como eles acham que cada parte do corpo poderia ser afetada.*



# Descrição da Atividade

## Projetando um Experimento

- Como nós poderíamos simular a experiência de estar sob baixa gravidade aqui na Terra?

*Os estudantes podem gostar de tentar pensar nos meios pelos quais eles poderiam diminuir a gravidade, talvez indo parcialmente para o espaço, voando num avião...*

- Questões adicionais possíveis: Nós poderíamos fazer alguma coisa aqui na sala?

*Professores devem ler o próximo slide antes e tentar guiar as ideias dos estudantes para esse tipo de experiência. Somente quando os estudantes tiverem tentado chegar às suas próprias ideias experimentais, dê a eles os procedimentos experimentais para essa atividade, mostrando a relação entre as ideias deles e a proposta do experimento.*



# Descrição da Atividade



Deite no chão de barriga para cima e eleve suas pernas até que formem um ângulo de  $90^\circ$ , apoie-as numa parede ou cadeira.



Astronautas podem crescer vários centímetros porque a gravidade não está pressionando suas vértebras da coluna vertebral e algumas vértebras se separam um pouco das outras. Quando astronautas retornam de suas viagens espaciais, suas vértebras voltam ao normal.

## Procedimento

- Tente relaxar e ficar em pé por 10 minutos. Enquanto estiver em pé, escolha três pontos na suas pernas e meça a distância entre cada um deles e sua cintura. Escreva suas medidas num pedaço de papel.
- Agora deite no chão e coloque seu pedaço de papel, fita métrica e lápis perto de você. Estenda suas pernas para cima formando um ângulo de  $90^\circ$ , como mostra na figura ao lado. Fique nessa posição por 10 minutos.
- Levante-se e meça novamente as distâncias nas suas pernas que você tinha medido no começo do experimento.
- Compare os resultados obtidos antes e depois de ficar deitado no chão!
- O que você acha que aconteceu?



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Como suas medidas antes e depois de deitar no chão se comparam entre si? O que você acha que causou essa mudança?

*Enquanto você está deitado no chão, boa parte do seu sangue começa a correr das suas pernas para a parte superior do seu corpo, mudando o comprimento das suas pernas. Isso também acontece com os astronautas no espaço.*

- Aqui, nós criamos um **modelo** para simular condições que nós não temos na Terra. É importante comparar nosso modelo com a realidade: De que maneira esse experimento é similar ou diferente do que realmente acontece com os astronautas no espaço?

*Na verdade, estamos olhando para a pressão dentro do corpo nessa atividade. Quando nós estamos em pé normalmente na Terra, nós sentimos mais pressão nos nossos pés e menos pressão nas nossas costas ou cabeças porque a gravidade está empurrando o sangue das nossas cabeças para os nossos pés. Nessa atividade, ao invés de diminuirmos a gravidade, nós viramos de ponta cabeça, então a pressão em nossas cabeças é maior e a pressão em nossos pés é menor.*



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- O modelo que nós acabamos de executar é menos extremo do que ir ao espaço, uma vez que nós gastamos menos tempo nele. Nossos pés sentem a mesma falta de gravidade que eles sentiriam no espaço se nós os levamos para o alto.

- Se você fosse para o espaço por bastante tempo, você acha que experimentaria mudanças no seu corpo?

*A resposta é sim; nesta atividade nós aprendemos as mudanças que os astronautas podem experimentar quando eles vão ao espaço. Agora nós sabemos que essas mudanças são causadas principalmente pela baixa gravidade, o que causa mudanças nos fluidos do nosso corpo, ossos e músculos.*

- Termine mostrando a página "O Corpo Humano no Espaço"



# A Terra como um Grão de Pimenta!

- Nesta atividade, vamos construir um modelo do Sistema Solar. Para tanto, imaginaremos a Terra tão pequena e vulnerável como um grão de pimenta.
- Ao fazer uma viagem curta em nosso modelo, vamos descobrir como é incrivelmente grande o Sistema Solar e como ridiculamente é pequena a Terra nessa comparação.

Idade	A partir dos 8 anos (construção de um modelo reduzido Sistema Solar) A partir dos 12 anos (parte de cálculos - distâncias e tamanhos dos planetas em escala)
Duração	~ 45 min-1 h (sem a parte "Calculando Escalas") ~ 1 h30 min (com a parte "Calculando Escalas")
Metodologia	Experimentação / Aprendizado por Pesquisa
Material	- Uma bola (~230 mm) ou Sol impresso (ver Anexos) <i>Para cada grupo de alunos, providenciar também (dependendo do que é mais fácil de encontrar):</i> - Argila/massinha de modelar (se possível de diferentes cores) ou folhas de papel alumínio - Um conjunto de sementes de tamanhos diferentes: cabeça de alfinete (0.8 mm), grãos de pimenta do reino (2 mm), grãos de gergelim (1 mm), nozes (24mm), avelãs (30 mm), amendoins (9 mm), sementes de papoula (0.5 mm) <i>Se trabalhar com alunos do ensino secundário, dê a cada grupo:</i> - A planilha modelo (ver Anexos) - Caneta
Material Opcional (nos Anexos)	- Imagens do sistema solar, modelo impresso do Sol e da Terra, a folha de dados do Sistema Solar impresso.



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Reconhecer que as distâncias no Sistema Solar são grandes, só sendo perceptível num modelo de escala reduzida.
- Representar aproximadamente a razão de distâncias e tamanhos entre planetas e o Sol.
- Diferenciar os tipos de astros que formam o Sistema Solar baseada nas suas propriedades: o Sol, os 8 planetas, asteroides e cometas.
- Reconhecer que todos os planetas são extremamente pequenos quando comparados com o Sol.

## Capacidades do Processo Científico

- Construção de modelos: construir um modelo reduzido do nosso Sistema Solar, mantendo as proporções reais.
- Praticar as proporções matemáticas e escalas, ao reduzir as distâncias e tamanhos "reais" para o tamanho e distâncias do seu modelo.

## Propósitos

- Ter a noção da imensidão e do vazio no espaço: as distâncias entre os planetas são enormes em comparação com seus tamanhos!
- Elevar a consciência para a fragilidade do nosso planeta (apenas um grão de pimenta nessa escala!)



# Descrição da Atividade

## 1) Benvindo ao Sistema Solar

Esta página tem o intuito de levantar questões que motivem os alunos e também de descobrir que conhecimentos prévios que eles têm sobre este assunto.

- O nosso Sistema Solar está localizado num dos braços da Via Láctea, nossa Galáxia, aproximadamente a 28 mil anos-luz do seu centro (afastado 2/3 do centro da Galáxia) e foi formado a 4,6 bilhões de anos!

- Como é formado o Sistema Solar?

- O Sistema Solar tem uma estrela no seu centro, chamada de Sol (*sim, é a estrela mais próxima de nós!*). Orbitando o Sol, estão 8 planetas e outros corpos de pequena dimensão, como cometas, planetas anões e asteroides!

- Vamos aprender mais sobre as diferentes propriedades dos planetas nesta atividade. Qual o tamanho que você acha que é o nosso sistema solar? Qual é a distância em km ao próximo planeta (Marte)? Ou até Netuno?

*Deixe os alunos fazer suposições e diga que é ainda muito maior...*

A



**!** As órbitas dos planetas pertencem ao mesmo plano. Isto diz-nos que o Sistema Solar foi formado a partir de um disco gigante de poeira.



# Descrição da Atividade

É quase impossível imaginar tais grandes distâncias em km. O que podemos construir para nos ajudar a representar essas distâncias? *Orientar os alunos para a idéia de fazer um modelo em escala reduzida.*

Vamos começar por imaginar que a Terra é tão pequena quanto um grão de pimenta do reino. *Você pode mostrar a pequena impressão da Terra a partir do modelo Sol-Terra que se encontra nos anexos.*

## 2) Fazendo Hipóteses

Esta primeira parte é sobre a construção antecipada do modelo e a revelação de concepções alternativas (ideias equivocadas que alguém tem para explicação de um fenômeno) dos alunos sobre o tema. Não devem ser reveladas, neste ponto, as distâncias reais. Eles apenas vão usar o seu conhecimento sobre o assunto para fazer a melhor estimativa para o modelo em escala do nosso Sistema Solar.

- Dividir os alunos em grupos de 3-4 e dar a cada grupo um conjunto de grãos de sementes, argila, massinha de modelar ou um pedaço de folha alumínio.
- Desafie cada grupo a construir uma hipótese para o modelo do Sistema Solar, tomando como referência o grão de pimenta do reino que irá representar o tamanho da Terra.
- Para cada grupo, fazer uma marca ou colocar uma pedra no chão para localizar o Sol, mas não revele ainda o tamanho do Sol. A percepção de quão grande é o Sol virá como surpresa no final.
- Os alunos são livres para escolher qual a semente que representará cada planeta, ou para fazer bolas de argila, ou massinha de modelar ou de papel de alumínio do tamanho desejado.
- Eles deverão colocar as sementes ou bolinhas feitas no chão, nas distâncias que pensam ser de cada um dos planetas ao Sol, ao longo de uma linha (embora isso negligencie a posição real dos planetas em suas órbitas).
- No final, deixe os diferentes grupos debater sobre o modelo, justificando os tamanhos e as distâncias que eles escolheram.



# Descrição da Atividade

## 3) Calculando as Escalas a Partir de Dados (Essa Parte é Sugerida Apenas para o Ensino Médio)

Com os alunos do ensino médio, é possível fazê-los trabalhar em escalas e proporções, reduzindo as distâncias reais e tamanhos dos planetas para o modelo em escala reduzida. Para os alunos do ensino você pode simplesmente mostrar os tamanhos certos (veja a próxima página).

Ao fazer isso, os alunos devem perceber que ***um modelo em escala significa que a relação entre as distâncias reais e as distâncias no modelo são sempre os mesmos.***

- Faça agora com que os alunos trabalhem com o documento que contém os dados sobre os tamanhos e distâncias dos planetas (nas próximas páginas), de modo a que possam calcular o tamanho que os objetos devem ter no modelo, podendo assim atribuir a semente correta (ou fazer a bolinha com argila, massinha de modelar ou papel de alumínio com o tamanho correto).

- Da mesma forma, deixar os alunos calcularem as distâncias que os objetos devem ter no modelo.

Preste Atenção: Com a folha de cálculo das distâncias, eles podem calcular a dimensão do modelo como a relação entre o tamanho da Terra real e tamanho do modelo, ou a razão entre a distância Terra-Marte real e a do modelo.

- Deixe os grupos compararem seus cálculos e métodos: Os métodos são equivalentes?

- Se desejar, antes de os alunos começarem os cálculos, você pode fazê-los andar pelas distâncias desde o Sol, Mercúrio, Marte e Terra, mostrando-lhes as sementes corretas ou as corretas dimensões das bolinhas. Este princípio deverá criar uma surpresa (pois espera-se que os modelos de suposição sejam certamente muito menores) e suscitará curiosidade para descobrir as escalas corretas.



# Descrição da Atividade

## 4) Experimentando as Escalas (Essa Parte é Sugerida Apenas para o Ensino Fundamental e Médio)

Um espaço grande (~100 m de comprimento) é necessário para esta parte, de preferência fora da sala de aula.

Acompanhe os alunos numa caminhada através do Sistema Solar em escala (correta). Começando pelo Sol, você irá de um planeta para outro usando o modelo em escala indicado mais a frente. Poderá dar uma grande passada para fazer de conta que é um metro.

Para os alunos do ensino básico (que não calcularam as distâncias), poderá criar o efeito surpresa ao não dizer o número de metros que irá caminhar.

- Quando chegar à posição correta de cada planeta, mostre o respectivo grão (ou bolinhas) que lhe corresponde no modelo em escala (ver tamanhos do modelo na próxima página).
  - Você pode mostrar a imagem do planeta (imprimir a partir dos anexos) e contar um fato divertido ou curiosidade sobre esse planeta.
  - Coloque um marco no chão de tal forma que os alunos possam acompanhar as distâncias no final (por exemplo, colocar uma estaca ou uma pedra e talvez colar a imagem do planeta nele).
  - Depois de ter atingido Saturno (ou um planeta mais próximo do Sol se não tiver espaço ou tempo), dê uma olhada de volta para o modelo que construiu. Concentre a atenção dos alunos sobre a Terra. O que eles pensam do observado?
  - Compare com o ponto pequeno na imagem de Saturno: esta é a Terra fotografada pela sonda Cassini (2013).
  - Dessa perspectiva, pergunte aos alunos: Quão grande deve ser o Sol??
- Deixe os alunos adivinharem ou calcularem (secundário). Surpreenda-os, mostrando uma bola de tamanho apropriado ou o disco solar impresso.

# Planilha Modelo



	"Tamanho" real	Objeto no modelo	"Distância real"	Distância no modelo
Sol	1.391.000 km		Sol - Mercúrio 58 000 000 km	Sol-Mercúrio
Mercúrio	4.879 km		Mercúrio - Vênus 50 000 000 km	Mercúrio-Vênus
Vênus	12.104 km		Vênus - Terra 41 000 000 km	Vênus-Terra
Terra	12.742 km	Grão de pimenta (2 mm)	Terra - Marte 78 000 000 km	Terra-Marte 13 m
Marte	6.779 km		Marte - Júpiter 550 000 000 km	Marte-Júpiter
Júpiter	139.822 km		Júpiter - Saturno 649 000 000 km	Júpiter-Saturno
Saturno	116.464 km		Saturno - Urano 1 443 000 000 km	Saturno-Urano
Urano	50.724 km		Urano - Netuno 1 627 000 000 km	Urano-Netuno
Netuno	49.244 km			
			4 496 000 000 km	749 m
Plutão	2306 km		Netuno - Plutão 1.404.000.000 km	
Lua	3480 km		Terra - Lua 384 000 km	
Estrela mais próxima (Proxima Centauri)	201.695 km		Terra - Estrela 4,22 ano-luz	Terra - Estrela 6 700 000 m



# Gabarito

	Objeto no Modelo	Distância real	Distância no modelo
Sol	Bola (230 mm)	Sol - Mercúrio 58.000.000 km	Sol - Mercúrio 10 m
Mercúrio	Cabeça de alfinete (0,8 mm)	Mercúrio - Vênus 50.000.000 km	Mercúrio - Vênus 8 m
Vênus	Grão de pimenta (2 mm)	Vênus - Terra 41.000.000 km	Vênus - Terra 7 m
Terra	Grão de pimenta (2 mm)	Terra - Marte 78.000.000 km	Terra - Marte 13 m
Marte	Grão de gergelim (1 mm)	Marte - Júpiter 550.000.000 km	Marte - Júpiter 92
Júpiter	Noz (24 mm)	Júpiter - Saturno 649.000.000 km	Júpiter - Saturno 108 m
Saturno	Avelã (20 mm)	Saturno - Urano 1 443 000 000 km	Saturno - Urano 240 m
Urano	Amendoim (9 mm)	Urano - Netuno 1.627.000.000 km	Urano - Netuno 271 m
Netuno	Amendoim (8 mm)		
<b>! Total</b>		<b>4 496 000 000 km</b>	<b>749 m</b>
Plutão	Semente de papoula (0,4 mm)	Neptuno - Plutão 1.404.000.000 km	Netuno - Plutão 234 m
Lua	Semente de papoula (0,6 mm)	Terra - Lua 384 000 km	Terra - Lua 64 mm
Estrela mais próxima (Proxima Centauri)		Terra - Estrela 4,22 anos-luz	Terra - Estrela 6.700.000 m



# Descrição da Atividade

## 5) Vamos Analisar Melhor?

- O que você pensa e sente sobre o seu primeiro modelo do Sistema Solar?
- Tendo viajado através das enormes distâncias do Sistema Solar e olhando de volta para a Terra, como você se sente sobre o seu planeta de origem?

*Todas as espécies vivas que conhecemos vivem na superfície deste pequeno grão de pimenta. A partir desta perspectiva, poderá imaginar que pessoas gananciosas lutam para serem os senhores momentâneos de uma fração deste grão? (adaptado de A Pale Blue Dot - Carl Sagan, 1997)*

- Vamos pensar sobre a velocidade com que a luz atravessa as enormes distâncias do Universo. No conhecimento atual, a luz é a coisa mais rápida em nosso Universo, mas ainda demora um tempo para viajar. Na velocidade de 300.000 km/s, a luz leva cerca de 4 anos para chegar desde a próxima estrela (Proxima Centauri) até nós! Você pode calcular a velocidade que a luz viajaria na escala do nosso modelo?

*No nosso modelo, a estrela estaria a 6.700 km de distância e a luz leva 4,2 anos a percorrer essa distância, deste modo a velocidade no nosso modelo seria ( $v = x/t$ ) 0,2 km/h!*

- A velocidade média com que um adulto caminha é de 5 km/h. Pode tentar caminhar a 0,2 km/h? Essa parece a velocidade de uma formiga... O que você acha sobre a velocidade da luz agora?

- ***O Sol é muito maior do que os planetas, implicando 99% da massa de todo o sistema solar!*** Como isso afeta a massa dos planetas e porquê isso importa?

*A força gravitacional exercida pelo Sol é suficiente para manter todos os planetas em órbita em torno dele, apesar das suas enormes distâncias.*



---

## 2.1 O Sol

---



# O Ciclo Solar

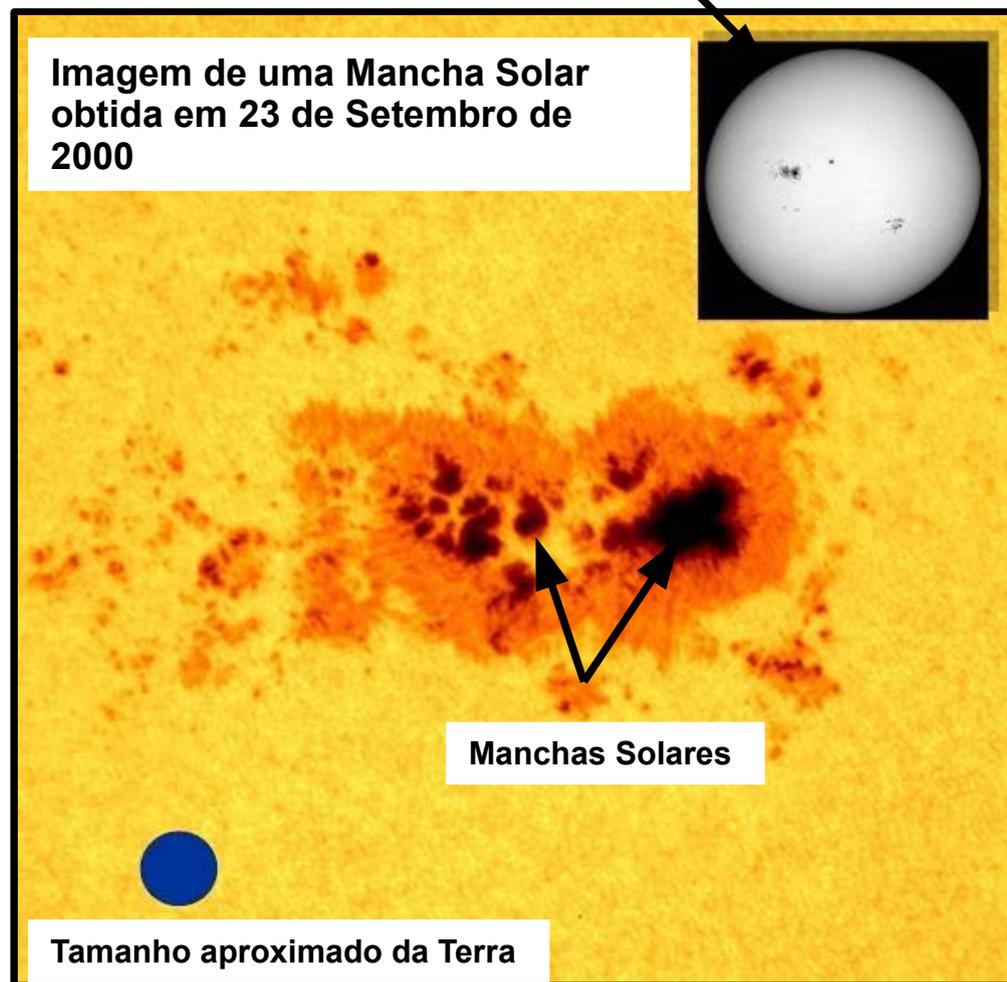
- Plantas, animais, e até mesmo nossos corpos são regulados por ciclos.
- O Sol também tem um ciclo, relacionado às manchas que aparecem na sua superfície.

• Uma mancha solar é uma região do Sol que é mais fria ( $4300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) que o seus arredores ( $5500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

• Manchas solares parecem áreas escurecidas. A parte central, mais escura, é chamada de umbra e é rodeada por uma área mais clara chamada penumbra.

• Manchas solares aparecem na superfície do Sol em grupos que podem ser tão extensos quanto  $120.000\text{ km}$  -- 10 vezes o diâmetro da Terra!

Imagem do disco solar



*Para aprender sobre manchas solares e ver elas no seu computador, veja a atividade "A rotação do Sol".*



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Através da análise de dados, justificar que o ciclo solar ocorre em intervalos de 11 anos.
- Através da análise de dados, reconhecer pequenas variações entre ciclos (duração, intensidade) e compreender que isto não é um fenômeno constante.

## Capacidades do Processo Científico

- Ferramentas de produção de gráficos (plotagem) - Plotar uma série temporal (neste caso: o número de manchas versus tempo) usando o programa Excel.
- Extrair informações de um gráfico (período, amplitude e duração dos ciclos).

## Propósitos

- Ver o Sol como um objeto celestial "vivo" animado com ciclos de manchas solares (entre outros fenômenos).
- Obter uma primeira impressão sobre "atividade solar" (sobre a qual manchas solares são uma dentre várias manifestações) e suas variações.
- Tornar-se curioso sobre a origem do ciclo solar (por que há um ciclo?) e ficar ciente que é ainda um mistério científico.
- Preocupar-se sobre as consequências do ciclo solar (Nós sentimos o magnetismo solar ou seus efeitos na Terra?).



# Descrição da Atividade

Nessa atividade, você vai aprender como calcular o ciclo solar utilizando dados oficiais sobre o número de manchas solares visíveis. Você vai criar um gráfico para mostrar os seus resultados.

**Idade** A partir de 14 anos de idade

**Duração** ~ 40 min

**Metodologia** Experimentação

**Material**

- Computador com Windows Excel ou similar
- Dados sobre Manchas Solares (ver anexos)

## Procedimento:

- Nos anexos você vai encontrar 3 arquivos. Dois desses contêm dados para a atividade, e o terceiro contém a solução.
- No arquivo de texto "dates.txt" há uma coluna que lista as datas de observações de 1965 até 2001.
- No arquivo texto "monthly\_ssns.txt" há uma coluna que lista os números de manchas solares observadas nas datas fornecidas pelo arquivo "dates.txt".
- Copie as colunas para uma tabela no Excel e crie um gráfico com o número de manchas (no eixo das ordenadas - eixo y) em função do tempo (no eixo das abscissas - eixo x).
- Você também pode baixar os dados assim como valiosas apresentações do website:  
<http://www.schoolsobservatory.org.uk/activ/sunspots/>





# Descrição da Atividade

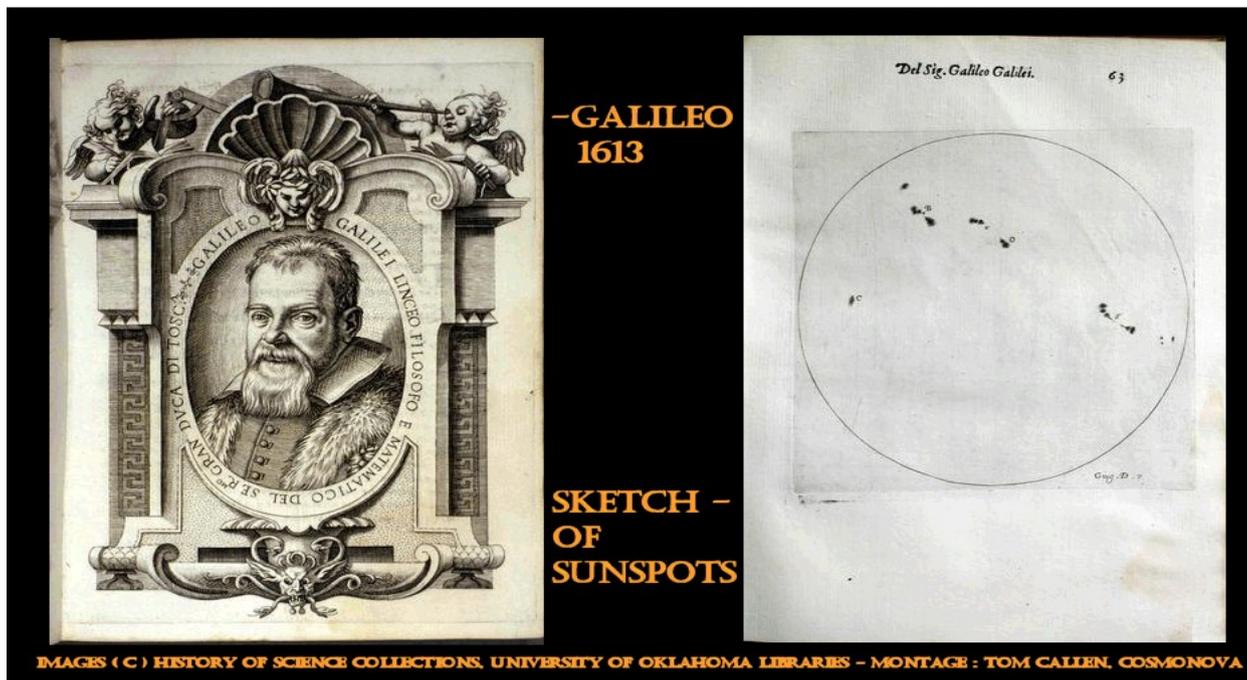
## Vamos Analisar Melhor?

- Você consegue notar algum padrão repetitivo no seu gráfico? Se sim, com que frequência esse padrão se repete?

*Você está vendo o ciclo solar a cada 11 anos!*

- Observe cada ciclo. Quais diferenças e semelhanças você vê entre eles? Todos eles possuem a mesma amplitude ou duração?

*Há ciclos que possuem picos de atividade (número de manchas) maiores que outros, e há ciclos que duram mais que outros, embora a média dos ciclos dure 11 anos. Veja o próximo slide para aprender mais.*

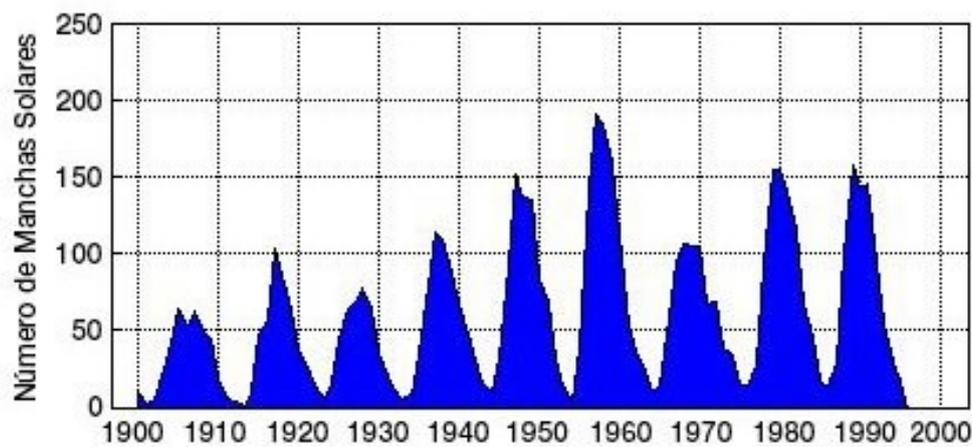
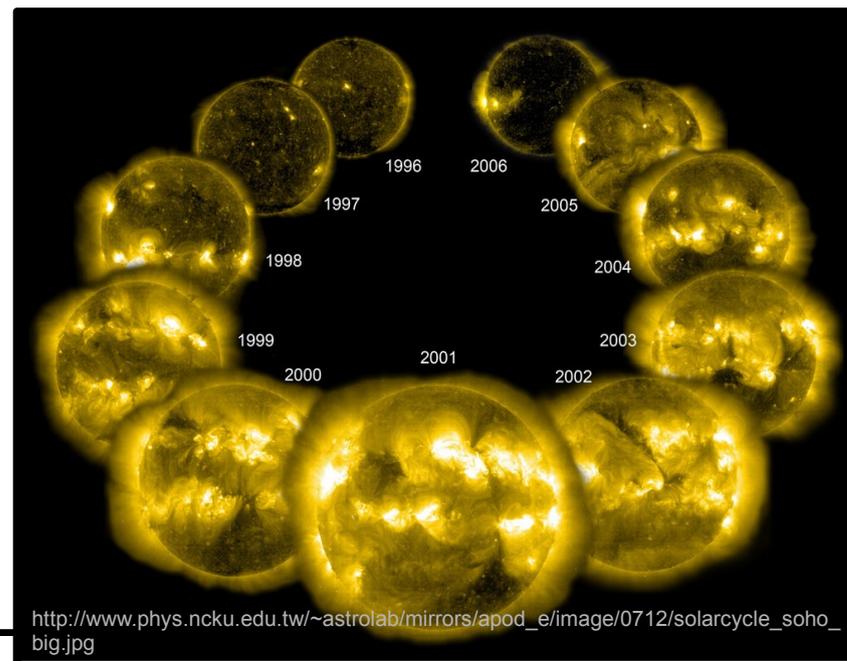


Você sabia que Galileo observou as manchas solares em 1613 com o seu próprio telescópio? Ele publicou suas observações e desenhos em um livro.



# Descrição da Atividade

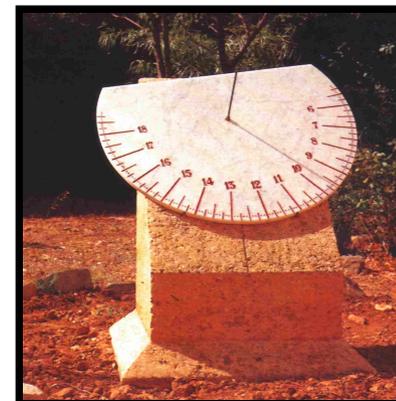
- Como você viu, o número de manchas solares não é constante no tempo.
- À medida que o tempo passa, novas manchas e grupos de manchas aparecem, enquanto manchas antigas diminuem e ficam pequenas.
- Quando estudamos a variação das manchas solares sobre curtos períodos (somente semanas ou meses), a variação no número de manchas pode parecer aleatória.
- Nós precisamos observar as manchas solares por períodos maiores que uma década para revelar uma impressionante característica do Sol:  
 O número de manchas solares varia periodicamente, e é conhecido como o ciclo de 11 anos.





# Relógio Solar Equatorial

- Com a sombra que o Sol projeta em um objeto, você pode estimar a hora do dia sem olhar em um relógio regular.
- Você vai aprender a construir um relógio solar pessoal com um pedaço de papel e um lápis, baseado no movimento aparente do Sol que é seguido com a sombra do lápis.



Idade	Acima de 8 anos (construir o relógio solar) Acima de 12 anos (entender o princípio do relógio solar equatorial)
Duração	~ 45 min
Metodologia	Experimentos / Atividade Lúdica e de Criação
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moldes de relógio solar (ver anexo)</li> <li>- Tesoura</li> <li>- Lápis</li> <li>- Cartolina e fita adesiva ou cola</li> <li>- Bússola (para determinar o norte/sul)</li> </ul>
Material Opcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Globo terrestre</li> <li>- Disco solar de papel</li> </ul>



# Objetivos de Aprendizagem

## Conceitos e Fenômenos

- Atribuir o movimento aparente e periódico de 24 horas do Sol e das estrelas à rotação da Terra.
- Usar o período de movimento do Sol para determinar a hora do dia, seguindo a sombra de um lápis.

## Capacidades do Processo Científico

- Manipular ângulos: Descobrir que determinada latitude é o ângulo entre o chão e o ângulo de rotação da Terra.
- Construir um instrumento com materiais simples.

## Propósitos

- Perceber que instrumentos complexos e precisos podem ser feitos a partir de materiais simples.
- Chamar a atenção para a genialidade das civilizações antigas que desenvolveram tais relógios.



# Medindo o Tempo

Como medir o tempo sem um relógio de pulso?

- Nós precisamos observar um fenômeno que se repita a uma taxa constante, ou seja, um evento periódico.
- O céu nos dá vários exemplos: dia e noite, o movimento aparente do Sol e das estrelas. A Fig. 1 mostra o movimento do Sol em um dia.
- Estes movimentos são aparentes porque se devem à rotação da Terra em torno de seu eixo. Eles são periódicos porque a rotação da Terra se repete a cada 24 horas.



Fig. 1

Como usar o movimento do Sol para fazer um relógio?

- Nós podemos usar uma régua (veja a Fig. 2). Como o Sol parece se mover pelo céu, sua sombra também irá se mover ao longo do dia. Nós podemos fazer marcações no chão ao longo do movimento do Sol e dividir pelo tempo de um dia. Tente fazer você mesmo em seu quintal!
- Qual é o problema em se usar uma régua? Como será a sombra ao meio-dia? Então, nesta atividade, teremos que inclinar a régua (veja a próxima página).
- **Não olhe diretamente para o Sol!**



Fig. 2



# Descrição da Atividade

## Procedimento:

- Distribua o molde de relógio solar para cada estudante (ou par de estudantes). O molde pode ser encontrado nos materiais em anexo.
- Este relógio solar permite que você siga a sombra de um lápis inclinado. Há 12 marcações, uma para cada hora do dia. Como à noite nós não podemos ver o Sol, as 12 horas correspondem a metade do tempo que a Terra leva para completar uma volta em seu eixo.
- Marque as horas como na Fig. 3 (caso use um molde sem marcações prévias).
- Encontre a latitude da sua cidade e siga as instruções para o molde.
- Com uma bússola, aponte o relógio solar para o norte (se você estiver no hemisfério norte) ou sul (se você estiver no hemisfério sul). O lápis deve estar perpendicular ao lado que marca as horas. Para latitudes menores que  $25^\circ$ , incline o lápis usando um pedaço de papel (Fig 5).
- Para estabilidade e durabilidade, você pode colar tudo em uma cartolina.

## Dica para ensino fundamental:

- Use o molde sem as marcações das horas. Desenhe-as você mesmo, fazendo um relógio solar personalizado!

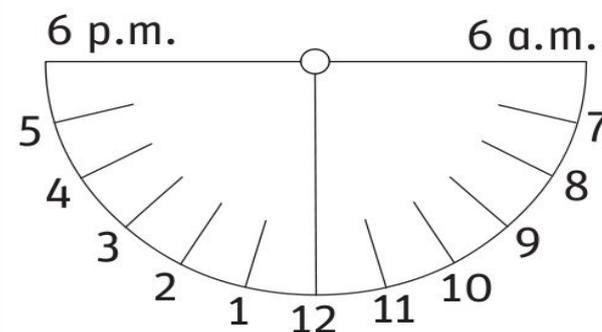


Fig. 3: Lado do relógio

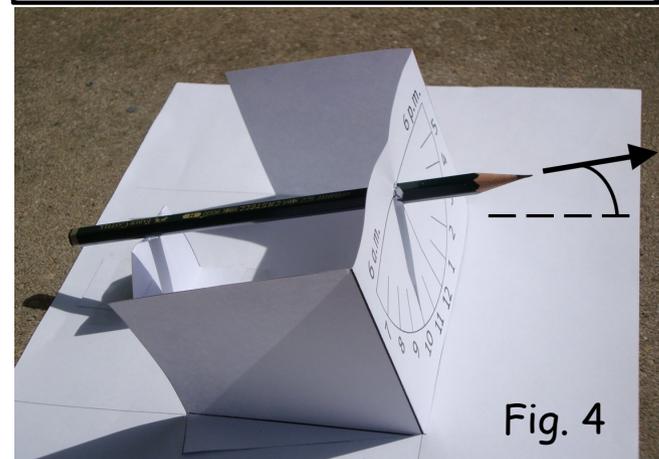


Fig. 4



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Que horas o relógio solar mostra? Qual a diferença para o seu relógio de pulso?
- A hora oficialmente usada (ou seja, a do relógio) é resultado de um "Sol falso" que se move pelo céu com uma velocidade constante. Em contra-partida, o "Sol verdadeiro" (ou seja, o que marca a hora no nosso relógio de sol) se move com pequenas variações temporais (a órbita da Terra é elíptica e sua velocidade orbital é variável).
- Em alguns países, devido a latitude não-equatorial, a hora oficial é mudada durante o ano para aproveitar ao máximo a luz solar. Esta hora é adicionada no verão com respeito ao Sol.
- Também, note que você está localizado em uma longitude que é diferente da usada oficialmente para o fuso horário local.

- **Dica ao professor:** Use um globo terrestre e um disco solar impresso para demonstrar o movimento aparente do Sol e a revolução da Terra ao redor do Sol.





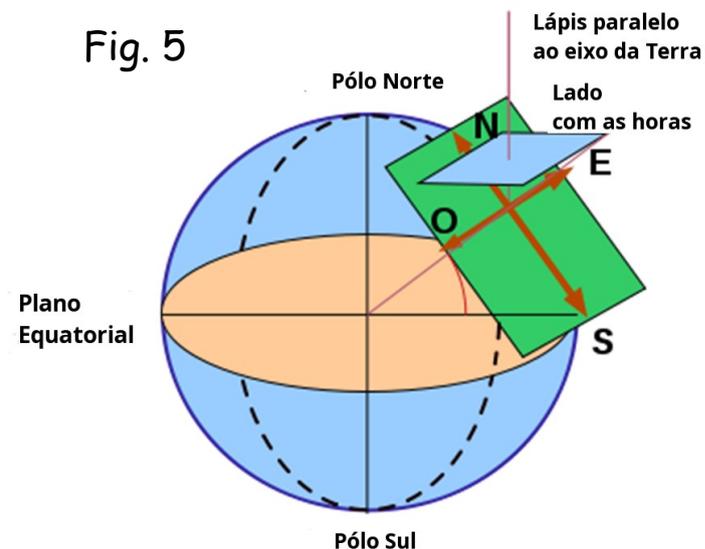
# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor? (Para ser Desenvolvido com os alunos de Ensino Médio)

- Por que o nosso relógio solar é chamado 'equatorial'?
- Para saber o porquê, descubra a orientação do lápis e do lado das 'horas' do relógio solar relativo ao eixo de rotação da Terra com um desenho! Note que o lápis faz um ângulo igual ao ângulo da latitude com respeito ao chão (usando as marcações das linhas de latitude, veja Fig. 4).
- Como funciona o relógio solar equatorial?
- Imagine que você mora no pólo sul/norte. Durante o verão, o Sol nunca se põe e faz uma volta completa ao seu redor todos os dias!
- A sombra de um poste vertical se comporta como o ponteiro de um relógio, fazendo uma volta completa em 24 horas, como o lápis faz!
- Contudo, após o equinócio de outono (estações de outono e inverno) o Sol nunca nasce até o equinócio da primavera seguinte (veja Fig. 6).

## Vamos ao pólo?

Fig. 5





# O Ano Solar

- Nós podemos medir períodos de tempo mais longos que um dia porque a elevação do Sol e seu caminho pelo céu ao longo de um dia também mudam ao longo do ano.
- Visto da Terra, o Sol se move no céu ao longo de um dia. Na realidade, o que se move não é o Sol, mas sim o nosso planeta em torno de seu próprio eixo, algo que só poderíamos ver se viajássemos ao espaço. Esse movimento é chamado de rotação. O nosso planeta também se move ao redor do Sol, esse movimento é chamado de translação ou revolução.
- Uma rotação completa da Terra ao redor de seu eixo define um dia. Uma órbita, ou uma revolução completa ao redor do Sol, define um ano.
- Ao observar as mudanças ao longo do caminho do Sol no céu ao longo de um ano, pode-se medir a duração de um ano, bem como as mudanças das estações.

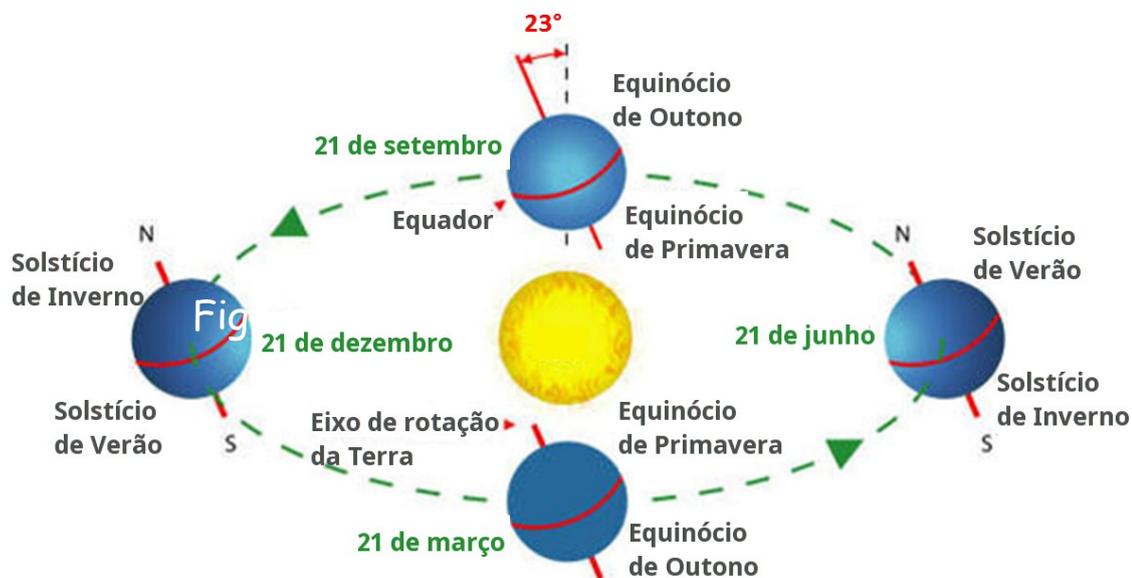


Fig. 6: Para cada posição da Terra, a descrição superior indica o solstício/equinócio no hemisfério norte, enquanto que a descrição inferior se refere ao hemisfério sul.

- O eixo de rotação da Terra é inclinado em  $23^\circ$  com respeito ao Sol (veja Fig 6). Então, durante o verão no hemisfério norte/sul esta parte do mundo está inclinada em direção ao Sol: o Sol aparece mais alto e seu caminho no céu é mais longo (e a duração do dia é mais longa).



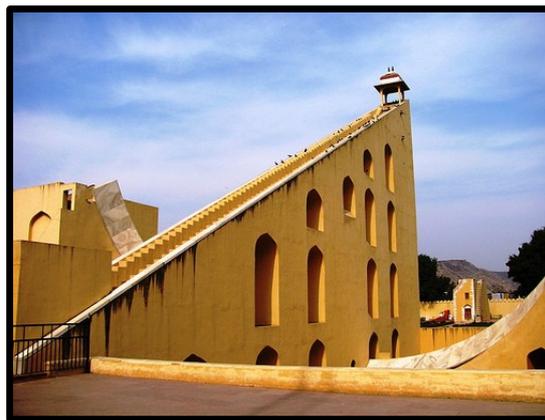
# Como os Nossos Antepassados Mediam o Tempo?



Inti-watana (o local onde o Sol está amarrado): cidade de Machu Picchu (século XV).

Horca del Inka: o mais antigo observatório solar da América (Sec. XIV century A.C.), Copacabana, Bolívia.

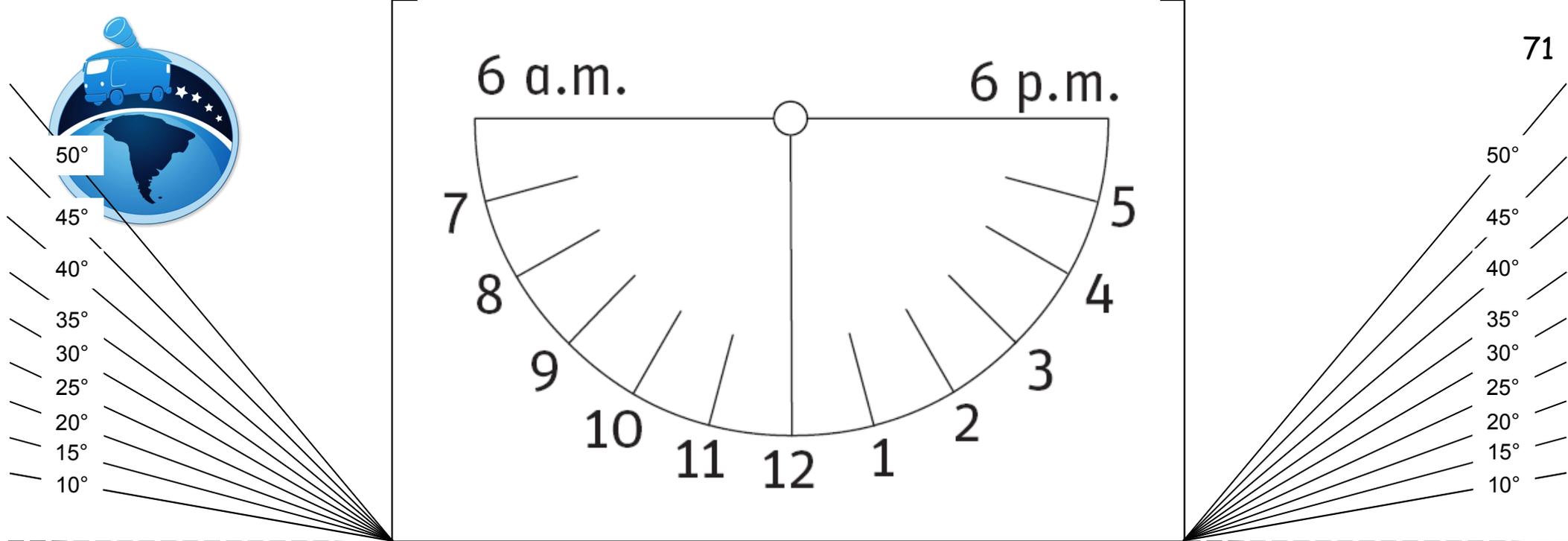
Samrat yantra: o mais alto relógio solar do mundo com 27m de altura, Nova Deli, Índia (~1730).



Rigui: relógio solar equatorial em Beijing (~600 D.C.).

## Observatórios Solares e Relógios Solares da Antiguidade

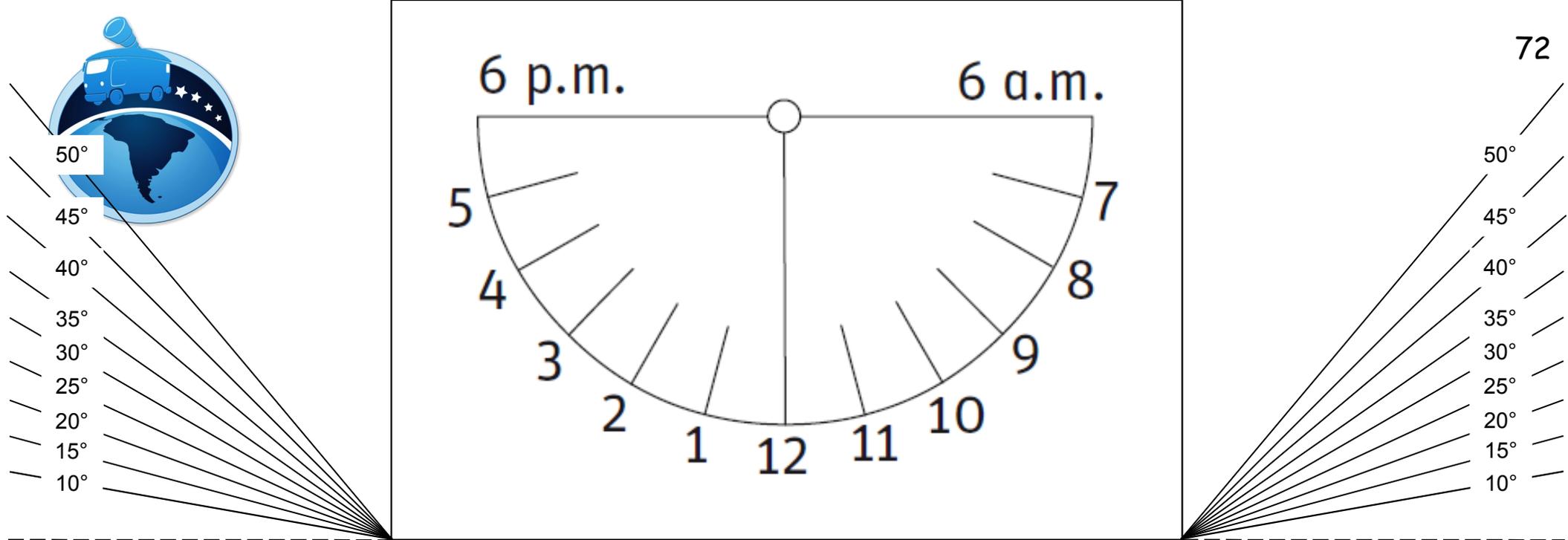
- O relógio solar que você construiu é similar aos construídos pelas civilizações da antiguidade ao redor do mundo. Sendo que os relógios deles eram muito mais precisos (até dois números para Samrat Yantra, veja acima)!
- Algumas culturas antigas como os Tiwanakotas (1500-900 a.C.) ou Incas (1438-1533 d.C.) também usavam observatórios solares para marcarem mudanças periódicas na elevação do Sol ao longo do ano. Eles não dividiam o ano em estações. Eles puderam dividir o ano de acordo com os solistícios e equinócios, os quais marcavam épocas de colheita, plantio e festividades..



### Modelo para o hemisfério sul

1. Recorte ao longo da linha pontilhada. Não recorte as linhas sólidas.
2. Dobre ao longo da linha horizontal sólida que divide o modelo em dois para o lado de fora.
3. Dobre as laterais ao longo das linhas sólidas verticais.
4. Nas laterais, selecione a linha que marca a latitude mais próxima da sua. Dobre a linha selecionada.
5. Cole o papel com cola ou fita adesiva, como mostra a figura.
6. Insira um lápis de ponta afiada pelo pequeno círculo no centro superior. Gire o lápis enquanto empurra. Retire o lápis e insira-o novamente com a borracha.





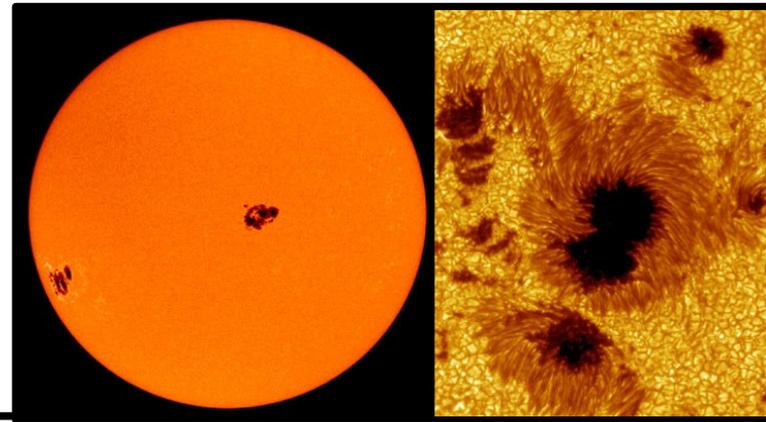
## Modelo para o hemisfério norte

1. Recorte ao longo da linha pontilhada. Não recorte as linhas sólidas.
2. Dobre ao longo da linha horizontal sólida que divide o modelo em dois para o lado de fora.
3. Dobre as laterais ao longo das linhas sólidas verticais.
4. Nas laterais, selecione a linha que marca a latitude mais próxima da sua. Dobre a linha selecionada.
5. Cole o papel com cola ou fita adesiva, como mostra a figura.
6. Insira um lápis de ponta afiada pelo pequeno círculo no centro superior. Gire o lápis enquanto empurra. Retire o lápis e insira-o novamente com a borracha.





# A Rotação do Sol



- O planeta Terra gira em torno do seu eixo, e da mesma maneira os outros planetas..... e o Sol?
- Nesta atividade iremos investigar e descobrir que o Sol também gira em torno de seu próprio eixo!

Para isso usaremos uma técnica usada por astrônomos e que também foi usada por Galileo Galilei: observar o deslocamento das manchas solares!

- Podemos estudar o descolamento das manchas solares, pois se encontram na superfície do Sol.
- Iremos usar imagens do Sol obtidas através de satélites de última geração para medir o tempo que ele leva para dar uma volta completa, em outras palavras, seu "período de rotação". Você poderá obter mais informações sobre sobre manchas solares através da atividade "Calculando o ciclo solar".

Idade	A partir dos 12 anos
Duração	aprox. 90 min. para os passos 1 a 4 e aprox. 2 horas para a atividade inteira
Metodologia	Experimentação / Aprendizado por Pesquisa
Material (1 kit para cada grupo de estudantes)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desenhos de Galileo e mapa Magnético (ver anexos)</li><li>- 18 imagens do Sol (ver anexos)</li><li>- Régua</li><li>- Lápis</li><li>- Papel ou bloco de notas (ver anexos)</li><li>- Calculadora</li></ul>
Material opcional	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bolas grandes, tipo futebol, uma por time.</li><li>- Imagens do SDO (Solar Dynamic Observatory) para 'O Sol em seu computador'(Anexo)</li></ul>



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Esclarecer que o aparente deslocamento de todas as manchas solares em uma mesma direção, ocorre devido à rotação do Sol, descartando as outras hipóteses.
- Aplicar o conceito cinemático de velocidade média, medida através das imagens, considerando que o vetor da velocidade é tangente à sua trajetória.

## Capacidades do Processo Científico

- Propor hipóteses alternativas para um fenômeno: distinguir entre elas com base nos dados examinados.
- Encontrar seu próprio método para estimar seu Período de rotação, com base nos dados.
- Medir a rotação de um objeto analisando as características em sua superfície.
- Identificar as origens de possíveis erros no experimento; distinguir entre erros de medidas e suposições de modelo.

## Propósitos

- Enxergar o Sol como um objeto celestial "vivo" e dinâmico com um movimento de rotação e características evolutivas em sua superfície.
- Compreender o poder e limitações (erros) em aplicar matemática simples ao explicar fenômenos complexos.
- Perceber que o trabalho em equipe permite obter um maior número de dados para serem analisados e também mais resultados precisos (média).



# Descrição da Atividade

## 1) O Quebra-cabeças de Galileo

A primeira parte desta atividade é aguçar a curiosidade dos alunos através do dilema histórico de Galileo e guiá-los a formular *hipóteses* que iremos testar com dados modernos.

- Você acha que o Sol gira em torno de seu eixo, como a Terra, ou ele está parado, descansando?
- Galileo Galilei, intrigado por esta pergunta, foi um dos primeiros astrônomos a apontar um telescópio na direção do Sol em 1612 (antecedido por Thomas Harriott e Johannes Fabricius). Na época do Galileo, a igreja e as pessoas acreditavam que o Sol ficava parado, como um objeto perfeitamente imaculado, puro. Para sua surpresa, ele observou manchas no Sol, e fez os seguintes desenhos (fig. 1)
- Distribua cópias dos desenhos de Galileo para serem examinados (primeira página do arquivo Rotação do Sol.pdf em anexo, abaixo na fig. 1)
- O que acontece com as manchas de um dia para o outro?
- Galileo ficou intrigado com a natureza dessas manchas...

**!** Nunca olhe para o Sol diretamente sem proteção ou usando um telescópio. Irá danificar sua visão permanentemente. Galileo quase ficou cego por causa disso.

*Sunspots drawn by Galileo, June 1612*

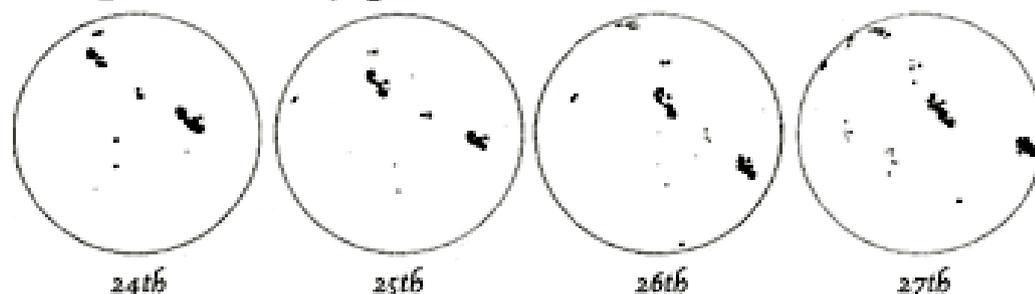
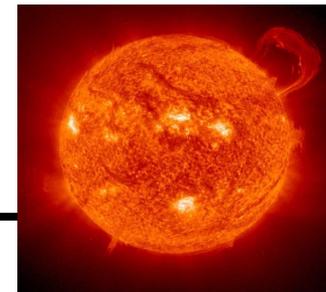


Fig. 1



# Descrição da Atividade



## 2) Fazendo Hipóteses

*Uma hipótese é uma explicação inicial (uma suposição) para um fenômeno, neste caso seria para explicar a natureza das manchas e a causa do deslocamento. Precisa ser testado com experimentos e/ou modelos.*

Os alunos podem (irão) formular as seguintes hipóteses (ajude-os caso não o façam): (H1) até (H4).

As manchas que vemos no Sol são:

(H1) Asteróides voando no espaço e que passam na frente do Sol, obstruindo parte de sua luz

(H2) Pequenos objetos planetários orbitando em volta do Sol.

(H3) "nuvens" na atmosfera gasosa do Sol.

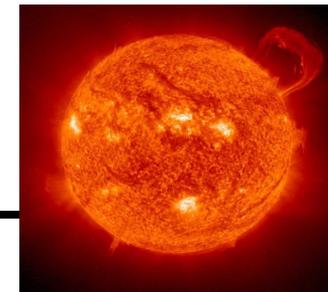
(H4) Marcas na superfície do Sol, que parecem se mover justamente porque o Sol está girando.

Quanto ao H4: Os alunos podem pensar que o deslocamento das manchas na superfície é por causa do movimento da Terra, de onde observamos o Sol; tanto sua rotação (em seu eixo) como sua translação (em volta do Sol). Podemos excluir o efeito da rotação da Terra através do seguinte experimento: Faça os alunos girarem ao mesmo tempo em que observam alguma coisa em seu rosto (nariz/olhos), ou desenhe algo na lousa para olharem e manterem o foco. Eles irão perceber que o fato de girarem em torno deles mesmos não provoca o deslocamento do seu nariz no seu rosto, assim como a rotação da Terra também não pode provocar o deslocamento das manchas na superfície do Sol.

Apesar da translação da Terra possuir um efeito (veja parte 7), sua duração é muito lenta (365 dias) comparada com o rápido movimento das manchas (desenhos de Galileu, em apenas 3 dias!).



# Descrição da Atividade

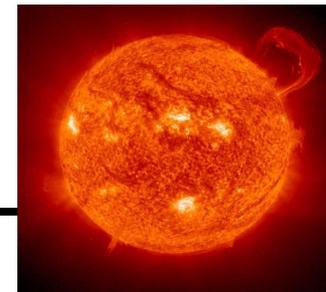


## 3) Testando Hipóteses com Dados

- Para testarmos as hipóteses, temos que observar o Sol muito detalhadamente e por alguns dias. Iremos usar um conjunto de imagens do Sol, tiradas em janeiro de 2013 pelo mais novo satélite de observação solar (Solar Dynamics Observatory, SDO, NASA/ESA).
- Divida os alunos em grupos de 2 a 4 e distribua para cada um o kit de 18 imagens do SDO (em anexo).
- Sugira que espalhem as imagens na frente deles em ordem cronológica.
- Como vocês irão usar estas imagens para diferenciar as hipóteses (H1) a (H4)?
- Dê aos alunos algum tempo para pensarem enquanto observam as imagens. Como uma dica, diga para focarem no movimento das diferentes manchas e vejam se elas se movem na mesma direção.
- Para qual direção estas manchas estão se movendo? Se aplica a todas elas? (Sim, elas se movem da esquerda para direita).
- Como esta observação pode nos ajudar a diferenciar entre nossas hipóteses (H1 -H4)?
- Leve os alunos para o seguinte argumento: (H1) não parece estar certo, porque os asteróides passariam apenas uma vez na frente do Sol e, no entanto, nós observamos as manchas entrando para dentro do disco solar todos os dias, a partir da borda esquerda. (H1-H2) também não estão certos, porque as manchas parecem mudar de formato (até nos desenhos de Galileu). (H1-H3) da mesma maneira são improváveis, porque se as manchas fossem asteróides, pequenos planetas ou nuvens, não faria sentido moverem-se todos juntos na mesma direção (nós esperamos movimentos aleatórios). **Portanto, a melhor hipótese é H4: o Sol realiza o movimento de rotação e as manchas são características da sua superfície.**



# Descrição da Atividade



## 4) Descobrir como Estimar o Período de Rotação

Esta parte da atividade é para estimular a criatividade dos alunos e a compreensão intuitiva no processo de medição do período de rotação. Isto deve facilitar as próximas etapas que envolvem cálculos.

- Agora que temos certeza de que o Sol realiza o movimento de rotação, como os cientistas, nós gostaríamos de quantificar o tempo que leva para realizar um giro completo, ou seja, o 'período de rotação', que é uma propriedade intrínseca de todos os objetos que giram em torno de si mesmos.

Desafie os alunos, fazendo com que os grupos venham com suas próprias idéias ou estratégias para determinar o período de rotação (em números de dias terrestres) e obter uma estimativa baseada nas imagens do SDO.

Dica: para facilitar, diga para prestarem atenção somente nas datas das imagens (não no horário).

Peça que expliquem o método usado para a classe e coloquem seus resultados na lousa.

Na maioria das vezes, eles irão seguir uma mancha atravessando o disco inteiro (ou metade dele) e multiplicar o número de dias por 2 (respectivamente por 4). Seus resultados devem variar entre 24 e 32 dias...

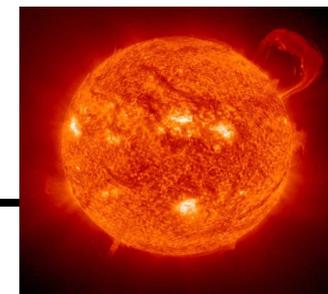
- Como vocês explicam estes resultados diferentes que foram obtidos?

Este debate fará com que os alunos percebam que seus métodos fornecem estimativas imperfeitas. Ele podem, por exemplo, esquecer de levar em conta o tempo que levou para a mancha sair da borda esquerda (onde a mancha não é visível) até a primeira posição na qual se torna visível (ou da última posição visível até a borda direita). Mas mesmo se levarem isso em conta, eles devem ter estimado grosseiramente este tempo adicionando 1 ou 2 dias a mais.

Finalmente, chame a atenção dos alunos para a natureza gasosa do Sol e a possibilidade das manchas não girarem à mesma velocidade (veja parte 7).



# Descrição da Atividade



## 5) Calculando o Período de Rotação

Esta parte mostrará dois métodos para calcular o período de rotação: método (a) que é bastante simplista porque assume que o Sol é plano, e (b) que envolve um modelo esférico, mais realista, do Sol.

O método (a) permite aos alunos deduzir que o Sol não é plano, mas dependendo do seu tempo disponível, esta parte pode ser adiada.

### Método (a)

- Vamos assumir que as manchas deslocam-se através de um trajeto retilíneo nas imagens do Sol e que esta velocidade de deslocamento "v" (cm por dia) é constante: como vocês calculariam o período de rotação (T) se vocês conhecessem "v"?

Deixe eles discutirem a respeito, e cheque se os alunos conhecem a relação entre velocidade, distância percorrida e tempo.

Se nós sabemos a velocidade constante de um objeto, podemos determinar o tempo que leva para percorrer uma determinada distância, usando a definição (média) da velocidade, distância percorrida sobre tempo. É do nosso interesse saber que uma mancha solar percorre uma distância total através do disco solar, 'd' (a qual assumimos seja reta), à metade do período de rotação,  $T/2$ . Então:  $v = 2d/T \rightarrow T = 2d/v$

- Para conhecer 'v', devemos calcular: como vocês podem calcular a velocidade 'v' de uma mancha a partir de suas imagens?

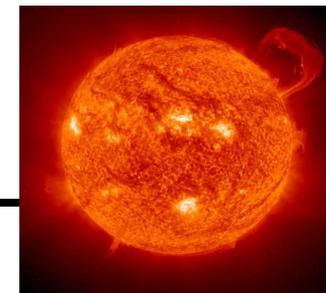
Dê um tempo para eles pensarem sobre como aplicar o conceito de velocidade nas imagens. Eles terão que medir a mudança de posição de uma mancha de duas imagens,  $x_2 - x_1$ , e dividir pelo intervalo de tempo (número de dias)

entre as imagens 
$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Para medir  $x_2$  e  $x_1$  eles terão que escolher a origem. Ela pode ser tanto a linha central vertical das coordenadas ( $x = 0$ , linha vermelha fig. 2), ou a borda da extrema esquerda ou da direita do Sol.



# Descrição da Atividade



## 5) Calculando o Período de Rotação

### Método (a)

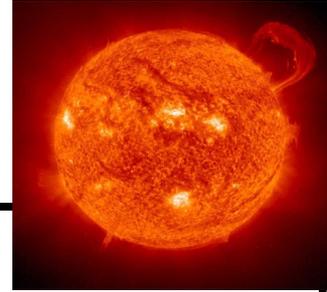
Nota sobre o método: Ao invés de raciocinar sobre a definição de velocidade, os alunos podem se sentir mais confortáveis ao usar a proporcionalidade entre a distância e tempo gasto para generalizar seu raciocínio intuitivo desenvolvido na parte 4, transformada em fórmula. Se uma mancha percorre a largura total do disco solar (distância 'd' na fig. 2) à metade da rotação do período  $T/2$  ( $d \leftrightarrow T/2$ ), ela percorrerá a metade do disco no tempo igual à metade do meio-período ( $\frac{1}{2} d \leftrightarrow \frac{1}{2} T/2$ ) etc. Assim poderão deduzir que a razão de qualquer distância percorrida  $x_2 - x_1$  (por uma mancha entre duas imagens) para a largura do disco solar é igual à razão do tempo gasto  $t_2 - t_1$  para o período de rotação:

$$\frac{x_2 - x_1}{d} = \frac{t_2 - t_1}{T/2}$$

Observando que a velocidade 'v' da mancha é  $v = x_2 - x_1 / t_2 - t_1$ , eles retornam à mesma fórmula da página anterior. Se eles raciocinarem desta maneira, mostre que, assumindo esta proporcionalidade entre distância e tempo gasto, eles assumem de fato a velocidade de deslocamento constante das manchas.



# Descrição da Atividade



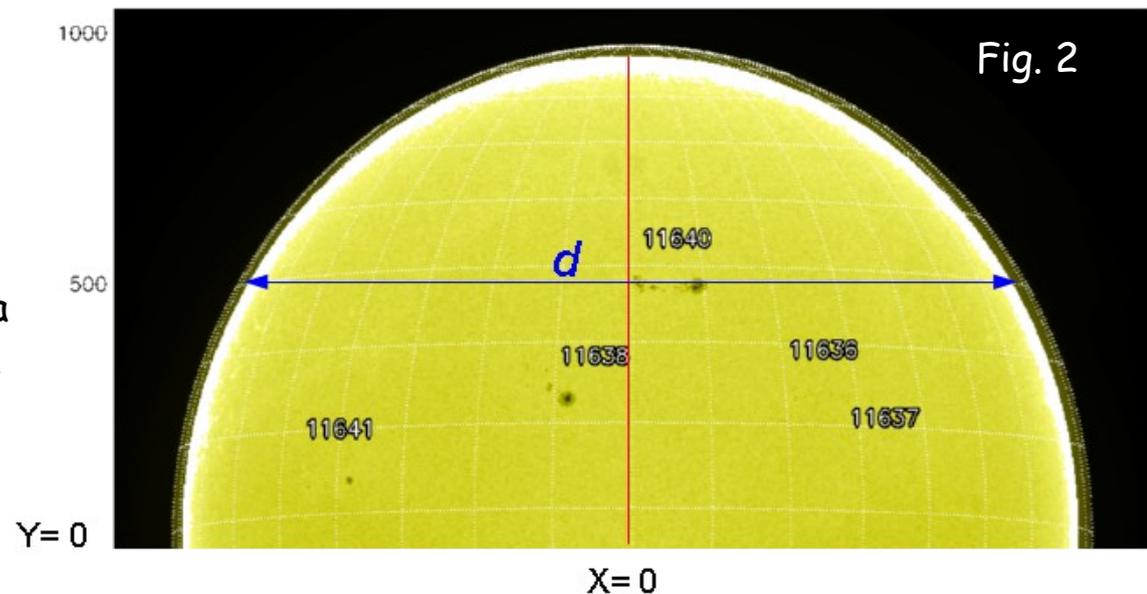
## 5) Calculando o Período de Rotação

### Método (a)

• Deixe cada grupo escolher uma mancha, medir ' $v$ ', ' $d$ ' e calcular o período de rotação ' $T$ ' (como opção forneça a tabela de notações para ser preenchida, em Anexos). Certifique-se de que cada grupo está com manchas diferentes.

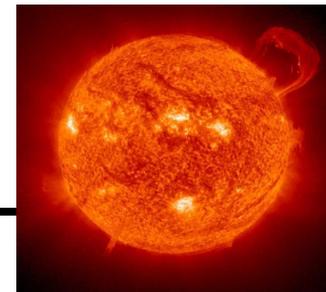
Enquanto os alunos fazem suas medições, verifique como eles medem ' $d$ '. As manchas que estão localizadas em diferentes distâncias ' $y$ ' (coordenada vertical nas imagens) do equador do Sol (linha horizontal  $Y=0$ ) irão percorrer distâncias ' $d$ ' diferentes, porque o Sol é mais largo na região do equador. Assumindo que as manchas percorrem uma trajetória retilínea, ' $d$ ' é a largura do disco solar na localização ' $y$ ' da mancha (veja fig. 2). Note que os alunos podem perceber neste momento que a trajetória das manchas nas imagens não é tão reta, por causa da esfericidade do Sol (a qual será levada em conta no método (b) ).

A distância ' $d$ ' total percorrida por uma mancha (aqui mancha solar número 11640) através do disco pode ser medida como a largura de uma linha reta horizontal que atravessa a mancha a partir da borda esquerda para a direita. Note: as medidas devem ir até a borda esbranquiçada do Sol, e não nas extremidades da grade.





# Descrição da Atividade



## 5) Calculando o Período de Rotação

### Método (a)

- Vamos agora comparar os resultados das nossas medições! Qual foi o resultado para o período de rotação 'T'?

Talvez os alunos se desapontem ao notarem que os valores obtidos são significativamente menores (entre 17 e 24 dias) do que os que foram obtidos anteriormente (entre 26 e 30 dias).

- Por que isso acontece? A nossa hipótese de velocidade constante de deslocamento está correta? Como podemos checar?

Instrua os alunos a olharem para duas imagens com dias consecutivos, um onde a mancha está próxima do centro do disco e outra quando esta mesma mancha está próxima da borda. Os alunos verão isso em um dia, a mancha percorre uma distância maior quando está próxima do centro do que quando está próxima da borda.

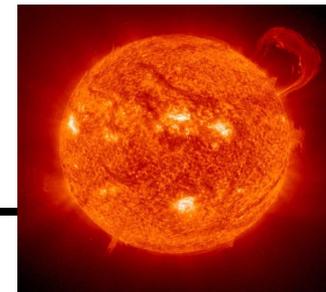
- Vamos dar uma parada aqui e pensar no que fizemos: para que possamos chegar a uma fórmula para o período de rotação, nós criamos uma imagem mental do Sol usando a nossa imaginação. Isso é o que nós chamamos de 'modelo'. Para tornar isso simples, um modelo é sempre baseado em suposições - neste caso, onde as manchas se deslocam por uma trajetória retilínea a uma velocidade constante. **Se estas suposições estiverem erradas, elas trarão erros nos cálculos – estamos falando de 'erros de modelo'.** Eles devem ser diferenciados dos erros de medições, que têm a ver com a maneira como medimos as coisas, precisão dos nossos instrumentos (régua), etc....

- Assumindo um deslocamento retilíneo a uma velocidade constante nós, de fato, modelamos o Sol como sendo um objeto plano! Mas, ao verificar que a velocidade não é constante, provamos então que este não é o caso.

- Qual é a forma do Sol?



# Descrição da Atividade



## 5) Calculando o Período de Rotação

### Método (b)

- Continuando com as nossas estimativas imprecisas do período  $T$  ( veja parte 4), estabeleceremos um método para calcular  $T$ . Para isso, teremos que construir, usando nossa imaginação, uma imagem de como o Sol se parece e de como é sua rotação - chamaremos isso de "modelo". Qual é a forma do Sol e como uma mancha se move no Sol?

- Se você tiver bolas grandes, distribua pelos grupos e faça com que os alunos desenhem esboços do Sol e o trajeto da mancha durante uma rotação completa.

- Para construir um modelo realista, mas simples ao mesmo tempo, assumiremos que o Sol seja um corpo perfeitamente esférico\* girando em um ritmo constante, assim a mancha move-se com uma velocidade constante na superfície do Sol.

\* Este não é o caso porque um objeto que gira, tende a ter a área próxima do equador mais larga (força centrífuga).

- Vamos supor que se conheça a velocidade constante ' $v$ ' da mancha que se move na superfície, como determinamos o tempo que leva para dar uma volta completa ao redor do Sol, em outras palavras, o período de rotação do Sol?

Conhecendo o comprimento total ' $L$ ' da trajetória percorrida pela mancha durante uma rotação completa, aplica-se a definição de velocidade (média) como distância percorrida pelo tempo gasto:  $v = L/T \rightarrow T = L/v$

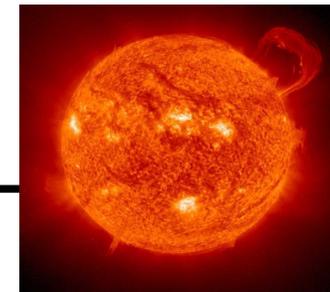
Desta maneira, medindo ' $L$ ' e ' $v$ ', calculamos ' $T$ '. Obviamente não podemos medir fisicamente a velocidade da mancha na superfície solar, mas podemos medir  $L$  e  $v$  usando as imagens (em cm e cm/dia, respectivamente).

Inicialmente faça com que os grupos determinem a forma geométrica do trajeto fechado, seguido por uma mancha enquanto o Sol faz sua rotação, e como calcular o comprimento ' $L$ ' total deste trajeto.

Eles deverão encontrar  $L = \pi d$ , onde ' $d$ ' é a largura do disco solar passando pela mancha (Fig. 2)



# Descrição da Atividade



## 5) Calculando o Período de Rotação

### Método (b)

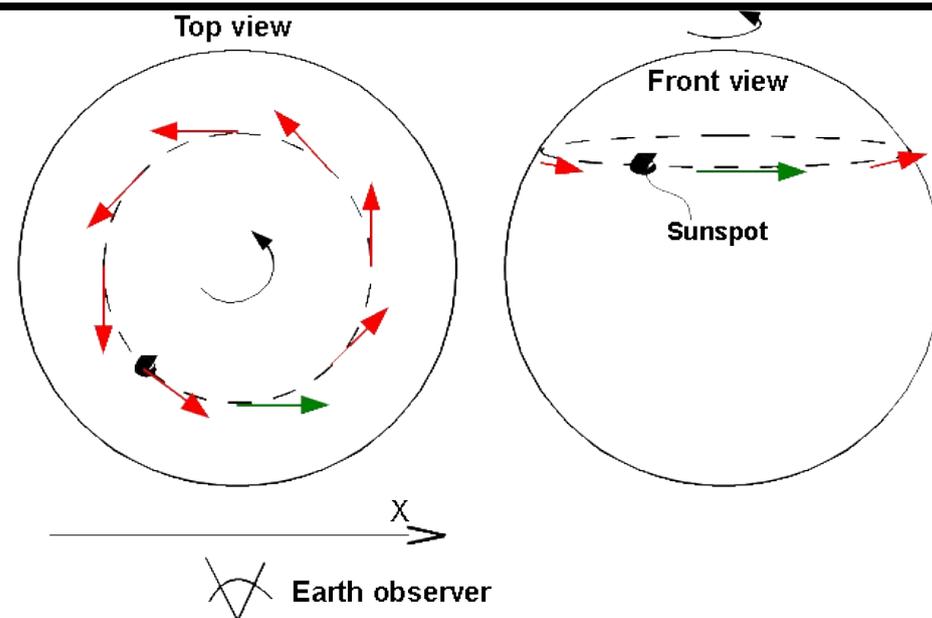
- Pergunte como eles podem calcular a velocidade 'v' das manchas.

Usando a definição de velocidade média entre dois pontos  $v = (x_2 - x_1)/(t_2 - t_1)$  estes deverão estar sobre o trajeto do objeto. Encontramos agora uma dificuldade onde não podemos calcular a velocidade diretamente sobre o trajeto circular da mancha, porque vemos as imagens em um plano. Ainda assim, escolhendo criteriosamente as duas imagens, poderemos calcular aproximadamente a velocidade de 'v'.

- *Que imagens vocês irão escolher para calcular 'v'? Onde estão as manchas próximas ao centro ou borda do disco?*

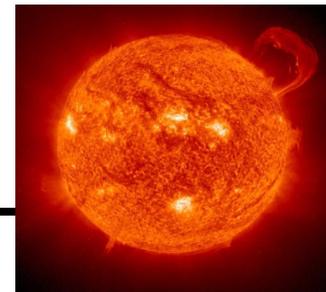
- Faça com que os alunos visualizem este problema fazendo esboços como na fig. 3.

Fig. 3: Os alunos podem, por exemplo, desenhar uma imagem com o Sol visto de cima com o trajeto circular da mancha e vetores de velocidade sobrepostos (amplitude constante) através do trajeto (esquerda). Eles também poderão a mesma coisa mas com uma imagem frontal do Sol (como visualizado por um observador a partir da Terra). O vetor de velocidade verde é o único paralelo ao plano da imagem (representado pelo eixo X).





# Descrição da Atividade



## 5) Calculando o Período de Rotação

### Método (b)

Os alunos deverão perceber que um observador somente poderá ver e calcular o deslocamento e velocidade da mancha pelo seu trajeto, quando o vetor da velocidade estiver paralelo ao plano da imagem (vetor verde fig. 3), momento em que a mancha está mais próxima do centro do disco. A partir da perspectiva do observador, o deslocamento da mancha próxima às bordas parecerá ser mais curto (veja vetores vermelhos menores Fig. 3 direita) e a velocidade subestimada.

Pergunte aos grupos se as duas imagens que serão escolhidas para calcular  $x_1$  e  $x_2$  estão com o tempo próximo (dois dias consecutivos) ou com tempo espaçado.

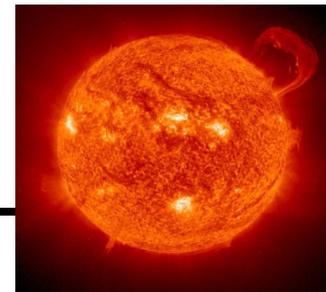
Uma vez que eles poderão apenas calcular a velocidade média entre 2 pontos e que o vetor velocidade da mancha muda constantemente sua direção na trajetória circular, eles terão que usar imagens com tempos mais próximos.

- Quando os grupos estiverem prontos, forneça a cada um deles um número de mancha diferente para que meçam e calculem T (opção preencher a tabela de anotações a ser impressa a partir dos Anexos).

Para medir  $x_2$  e  $x_1$  eles terão que escolher uma origem. Pode ser tanto a linha central vertical da grade de coordenadas ( $x = 0$ , linha vermelha Fig. 2), ou a borda mais à esquerda ou mais à direita do Sol. Para calcular precisamente o intervalo de tempo  $t_2 - t_1$  entre duas imagens consecutivas, podem usar os valores impressos no topo das duas imagens (por exemplo 22:00:07). Nem todas as imagens foram tiradas no mesmo horário e no mesmo dia, assim as duas imagens podem não estar exatamente a 1 dia (24 horas) uma da outra. Por exemplo, as imagens de 1/Janeiro e 2/Janeiro foram tiradas à 19:00 e 22:00, portanto  $t_2 - t_1 = 27h = 1.13$  dia.



# Descrição da Atividade



## 6) Analisando os Resultados

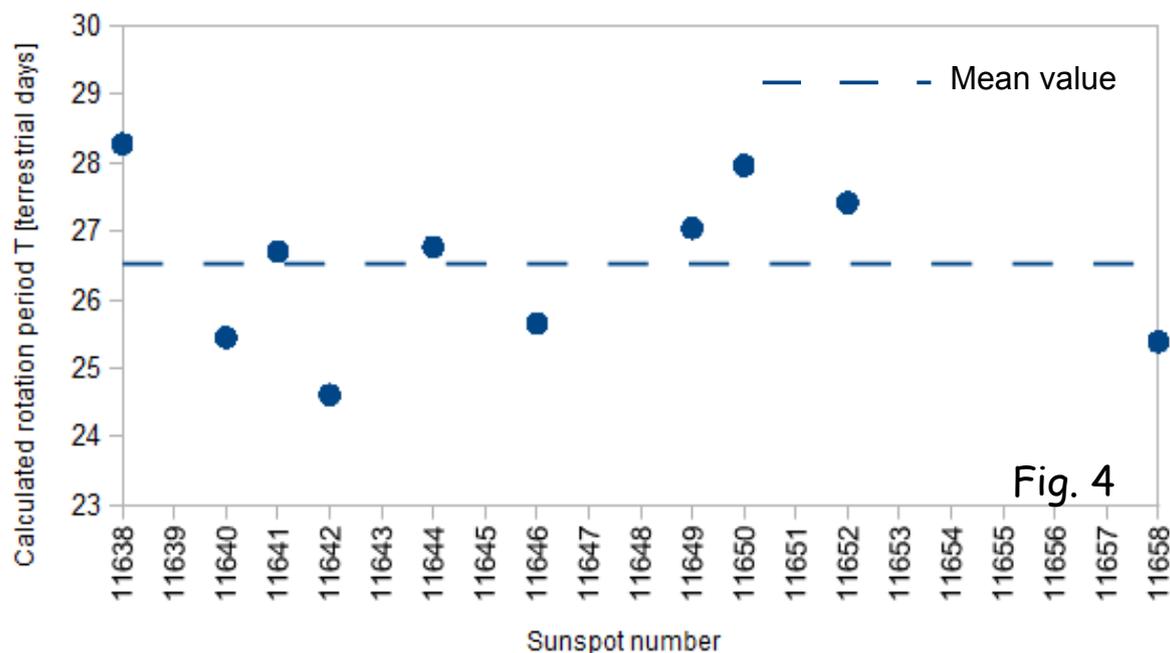
- Vamos compartilhar nossos resultados entre os grupos!
- Faça uma lista na lousa com os períodos 'T' obtidos por todos os grupos junto com o número da mancha solar ( os valores de T devem variar entre 25 e 29 dias).
- Compare as diferenças entre todos os períodos calculados com as primeiras estimativas feitas antes dos cálculos: vocês acham que estamos mais precisos?  
Há ainda vários dias de diferença entre os grupos.
- Vamos ver o que acontece se colocarmos todos os resultados juntos e traçarmos uma média.

Calculando a média de todos os resultados, chegará a um valor próximo ao valor médio do período real calculado pelos cientistas (26.24 dias no equador).

Este é o poder do trabalho em equipe!

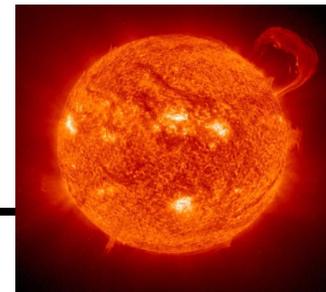
Se tiver acesso a um computador, você poderá montar um gráfico como na Fig. 4.

The spreadsheet "Analysis.ods" in the A planilha "Analysis.ods" nos anexos, contem os cálculos de T usando método (a) e método (b) para a maioria das manchas do grupo de imagens.





# Descrição da Atividade



## 7) Discutindo os Resultados

- Primeiramente, vamos considerar o 'significado' do período médio de rotação que acabamos de obter. Este resultado representa realmente o tempo com que o Sol gira em torno de si mesmo, ou também é uma questão da perspectiva do observador? Pense no fato de que as imagens foram obtidas da Terra, que gira ao redor do Sol.

- *Como não levamos em consideração o movimento da Terra ao redor do Sol, tudo o que podemos dizer é: como foi observado a partir da Terra, a mancha na superfície do Sol completa a sua volta no Sol em aproximadamente 26 dias terrestres (conhecido como período de rotação sinódico). Por causa que a Terra orbita o Sol na mesma direção que o Sol gira (Fig. 5), este período de rotação visto da Terra é maior do que o período de rotação do Sol visto por um observador estático, que seria aproximadamente 24 dias (período de rotação sideral).*

*Qual é o período de rotação dos outros planetas em dias terrestres, determinando a duração de um dia destes planetas? Veja a atividade "Seu peso nos outros planetas".*

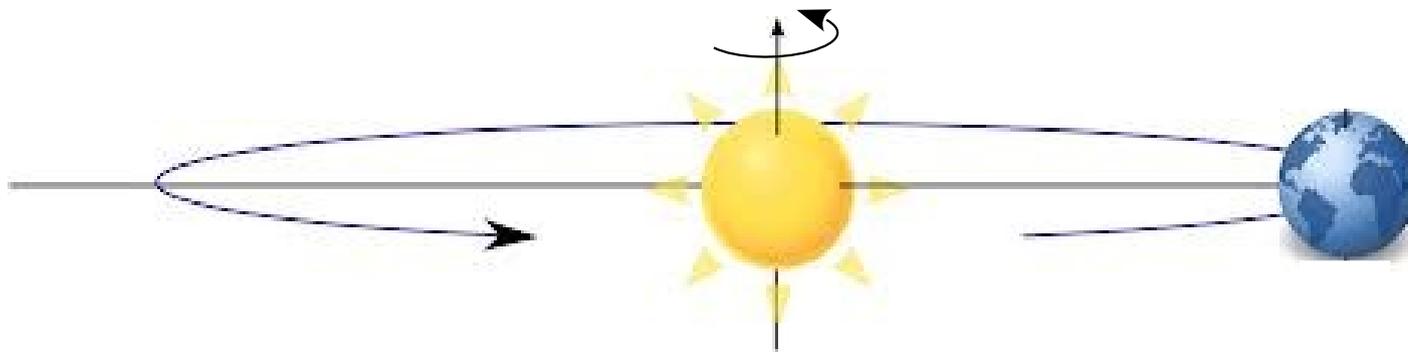
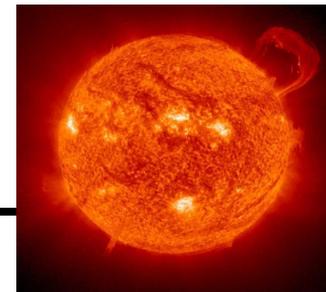


Fig. 5



# Descrição da Atividade



## 7) Discutindo os Resultados

Para os cientistas, assim como para os detetives, é importante analisar por que não obtivemos uma única resposta verdadeira para nossa questão. A ciência, pela sua natureza experimental e teórica, nunca fornece uma única resposta porque tanto nossos instrumentos como a nossa mente são imperfeitos! Então vamos levar em consideração as explicações para as discrepâncias.

- Por que os valores obtidos para  $T$  não são iguais? Como podemos explicar as diferenças nas medições? Pense como estas medições foram feitas e hipóteses do nosso modelo.

- As explicações mais óbvias são **erros de medição, que têm relação com a maneira de como medimos as coisas**. Aqui você precisa usar uma régua para medir  $d$ ,  $x_1$  e  $x_2$  mas a sua régua possui a precisão de  $\pm 0.5$  mm (graduação 1mm). Como pessoa, você possui também uma precisão, por exemplo posicionando sua régua mais ou menos horizontalmente, e este erro se somará ao erro da régua!

- **A origem de erro mais sutil, está relacionada ao modelo por trás dos nossos cálculos**. Nós assumimos que todas as manchas levam o mesmo tempo para girar ao redor do Sol, como se estivessem fixas, coladas em uma bola. O que você acha do Sol: é realmente sólido?

Cientistas constataram que o período de rotação é mais longo próximo aos pólos (até 38 dias) do que no equador (26 dias), fenômeno conhecido como "rotação diferencial". Porém não será possível observar no seu conjunto de dados porque a maioria das manchas está próxima do equador (veja gráfico "T vs y" em "Analysis.ods")

- O que você acha das manchas solares? Sabemos que estão na superfície solar, mas elas tem características rígidas? O que você pode dizer a partir das imagens?

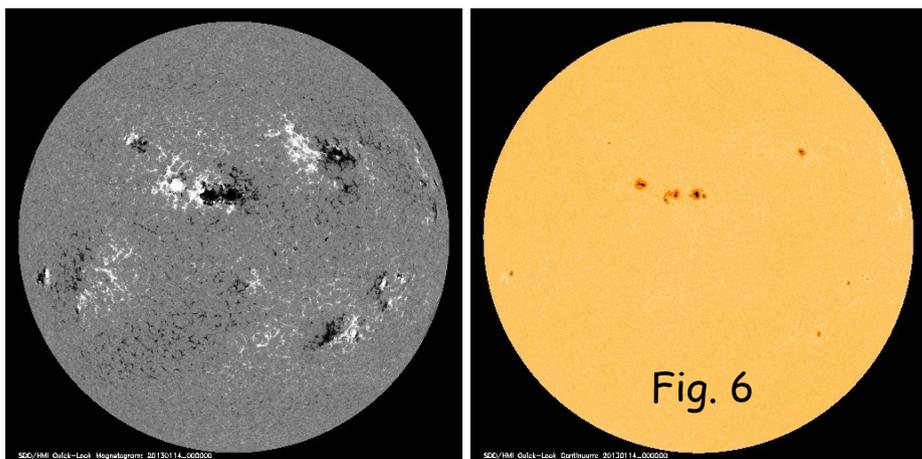
Manchas solares não são rígidas. Elas mudam seu formato e podem até ser dissolvidas. Contudo podem sobreviver por aproximadamente 1 mês: que tipo de força faz com que elas não se dissolvam durante este período?



# A Natureza Magnética das Manchas Solares

A natureza das manchas solares permaneceu um enigma até 1905, quando o astrônomo (...) detectou a presença de forte campo magnético na superfície solar. Hoje, satélites como SDO são equipados com instrumentos especiais que detectam a localização destes campos no Sol e calculam sua intensidade\*.

\*através da análise da luz emitida pelo Sol, cujas propriedades (polarização) são alteradas pelo campo magnético.



- Distribua as imagens do SDO "SDO\_magneticSun.pdf" (a serem impressas a partir do Anexo, Fig.6) para os grupos. A imagem em branco e preto à esquerda é um mapa magnético da superfície solar: todos os fragmentos pretos e brancos são localizações de campos magnéticos intensos.

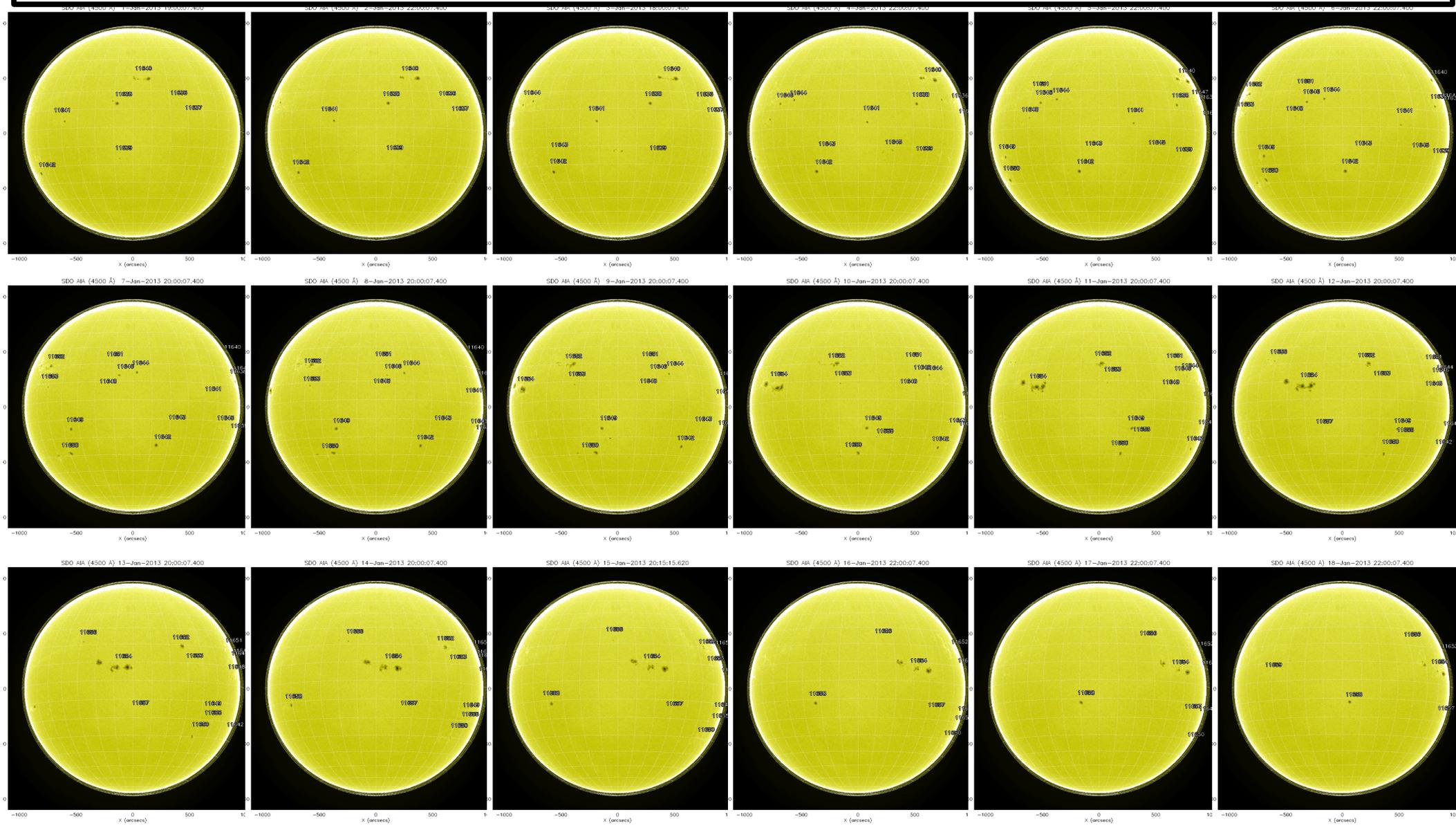
- Compare o mapa magnético com a imagem normal simultânea da superfície: o que você deduz?



Manchas solares coincidem com a presença de campos magnéticos intensos na superfície solar, que tendem a se amontoar em fragmentos antes de se separarem (dissolução em manchas solares). Estes campos são também responsáveis pela aparência escura das manchas. A temperatura elevada da superfície solar (cerca de 6000 graus Celsius) faz com que os átomos se rompam de tal maneira que a matéria está na forma de gás carregado (plasma). Uma vez que o gás desvia o movimento das partículas carregadas, o calor do gás solar não pode fluir para a região da mancha. Essas regiões se tornam mais frias (aproximadamente 1000-2000 graus Celsius a menos que o resto da superfície) e portanto mais escuras quando comparadas com o brilho da superfície solar. Manchas solares são **dinâmicas e evoluem com o campo magnético: elas aparecem, desaparecem e sua quantidade pode variar** (veja atividade "calculando o ciclo solar").

# Imagens SDO

Estas imagens foram obtidas do satélite SDO orbitando a Terra entre 1 a 8 de janeiro de 2013. Cada grupo de manchas solares está numerado. Você pode baixar imagens mais recentes ou mais antigas pelo site <http://www.solarmonitor.org>. Para mais informações visite <http://sdo.gsfc.nasa.gov/>





# O Sol no seu Computador!



*Este é um complemento da atividade onde será usado o software SalsaJ.*

*Ele pode ser encontrado nos Anexos ou fazer download através do endereço <http://www.euhou.net>.*

O tamanho e a "escuridão" das manchas solares ( será necessário SDO FITS em Anexos)

- Abra o arquivo 'saia\_04500\_fd\_20130113\_200007.fts'

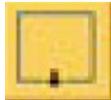


- Escolha uma mancha solar e dê um zoom  até que a imagem apareça composta por pequenos quadrados. Estes quadrados são "pixels", cada um gravado por um pequeno elemento do detector do satélite ( o detector na verdade é uma ordem destes pequenos elementos).

- Diminua o Zoom (Ctrl -) e meça o diâmetro do Sol desenhando um linha usando a ferramenta  e depois clique em 'Analyze -> Measure': você obterá o 'Comprimento' da sua linha em números de pixels. Conhecendo o diâmetro real do Sol, 1 391 000km, calcule a largura do pixel em km.

- Agora você irá medir o tamanho da mancha solar em pixels e em km: qual é o seu tamanho?

Nota: Você poderia na verdade medir o período de rotação do Sol diretamente no seu computador usando as ferramentas de medição ao invés de régua e papel!

- Selecione uma área retangular contendo várias manchas solares com a ferramenta 

- Faça um gráfico da superfície com 'Analyze-> Surface plot'. O eixo vertical indica (em unidades arbitrárias) o brilho da superfície solar.

- Você notou como o brilho diminui nas manchas solares? Por que isto acontece? (porque a temperatura das manchas solares é menor do que o resto da superfície). Esta temperatura cai até chegar a 0?

- As manchas solares possuem diferentes mínimos de brilho? (profundidade do pico)? Você consegue encontrar uma relação entre o tamanho da mancha e o brilho mínimo?



# O Sol no seu Computador!



*Este é um complemento da atividade onde será usado o software SalsaJ.*

*Ele pode ser encontrado nos Anexos ou fazer download através do endereço <http://www.euhou.net>.*

**Criando um filme sobre a rotação do Sol!** (serão necessários arquivos do SDO FITS em Anexos)  
Observando as imagens estáticas, é muito difícil 'sentir' a rotação do Sol. Mas e se pudéssemos fazer um filme do Sol e passar rapidamente?

- -  Abra todas as 27 imagens do SDO (clique em 'Open', depois no primeiro arquivo, aperte a tecla shift e ao mesmo tempo clique no último arquivo para selecionar todos)
- Ordene todas estas imagens no filme usando 'Image->Stacks->Images to Stack'
- - Inicie o filme: 'Image->Stacks->Start animation' ... Você consegue ver o Sol girar? Você está vendo uma rotação completa do Sol (27 dias terrestres) a uma velocidade de 7 dias por segundo.
- - Ajuste a velocidade da animação até conseguir visualizar as manchas se moverem: 'Image->Stacks->Animation Options' e mude a velocidade 'Speed' em 'frames per second (fps)', quadros por segundo.
- Está sem cor? Adicione cores ao seu filme 'Image->Lookup tables'!
- - Você pode dar um zoom na sua imagem  para aumentar seu tamanho e clique no centro do Sol.



---

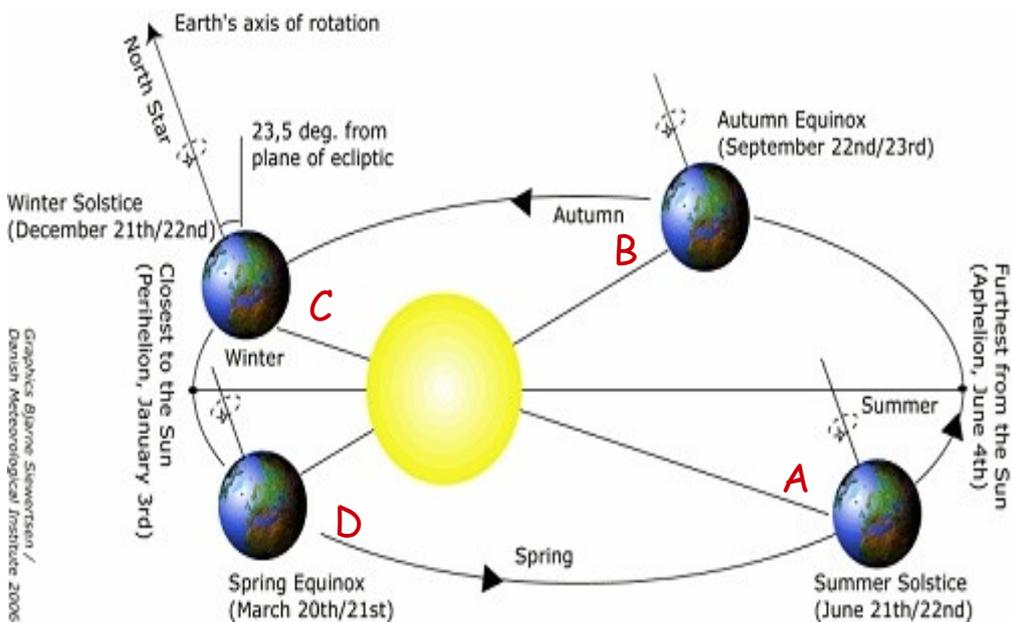
## 2.2 Os Planetas

---



# A Órbita da Terra

- Os planetas não estão parados! Pelo contrário, na verdade, eles giram continuamente em torno dos seus eixos, e se movem ao redor do Sol seguindo caminhos que chamamos de "órbitas".
- Nesta atividade, os estudantes atuarão como detetives ao investigarem a seguinte questão: qual é a forma da órbita que a Terra segue em torno do Sol?
- Para encontrar possíveis respostas, os estudantes farão medidas em imagens do Sol registradas por um satélite.



Idade	A partir de 10 anos (Parte 1) A partir de 14 anos (Parte 2)
Duração	~ 60 min para Parte 1 ~ 45 min para Parte 2
Metodologia	Experimentação / Aprendizado por Pesquisa
Material	- Folha de papel - Lápis - Régua - 4 imagens do Sol (ver anexo)
Material Opcional	- Calculadora (Parte 2) - Cone de papel - Elástico - Globo terrestre



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Justificar que a órbita da Terra não deve ser circular porque a distância entre o Sol e a Terra varia ao longo do ano.
- Matemática: definir uma elipse e distingui-la de um círculo; definir sua excentricidade.
- Relacionar o tamanho aparente de um dado objeto com a sua distância; associar o tamanho aparente de um objeto com o seu ângulo de visada; aplicar esse conceito em cálculos simples (obter uma distância conhecendo o ângulo em radianos).
- Explicar que as estações do ano na Terra não ocorrem devido ao fato dela estar mais próxima ou mais distante do Sol, já que a variação da distância entre a Terra e o Sol durante o ano é muito pequena.

## Capacidades do Processo Científico

- Desenvolver um método científico de hipótese-e-teste: (1) formular uma hipótese; (2) elaborar um teste baseado em observações/dados; (3) realizar as próprias medidas; (4) tirar conclusões a partir de evidências.
- Pensamento crítico: Considerar explicações alternativas.
- Interpretar uma fórmula (excentricidade da elipse) considerando casos limites (correspondentes às excentricidades mínima e máxima).

## Propósitos

- Sentir-se habilitado a usar o método de hipótese-e-teste para investigar outros fenômenos.
- Perceber que a investigação científica não leva a uma explicação única e "verdadeira", mas vincula (eventualmente exclui) possíveis explicações.



# Descrição da Atividade

## Parte 1: Órbitas Elípticas

### 1) O Problema e seu Contexto

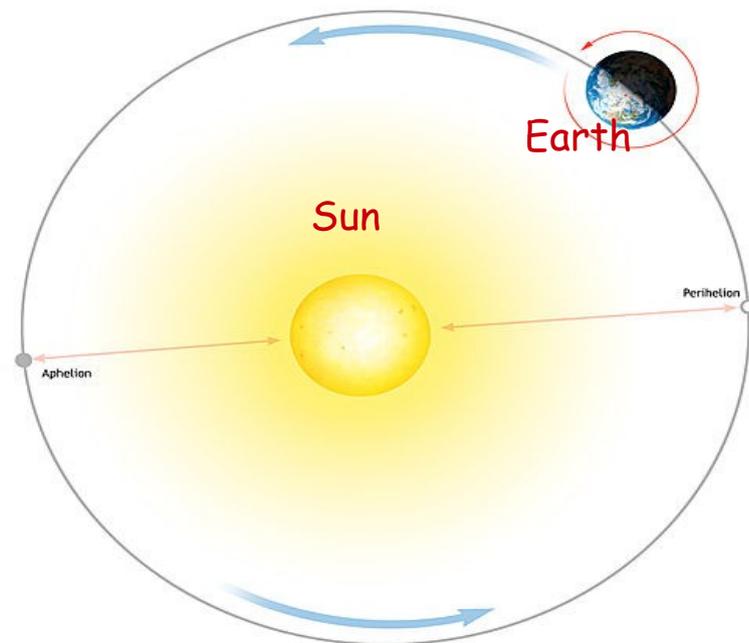
Coloque os estudantes no contexto dos astrônomos do século XVII. Devido às observações de Galileo, eles sabiam que a Terra e todos os planetas giravam ao redor do Sol (veja a atividade "Construindo um modelo Heliocêntrico"). A próxima questão a ser investigada é: Que tipo de órbitas eles seguem?

Observando cuidadosamente o movimento da Lua e dos planetas no céu, mesmo a olho nu, os astrônomos foram capazes de obter algumas evidências. Eles sabiam que as órbitas tinham que ser suaves (não podiam ter cantos), já que os movimentos da Lua e dos planetas nunca mudavam abruptamente.

Hoje, podemos usar imagens de satélites do Sol para investigar a forma da órbita do Sol: esta será a sua tarefa!

Uma **órbita** é um caminho que um corpo celestial segue ao redor de outro, sob a influência da força gravitacional.

Fig. 1a: A órbita da Terra ao redor do Sol e a rotação da Terra.



SCIENCEPHOTOLIBRARY

**!** Todo corpo celestial possui dois tipos de movimento: **translação (ou revolução)** e **rotação**. **Translação** é o ato de seguir uma órbita em torno de outro corpo celestial, não confundir com **rotação** que significa girar em torno do seu próprio eixo.



# Descrição da Atividade

## Parte 1: Órbitas Elípticas

### 2) Análise de Dados

Forme equipes de 2-4 estudantes e distribua as 4 imagens do Sol tiradas pelo satélite Yohkoh para cada equipe (veja no fim e nos anexos).

- Primeiramente, vamos analisar essas 4 imagens do Sol. Quando elas foram tiradas? Você vê alguma diferença?

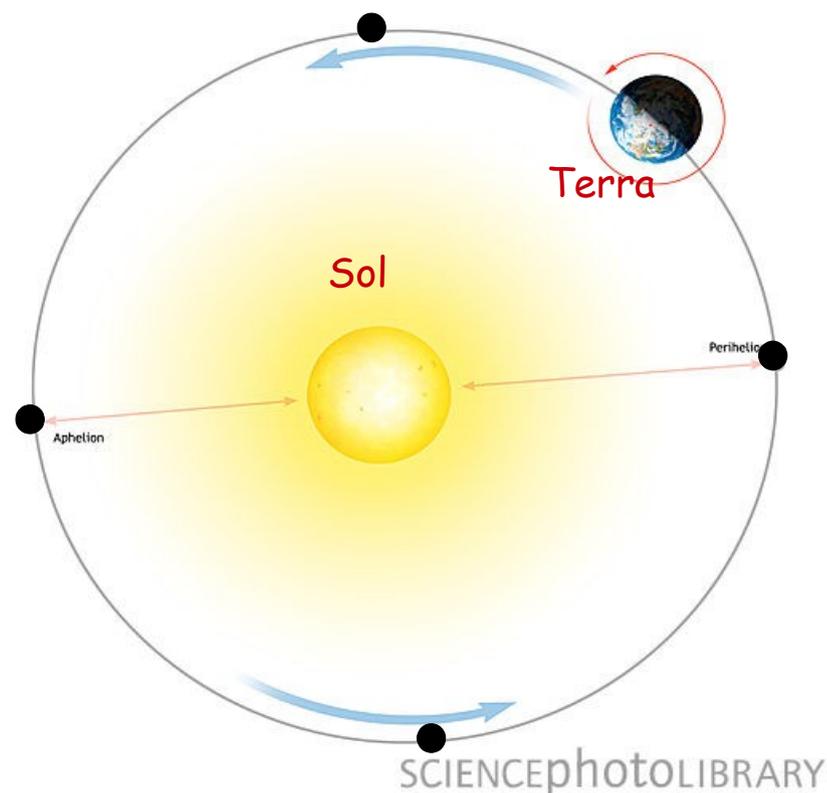
Cada uma delas está separada por 3 meses, correspondendo a 4 pontos igualmente espaçados na órbita da Terra (você pode fazer um desenho como a Fig. 1b e fazê-los localizar os pontos).

- Como você acha que podemos usar essas 4 imagens para investigar a forma da órbita da Terra?

Deixe as equipes pensarem nisso por 5 minutos, e mova-se entre elas oferecendo orientação com base nas ideias delas.

- Para começar nossa investigação, o que geralmente fazemos na ciência é formular uma **hipótese**...

Fig. 1b: A órbita da Terra e os quatro pontos correspondentes às imagens do Sol.





# Descrição da Atividade

## Parte 1: Órbitas Elípticas

### 3) Fazendo Hipóteses

*Uma hipótese é um palpite para a questão que queremos investigar. Podemos então testar nossa hipótese com um experimento (usando nossas imagens) para verificar se ela é falsa ou plausível (é muito difícil mostrar que uma hipótese é "verdadeira" porque geralmente há explicações alternativas)!*

- Qual é a hipótese mais simples que poderíamos fazer aqui? - Que a órbita da Terra é um círculo com o Sol no seu centro!

- Como você poderia usar essas 4 imagens para testar essa hipótese?

Novamente, deixe as equipes pensarem por um tempo. Oriente-os à ideia de que uma **órbita circular em torno do Sol implica em uma distância constante entre a Terra e o Sol e, conseqüentemente, um tamanho aparente do Sol constante**. Você pode, por exemplo, desenhar um círculo no quadro-negro anexando um pedaço de giz a um elástico (distância constante). Verifique se eles também entenderam a relação entre distância e tamanho aparente. Você pode fazê-los prever como o seu tamanho aparente varia se você se afastar deles. Eles podem usar seu polegar para cima como referência.

### 4) Planejando o Experimento

- Como você mediria o tamanho aparente do Sol?

Deixe cada equipe elaborar a sua própria maneira de estimar o tamanho aparente do Sol de forma que eles se sintam donos de suas medidas (com as réguas, eles podem medir a maior distância do disco solar, ou o diâmetro, ou alguma média entre as distâncias vertical e horizontal etc.)

- Em um papel, escreva suas medidas juntamente com a data de cada imagem. Tente desenhar como seria a forma da órbita da Terra.



# Descrição da Atividade

## Parte 1: Órbitas Elípticas

### 5) Comparando e Analisando os Resultados:

- Vamos compartilhar nossos resultados: o tamanho aparente do Sol é o mesmo em todas as 4 imagens?

Peça para as equipes explicarem para a turma como eles mediram o diâmetro do Sol e o que eles obtiveram. Liste todos os resultados no quadro-negro.

- Por que você acha que os resultados das equipes são diferentes?

Faça os estudantes refletirem sobre "erros de medida" induzidos pela maneira que eles fizeram as medidas e a precisão da régua.

- Podemos explicar a diferença entre as medidas dos diâmetros aparentes em Julho e Janeiro através de erros de medidas?

Não, porque essa diferença é maior que o erro de medida (+/- 1 mm).

- Qual é a conclusão mais direta sobre a nossa hipótese?

*O menor diâmetro aparente do Sol em Julho, comparado ao de Janeiro, indica que o Sol está mais distante de nós em Julho do que em Janeiro. Portanto... nós provavelmente podemos excluir a nossa hipótese!*

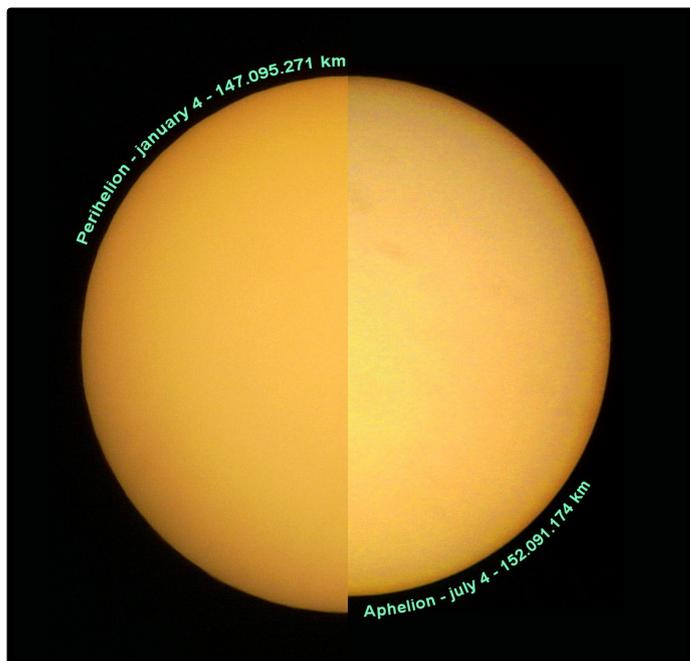


Fig. 2: O Sol no afélio (quando a Terra está mais distante do Sol) e periélio (quando a Terra está mais próxima do Sol). Fotografia tirada por Enrique Luque Cervigón.



# Descrição da Atividade

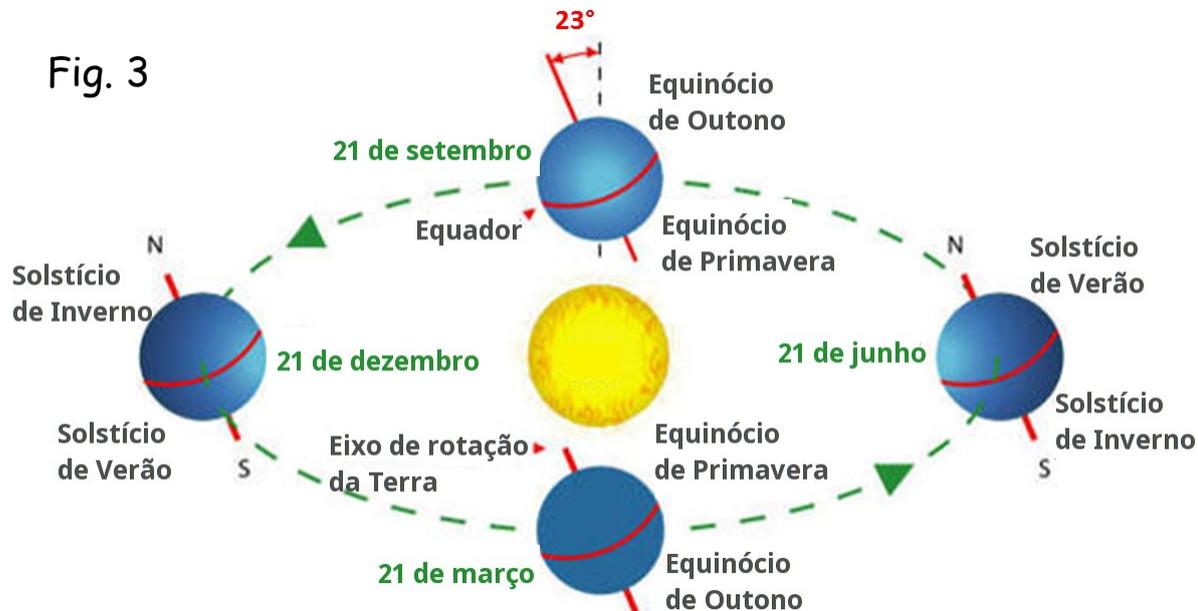
## Parte 1: Órbitas Elípticas

### Atenção: Evite Conceitos Errados sobre as Estações

- Você acha que as diferentes estações ocorrem devido à variação da distância Terra-Sol ao longo do ano, ou seja, ao fato de estarmos mais próximos do Sol no periélio do que no afélio? Por quê?

*Não! Se esse fosse o caso, teríamos que ter as mesmas estações nos hemisférios norte e sul. Esse não é o caso: quando é inverno no hemisfério norte, é verão no sul.*

Fig. 3



As estações ocorrem devido à inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano orbital (eclíptica) de  $23,5^\circ$ , não à distância Sol-Terra. Durante o verão no hemisfério norte/sul, aquela parte da Terra está inclinada em direção ao Sol, e inclinada para longe do Sol durante o inverno.

• **Dica para o professor:** Você pode demonstrar esse efeito colando um adesivo para medir temperatura (para bebês, disponível em farmácias) no globo terrestre e inclinando-o na direção de uma lâmpada ou vela.



# Descrição da Atividade

## Parte 1: Órbitas Elípticas

### 6) Considerando Modelos Alternativos

- Podemos excluir nossa hipótese inicial? Quais outros efeitos ou erros poderiam também explicar as variações das medidas do diâmetro aparente?

Deixe os estudantes elaborarem alternativas e/ou faça-os pensar nas seguintes possibilidades:

(1) A órbita da Terra é circular, com o Sol no centro, mas o *tamanho real do Sol varia!* A pesquisa solar moderna tem mostrado que, de fato, o Sol sofre oscilações (e, logo, variação no seu diâmetro), mas não o suficiente para explicar nossas observações.

(2) O instrumento do satélite pode ter introduzido *erros nas imagens* (a partir de problemas técnicos como, por exemplo, uma degradação do sistema ótico com o tempo). Tais erros instrumentais sempre devem ser considerados, mas, neste caso, eles são pouco prováveis para explicar que nós mediríamos uma variação do diâmetro similar todo ano. Note que a distância entre o Sol e o satélite tem um papel desprezível aqui (a variação da distância do satélite é da ordem do diâmetro da Terra, 12.000 km, muito menor que a distância média Sol-Terra, de aproximadamente 150.000.000 km.)

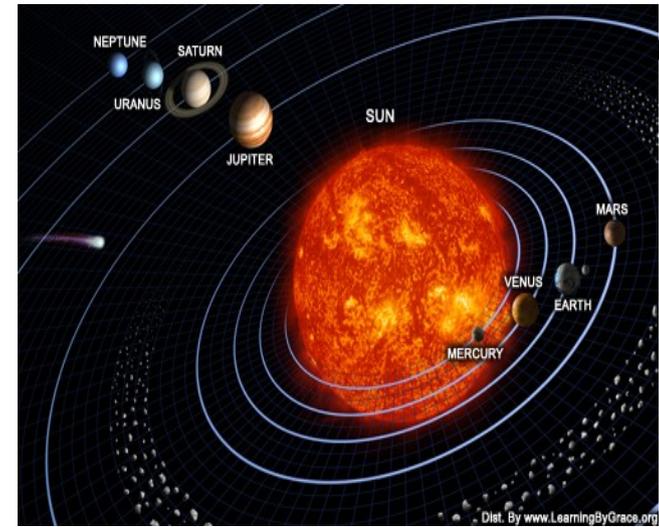
(3) A órbita da Terra é circular mas o *Sol está ligeiramente fora do centro*, tal que a Terra está mais próxima dele em janeiro. Por muito tempo esse foi um desafio (puzzle) para o astrônomo Johannes Kepler, já que ele estava convencido que a órbita tinha que ser circular (por razões religiosas e filosóficas, o círculo era considerado "perfeito")...

(4) *A órbita da Terra não é circular e tem um formato diferente.*

Para discriminar entre (3) e (4), os astrônomos fizeram muito mais observações (muito antes de existir satélite) e compararam-nas com modelos matemáticos de órbitas baseados em leis físicas.

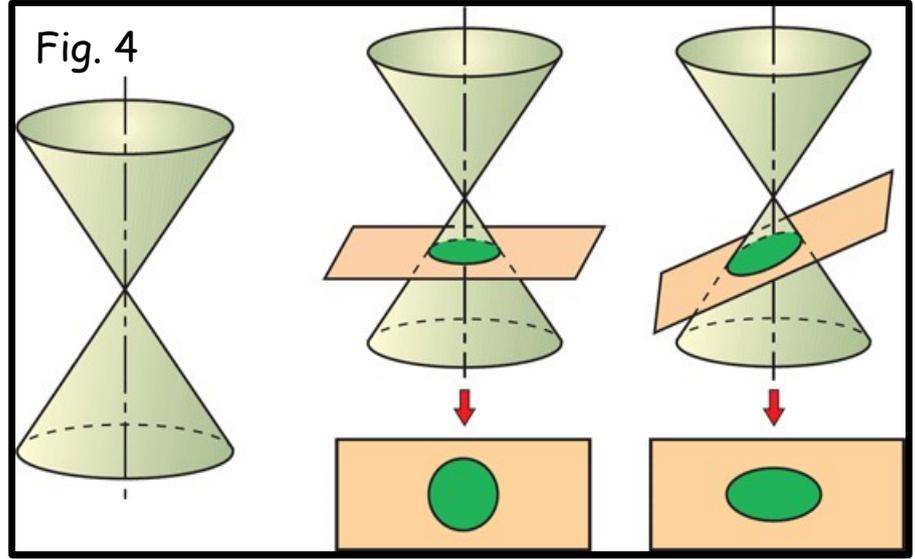


# O que é uma Elipse?



• O matemático e astrônomo Johannes Kepler (1571-1630) foi o primeiro a calcular que as órbitas dos planetas não eram circulares mas elípticas. Mais tarde, o filósofo e matemático inglês Isaac Newton (1643-1727) mostrou que as órbitas elípticas são consequência da força da gravidade-- a força de atração que os corpos massivos exercem uns nos outros.

• Geometricamente, uma elipse é uma curva fechada que resulta de um corte de um cone por um plano (veja Fig. 3): se o plano é perpendicular ao eixo de simetria do cone, obtemos um círculo, caso contrário obtemos uma elipse.



• **Dica para o professor:** Você pode ilustrar a elipse para os estudantes de um jeito simples usando um cone de papel e um elástico. Quando o elástico é colocado horizontalmente e visto de cima, você verá um círculo. Incline o elástico e você produzirá uma elipse (Fig. 4)!

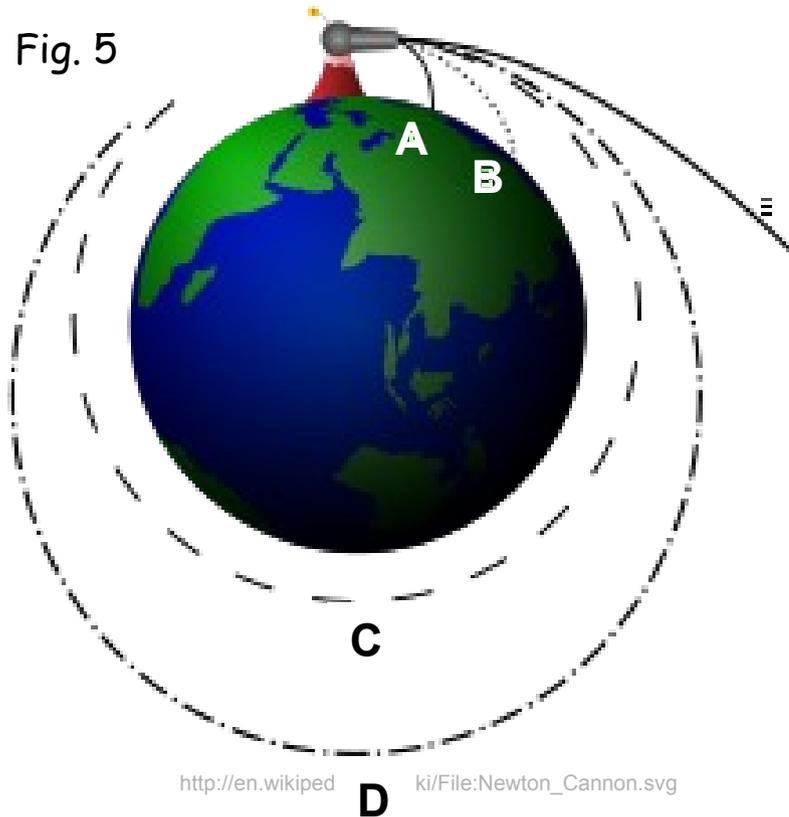




# Por que as Órbitas são Elípticas?

Para explicar porque a gravidade gera órbitas elípticas, vamos fazer o mesmo "experimento mental" que o feito por Newton. Tais experimentos mentais (experimentos que podemos realizar somente com a nossa imaginação) são a base para a modelagem teórica da natureza - que os físicos teóricos fazem!

Fig. 5



<http://en.wikiped> [ki/File:Newton\\_Cannon.svg](ki/File:Newton_Cannon.svg)

**!** O experimento mental de Newton vale para *todos os corpos* que giram ao redor de outro: de uma nave espacial em torno da Terra a planetas ao redor do Sol.

- Imagine uma montanha tão alta cujo cume está acima da atmosfera. Agora imagine que exista um canhão que atira balas na direção horizontal.
- Se a velocidade inicial for pequena (A), a trajetória será curva e o projétil atingirá o solo.
- Aumentando a velocidade, o projétil atingirá o solo cada vez mais distante do canhão (B).
- Se você atirar com a velocidade certa, a trajetória do projétil se curvará tanto quanto a superfície da Terra e nunca atingirá o solo (C). O projétil estará em uma **órbita circular** perfeita.
- Se você aumentar ainda mais a velocidade do tiro, **órbitas elípticas** (D) serão produzidas. O ponto mais distante da órbita está no lado oposto da Terra de onde se encontra o canhão e é chamado **afélio**. O ponto da órbita que é passa logo acima do canhão é chamado **periélio**.

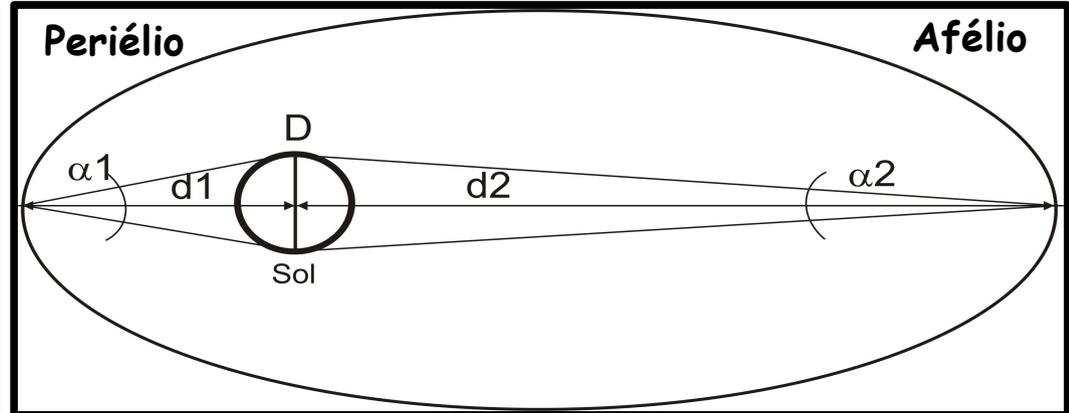


# Descrição da Atividade

## Parte 2: Excentricidade

Fig. 6

Mediremos agora quão distante de nós o Sol está no afélio em relação ao periélio. Ou seja, quão alongada é a órbita da Terra. Primeiramente, os estudantes precisarão estar familiarizados com a relação entre o tamanho aparente, ângulo de visada e distância (veja abaixo).



### Como Podemos Estimar o Grau de Alongamento de uma Órbita?

- Suponha que você conheça as distâncias Terra-Sol no periélio ( $d_1$ ) e no afélio ( $d_2$ ): como você definiria/mediria quão alongada é uma órbita?

*Deixe os estudantes fazerem suas proposições, por exemplo, tomando a razão  $d_1/d_2$ .*

- Por convenção, o grau de alongamento ou *excentricidade* é definido como a diferença da distância Terra-Sol entre o periélio e o afélio,  $d_1 - d_2$ , relativo a distância total  $d_1 + d_2$ :  $e = |d_1 - d_2| / (d_1 + d_2)$ . Note que esta fórmula é uma definição: ela resulta de uma convenção (poderíamos, em princípio, ter escolhido outra definição, por exemplo, a razão  $d_2/d_1$ ) e não é dependente das leis da física. No entanto, ao interpretar essa definição, veremos que ela tem vantagens.



# Descrição da Atividade

## Parte 2: Excentricidade

### Interpretando a Definição de Excentricidade

- Vamos dar algum significado à fórmula da excentricidade: Qual é a excentricidade de um círculo perfeito? Qual é o valor máximo da excentricidade que uma elipse pode ter de acordo com essa definição?

*Um círculo perfeito é de fato um caso especial de uma elipse com excentricidade 0 (zero). Ele não é alongado.*

*Uma excentricidade igual a 1 (um) corresponde a uma elipse infinitamente alongada onde  $d_1 \ll d_2$ , tal que  $d_1 - d_2 \sim d_1 + d_2 \sim d_2$ . Portanto, os valores podem variar entre 0 e 1. Não é uma excelente definição?*

- Vamos agora calcular a excentricidade da órbita da Terra. Você precisará das seguintes informações: o diâmetro real do Sol é:  $D = 1.4 \times 10^6$  km. Cada centímetro na imagem corresponde a um ângulo de 0.0009 radianos (veja "Tamanho aparente e distância" na próxima página).

*Para obter as distâncias do periélio e do afélio  $d_1$  e  $d_2$ , podemos, primeiramente, calcular os ângulos de visão (visada) correspondentes aos diâmetros aparentes no periélio (10,5 cm) e no afélio (10,2 cm). Conhecendo o diâmetro real do Sol, nós podemos então converter esses ângulos em  $d_1$  e  $d_2$ .*

$$\alpha_1 = 10,5 \text{ cm} * 0,0009 \text{ rad} = 0,0095 \text{ rad}$$



$$d_1 = D / \alpha_1 = 1,47 * 10^8 \text{ km}$$

$$\alpha_2 = 10,2 \text{ cm} * 0,0009 \text{ rad} = 0,0092 \text{ rad}$$



$$d_2 = D / \alpha_2 = 1,52 * 10^8 \text{ km}$$

*Aplicando a fórmula da excentricidade  $e = |d_1 - d_2| / (d_1 + d_2)$  obtemos  $e = 0.0167$ , ou 1.67%*



# Descrição da Atividade

## Parte 2: Excentricidade

### Vamos Analisar Melhor?

- O que você pensa sobre a excentricidade da órbita da Terra: ela é grande ou pequena?

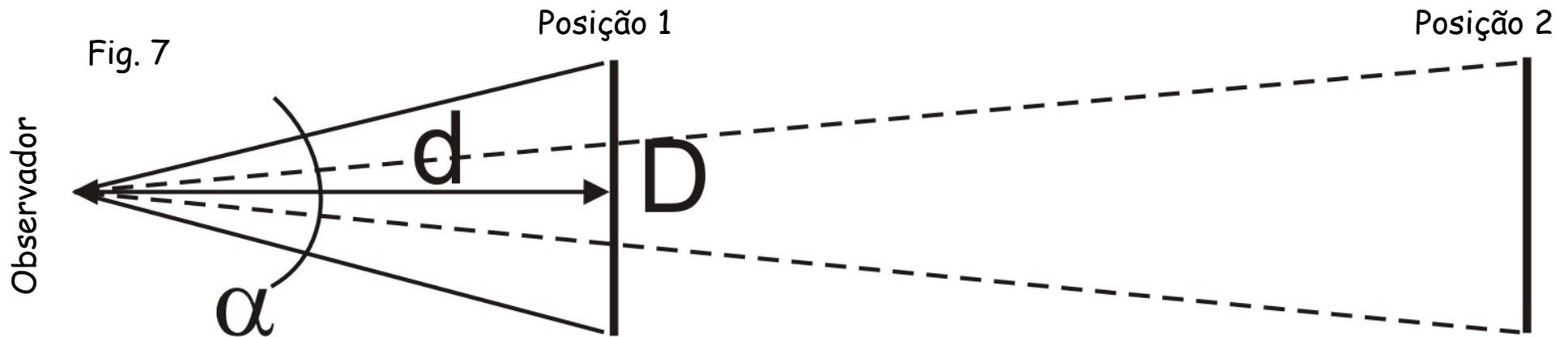
*Ela é bem pequena: tão pequena que ela representa uma variação de somente 1.67 mm de um círculo com 10cm de diâmetro. Nós mal poderíamos vê-la em um desenho, logo todos os nossos desenhos estão bem exagerados!*

- Isso concorda com o fato de que nós observamos diferentes estações nos hemisférios norte e sul?

*Sim. Observamos diferentes estações nos hemisférios norte e sul porque o efeito do eixo de inclinação da Terra é mais importante que o efeito da excentricidade da sua órbita. Entretanto, se a excentricidade fosse muito maior, seu efeito dominaria sobre o do eixo de inclinação de forma que teríamos as mesmas estações em ambos os hemisférios.*



# Tamanho Aparente e Distância



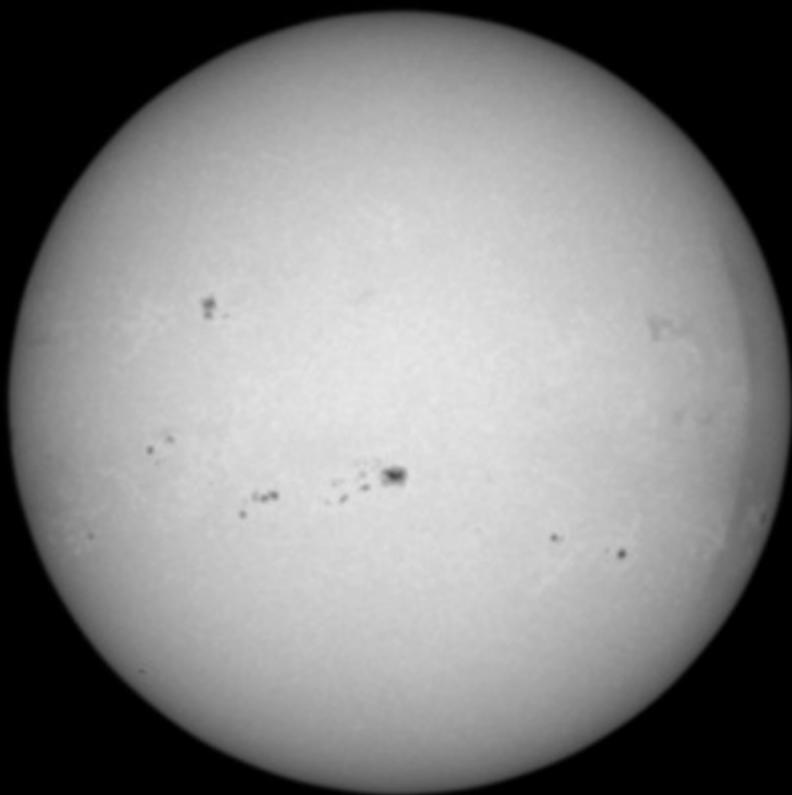
• O tamanho aparente que vemos de um objeto, como o Sol, corresponde a um certo ângulo de visada ( $\alpha$ ) medido em "radianos". Esse é definido como:

$$\alpha = \frac{D}{d}$$

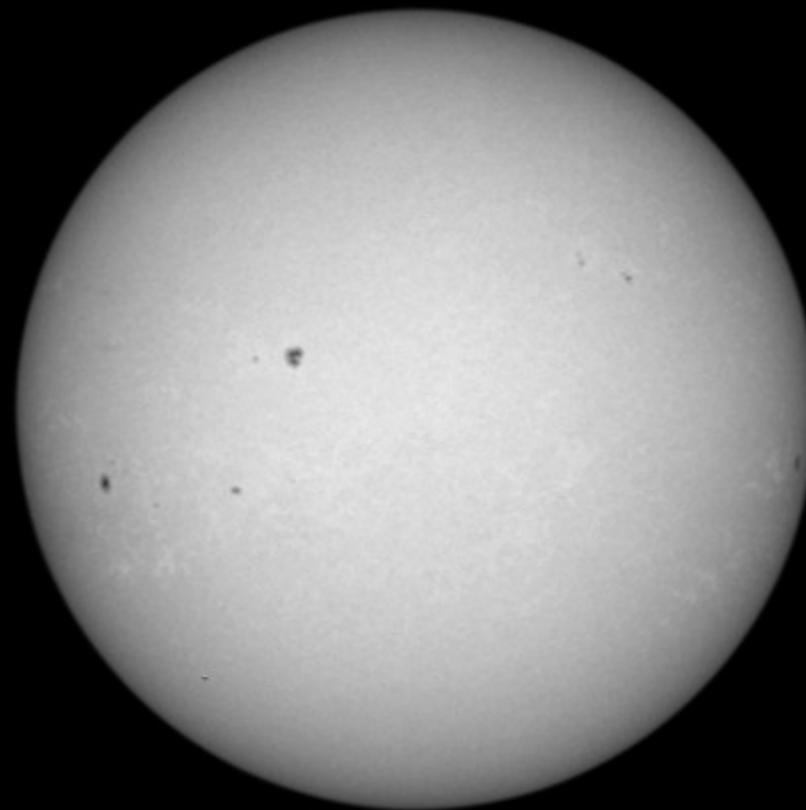
onde  $D$  é o diâmetro do objeto e  $d$  a distância dele até nós. Note que, devido ao fato que o ângulo é definido como uma razão de comprimentos (tendo unidades de metro), as unidades se cancelam na divisão. Portanto, o ângulo é somente um número: nem radianos nem graus são unidades físicas (como metro, segundo, etc...)

• Quão grande um objeto aparenta ser para nós depende de quão grande é o ângulo de visada correspondente que ele ocupa: Quanto maior o tamanho  $D$  do objeto e/ou menor a distância  $d$ , maior será o ângulo de visada  $D/d$  e maior o objeto parecerá para nós.

• Isso está esquematizado na Fig. 7. O ângulo formado por linhas sólidas é maior que aquele formado pelas linhas tracejadas.

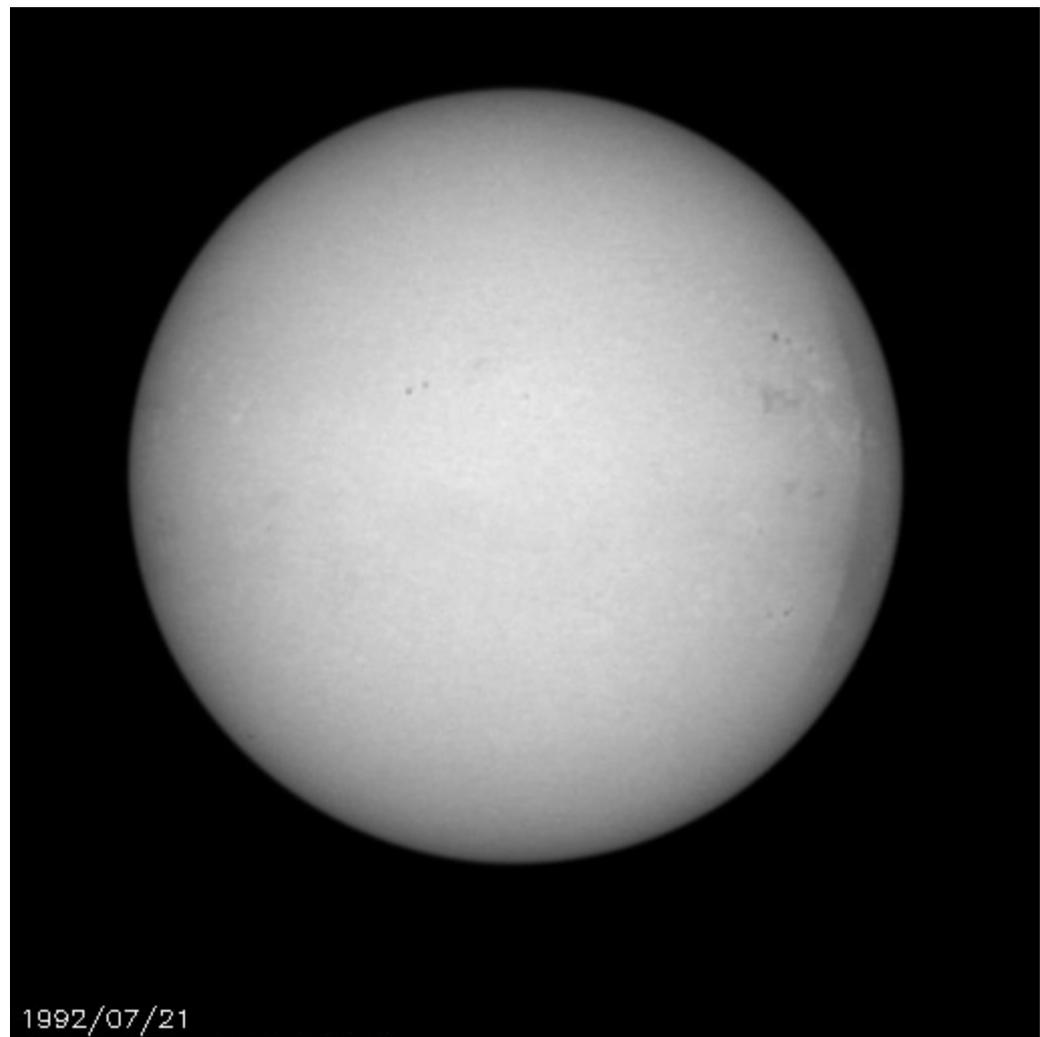
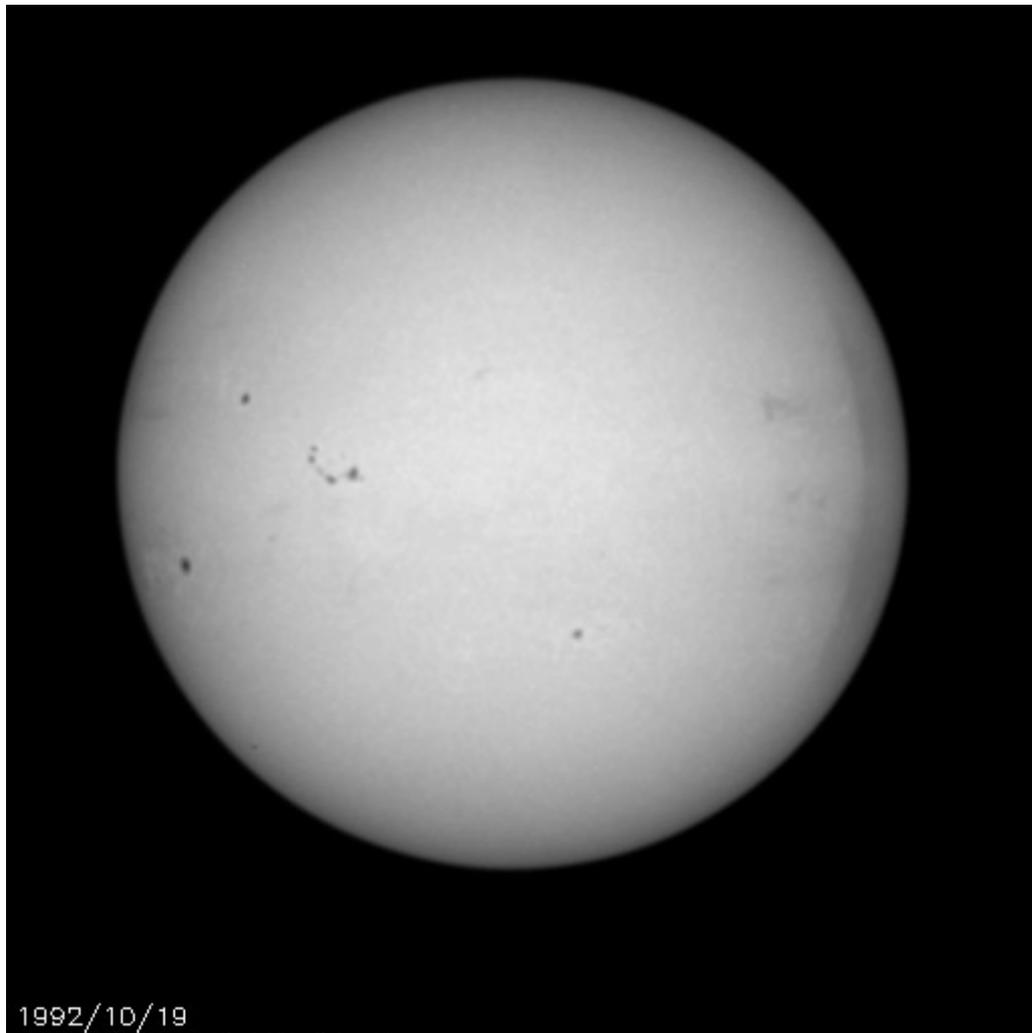


1992/04/22



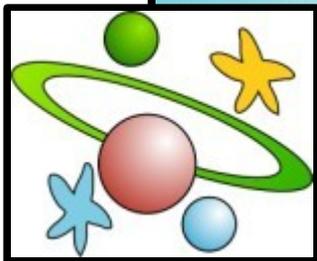
1992/01/23

Essas são imagens do Sol na luz visível, registradas pelo satélite Yohkoh:  
<http://www.lmsal.com/SXT/>





# Seu Peso em Outros Planetas



- O Sistema Solar possui 8 planetas de diferentes tamanhos. Uma vez que alguns planetas são grandes e outros pequenos...nós teríamos o mesmo peso tanto na Terra como em Jupiter?
- Nesta atividade nós vamos explorar a Lei da Gravidade e a diferença entre massa e peso.
- Vamos descobrir que nosso peso é diferente em cada planeta!

12 anos

Idade

~ 30 min

Duração

Experimentação

Metodologia

- Calculadora

- Papel e lápis

- Balança (se você não sabe o seu peso)

Material



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Distinguir entre força gravitacional e aceleração gravitacional (checar o entendimento dos estudantes sobre a Segunda Lei de Newton e possíveis concepções alternativas).
- Diferenciar os conceitos de peso e massa.

## Capacidades do Processo Científico

- Aprender a aplicar uma fórmula usando valores provenientes de tabelas.
- Ordenar as medições (peso dos diferentes planetas) como uma função de diferentes variáveis (massa do planeta, tamanho do planeta) para ver se a quantidade medida depende destas variáveis.

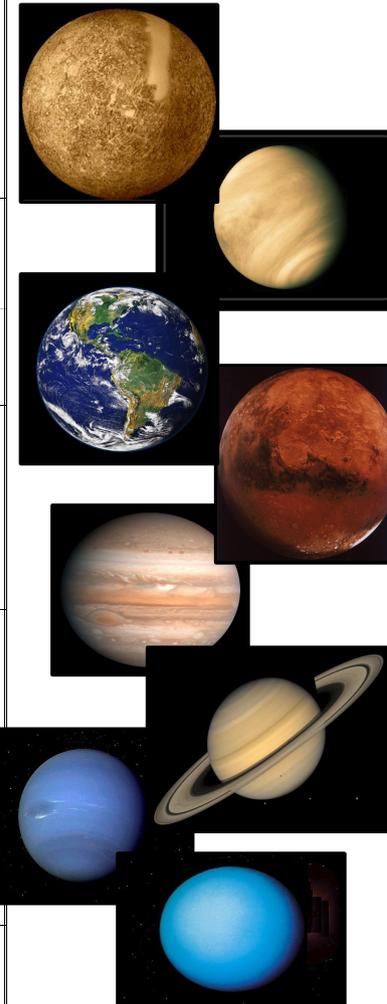
## Propósitos

- Imaginar-se a em outros mundos. Como seria saltar em Marte, Júpiter ou na própria Lua?
- Ver a gravidade como uma força universal atuando em todos os cantos no Universo, particularmente em todos os planetas.



# Características dos Planetas do Sistema Solar

Planeta	Distância do Sol (km)	Diâmetro (km)	Período orbital	Período de rotação	Aceleração da gravidade na superfície	Massa (Terras)
Mercúrio	57.910.000	4 880	88 dias	56,5 dias	3,7 m/s <sup>2</sup>	0,055
Vênus	108.200.000	12 100	225 dias	243 dias	8,9 m/s <sup>2</sup>	0,815
Terra	149.600.000	12 700	1 ano	24 horas	9,8 m/s <sup>2</sup>	1
Marte	227.940.000	6 794	687 dias	24 horas	3,7 m/s <sup>2</sup>	0,11
Júpiter	778.833.000	142 984	12 anos	10 horas	20,9 m/s <sup>2</sup>	318
Saturno	1.429.400.000	120 536	29.4 anos	10 horas	10,4 m/s <sup>2</sup>	95,2
Urano	2.870.990.000	51 118	84 anos	17 horas	8,4 m/s <sup>2</sup>	14,5
Netuno	4.504.300.000	49 528	164,8 anos	16 horas	10,7 m/s <sup>2</sup>	17,1





# Gravidade

- A gravidade é uma força fundamental da natureza que atua em todos os objetos que possuem massa.
- A força é atrativa: ela puxa os objetos um na direção do outro.
- A massa de um objeto e a distância entre os objetos afetam a intensidade da força gravitacional:
  - Massas altas atraem mais fortemente.
  - Quanto mais distantes estiverem dois objetos, mais fraca será a força gravitacional entre eles.
- Um objeto que experimenta a força gravitacional sofre aceleração: ele cairá cada vez mais rápido.
- Quanto mais massivo for um objeto (considere os diferentes planetas), mais fortemente ele vai acelerar pequenos objetos em direção ao seu centro.



**!** A gravidade da Terra acelera os objetos em direção ao seu centro. Assim, quando jogamos um objeto para o alto, ele cairá.



# Massa e Peso

- A massa ( $m$ ) é uma propriedade intrínseca de um corpo que mede a quantidade de matéria desse corpo. A massa é medida em quilogramas (kg). Se você viajar para outros planetas ou ainda no vácuo, a sua massa não muda.
- O Peso ( $P$ ) é a força exercida sobre um corpo pela gravidade. O peso de um objeto depende da sua massa e da intensidade da gravidade que atua sobre ele.

- Um objeto terá mais peso se a sua massa for maior ou se ele for acelerado mais fortemente pelo corpo que o atrai:

$$P = m * g \text{ (kg*m/s}^2\text{)}$$

- Onde  $g$  é o valor da aceleração gravitacional em  $m/s^2$ .
- Esta equação provem da segunda lei de Newton ( $F = ma$ ) e da definição de peso.
- Já que a aceleração da gravidade é diferente em cada planeta, o seu peso também será diferente!
- Para calcular o seu peso em outros planetas, nós só precisamos saber como calcular a nossa massa. Alguma ideia?





# Descrição da Atividade



## Procedimento:

- Cada estudante deve pesar-se em uma balança e escrever o valor correspondente na tabela abaixo.
- A balança está ajustada para mostrar a nossa massa, que é resultante da equação abaixo (o peso que você obtém da balança já está calibrado para a força da gravidade da Terra. Portanto, o que nós comumente nos referimos como "peso" é realmente uma representação de sua massa):

$$m = P/g_T \text{ (kg)}$$

onde  $P$  é o peso e  $g_T$  o valor da aceleração gravitacional sobre a superfície da Terra.

- Sabendo a massa, nós podemos agora calcular o peso que uma balança registrará se for colocada em outros planetas. Fazemos isso usando a mesma fórmula ( $P = m g_p$ , onde  $g_p$  é o valor da gravidade na superfície do outro planeta) usando diferentes valores da gravidade para cada planeta.

- Na tabela, escreva os valores do seu peso em cada planeta obtido com a equação da página anterior e calcule quantas vezes mais pesado ou mais leve você seria em outros planetas ( $P_{\text{Planeta}} / P_{\text{Terra}}$  = fração).

Planeta	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Seu Peso								
Fração do peso			X					



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Organize os planetas de modo que o primeiro planeta seja onde o seu peso é o maior e o último onde o seu peso é o menor. Esta ordem é igual para todos os participantes? Em qual planeta o seu peso é o maior? Em qual planeta o seu peso é o menor? Compare os resultados com as massas dos planetas!

*A ordem deve ser a mesma para todos: Júpiter, Netuno, Saturno, Terra, Vênus, Urano, Marte e Mercúrio. O planeta onde o nosso peso é o maior é Júpiter, e os planetas onde o nosso peso é o menor são Mercúrio e Marte. Agora, se organizamos os planetas por suas massas, nós vemos que esta ordem não é a mesma. Adicionalmente, se nós organizamos os planetas pelo seu tamanho (diâmetro) nós vemos que esta ordem também não é a mesma. Isto é devido ao fato de que o que realmente conta para a gravidade são os dois: a massa e o tamanho do planeta.*

• - Visto que, o nosso peso depende de qual planeta estamos, isto significa que somos mais gordos ou magros em outros planetas? Lembre-se da fórmula para calcular o peso.

*Não, a nossa massa é a mesma em todo lugar, não importa aonde estejamos. O que muda é a força com a qual o planeta nos puxa para o seu centro e isto sim é o nosso peso.*





---

## **3. Para Além do Sistema Solar**

---



# Classificação de Galáxias

**!** A galáxia ao lado, chamada de M64, é um típico exemplo das chamadas "galáxias espirais". Por que você acha que elas são chamadas assim?



*Vamos classificar algumas galáxias da forma como os astrônomos fazem!*

- Nesta atividade, vamos aprender sobre os diferentes formatos, tamanhos e cores das galáxias.
- Vamos usar fotos de galáxias, tiradas com o telescópio Palomar em 1991.

Idade	A partir de 8 anos
Duração	~ 45 min.
Metodologia	Autoaprendizado
Material	Imagens de galáxias (Ver Anexos)



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Distinguir entre as diferentes formas das galáxias, essencialmente: elípticas, espirais, espirais barradas e irregulares.
- Identificar o formato da nossa própria Galáxia, que é o de uma galáxia espiral.

## Capacidades do Processo Científico

- Reconhecer que um objeto (galáxia) pertence a uma categoria dentro de um esquema de classificação (classificação de Hubble) por correspondência de características relevantes daquele objeto com uma das categorias.
- Produzir o próprio esquema classificatório por identificação de similaridades e diferenças (de características morfológicas, neste caso) num conjunto de objetos (galáxias);
- Avaliar criticamente o próprio esquema de classificação, comparando com o de Hubble.

## Propósitos

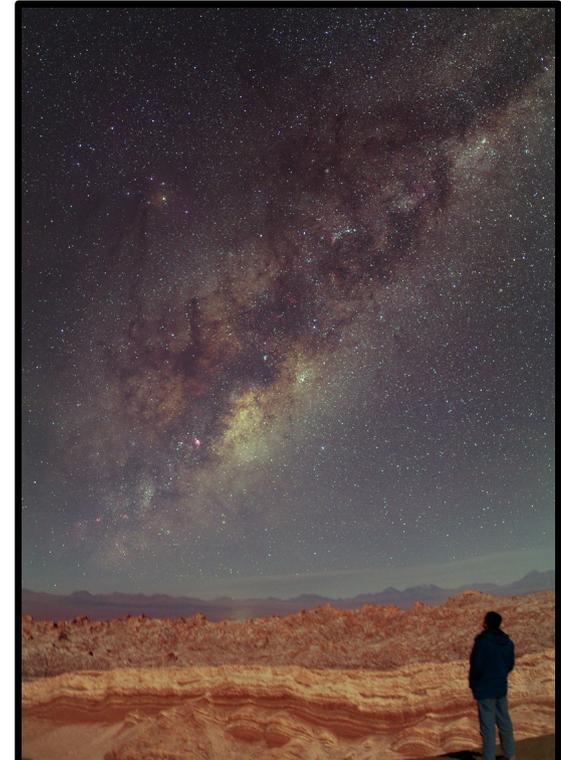
- Inspirar-se pela beleza e diversidade de todas as diferentes galáxias.
- Perceber que a classificação, apesar de arbitrária, nos ajuda a identificar propriedades físicas dos objetos.
- Aguçar a curiosidade sobre a formação das galáxias e a origem de suas formas.



# Galáxias no Universo

Galáxias são enormes coleções de estrelas, poeira, gás e planetas mantidos juntos pela força da gravidade (ver a atividade "O seu Peso em Outros Planetas").

- Uma galáxia como a que vivemos contém cerca de CEM BILHÕES de estrelas semelhantes ao Sol!
- Há centenas de bilhões de galáxias no Universo, com uma grande variedade de tamanhos: desde galáxias anãs até galáxias gigantes.



Crédito da imagem: Stéphane Guisard



Nossa galáxia é chamada de Via Láctea (na tradução do latim ao português, esse nome significa "Caminho de Leite"). Esse nome foi dado pelos antigos que achavam que a faixa de estrelas que atravessa o céu, e que é, nada mais nada menos que nossa Galáxia, parecia leitosa. Você pode ver a Via Láctea numa noite clara longe das luzes da cidade, como mostra a figura acima!



# Descrição da Atividade

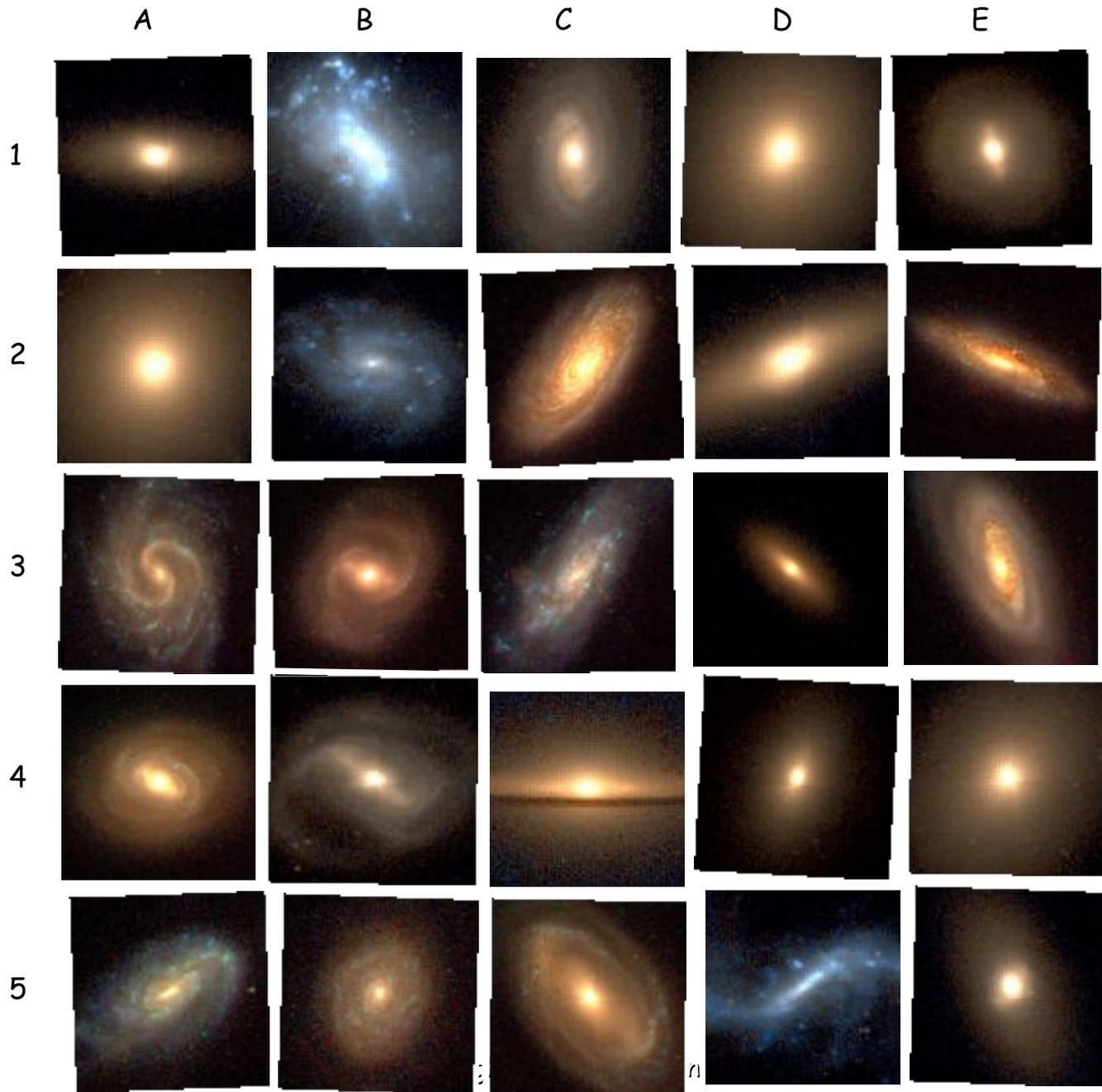
## Orientação: Examinando Imagens de Galáxias

- Nesta atividade, vamos olhar para 25 imagens de galáxias feitas com telescópios. Vamos olhar para cada galáxia cuidadosamente. O que você repara nelas? Em pequenos grupos de alunos, vamos pensar:
- Quais são as semelhanças entre algumas das galáxias?
- Quais são as diferenças entre algumas das galáxias?

*Preste atenção nas cores, orientações, tamanhos e formas (elíptica, espiral, ou outras formas)*

## Projetando um Esquema de Classificação

- Os astrônomos frequentemente classificam objetos para entender as relações entre si. Em grupos, vamos elaborar um esquema para classificar as 25 galáxias apresentadas nessa atividade.
- À medida que os alunos procedem, faça-os pensar sobre questões como: "quantas categorias diferentes você quer ter?" "Quão similares as galáxias tem que ser para entrarem na mesma categoria de classificação?"
- Se os alunos estão fixados no tamanho, explicar (com uma fotografia normal) que diferentes galáxias nas imagens têm tamanhos diferentes e talvez tenham sido redimensionadas. Além disso, às vezes é difícil medir as distâncias das galáxias, então o tamanho é uma propriedade difícil de se comparar.
- Por orientação, faça os alunos pensarem na diferença entre propriedades *intensivas* e *extensivas* dos objetos. Por exemplo: seria possível tirar uma foto de alguém de cabeça para baixo, deitada ou de pé - e todas ainda são a mesma pessoa?



Respostas:  
 1a - SO / 1b - Irr / 1c - Sa / 1d - E / 1e - SBO / 2a - E / 2b - Sd / 2c - Sb / 2d - SO / 2e - Sc / 3a - Sc / 3b - SBb /  
 3c - Sc / 3d - SO / 3e - Sb / 4a - Sba / 4b - SBb / 4c - Sa / 4d - SO / 4e - E / 5a - SBc / 5b - Sc / 5c - SBb /  
 5d - SBD / 5e - SBO /



# Descrição da Atividade

## Justificando os Esquemas de Classificação

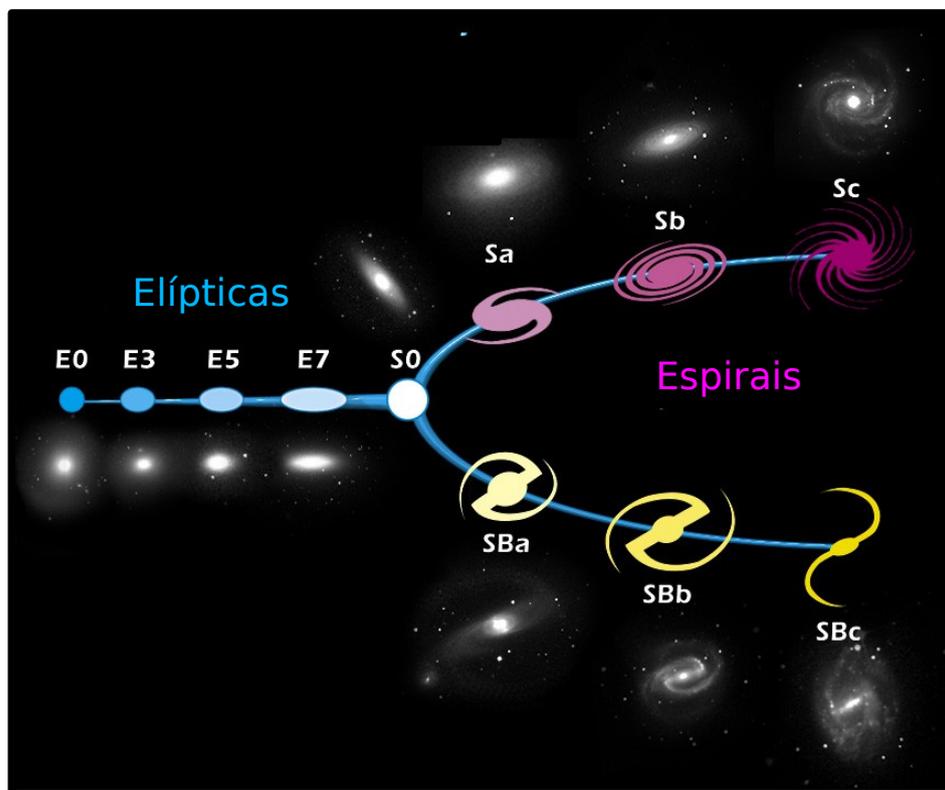
- Depois que os grupos classificarem suas galáxias, peça a cada grupo para que expliquem seu esquema de classificação para o resto da turma. Por que escolher as categorias que eles criaram?
- Agora vamos aprender sobre o primeiro esquema de classificação de galáxias, inventado por Edwin Hubble, e classificar as galáxias de acordo com o esquema dele. Este é o esquema que os astrônomos usam hoje em dia para classificar galáxias! (As respostas para o esquema de Hubble estão no lado direito da página que mostra as imagens.)



# Descrição da Atividade

## Procedimento

- Olhe para o esquema de classificação de galáxias abaixo. O astrônomo americano Edwin Hubble propôs este esquema para classificar galáxias em vários tipos: elípticas, espirais, espirais barradas e irregulares.
- Agora, tente reclassificar as 25 galáxias de acordo com o esquema de Hubble.



**!** Esquema de classificação de galáxias segundo Hubble. Note a existência de uma "sequência" morfológica (embora isso não signifique que um tipo de galáxia evolua para outro). No lado esquerdo, vê-se galáxias elípticas, no meio, galáxias com disco, e à direita, galáxias espirais (acima sem barra e abaixo com uma barra no centro). Galáxias que não se encaixam na sequência de Hubble são chamadas irregulares.



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Quais as diferenças entre o esquema de classificação de Hubble quando comparado com o esquema que seu grupo criou? (localize eventuais insuficiências, ambiguidades, etc).

- Por que é importante classificar objetos?

*A classificação é um bom primeiro passo para a compreensão de fenômenos desconhecidos. Galáxias diferentes na mesma categoria poderia significar semelhantes processos físicos. O esperado é que o esquema de classificação agrupe galáxias com processos físicos similares, como formação, história, ambiente, etc.*

- Você poderia pensar em esquemas de classificação que não sejam úteis?

*Por exemplo, a classificação de acordo com a orientação ou o tamanho aparente pode ser inútil, pois eles não englobam as propriedades físicas das galáxias.*

- É possível criar um sistema único de classificação para todas as galáxias?

*Não, porque a morfologia de algumas galáxias pode ser uma mistura de duas, ou mais, das categorias propostas por Hubble. Por exemplo, a galáxia 5E é uma mistura de elíptica e espiral. Existem também algumas galáxias, tais como a 4C, que não tem braços espirais visíveis, já que elas somente são vistas de lado (como mostrado na figura). À primeira vista, este tipo de galáxia pode ser classificado como elíptico, no entanto, através do estudo de sua luz, os astrônomos determinaram que esta galáxia é uma espiral vista de lado.*



Crédito da Imagem: NASA



A galáxia

NGC 3079 é uma galáxia espiral que aparece inclinada e de perfil para nós, sendo mais difícil notar os seus braços espirais.



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Por que você acha que as galáxias podem ter essas diferentes propriedades (formas, cores, etc.)?

*Escreva algumas ideias na lousa. Preste atenção nas diferentes idades, composições, histórias, ambientes em que evoluíram.*

- Os astrônomos ainda estão trabalhando para compreender os processos que levam a diferentes formas de galáxias. Um processo importante é "fusão": quando duas galáxias em forma de disco se fundem/se chocam, os seus discos ficam misturados e elas frequentemente acabam por se tornar uma única galáxia com forma elíptica.

- Você consegue adivinhar por que as galáxias têm cores diferentes?

*Quando você olha para as estrelas no céu noturno, você pode ver que eles têm cores diferentes. É sutil, mas repare bem! A cor de uma galáxia vem das cores das estrelas que nela habitam: o vermelho é a cor das estrelas mais velhas e frias, o azul é a cor das estrelas mais jovens e quentes e o amarelo é a cor das estrelas semelhantes ao Sol.*



Crédito da Imagem: NASA



A galáxia

NGC 3079 é uma galáxia espiral que aparece inclinada e de perfil para nós, sendo mais difícil notar os seus braços espirais.



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Você já viu a nossa galáxia, a Via Láctea? O que ela parece?
- Como você classificaria a nossa Galáxia em seu esquema de classificação? E no esquema de Hubble?
- Quais desafios enfrentamos para saber a forma da nossa galáxia?

*Dê aos grupos de estudantes pratos de papelão e peça-lhes para pensar e discutir como uma formiga que está no prato veria a forma da "galáxia".*

- Que observações você imagina que poderia nos ajudar a descobrir a forma da nossa galáxia?



# Nossa Galáxia, A Via Láctea

- Nós não podemos ver diretamente a forma da nossa galáxia, porque estamos dentro dela. Antes dos humanos enviarem satélites para o espaço, também não sabíamos como nosso planeta se parecia visto de fora.
- Para realmente ver a forma da Via Láctea, seria preciso viajar para fora dela com um foguete e olhá-la de fora. Infelizmente, isso não será possível tão cedo, com a tecnologia atual! No entanto, podemos usar outras pistas para descobrir como a Via Láctea realmente se parece.
- Observações indiretas indicam que a Via Láctea é uma galáxia espiral (semelhante a mostrada à direita).



! Esta figura tomada do espaço mostra um astronauta consertando o telescópio Espacial Hubble e, ao fundo, uma porção da Terra.

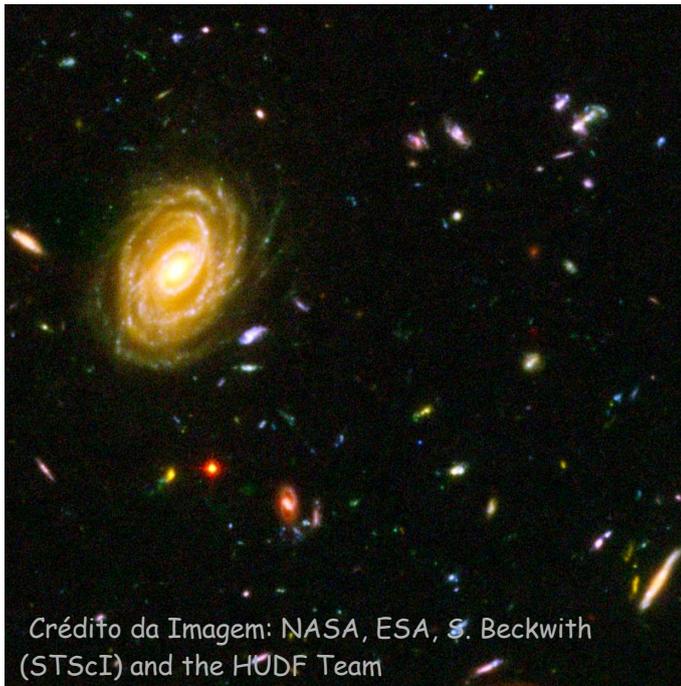
! Se nós pudessemos viajar para fora da nossa galáxia, veríamos que ela se parece muito com a galáxia na imagem ao lado (chamada M51).





# A Expansão do Universo

- O Universo é povoado por centenas de bilhões de galáxias que estão se afastando umas das outras. As galáxias estão se afastando devido à expansão do espaço que se encontra entre elas.
- Nesta atividade, vamos simular a expansão do Universo. Para fazer isso, vamos desenhar pontos em um balão; os pontos representam galáxias no Universo, e o balão representa o espaço.



Idade

A partir de 14 anos

Duração

~ 45 min.

Metodologia

Experimentação

Material

- 1 balão  
- Canetinha



A imagem à esquerda mostra uma pequena região do Universo chamada de "Campo Profundo do Hubble", e foi tirada com o telescópio espacial Hubble. Podemos ver que o Universo é composto de um número realmente grande de galáxias.



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Entendimento sobre a expansão do Universo, o que significa que as galáxias estão se afastando umas das outras.
- Bônus (para alunos avançados): Perceber que a expansão do Universo é uma expansão do espaço, que leva as galáxias a se separarem, e não uma expansão devido ao movimento das galáxias no espaço fixo.

## Capacidade do Processo Científico

- Construção de Modelos: Exercício de representações que ocorrem no espaço, a fim de compreendê-los melhor.
- Discussão e pensamento crítico: Analisar e identificar quais são as deficiências/simplificações desta representação do Universo por um balão.

## Propósitos

- Tornar-se interessado em aprender mais sobre o Big Bang e a expansão do Universo.

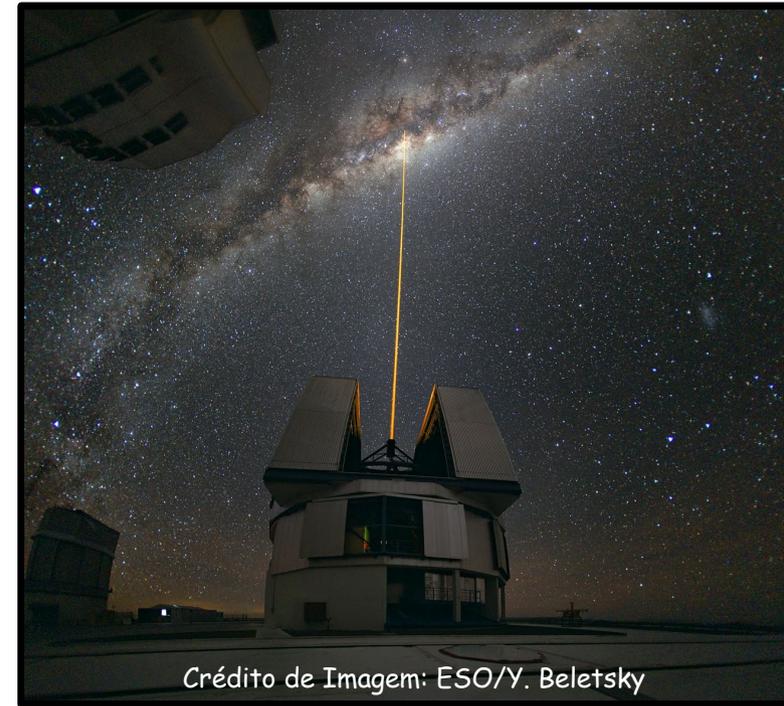


# Big Bang:

## O Nascimento do Universo

(para professores: introduza essas informações aos seus alunos apenas no final da atividade)

- Observações de galáxias indicam que quase todas as galáxias estão se afastando umas das outras. Isto sugere que no começo da história do Universo, as todas as galáxias se originaram de um mesmo lugar. Não só as galáxias, mas toda a matéria, energia, tempo e espaço estavam contidos em uma região infinitamente pequena que podemos representar por um ponto. O Universo era então extremamente quente e denso.
- O ponto, ou Universo, começou a se expandir. A medida que se expandia, sua temperatura caía e a densidade da matéria e energia diminuía. Isto permitiu que estrelas e galáxias se formassem.
- Chamamos o momento em que o Universo nasceu e começou a se expandir de "Big Bang" - Grande Explosão. Antes da expansão, o Universo era uma singularidade (um ponto), um estado em que as leis da física que conhecemos não se aplicavam.
- O Big Bang continua a ser um tema importante de pesquisa para os astrônomos. O que aconteceu durante os primeiros momentos do Universo está sendo estudado. O que aconteceu antes do Big Bang é difícil ou mesmo impossível de estudar cientificamente.



**!** Os astrônomos apontam seus telescópios para o céu todas as noites para estudar o Universo.



# Descrição da Atividade

## Orientação

- Você sabia que os astrônomos mediram que as galáxias no Universo estão se afastando umas das outras?

*Pode-se discutir "como sabemos disso?"; "como medimos isso?" - ainda que o efeito Doppler seja provavelmente muito avançado, é bom estimular os alunos a refletirem sobre como sabemos.*

- Vamos prever: Quão distantes vocês acham que as galáxias estarão no futuro?

*Preste atenção nas respostas. As galáxias possivelmente estarão mais distantes*

- Vamos prever: Quão distante vocês acham que as galáxias estavam no passado?

*Preste atenção. As galáxias estavam mais próximas no passado.*

- Vamos agora tentar uma atividade para ver como as distâncias entre as galáxias no Universo mudam ao longo do tempo.

- Vamos representar o Universo com um balão com pontos desenhados nele para representar as galáxias.



Crédito de imagem: ESO/Y. Beletsky



Os astrônomos apontam seus telescópios para o céu todas as noites para estudar o Universo.



# Descrição da Atividade



## Procedimento

- Pegue o balão e desenhe alguns pontos nele com a canetinha. Os pontos representam galáxias.
- Encha o balão. A medida que você enche, o que acontece com a distância entre os pontos?
- Como é a distância entre os pontos quando balão esta vazio, comparada com a distância quando o balão está cheio?
- Quão distante vão estar as galáxias no futuro? Se voltarmos o modelo para trás no tempo, quanto as galáxias estavam separadas no passado remoto?



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- O que o balão representa? O que a elasticidade do balão representa? O que representa o ato de encher o balão?

*O balão representa o espaço. A elasticidade representa a gravidade. Encher o balão representa a causa desconhecida da expansão do Universo.*

- Por que você acha que o Universo está se expandindo?

*Ouçá todas as ideias! Explique que os astrônomos estão trabalhando ativamente nessa questão!*

*Explique aos estudantes: quando o balão não está cheio, os pontos estão mais próximos do que quando o balão está completamente cheio. A medida que o balão enche, os pontos se separam porque o espaço entre eles está aumentando. Os pontos representam galáxias no Universo: as galáxias estão se separando porque o espaço entre elas está crescendo, não porque as galáxias tem suas próprias velocidades relativas ao espaço. Os astrônomos deduzem que o Universo está se expandindo baseado na observação de galáxias se distanciando de nós.*

- Olhando para a superfície do balão, se pode deduzir que o Universo tem um centro? Algum ponto da superfície é privilegiado? O que você acha disso?



# Descrição da Atividade

## Discussão adicional

- O que aconteceria se o Universo continuasse a se expandir para sempre?

*Se o Universo continuar a se expandir para sempre, a distância entre as galáxias crescerá cada vez mais.*

*Encorage os estudantes a pensarem o que significa as distâncias aumentarem para sempre. Eventualmente, a expansão irá partir galáxias, o Sistema Solar e até mesmo átomos!*

- O que aconteceria se a expansão do Universo parasse?

*Se o Universo parasse de se expandir, a força gravitacional de todo Universo puxaria tudo de volta novamente. Finalmente, toda a matéria no Universo se comprimiria num único ponto, como antes do Big Bang. Este cenário é chamado de "Big Crunch" - o Grande Colapso.*

- O que você pensa sobre quão bem este modelo representa o Universo? Quais similaridades tem o processo de encher o balão em relação ao processo de expansão do Universo, e quais as diferenças? Quais outros modelos você pode imaginar para representar a expansão do Universo?

- O que você pensa sobre a forma do Universo neste modelo? O que representa a região do interior do balão?

*É importante ter certeza que os estudantes não terminem com falsos conceitos de que o Universo é uma superfície de uma esfera. Tente explicar, de uma forma apropriada para a idade, como o modelo de três dimensões é simplificado para o modelo em duas dimensões. Desenhe uma analogia representando duas dimensões com uma linha. A região no interior do balão não representa nada. Poderia estender a atividade se aprofundando nessas analogias.*



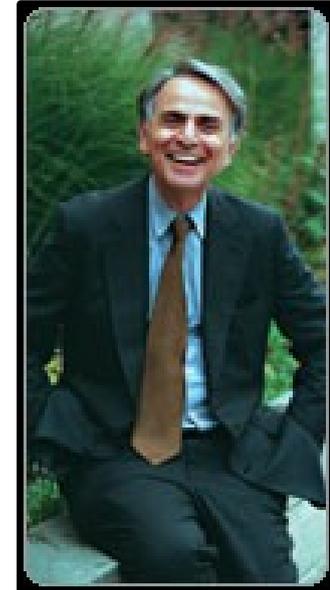
# Descrição da Atividade

## Consideração Final

O astrônomo Carl Sagan dizia que nós somos feitos de "poeira de estrelas". Toda a matéria contida em nossos corpos foi produzida em algum lugar no Universo e mais tarde se tornou parte de nós. Tome um momento para discutir com seus estudantes a ideia de que nós todos somos feitos de matéria cósmica.

*Nós discutimos a ideia de que a origem do Universo foi um ponto que começou a se expandir. A medida que se expandia, o Universo se resfriava e se tornava menos denso, até permitir a formação de estrelas, galáxias, poeira interestelar, planetas, etc.*

*Antes, o Universo continha somente hidrogênio e hélio, as primeiras estrelas evoluíram; depois das suas mortes, elas liberaram elementos químicos mais pesados, como carbono, o elemento básico nas células do nosso corpo. --Nosso planeta, e portanto nós mesmos, formou-se de elementos químicos processados no interior das estrelas que foram posteriormente liberados!*



Carl Sagan



# Imagens do VLT



Esta imagem mostra o conjunto de telescópios que formam o VLT no observatório Paranal, no Chile.

*Nessa atividade, nós vamos juntos descobrir o espaço com a ajuda de um dos maiores telescópios do mundo!*

- Temos quatro imagens obtidas com o VLT (*Very Large Telescope*).
- Vamos examinar cada imagem em detalhes. Todas elas são espetaculares!
- Ao final desta atividade, nós teremos aprendido a reconhecer alguns objetos que são parte do Universo, com a ajuda do VLT.

Idade

Todas as idades

Duração

~ 40 min.

Metodologia

Autoaprendizado

Material

- Imagens obtidas com o VLT



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Relacionar como o tamanho de um telescópio afeta diretamente a qualidade de imagens astronômicas.
- Explicar porquê certos lugares são mais apropriados para observação: seco, claro/limpo, alto, etc.

## Capacidades do processo científico

- Observação - observar diferentes características de nebulosas, supernovas, imagens de planetas.

## Propósitos

- Desenvolver a vontade de observar o céu com um telescópio.
- Apreciar a beleza e diversidade de imagens que podem ser obtidas com o maior telescópio do mundo.



# Very Large Telescope (VLT)

- O Very Large Telescope (VLT) é um instrumento astronômico pertencente ao Observatório Europeu do Sul (European Southern Observatory - ESO), a maior organização europeia para Astronomia.
- O VLT está localizado no Cerro Paranal, a 2.635 metros de altitude, no deserto do Atacama, no Chile.
- Ele consiste em quatro telescópios de reflexão, cada um tendo um espelho primário de 8,2 metros de diâmetro. O VLT também possui quatro telescópios menores auxiliares móveis com espelhos de 1,8 metros.
- Eles podem operar de diferentes maneiras. Os principais telescópios podem operar de forma independente ou todos juntos como um interferômetro. Um interferômetro é utilizado para medir de forma precisa os diferentes comprimentos de onda da luz ( ver atividade na sessão "Luz").



**!** Esta foto mostra um dos telescópios do VLT. O VLT é atualmente o mais avançado instrumento óptico no mundo!



# Um "Cavalo" no Espaço

## A nebulosa Cabeça de Cavalo

- Esta imagem mostra a famosa nebulosa "Cabeça de Cavalo", localizada na constelação de Órion. Ela foi observada pela primeira vez com um telescópio em 1888, pela astrônoma americana Williamina Fleming.
- A nebulosa está a aproximadamente 1.400 anos-luz da Terra. As cores vermelhas são das emissões do hidrogênio, as cores marrons são da poeira escura, e o azul esverdeado é devido à dispersão da luz de estrelas próximas.



**!** Nebulosas são nuvens compostas por gases (hidrogênio e hélio principalmente) e poeira. Elas são muito importantes em Astronomia. Algumas nebulosas são lugares onde novas estrelas estão nascendo (a nebulosa Cabeça de Cavalo é um exemplo desse tipo de nebulosa; assim como a nebulosa de Órion que nós veremos a seguir). Outras nebulosas são o remanescente de estrelas mortas (exemplo, a nebulosa do Caranguejo que nós veremos depois).



# Que planeta é esse?



## É Saturno?

- Esta imagem na verdade mostra o planeta Urano com os seus anéis e algumas das suas luas. O alto contraste da imagem nos permite ver claramente os anéis de Urano, que são normalmente escuros e difíceis de enxergar.



Urano tem vinte e sete luas ou "satélites". Na imagem, Titânia e Oberon são as luas mais brilhantes. As menores luas, chamadas Puck e Pórcia, são quase invisíveis na imagem.



# O Brilho do Cinturão de Órion



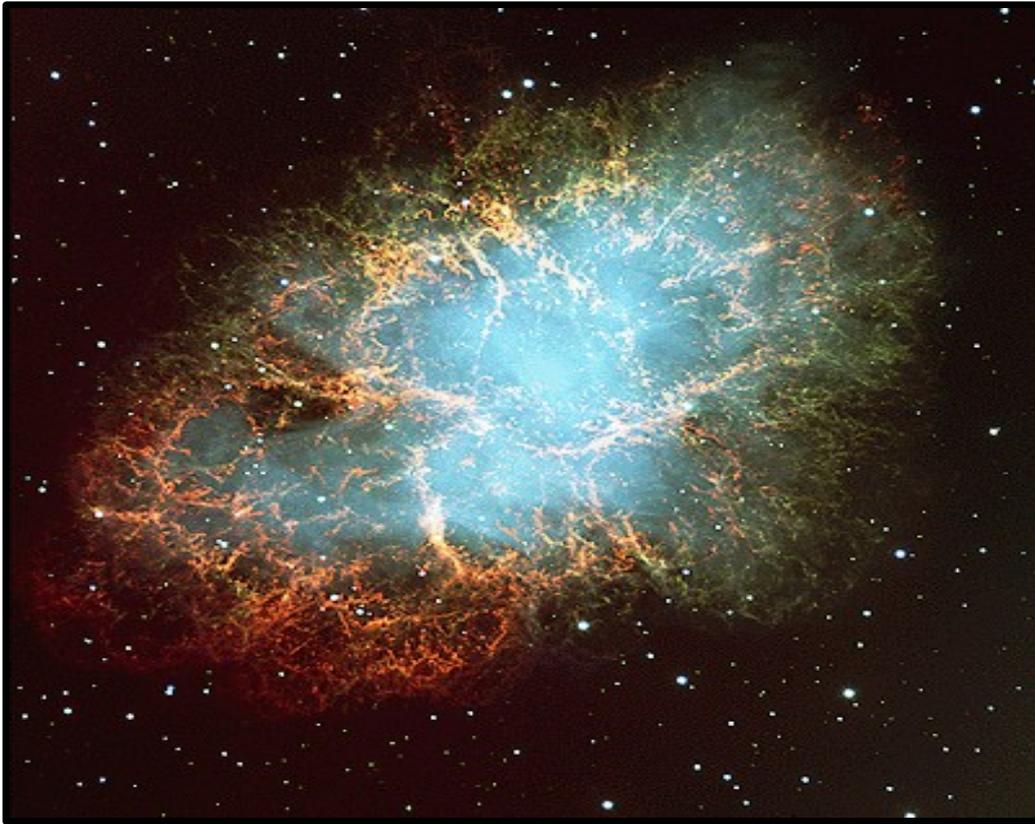
## Nebulosa de Órion

- Ela está localizada a 1.270 anos-luz da Terra e possui um diâmetro de aproximadamente 24 anos-luz.
- Em uma noite clara, nós podemos vê-la a olho nu. A nebulosa de Órion é composta de gás e poeira. No seu núcleo estão numerosas estrelas, que a fazem brilhar.

**!** No núcleo da nebulosa de Órion estão milhares de estrelas jovens, chamado de "Aglomerado do Trapézio". Ele é incrivelmente denso: todas essas estrelas vivem em uma região menor que o espaço que separa o Sol e as suas estrelas vizinhas mais próximas.



# Remanescente de uma Explosão



## Nebulosa do Caranguejo

- Esta imagem mostra a famosa nebulosa do Caranguejo (também chamada Messier 1). Foi obtida em 10 de novembro de 1999.
- Esta nebulosa é o remanescente de uma grande explosão que ocorreu há 6.000 anos-luz de distância do nosso planeta. A explosão foi observada e documentada durante a luz do dia por astrônomos chineses e árabes em 4 de julho de 1054. Eles pensaram que era uma estrela nova, nunca vista antes.



A supernova é uma imensa explosão estelar: se ela é próxima o suficiente, nós podemos vê-la a olho nu (como os astrônomos chineses e árabes fizeram em 1054).



# Descrição da Atividade

## Vamos analisar:

- Agora você pode reconhecer alguns objetos celestiais em nossa galáxia?

*Através do estudo dessas imagens obtidas com o VLT, nós podemos facilmente identificar vários objetos que são parte da nossa galáxia e ainda alguns objetos que estão fora da nossa galáxia a incríveis distâncias.*

*Durante a atividade, nós estudamos quatro objetos diferentes que podem ser encontrados em nossa galáxia. Um deles é membro do nosso sistema solar, Urano, com alguns dos seus satélites. Nós também estudamos duas nebulosas com formação estelar e uma remanescente de supernova.*

*Agora nós sabemos como identificar alguns objetos que habitam a nossa galáxia e o Universo - tudo com a ajuda das incríveis imagens obtidas com o VLT!*



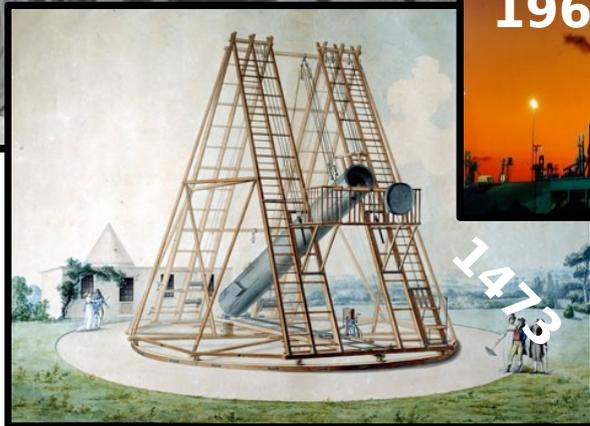
# A Linha do Tempo da Astronomia



1564



1969



1476

- Vamos colocar a história em ordem!
- Nessa atividade, nós vamos aprender o que é uma linha do tempo.
- Nós vamos fazer uma linha do tempo com os astrônomos e as descobertas mais importantes da história.
- Isso vai nos ajudar a ver como as ideias evoluíram: a visão que a humanidade tem do Universo e nosso lugar nele.

Idade	Todas
Duração da atividade	~ 50 min
Metodologia	Atividade Lúdica de Criação
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fita adesiva e cola</li> <li>- Folhas sulfite (de preferência A3)</li> <li>- Canetas coloridas</li> <li>- Acesso à enciclopédia ou internet</li> </ul>



# Objetivo da Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Aprender os nomes de alguns astrônomos, suas realizações e a data aproximada.

## Capacidades do Processo de Científico

- Colocar eventos em ordem cronológica ao longo de um gráfico/cronograma.
- Realizar pesquisa de informação: Praticar o uso de vários recursos (internet, livros) para encontrar a informação (neste caso, os nomes e as realizações de astrônomos importantes da história).

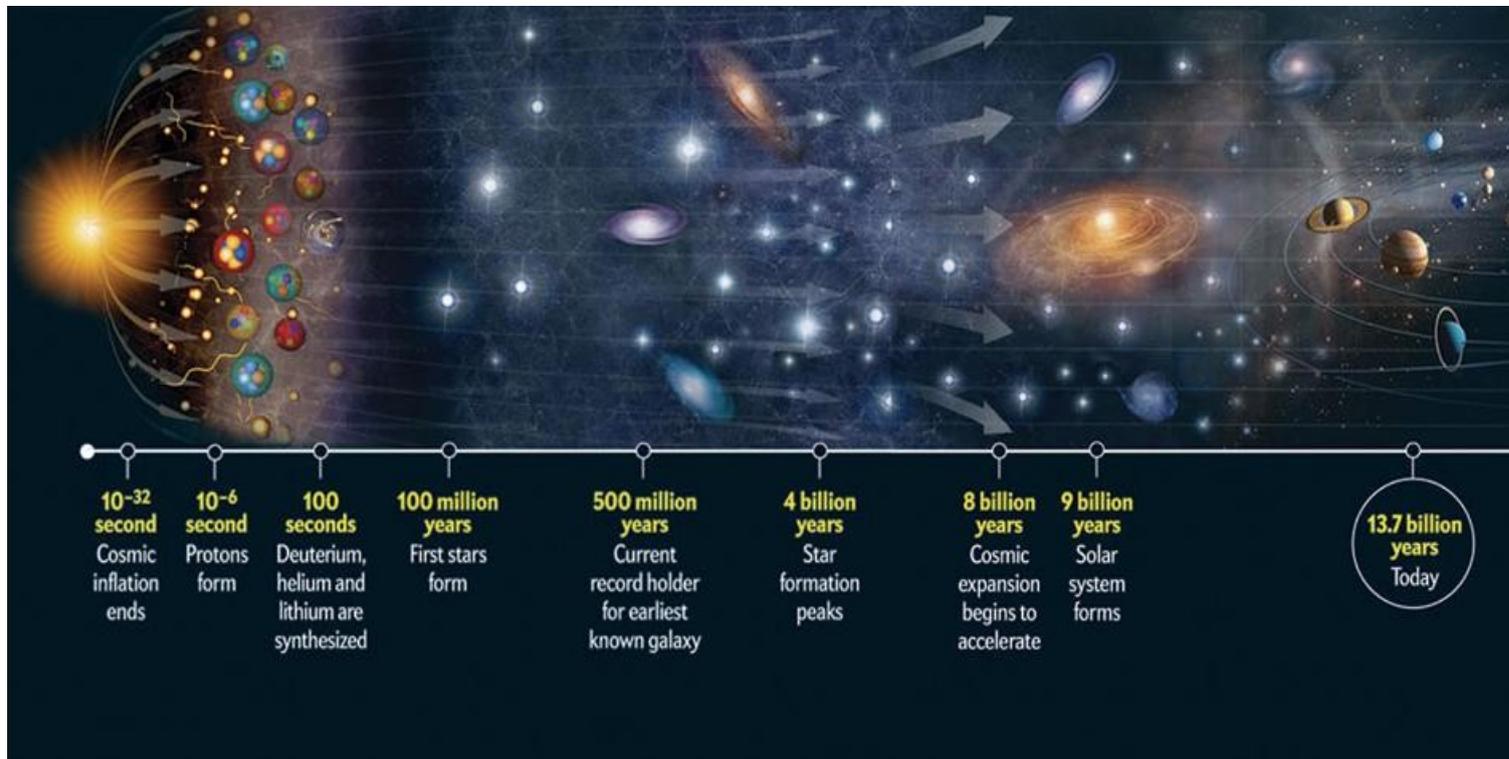
## Propósitos

- Ver como a nossa compreensão do Universo evoluiu ao longo de décadas, séculos e até milênios.
- Perceber que a Astronomia é parte de todas as culturas do mundo e que os grandes astrônomos viveram em diferentes cantos do planeta!
- Sentir-se identificado com um desses astrônomos.



# O que é uma Linha do Tempo?

Uma linha do tempo (ou cronograma) é um jeito de representar uma série de eventos ao longo de um eixo (seja vertical ou horizontal) permitindo ao leitor ver rapidamente quando os eventos ocorreram.



! Uma linha do tempo nos permite visualizar um conjunto de eventos organizados pela data de ocorrência. Como um exemplo, na linha do tempo ao lado, podemos ver a evolução do Universo desde o Big Bang até os dias de hoje.



# Descrição da Atividade

## Procedimento:

- Comece definindo o intervalo de tempo que você vai cobrir. Que data vamos começar? Poderíamos escolher 600 a.C. com Tales de Mileto, ou em 2137 a.C., quando um eclipse solar foi documentado pela primeira vez pelos chineses. A última data será hoje.
- Determinar o estilo da linha do tempo: horizontal ou vertical. Se você quiser pendurá-lo na sala de aula, pode ser mais apropriado fazê-lo na horizontal, assim cabe ao longo de uma parede.
- Cole as folhas A3 em uma faixa do comprimento desejado.
- Colete as informações sobre diferentes astrônomos (ver página seguinte).
- Como no exemplo da página anterior, desenhe uma linha ao longo da faixa de folhas e introduza a informação que coletamos em ordem cronológica.
- Agora coloque esta informação na linha do tempo de uma forma clara e concisa, e decore-o com seu próprio estilo!





# Descrição da Atividade

- Busque em uma enciclopédia ou internet figuras sobre a história da Astronomia (listamos algumas abaixo) e marque o ano em que ocorreram e por que esses eventos foram famosos.
- Sinta-se à vontade para aproximar as datas quando elas não estiverem muito claras. Muitas vezes, você vai encontrar divergências nas informações, por exemplo, os Maias desenvolveram calendários precisos do céu entre 200 e 900 d.C.
- Escolha astrônomos para sua linha do tempo, se possível, escolha àqueles associados ao seu *background* cultural.
- Em pequenos grupos, deixe os alunos aprenderem mais sobre as descobertas desses astrônomos e suas vidas.





# Astrônomos que Não Podem Faltar!

Aqui nós listamos os astrônomos mais importantes para que você possa começar. Mas claro, há muitos outros que você pode adicionar à essa lista!

ASTRÔNOMO	DATA DE NASCIMENTO	TRABALHO E DESCOBERTAS
Copérnico	1473	A Terra gira em torno do Sol.
Brahe	1546	Os cometas estão além da atmosfera da Terra!
Hubble	1889	Classificação das galáxias.
Shapley	1885	O tamanho da Via Láctea e a posição da Terra nela.
Galileo	1564	Manchas solares, crateras da Lua, as luas de Júpiter.
Ptolemeu	90	Catálogo de estrelas, Terra no centro do Universo.
Kepler	1571	Três leis do movimento planetário, órbitas elípticas.
Eratóstenes	276 B.C.	Circunferência da Terra.
Herschel	1738	Descoberta do planeta Urano, luz infravermelha.
Tombaugh	1906	Descoberta do planeta anão Plutão.
Einstein	1879	Teoria da relatividade.
Leavitt	1868	Distância das estrelas variáveis Cefeidas.
Cannon	1863	Classificação estelar.



# Descrição da Atividade

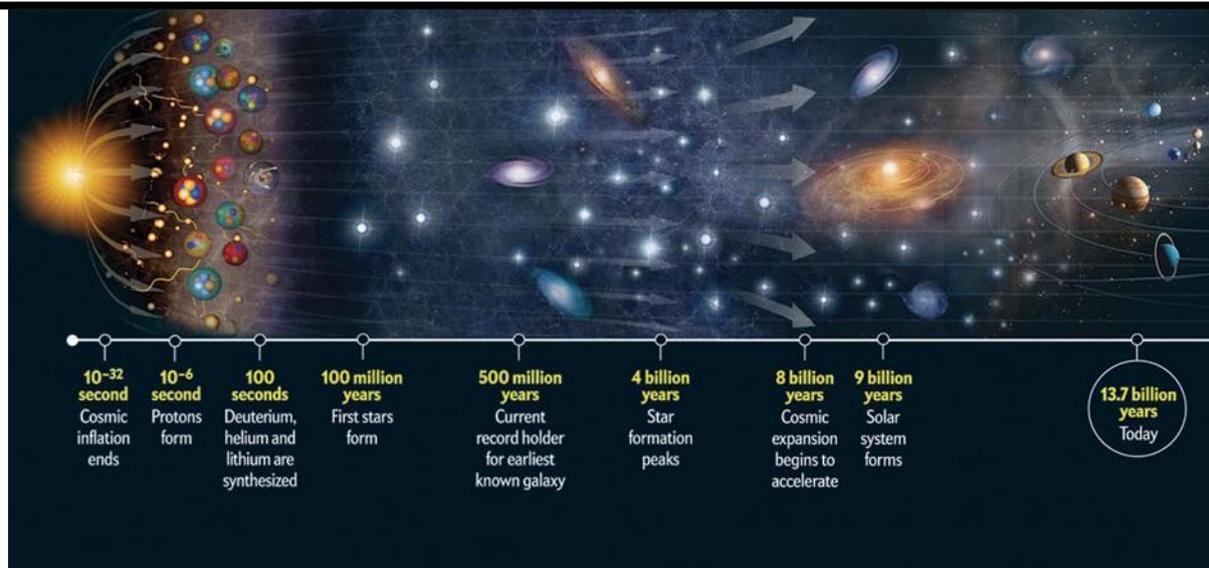
## Vamos Analisar Melhor?

- Quais são (algumas das) realizações especiais que nossos ancestrais contribuíram para o estudo da Astronomia?
- De que maneira a Astronomia é uma empresa mundial? Como colaborações astronômicas hoje diferem daqueles do passado?

Imprima também a cronologia do Universo (em anexo abaixo). Pergunte aos alunos:

- Onde se encaixa nosso cronograma astronômico na linha do tempo do Universo?

*Toda a história humana é um minúsculo pedacinho de tempo em comparação com a idade do Universo. Nosso cronograma astronômico pertence ao final do cronograma do Universo.*



Atividade adaptada de [http://www.schoolsobservatory.org.uk/staff/teach/maths/act\\_time.shtml](http://www.schoolsobservatory.org.uk/staff/teach/maths/act_time.shtml)

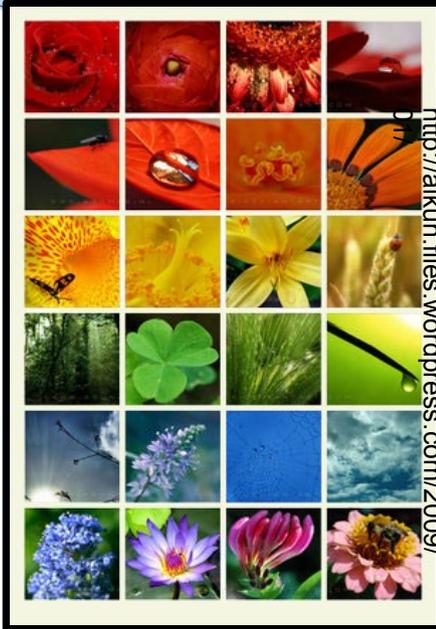


---

## 4. Luz e Óptica

---

# A Roda de Filtros



- A luz e as cores são praticamente as únicas fontes de informação que temos sobre o Universo.
- Os telescópios são sensíveis apenas à luz e não às cores. Para se obter imagens coloridas, os telescópios são equipados com uma roda de filtro.
- Aqui os estudantes vão aprender a construir uma réplica em papel de uma roda de filtros.
- Eles vão investigar os efeitos dos diferentes filtros a fim de descobrir como as rodas de filtros são usadas para reconstituir as cores das imagens.
- Finalmente, eles vão discutir como os filtros podem ser usados para se obter informação sobre regiões específicas de um objeto astronômico.

Idade	A partir de 12 anos
Duração	~ 60 min
Metodologia	Experimentos / Aprendizado por Pesquisa
Material (um kit para cada grupo de estudantes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 pratos de papel</li> <li>- 3 pedaços de papel plástico colorido transparente: azul, vermelho e amarelo (celofane ou uma capa plástica)</li> <li>- 1 presilha</li> <li>- Lápis (coloridos) e papel</li> <li>- Tesouras e cola ou fita adesiva</li> <li>- Imagens coloridas da Nebulosa do Caranguejo (ver anexos)</li> </ul>



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Checar que os filtros permitem a observação de luz de cores específicas e então fornecem imagens das regiões onde essa luz se origina.
- Associar cor e temperatura para objetos astronômicos: objetos muito quentes (temperaturas de muitos milhares de graus) irradiam luz no comprimento de onda visível (do vermelho ao azul) para os objetos mais quentes e frios.

## Capacidades do Processo Científico

- Fazer observações próprias com a roda de filtros.
- Descobrir como imagens coloridas de objetos astronômicos (como a Nebulosa do Carangueijo) são reconstituídas comparando-se imagens obtidas com a roda de filtros.

## Propósitos

- Aumentar a sua curiosidade sobre as cores que podemos ver ao nosso redor e nos objetos astronômicos.
- Perceber que a luz é a única fonte de informação sobre o Universo: portanto, as cores são muito importantes!



# Descrição da Atividade

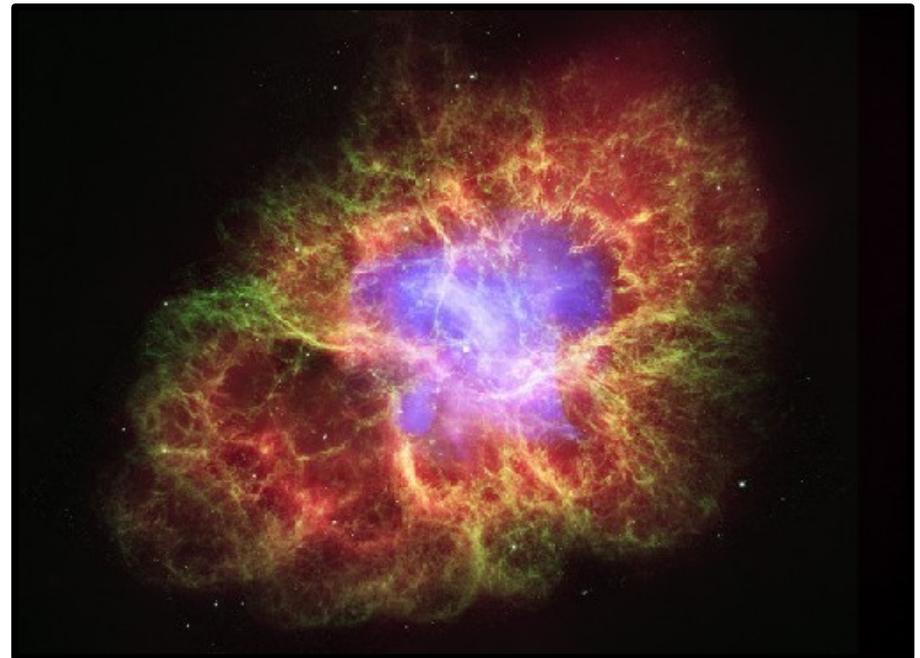
## 1) Observando as Imagens Astronômicas

- Divida os estudantes em grupos de 3 e dê a cada grupo uma imagem da Nebulosa de Caranguejo.
- Deixe os estudantes olharem as magníficas cores dessas imagens e conte sobre a nebulosa.

Nebulosas são nuvens de gás: um tipo de nebulosa é formada quando uma estrela morre e ejeta material ao espaço.

A nebulosa da imagem ao lado é chamada de *Nebulosa do Caranguejo*. É o remanescente de uma estrela que explodiu há muito tempo e foi observada em 1054 DC.

A explosão foi tão brilhante que os chineses puderam observar mesmo durante o dia!



Vemos gases de diferentes cores porque cada região da nebulosa está a uma temperatura diferente: a região mais quente é azul e a mais fria é vermelha. É a mesma forma como se dão as cores e temperaturas de uma vela.

*Cuidado: essa relação entre cor e temperatura funciona apenas para objetos muito quentes com temperaturas de muitos milhares de graus.*



# Descrição da Atividade

## 2) De Onde Vem as Cores dos Objetos Astronômicos?:

Pergunte aos estudantes questões sobre as cores que eles vêem na imagem

- O que você pensa a respeito das cores dessa imagem?
- De onde elas vem?

*Conte a eles um segredo desapontador: Essas cores são falsas!*

*Os detectores de luz dos telescópios astronômicos não são sensíveis às cores mas ao brilho dos objetos: eles vêem em branco e preto. Então as cores são adicionadas depois.*

- Como então é possível reconstituir as cores dos objetos que observamos?

*Para isso, os telescópios são equipados com um instrumento especial chamado "roda de filtros" (veja imagem).*

- **Desafie os estudantes:** a tarefa deles será construir uma roda de filtros e descobrir como isso pode ser usado para reconstituir as cores de um objeto astronômico.

(Eles podem ficar com a roda de filtros se conseguirem descobrir!)

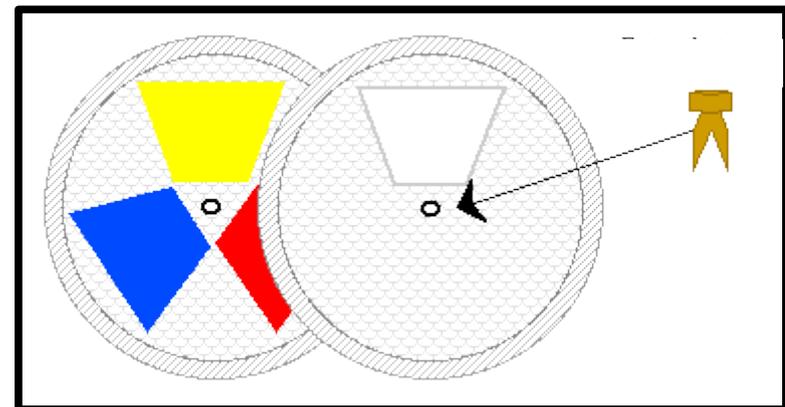
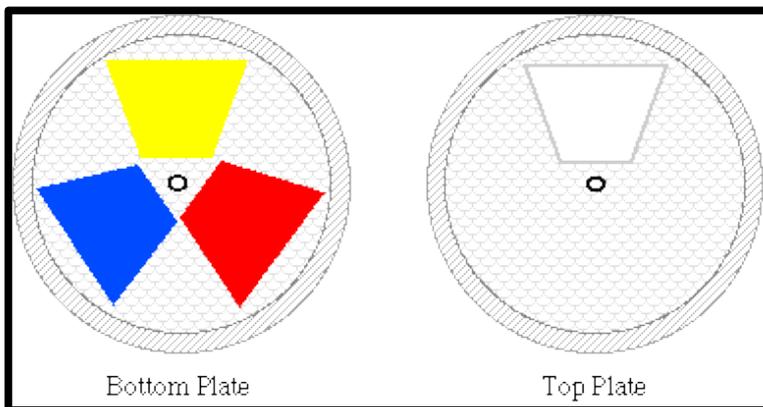




# Descrição da Atividade

## 3) Construindo a Rosa de Filtros:

- Corte uma secção de um dos pratos de papel no formato de fatia (cerca de um terço do prato: veja figura abaixo à esquerda).
- Agora coloque o prato que você acabou de cortar no topo de outro prato e desenhe as bordas com uma caneta através do buraco no topo do prato. Gire o prato de cima em  $120^\circ$  e desenhe as bordas novamente. Repita tudo uma vez mais. Agora você já terá desenhado três bordas.
- Corte cada uma das bordas e então cole um pedaço de celofane de cor diferente atrás de cada abertura.
- Faça um pequeno furo no centro de cada prato e prenda-os como mostra a figura abaixo à direita.
- Agora você tem a roda de filtros para começar a atividade!





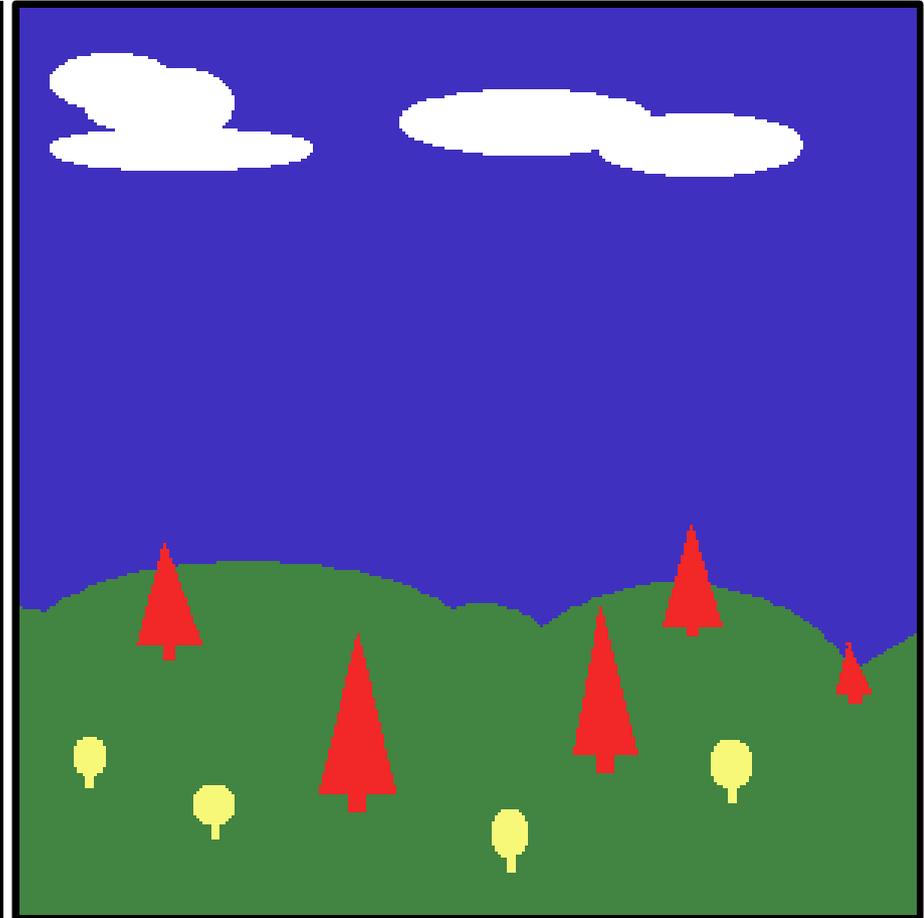
# Descrição da Atividade

## 4) Como os Filtros Funcionam?

Ao se construir um novo instrumento, a primeira coisa que os engenheiros fazem é usá-lo num caso simples para caracterizar como o instrumento funciona: esse é um "teste de calibração".

Dê a cada grupo uma imagem impressa da paisagem colorida. Essa será a imagem de teste dos alunos.

- Diga aos grupos para olharem a imagem através de cada janela da roda de filtros. Eles também podem olhar ao redor.
- Deixe-os pensarem sobre o que o filtro faz à luz vindo da imagem.
- Inicie uma discussão entre os grupos: qual é o efeito de cada filtro? Qual é o papel do filtro?
- Opcionalmente, peça aos grupos que formulem uma explicação em termos de comprimento de onda. Para isso você pode dar a eles uma cópia impressa do espectro de um arco-iris (nos Apêndices, arquivo "Luz Multicolorida").

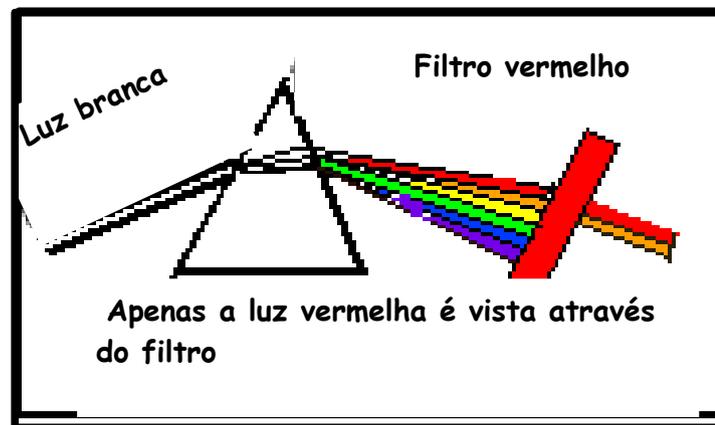


Nós vemos diferentes partes da imagem de acordo com a sua cor e a cor do filtro usado.



# Filtros de Cor

- Um filtro de cor é um tipo de material que permite apenas uma "cor" da luz passar por ele.
- Por exemplo, um filtro vermelho absorve todas as cores exceto o vermelho (veja a figura). Portanto, ele parece vermelho e nos deixa ver a luz vermelha vindo do objeto (vemos tons de vermelho).



- No intervalo visível (ondas eletromagnéticas entre 400 e 600 nm), ondas de diferente comprimentos são observadas por nossos olhos como cores distintas. Portanto, em termos de comprimento de onda, um filtro apenas deixa passar ondas da luz com comprimentos contidos num pequeno intervalo. Essa é uma definição mais geral de um filtro que também se aplica para luz não visível (veja no final da atividade).



# Descrição da Atividade

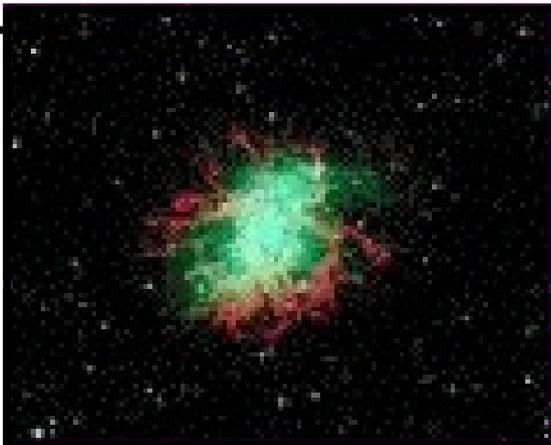
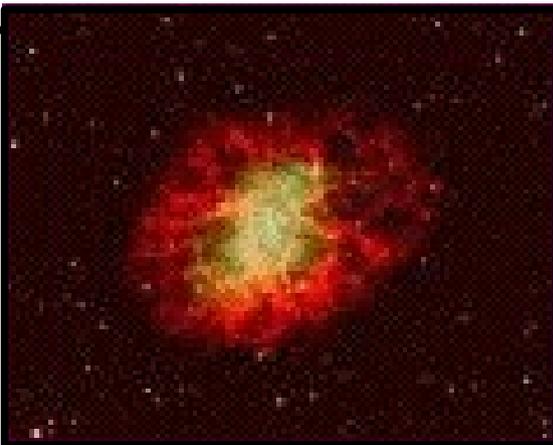
## 5) Filtrando a Nebulosa do Caranguejo

Tendo calibrado seus instrumentos, os estudantes agora estão prontos para aplicá-lo a uma imagem astronômica.

Dê aos grupos 3 pequenas imagens impressas filtradas da nebulosa do Caranguejo (abaixo).

- Cada grupo deveria observar e estudar a imagem da Nebulosa do Caranguejo com os diferentes filtros.
- Para facilitar a investigação, os alunos podem desenhar suas observações num papel e compará-las com as 3 imagens filtradas da Nebulosa do Caranguejo.
- Quais detalhes os estudantes podem ver com um filtro que não podem ser vistos com outro filtro?

*Pode-se ver uma imagem diferente de acordo com o filtro usado. Com um filtro em particular, vemos regiões da imagem original que não podemos ver através de um filtro diferente. Por exemplo, quando olhamos através do filtro azul nós perdemos os tons de vermelho, uma vez que eles são absorvidos pelo filtro; o efeito oposto ocorre quando você olha através do filtro azul.*





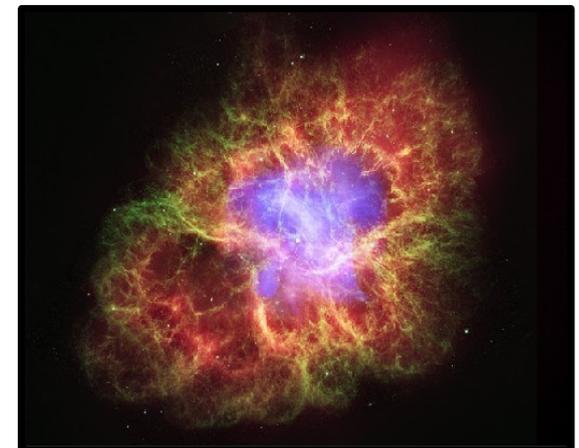
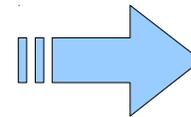
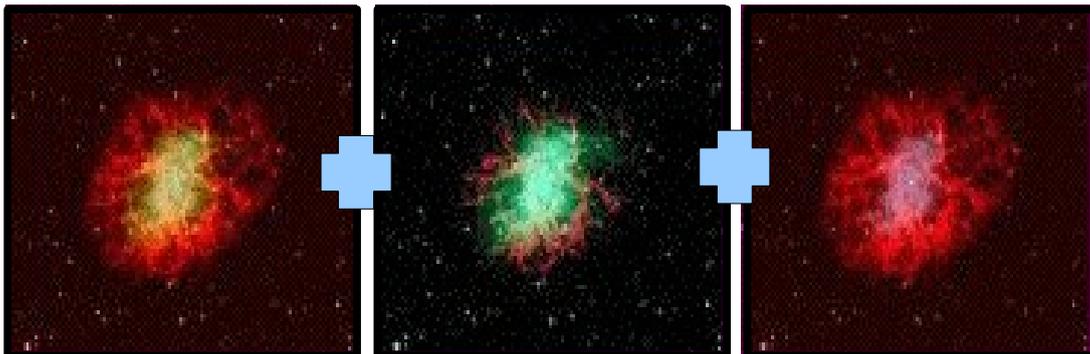
# Descrição da Atividade

## 6) Como os Astrônomos Reconstituem as Imagens Coloridas?

- Faça os estudantes comparar os detalhes das imagens filtradas da pequena nebulosa do Caranguejo com a imagem em cor original.
- Desafie cada grupo a propor uma ideia de como a nebulosa do Caranguejo foi reconstituída. Deixe-os pensar por um momento.
- Finalmente, estimule os grupos a discutirem suas ideias entre eles.

Foi diferente da ideia original?

*A roda de filtros permite aos cientistas medir o brilho de um objeto através de diferentes filtros. Conhecendo as cores correspondentes a cada filtro, nós então podemos adicionar cores artificiais a cada imagem filtrada e combiná-las para formar uma imagem reconstituída colorida.*





# Descrição da Atividade

## 7) Deixe-os Analisar

- Como você acha que os nossos olhos reconstituem imagens coloridas?

*Nossa retina localizada na parte de trás dos nossos olhos contém células que agem como filtros: elas são sensíveis apenas ao vermelho, verde ou azul. Baseado nas informações dadas por essas "células filtrantes", nosso cérebro é capaz de reconstituir as imagens coloridas!*





# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- Para quais outros propósitos (que não para fazer imagens coloridas) os cientistas usam os filtros? Imagine que você esteja interessado apenas nas camadas quentes profundas da Nebulosa do Caranguejo, o que você faria?

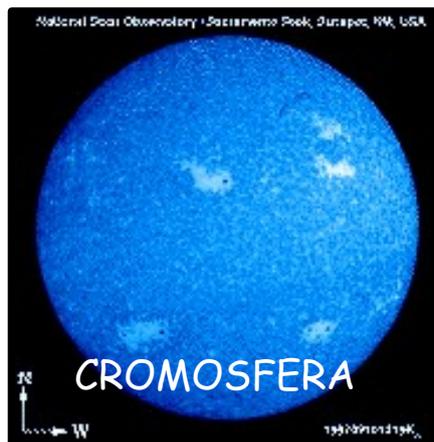
- Veja as três imagens do Sol mostradas abaixo. Elas foram feitas usando diferentes filtros. Quais diferenças você vê entre as imagens?

*Lembra-se como os filtros nos permitem ver regiões de diferentes temperaturas da Nebulosa do Caranguejo? Isso funciona de uma forma parecida: nós estamos vendo camadas do Sol que possuem temperaturas diferentes! Na página seguinte nós mostramos as camadas do Sol e suas principais características.*

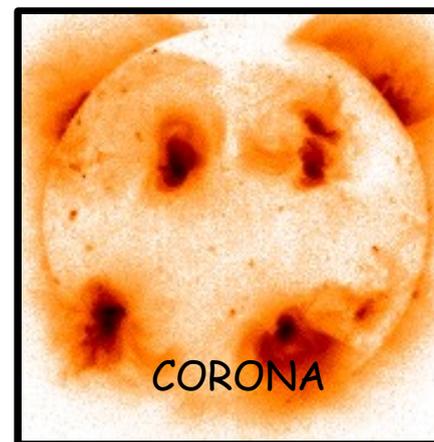
Sem filtro



Filtro azul  
(393.4 nm)

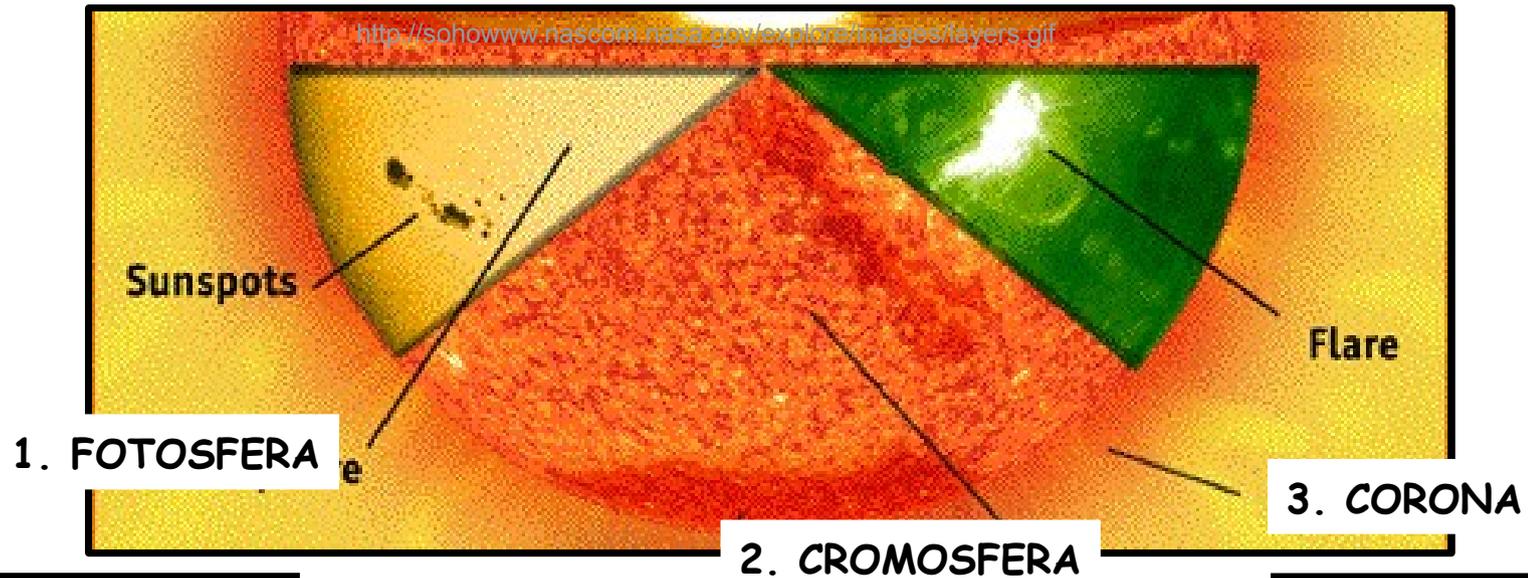


Filtro raio-X  
(0.1 - 10 nm)





# As Camadas do Sol



- A FOTOSFERA:  
A camada mais profunda que podemos ver. Está a uma temperatura de cerca de  $6.000^{\circ}\text{C}$ !

- A CROMOSFERA:  
Fina camada da atmosfera solar que se estende por 2.000 km acima da fotosfera. Pode atingir  $20.000^{\circ}\text{C}$ !

- A CORONA:  
A camada mais externa do Sol. Só é visível durante um eclipse!



# Fazendo Imagens Coloridas



*Essa é uma extensão da atividade que usa o software SalsaJ.*

*SalsaJ pode ser encontrado nos Apêndices ou disponível para download at <http://www.euhou.net>*

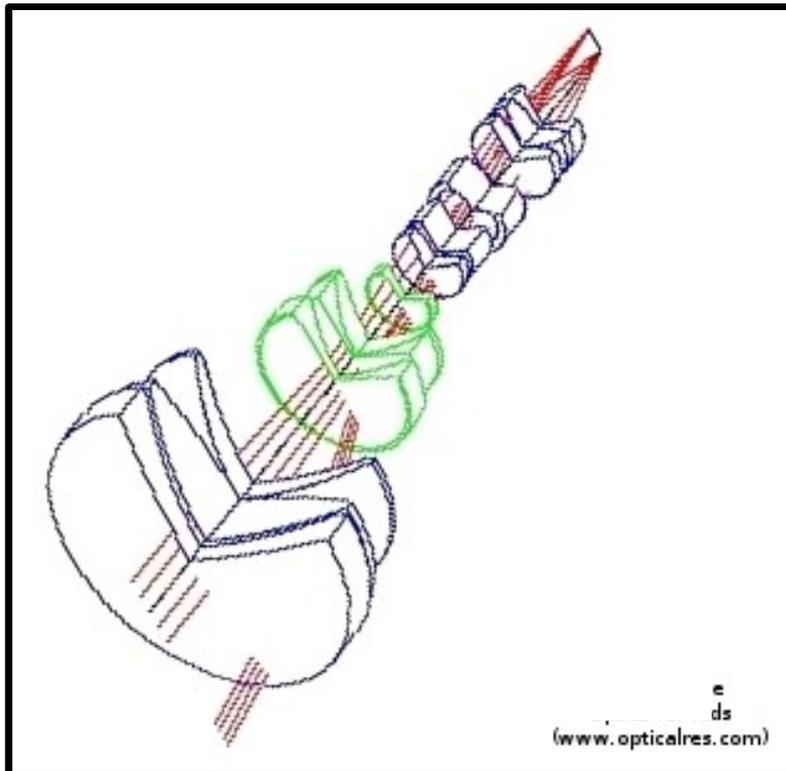
- Aqui os estudantes poderão reconstituir suas próprias imagens coloridas no computador usando dados astronômicos reais observados com uma roda de filtros
  - Abra os 3 arquivos na pasta "M27" nos Apêndices 
  - Clique em "Window → Tile" para mostrar as 3 imagens próximas umas das outras.
  - Ajuste o brilho de cada imagem clicando nela, então clique "Image" → "Adjust → Brightness/Contrast". Então clique uma vez em "Auto".
  - Faça os estudantes predizerem que resultado aparecerá quando combinadas essas imagens filtradas numa única imagem colorida (eles deveriam olhar para as diferenças entre as imagens filtradas).
  - Combine as imagens filtradas em apenas uma única imagem: clique "Image → Color → RGB Merge".  
Selecione a imagem "...-Blue.fts" perto de "Blue:"  
e o mesmo para vermelho e verde.  
Confira "Keep source images".
  - Você pode dar um zoom na imagem que você obteve usando .
  - Você pode repetir com as imagens de M42.





# Lentes de Gelatina

- Lentes são objetos que curvam a luz (por exemplo, para ampliar imagens). A maioria dos dispositivos óticos são feitos de uma ou mais lentes, embora os telescópios modernos utilizem espelhos em vez de lentes.
- Nesta atividade, vamos aprender como a luz se comporta quando passa através de diferentes tipos de lentes, que para nós vão ser feitas de gelatina.



Idade	12 anos
Duração	~ 1 hora (depois de a gelatina estiver pronta)
Metodologia	Experimentação
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 pacotes de gelatina (use gelatina de origem animal, de cores claras e sem açúcar)</li> <li>- Água quente (use a quantidade indicada nos pacotes de gelatina)</li> <li>- Uma xícara</li> <li>- Uma colher</li> <li>- Uma faca</li> <li>- Uma assadeira de forno (cerca de 20 cm x 20 cm)</li> <li>- Geladeira (com espaço suficiente para a travessa)</li> <li>- Uma tábua de corte de cozinha</li> <li>- Uma lanterna</li> <li>- Fita adesiva preta</li> </ul>



# Objetivos de Aprendizado

## Conceitos e Fenômenos

- Distinguir entre dois tipos de lentes: convergentes (convexas) e divergentes (côncavas).
- Explicar como lentes convergentes focam a luz, fazendo os raios cruzarem-se em um ponto, enquanto as lentes divergentes desviam os raios uns dos outros.

## Capacidades do Processo Científico

- Raciocínio espacial abstrato - imaginar e/ou desenhar o trajeto dos raios de luz.

## Propósitos

- Aproveitar a "diversão" oferecida pela experimentação - experimentar diferentes formas, tentar colocar diferentes tipos de lentes e observar o resultado.

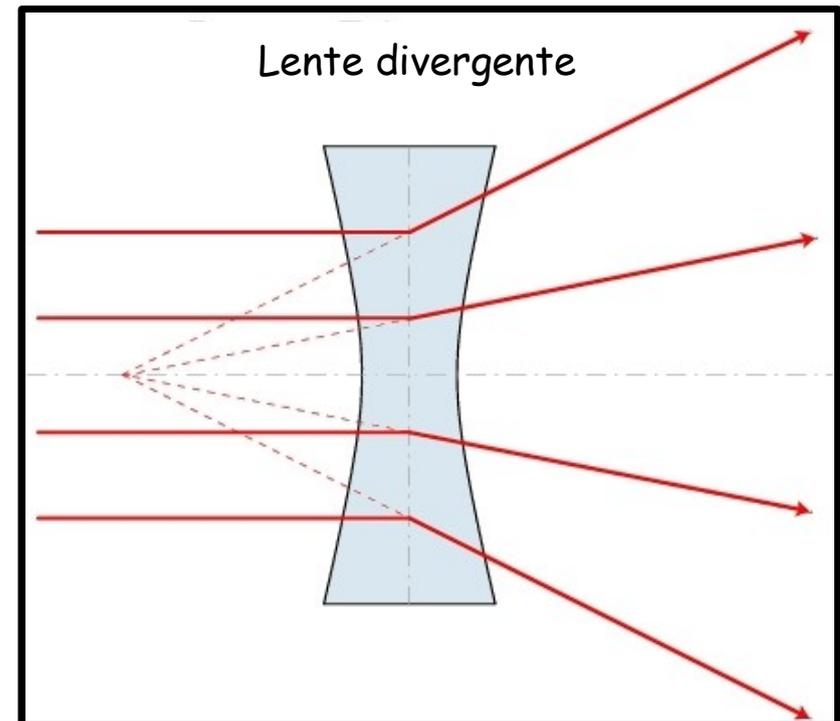
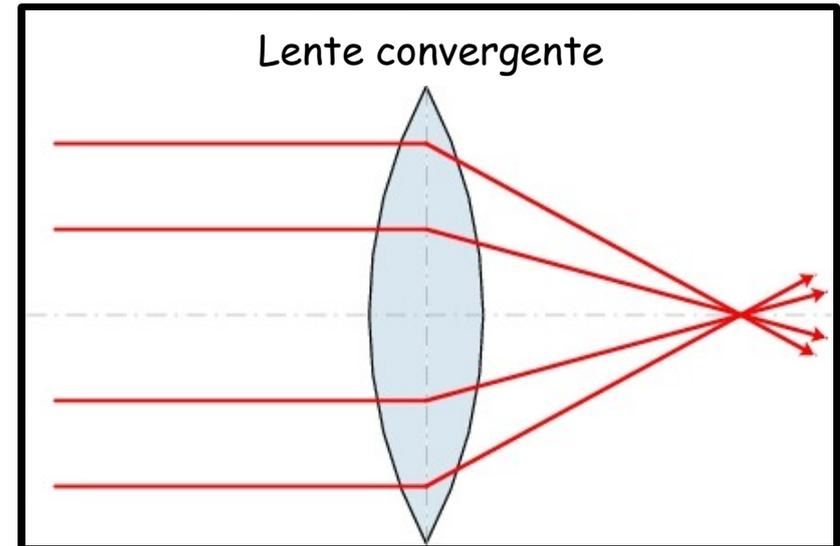


# Tipos Básicos de Lentes

- Existem dois tipos básicos de lentes simples: convergentes e divergentes.
- Em uma lente **CONVERGENTE** ou **POSITIVA**, os raios de luz convergem (ou são focados) para um único ponto. Depois de atravessar esse ponto comum, eles se espalham novamente (veja a figura acima). As lentes podem originar uma imagem em uma tela, como no cinema.
- Em uma lente **DIVERGENTE** ou **NEGATIVA**, os raios de luz se espalham, nunca convergindo em um único ponto. No entanto, eles se espalham como se tivessem sido emitidos a partir de um único ponto comum (ver figura à direita).



A "força" da lente depende da sua forma e do material do qual é feita.

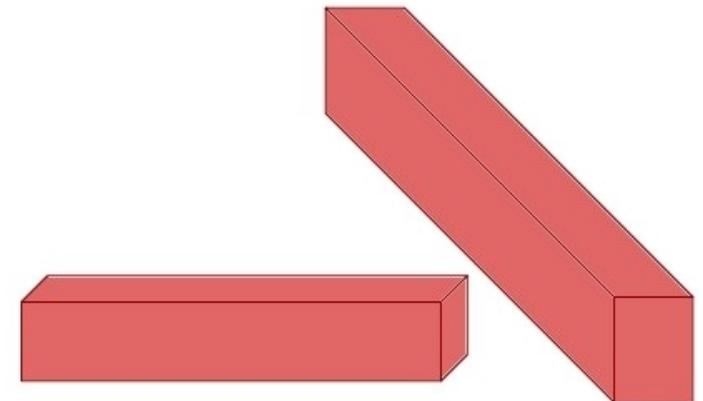
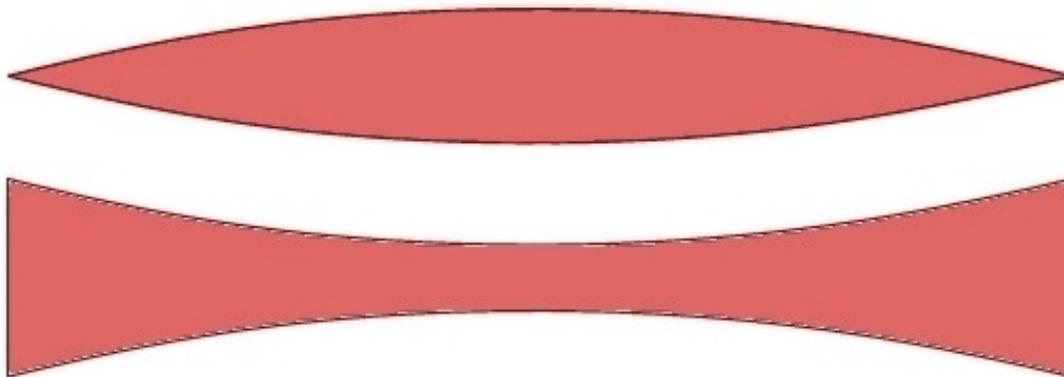




# Descrição da Atividade

## Procedimento

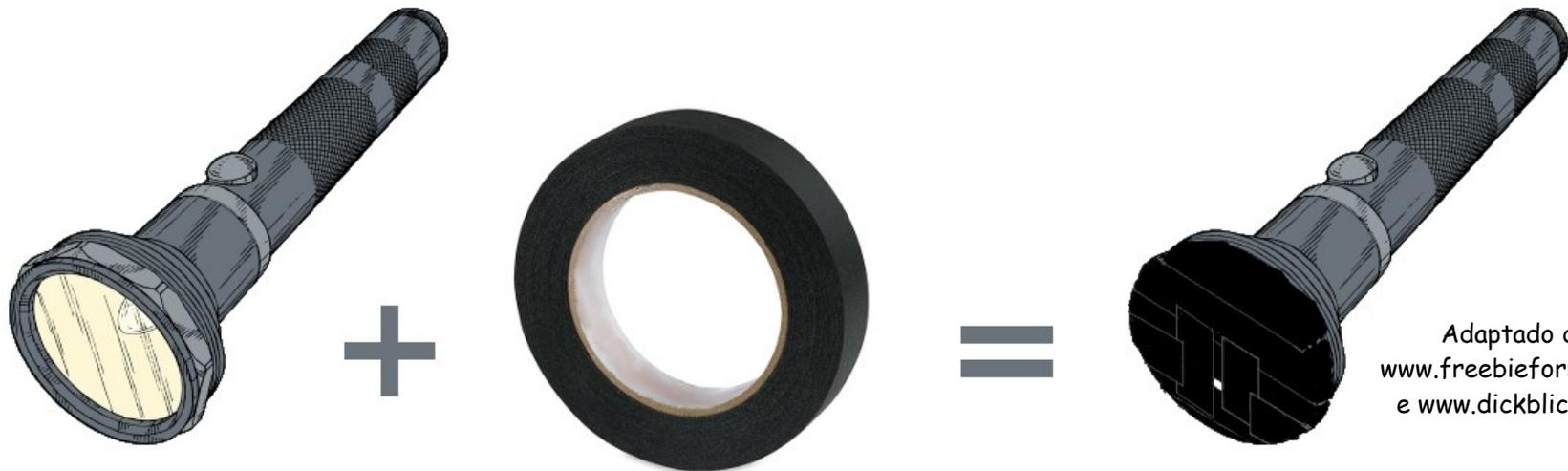
- Misture 3 pacotes de gelatina com a quantidade apropriada de água quente. Não adicione água fria; caso contrário a gelatina não vai ficar dura! Mexa até que o pó se dissolva e, em seguida, despeje a gelatina em uma assadeira como a que se encontra na figura à direita.
- Leve a gelatina à geladeira durante a noite.
- Para retirar a gelatina do molde, mergulhe o fundo da assadeira em água quente por 15 segundos e, em seguida, passe uma faca à volta das bordas de dentro. Agora você pode transferir a gelatina para a tábua de corte.
- Use sua faca para cortar a gelatina em lentes de forma convexa e côncava. Além disso, corte um retângulo longo e fino de gelatina (veja as figuras e tente copiar as formas tanto quanto possível).





# Descrição da Atividade

- Cubra a parte da frente da lanterna com fita adesiva preta, deixando apenas uma pequena abertura (veja a figura abaixo). Desta forma, você irá obter um feixe de luz muito estreito.



Adaptado de  
[www.freebieforms.com](http://www.freebieforms.com)  
 e [www.dickblick.com](http://www.dickblick.com)

- Agora apague a luz da sala e ligue a lanterna.
- Direcione a luz da lanterna através de suas lentes de gelatina e veja como a luz as atravessa..
- Experimente diferentes ângulos de entrada para a luz na lente, movendo a lanterna para cima e para baixo.
- Agora direcione a luz através de qualquer um dos dois lados menores do retângulo. Enquanto a luz passa através do retângulo, dobre-o cuidadosamente. O que acontece com a luz lá dentro?
- Tente ligar a lanterna com e sem fita. O que acontece com os raios de luz na gelatina? O que acontece no retângulo? O que acontece se você dobrar o retângulo tanto que ele acaba por quebrar?



# Descrição da Atividade

## Vamos Analisar Melhor?

- O que acontece com os raios de luz da gelatina quando ligamos a lanterna com e sem a fita adesiva? *Se usarmos o lanterna sem fita, toda a sala será iluminada e não vamos ser capazes de ver os efeitos da lente. (Eles ainda acontecem, mas não podemos vê-los.) Para sermos capazes de observar o caminho da luz através da lente, nós precisamos criar um estreito feixe de luz.*
- O que acontece com a luz dentro do retângulo?
  - (1) *Se iluminarmos perpendicularmente a um lado do retângulo, a luz passa através do mesmo, sem mudar de direção.*
  - (2) *Se iluminarmos no lado mas agora em um certo ângulo, a luz muda sua trajetória dentro do retângulo mas se mantém viajando na mesma direção, como antes.*
  - (3) *Se dobrar o retângulo, a luz se propaga ao longo dela, refletindo-se sobre suas paredes interiores.*
  - (4) *Se o retângulo é dobrado até o ponto de ruptura, a luz sai através da parede da gelatina.*
- A coisa boa sobre essas lentes simples é que você pode adicioná-las para manipular a luz de muitas maneiras. Tente colocar várias lentes convergentes e divergentes, em frente umas das outras, de modo que o feixe de luz passe através delas. Veja o que acontece com a trajetória da luz.
- Cientistas adicionam diferentes tipos de lentes para criar e melhorar dispositivos como binóculos, microscópios e câmeras.



# Créditos

As atividades deste manual foram projetadas pelas seguintes pessoas ou instituições (as páginas web onde as atividades originais podem ser encontradas encontram-se na parte inferior de cada uma das atividades do Caderno de Atividades):

- Rosa M. Ros, Albert Capell, Josep Colom, Milagros Lorenzo, Ricardo Moreno, Juan A. Navarro & José M. Rodríguez & Explora el Universo.
- Carl Sanderson, Sue Cronin - The National School's Observatory (NSO)
- Deborah Scherrer, Ken Brandt & Jerry Vinski - Solar Stanford Center (<http://solar-center.stanford.edu>)
- Robert T. Sparks y Stephen M. Pompea - <https://www.galileoscope.org> y National Optical Astronomy Observatory (NOAO)
- Tony Flanders - SKY & Telescope magazine (<http://www.skyandtelescope.com>)
- Guy Ottewell - <http://www.caes.uga.edu/> - College of Agricultural and Environmental Sciences
- NASA Johnson Space Flight Center & National Space Biomedical Research Institute - NSBRI
- 21<sup>st</sup> Century Explorer: <http://education.jsc.nasa.gov/explorers/>
- The Galileoscope: <https://www.galileoscope.org>
- National School's Observatory (NSO): <http://www.schoolsobservatory.org.uk>
- Montana State University (MSU): <http://btc.montana.edu>
- Yohkoh Public Outreach Project (YPOP) e MSU Solar Physics Group: <http://solar.physics.montana.edu/YPOP/index.html>
- Galileo Teacher Training Program (GTTP): <http://www.site.galileoteachers.org>
- UNawe: <http://www.unawe.org/>
- European Southern Observatory (ESO): [http://www.eso.cl/galeria\\_top1.php](http://www.eso.cl/galeria_top1.php)
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC): <http://www.csic.es/astrosecundaria/simulaciones/biografia.htm>
- Guía interactiva de Astronomía:  
<http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2000/astronomia/chicos/basicas/vocabulario.htm>



# Agradecimentos

- Às crianças, jovens, professores e comunidades educacionais dos estados do Acre e Rondônia, Brasil, que participaram das oficinas de atividades GalileoMobile em agosto de 2014.
- Aos autores das atividades que adaptamos. Obrigado também à UNawe, GTTP e outras instituições que desenvolveram essas atividades. Obrigado por suas iniciativas globais de educação e sensibilização sobre Astronomia e por serem uma inspiração para nós.
- Às pessoas que colaboraram com a tradução e revisão ortográfica desta apostila: Ana Cecília Soja, Bárbara Castanheira Endl, Elisandra Figueiredo, Fabíola Campos, **José Gonzalez**, Mariana Penna Lima, Rafael Vanz, Raul Puebla, Tatiana Ferraz Laganá, Thiago Monfredini, Tibério Borges Vale e Vera Monteiro.