

# ASTRONOMIA

A CIÊNCIA E SUA NOVAS  
TECNOLOGIAS



Conteúdo em A.R.



Baixe o aplicativo  
da ONC

Disponível na  
App Store

DISPONÍVEL NO  
Google Play



Comissão Científica



Parceiros



# PREFÁCIO

As olimpíadas do conhecimento existem como forma de incentivo a estudantes de um modo geral, descobrindo novos talentos e incentivando a boa prática de se estudar, não como forma de "competição", e sim de incentivo. E além de tudo isto, são uma ótima maneira de se divulgarem as ciências de um modo geral.

A ONC - Olimpíada Nacional de Ciências, é uma olimpíada do conhecimento na área das ciências, apoiada integralmente pelo MCTI e executada pela UFPI. Contempla as áreas do conhecimento:

Astronomia, Biologia, Física, História e Química. Constitui-se de exames aplicados a estudantes do Ensino Fundamental e Médio (inclusive EJA) de modo a revelar jovens talentos nas áreas das ciências.

Foi pensada em 2014, a partir de uma iniciativa da CGPC (Coordenação Geral de Popularização da Ciência), que é um órgão do MCTI. A ideia era realizar uma olimpíada do conhecimento que não abrangesse somente uma área do conhecimento, e sim várias áreas no campo das ciências.

Com o passar dos anos a ONC teve uma enorme aceitação por parte de estudantes, escolas e professores, e já contempla participantes em mais de 70% dos municípios de todos os estados do brasil.

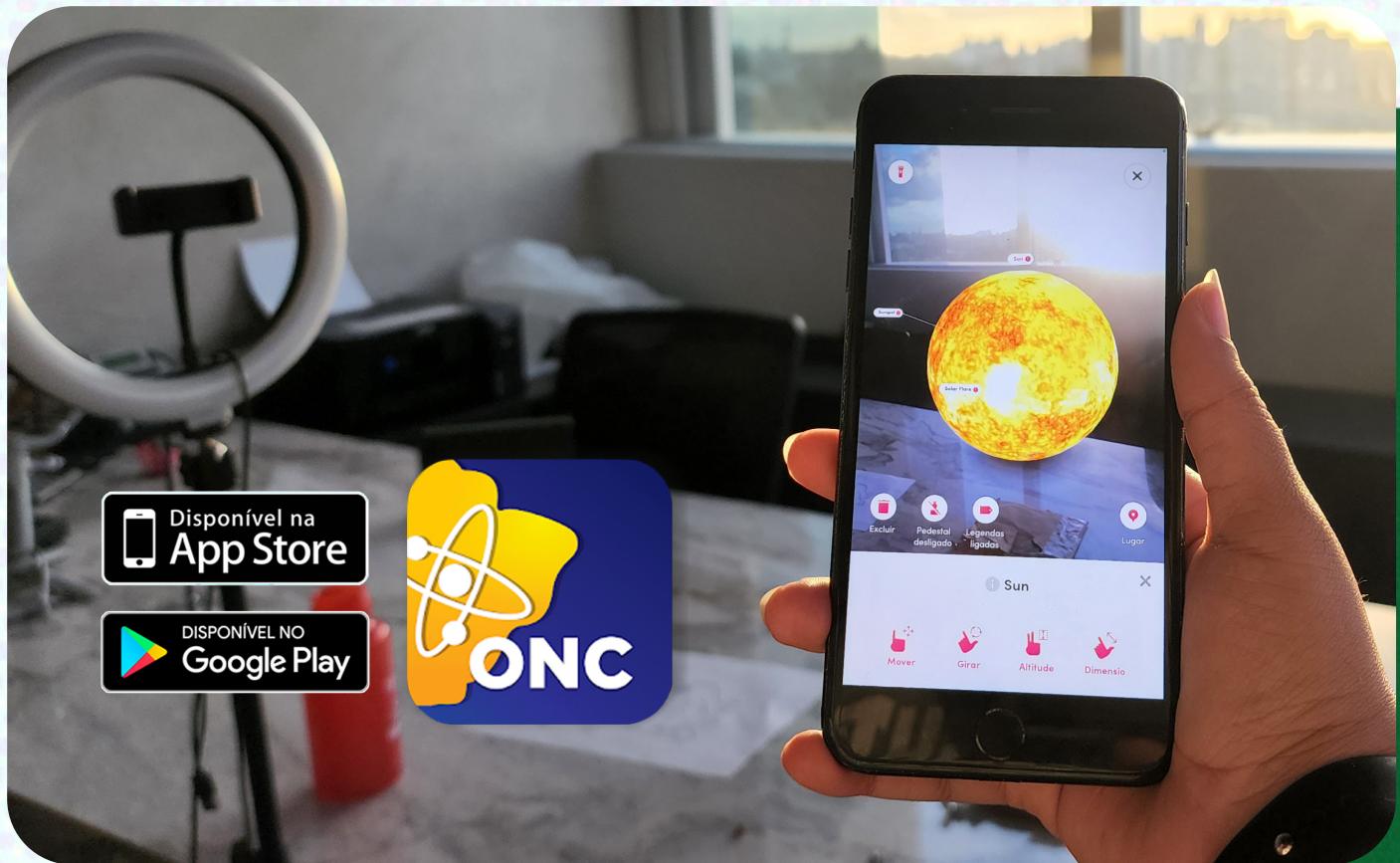
A ONC é uma olimpíada do conhecimento que, por envolver várias áreas do conhecimento, não é mais um evento conteudista, e sim composta de desafios que estudantes tem de resolver com base nas ciências citadas acima. Por estar muito próximo ao cotidiano de estudantes e professores, torna-se de fácil compreensão e a isso se deve o alto índice de premiados dos mais variados estados, tipos de escola e estudantes.

Com este material, espera-se que possamos ajudar a estudantes e professores de todo o Brasil a se preparar para a ONC deste ano.

Um Abraço

**Prof. Jean Carlo, coordenador geral da ONC.**

Nosso Ebook contém tecnologia AR (Aumented Reality), em português, a tradução é Realidade Aumentada. Quando falamos Realidade Aumentada, nos referimos ao termo “realidade” como a nossa realidade, o mundo real. Esse mundo real pode ser captado por uma câmera de um dispositivo em qualquer lugar. Já o termo “aumentada” diz respeito ao conteúdo digital, ou conteúdo aumentado, que é exibido sobre as imagens capturadas pela câmera. Assim, a ONC traz para vocês, em nosso ebook, o mundo real integrado com conteúdos aumentados



# Nível A - 6º e 7º Anos

## ASTRONOMIA

- **Terra:** forma, atmosfera, rotação, polos, equador, pontos cardeais, dia e noite.
- **Lua:** fases da Lua, mês e eclipses.
- **Sol:** translação da Terra, ano, estações do ano.
- **Objetos** do Sistema Solar.
- **Constelações** e reconhecimento do céu.
- **Terra:** origem, estrutura interna, forma, alterações na superfície, marés, bússola, horas e fusos horários. Eclíptica.
- **Objetos** do Sistema Solar, História da Astronomia, origem do Universo, estrelas, galáxias, ano-luz, Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** coordenadas geográficas, solstício, equinócio, zonas térmicas, horário de verão. Sistema Solar: descrição, origem, Terra como planeta.
- **Corpos celestes:** planetas, satélites, asteroides, cometas, estrelas, galáxias.
- **Origem** e desenvolvimento da Astronomia. Conquista do espaço. Origem do Universo.
- **Fenômenos físicos** e químicos: elementos químicos e origem dos elementos
- **Gravitação:** força gravitacional e peso.
- **Unidade Astronômica**, ano-luz, mês-luz, dia-luz e segundo-luz.
- **Constelações** e reconhecimento do céu.

# Nível B - 8º e 9º Anos

## ASTRONOMIA

- **Terra:** forma, atmosfera, rotação, polos, equador, pontos cardeais, dia e noite.
- **Lua:** fases da Lua, mês e eclipses.
- **Sol:** translação da Terra, ano, estações do ano.
- **Objetos** do Sistema Solar. Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** origem, estrutura interna, forma, alterações na superfície, marés, bússola, horas e fusos horários. Eclíptica.
- **Objetos** do Sistema Solar, galáxias, estrelas, ano-luz, origem do Universo e história da Astronomia. Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** coordenadas geográficas, solstício, equinócio, zonas térmicas, horário de verão. Sistema Solar: descrição, origem, Terra como planeta.
- **Corpos celestes:** planetas, satélites, asteroides, cometas, estrelas, galáxias.
- **Origem** e desenvolvimento da Astronomia. Conquista do espaço. Origem do Universo.
- **Fenômenos** físicos e químicos: elementos químicos e origem.
- **Gravitação:** força gravitacional e peso.
- **Unidade Astronômica,** ano-luz, mês-luz, dia-luz e segundo-luz.
- **Constelações** e reconhecimento do céu.

# Nível C - 1º Ano do Ensino Médio

## ASTRONOMIA

- **Terra:** forma, atmosfera, rotação, polos, equador, pontos cardeais, dia e noite.
- **Lua:** fases da Lua, mês e eclipses.
- **Sol:** translação da Terra, ano, estações do ano.
- **Objetos** do Sistema Solar. Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** origem, estrutura interna, forma, alterações na superfície, marés, bússola, horas e fusos horários. Eclíptica.
- **Objetos** do Sistema Solar, galáxias, estrelas, ano-luz, origem do Universo e história da Astronomia. Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** coordenadas geográficas, solstício, equinócio, zonas térmicas, horário de verão. Sistema Solar: descrição, origem, Terra como planeta.
- **Corpos celestes:** planetas, satélites, asteroides, cometas, estrelas, galáxias.
- **Origem** e desenvolvimento da Astronomia. Conquista do espaço. Origem do Universo.
- **Fenômenos** físicos e químicos: elementos químicos e origem.
- **Gravitação:** força gravitacional e peso.
- **Unidade** Astronômica, ano-luz, mês-luz, dia-luz e segundo-luz.
- **Constelações** e reconhecimento do céu
- **Leis de Kepler** e história da Astronomia.

# Nível D - 2º Ano do Ensino Médio

## ASTRONOMIA

- **Terra:** forma, atmosfera, rotação, polos, equador, pontos cardeais, dia e noite.
- **Lua:** fases da Lua, mês e eclipses.
- **Sol:** translação da Terra, ano, estações do ano.
- **Objetos** do Sistema Solar. Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** origem, estrutura interna, forma, alterações na superfície, marés, bússola, horas e fusos horários. Eclíptica.
- **Objetos** do Sistema Solar, galáxias, estrelas, ano-luz, origem do Universo e história da Astronomia. Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** coordenadas geográficas, solstício, equinócio, zonas térmicas, horário de verão. Sistema Solar: descrição, origem, Terra como planeta.
- **Corpos celestes:** planetas, satélites, asteroides, cometas, estrelas, galáxias.
- **Origem** e desenvolvimento da Astronomia. Conquista do espaço. Origem do Universo.
- **Fenômenos físicos** e químicos: elementos químicos e origem.
- **Gravitação:** força gravitacional e peso.
- **Unidade Astronômica**, ano-luz, mês-luz, dia-luz e segundo-luz.
- **Constelações** e reconhecimento do céu
- **Leis de Kepler** e história da Astronomia
- **Lei da Gravitação** universal,
- **Lei de Hubble**, espectro eletromagnético,
- **Ondas**, comprimento de onda, frequência, velocidade de propagação,
- **Efeito Doppler**
- **Calor.**

# Nível E - 3º/ 4º Ano do Ensino Médio

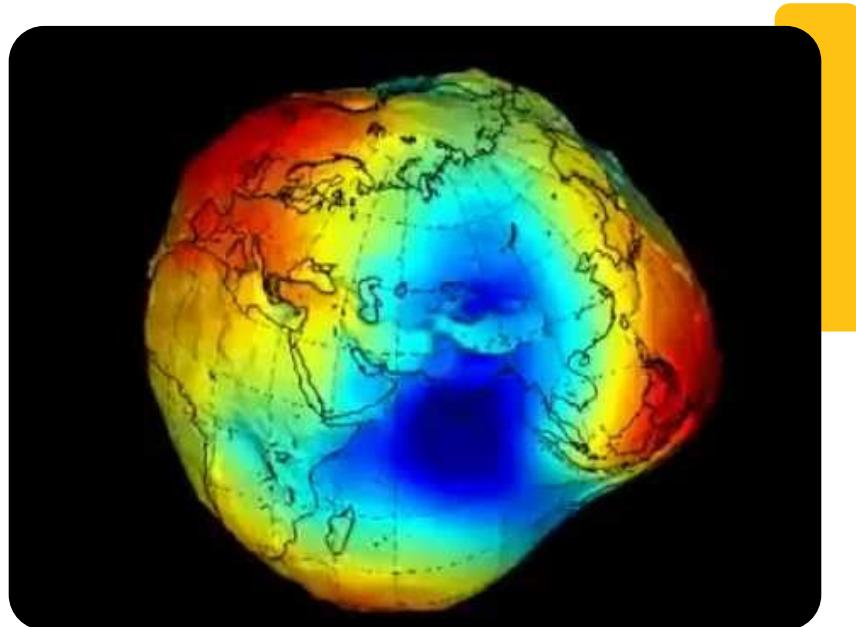
## ASTRONOMIA

- **Terra:** forma, atmosfera, rotação, polos, equador, pontos cardeais, dia e noite.
- **Lua:** fases da Lua, mês e eclipses.
- **Sol:** translação da Terra, ano, estações do ano.
- **Objetos** do Sistema Solar. Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** origem, estrutura interna, forma, alterações na superfície, marés, bússola, horas e fusos horários. Eclíptica.
- **Objetos** do Sistema Solar, galáxias, estrelas, ano-luz, origem do Universo e história da Astronomia. Constelações e reconhecimento do céu.
- **Terra:** coordenadas geográficas, solstício, equinócio, zonas térmicas, horário de verão. Sistema Solar: descrição, origem, Terra como planeta.
- **Corpos celestes:** planetas, satélites, asteroides, cometas, estrelas, galáxias.
- **Origem** e desenvolvimento da Astronomia. Conquista do espaço. Origem do Universo.
- **Fenômenos físicos** e químicos: elementos químicos e origem.
- **Gravitação:** força gravitacional e peso.
- **Unidade Astronômica**, ano-luz, mês-luz, dia-luz e segundo-luz.
- **Constelações** e reconhecimento do céu
- **Leis de Kepler** e História da Astronomia
- **Lei da Gravitação** universal,
- **Lei de Hubble**, espectro eletromagnético,
- **Ondas**, comprimento de onda, frequência, velocidade de propagação,
- **Efeito Doppler**
- **Calor.**
- **Magnetismo**, campo magnético da Terra

- **manchas solares**
- **evolução estelar**, estágios finais da evolução estelar (buracos negros, pulsares, anãs brancas),
- **origem** do sistema solar e do universo.

# **Terra: Forma, atmosfera, rotação, polos, equador, pontos cardeais, dia e noite.**

Níveis: A, B, C, D e E



A terra é uma geóide, ou seja, é quase uma bola, só que achatada nos hemisférios e com algumas falhas em muitas regiões, como desniveis de rochas e montanhas.

**Referência:** O verdadeiro formato da Terra (7347) 'Potato' Earth (from ESA) - YouTube)

## **Camadas da Atmosfera**

A atmosfera terrestre é formada por diversas camadas de gases que contornam a Terra devido aos efeitos do campo gravitacional. Cada camada possui uma composição específica de gases que são organizados conforme suas densidades. Os gases mais densos são

puxados para mais perto da superfície terrestre enquanto os outros permanecem mais distantes do planeta.

As **cinco camadas que formam a atmosfera** terrestre são: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera.



No desenho vemos como se distribuem as camadas da atmosfera da Terra. A altura das camadas está super exagerada para que possamos entender sua estrutura, caso contrário não conseguiríamos diferenciá-las por serem muito “finas” quando comparadas ao diâmetro da Terra. Na verdade, se a Terra fosse uma esfera de 15 cm, a troposfera (que é a camada onde nós vivemos) teria um espessura de 0,1 mm.

**Texto completo:** Camadas da atmosfera: conheça quais são e suas características - Significados

# Rotação da Terra

## Movimento de Rotação da Terra:

É o Movimento que a terra dá em torno de si mesma, tendo como referência as estrelas.

Duração: 23 horas, 56 minutos e 4 segundos.

Quando a referência é o Sol, a duração do dia tem exatamente 24h.

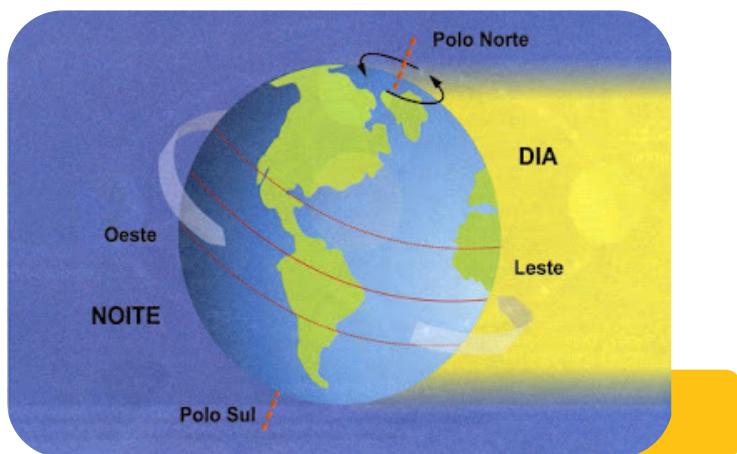
O eixo de rotação da terra tem uma inclinação de  $23,5^\circ$  em relação a um plano imaginário perpendicular ao plano da sua órbita.

## Consequências Movimento de Rotação da Terra:

1 - Sucessão dos dias e das noites: - Quando é noite numa parte do planeta significa que na outra parte do planeta é dia.

2 - Movimento Aparente do Sol e das estrelas na esfera terrestre:

O Sol nasce todos os dias no horizonte leste e se põe todos as noites no horizonte oeste



Com o Polo Norte para cima, por convenção, a Terra gira no espaço de Oeste para Leste, dando-nos a impressão de que o céu (O Sol e as estrelas) giram de Leste para o Oeste.

**Referência:** Geografia do Amapá Rodrigo Bandeira: Enem - Movimentos da Terra e suas consequências ([geografiaeanarquia.blogspot.com](http://geografiaeanarquia.blogspot.com))

## Pontos Cardeais

Os **Pontos Cardeais** são pontos de orientação no espaço terrestre os quais estão relacionados com a **posição do Sol**.

O Sol aparece todas as manhãs, aproximadamente no mesmo lado do horizonte e se põe ao entardecer, no lado oposto.

Tomando por base esses dois lados como referência, foram estabelecidos os pontos **cardeais**: Norte, Sul, Leste e Oeste, assim determinados:

- **Leste** (L): o lado onde o Sol nasce no horizonte pela manhã indica o leste.
- **Oeste** (O): o lado onde o Sol se põe no horizonte indica o oeste.
- **Norte** (N): o lado que fica a sua frente ao estender o braço direito na direção em que o sol nasce.
- **Sul** (S): o lado que fica em suas costas ao estender o braço direito na direção em que o sol nasce.

Note que o ponto cardeal “oeste” pode aparecer representado pela letra (W), por influência da língua inglesa (West).

Da mesma forma, o ponto cardeal “leste” pode aparecer representado pela letra (E), também por influência da língua inglesa (East).

## Pontos Colaterais

Entre os pontos cardeais existem os pontos que se formam entre eles denominados de Pontos **Colaterais**, assim determinados:

- **Nordeste** (NE) - localizado entre o norte (N) e o leste (L).
- **Sudeste** (SE) - localizado entre o sul (S) e o leste (L).
- **Noroeste** (NO) - localizado entre o norte (N) e o oeste (O).
- **Sudoeste** (SO) - localizado entre o sul e o oeste (O).

## Pontos Subcolaterais

Os pontos subcolaterais localizam-se sempre entre os pontos cardeais e os **pontos colaterais**. São eles:

- **Nor-nordeste** (NNE) - localizado entre o norte (N) e o nordeste (NE);
- **Lés-nordeste** (ENE) - localizado entre o leste (E) e o nordeste (NE);
- **Lés-sudeste** (ESE) - localizado entre o leste (E) e o sudeste (SE);
- **Sul-sudeste** (SSE) - localizado entre o sul (S) e o sudeste (SE);
- **Sul-sudoeste** (SSO) - localizado entre o sul (S) e o sudoeste (SO);
- **Oés-sudoeste** (OSO) - localizado entre o oeste (O) e o sudoeste (SO);
- **Oés-noroeste** (ONO) - localizado entre o oeste (O) e o noroeste (NO);
- **Nor-noroeste** (NNO) - localizado entre o norte (N) e o noroeste (NO).



Rosa-dos-Ventos. Em tons de amarelo temos os Pontos Cardeais, em tons de azul os Pontos Colaterais e em verde e vermelho os pontos subcolaterais.

**Referência (texto completo):** Pontos Cardeais - Toda Matéria ([todamateria.com.br](http://todamateria.com.br))

# Lua: fases da Lua, mês e eclipses.

Níveis: A, B, C, D e E

As **fases da Lua** representam os diferentes aspectos que vemos o satélite natural da Terra ao longo de um ciclo. Isso acontece em virtude da variação da sua posição em relação ao nosso planeta e ao Sol.

A Lua apresenta **quatro fases principais: nova, crescente, cheia e minguante**. Cada uma delas dura cerca de 7 a 8 dias.

Não sendo uma estrela, a Lua não emite luz própria. Entretanto, a vemos iluminada pois ela reflete a luz proveniente do Sol.  
A Lua apresenta três movimentos principais:

- Rotação: em torno do seu próprio eixo;
- Revolução: ao redor da Terra;
- Translação: ao redor do Sol, junto com a Terra.

Desta forma, assume diferentes posições em relação à Terra e ao Sol. Isso faz com que sua parte iluminada seja vista de diferentes formas ao longo de um ciclo lunar. Importante notar que as fases da lua são vistas de maneiras diferentes nos Hemisférios Sul e Norte.

O Ciclo da Lua ou Ciclo de Lunação, chamada também de **Período Sinódico** da Lua, ocorre em aproximadamente 29,5 dias.

É, portanto, conhecido como mês lunar e durante este período as 4 fases principais da Lua acontecem, ou seja, ocorre o ciclo lunar completo.

Já no **Período Sideral** o tempo que a Lua leva para girar em torno

do seu eixo (rotação) é de 27,3 dias e esse também é o tempo que ela leva para orbitar em volta da Terra (revolução).

Portanto, o mês sideral é, aproximadamente, 2,25 dias mais curto do que o mês sinódico.

**Referência (texto completo):** Fases da Lua - Toda Matéria ([todamateria.com.br](http://todamateria.com.br))

**Vídeo: ABC da Astronomia | Fases da Lua:** (7351) ABC da Astronomia | Fases da Lua - YouTube

## Eclipses

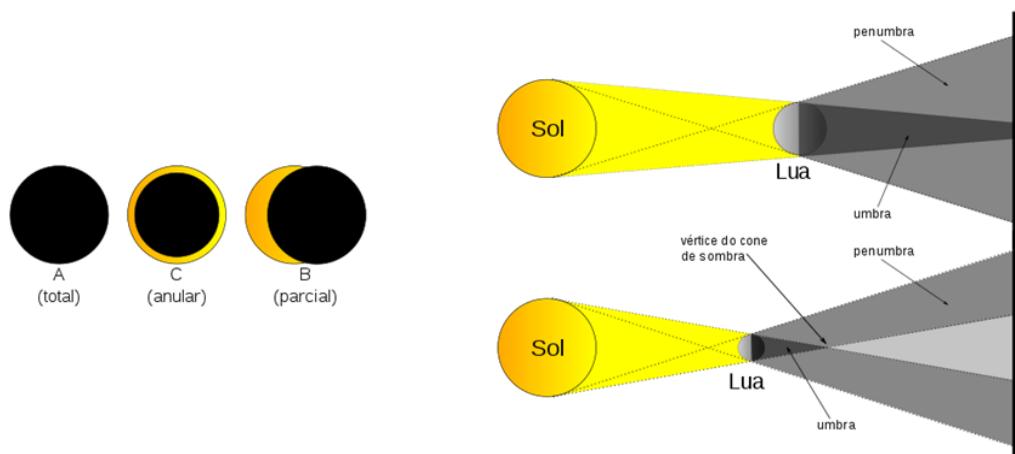
Eclipse é o escurecimento total ou parcial de um astro feito por meio da interposição de um segundo astro frente à fonte de luz. Existem dois tipos de eclipses: **o solar e o lunar.**

## Eclipses Solares

Fonte: Apostila Stellarium Módulo II - Demonstrações Especiais - Prof. Dr. Eugênio Reis, Observatório Nacional/MCTI. Setembro de 2021.  
Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1FwZMFoKuPhhCIDM4Fo08AjXJDtQOtlzA/view?usp=sharing>

A imagem a seguir traz o esquema comparativo (fora de escala) mostrando a situação em que ocorrem os diferentes tipos de eclipse: total, anular e parcial.

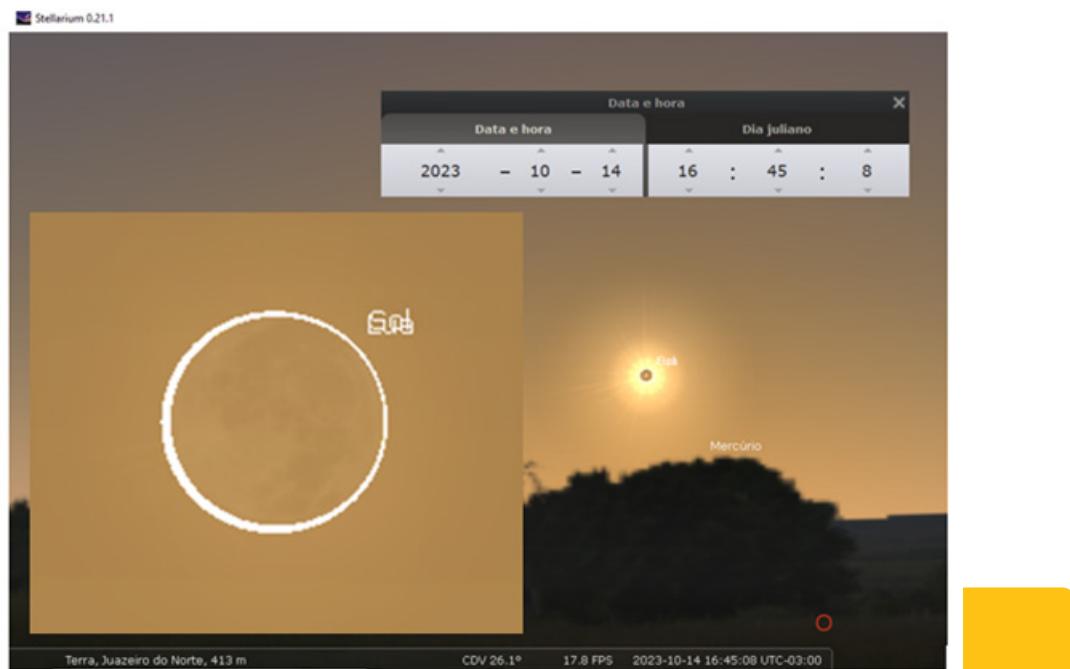




Geometria dos eclipses solares (fonte: Wikimedia Commons).

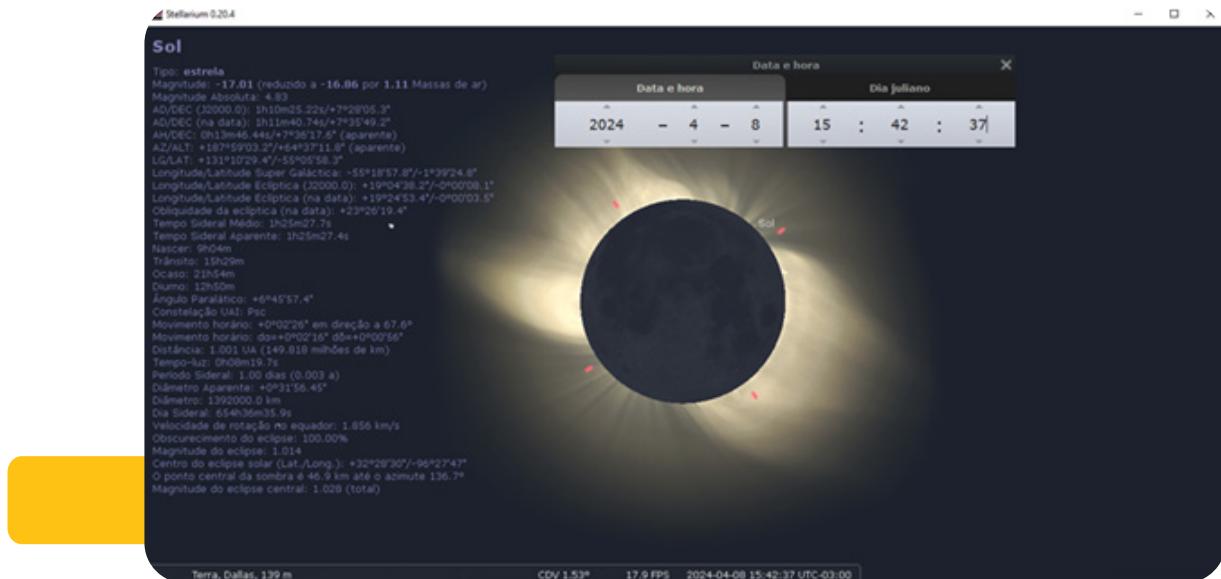
Por estar mais perto de nós, a variação do tamanho aparente do disco lunar é mais acentuada em função da sua distância à Terra. O tamanho aparente do disco solar também varia em função da distância da Terra ao Sol, mas sua variação é menor do que a do disco lunar. Ou seja, o que determina se um eclipse solar será total ou anular é a distância da Lua à Terra e não a distância da Terra ao Sol.

## Eclipse solar anular



Simulação do eclipse solar anular, na cidade de Juazeiro do Norte/CE (fonte: Stellarium).

# Eclipse solar total



Simulação do eclipse solar total de 8 de abril de 2024, em Dallas/EUA (fonte: Stellarium).

# Eclipse solar parcial

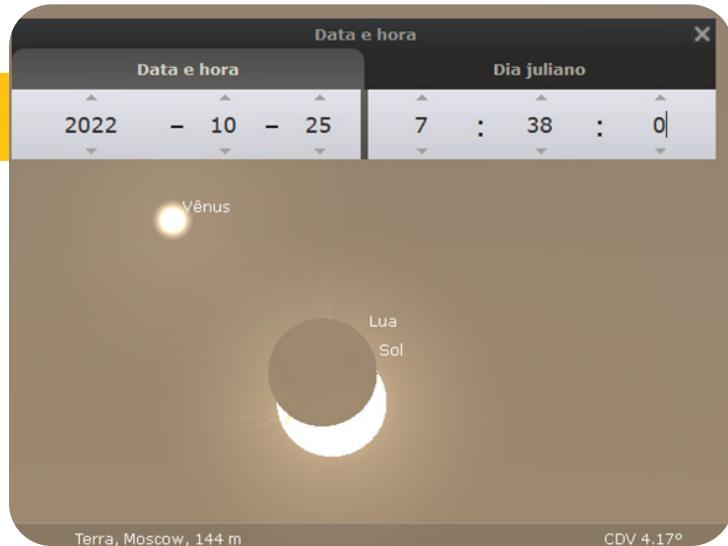
Durante um eclipse solar parcial, a Lua, o Sol e a Terra não se alinham em uma linha perfeitamente reta, e a Lua projeta apenas a parte externa de sua sombra, a penumbra, na Terra. De nossa perspectiva, isso parece que a Lua deu uma mordida no Sol.

Às vezes, a Lua cobre apenas uma pequena parte do disco solar. Outras vezes, um eclipse parcial parece quase um eclipse total.

Os eclipses solares ocorrem de 2 a 5 vezes por ano. **Os eclipses solares totais e anulares são vistos como eclipses parciais nas áreas da Terra que estão fora das sombras internas da Lua, a umbra, mas dentro da penumbra (sombra externa).**

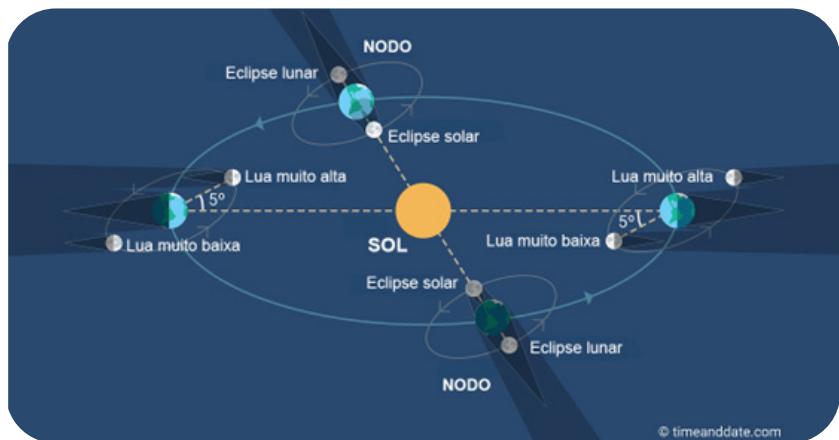
Cerca de 35% de todos os eclipses solares são eclipses solares parciais. O tamanho maior da penumbra da Lua em comparação com sua umbra,

o centro escuro da sombra que produz eclipses solares totais, também significa que mais lugares na Terra podem experimentar um eclipse solar parcial.



Eclipse solar parcial de 25 de outubro de 2022, em Moscou/Rússia (fonte: Stellarium).

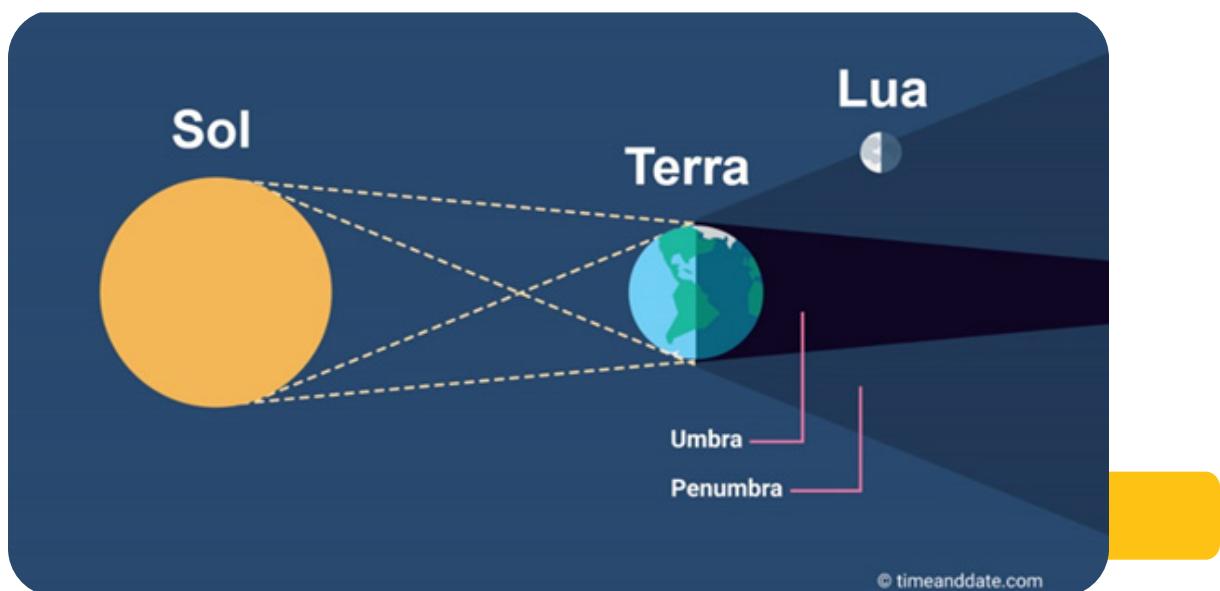
É necessário salientar que tanto o eclipse lunar quanto o solar dependem de um alinhamento das órbitas da Terra, ao redor do Sol, e da Lua, ao redor da Terra; caso contrário, os fenômenos não ocorrerão. Por conta da inclinação do plano da órbita da Lua em relação ao plano da órbita da Terra, os eclipses só podem ocorrer quando a Lua Cheia ou a Lua Nova estão próximas à interseção desses planos.



Geometria dos eclipses, fora de escala, ao longo da órbita da Terra ao redor do Sol (fonte: Timeanddate.com – adaptado)

## Eclipse lunar penumbral

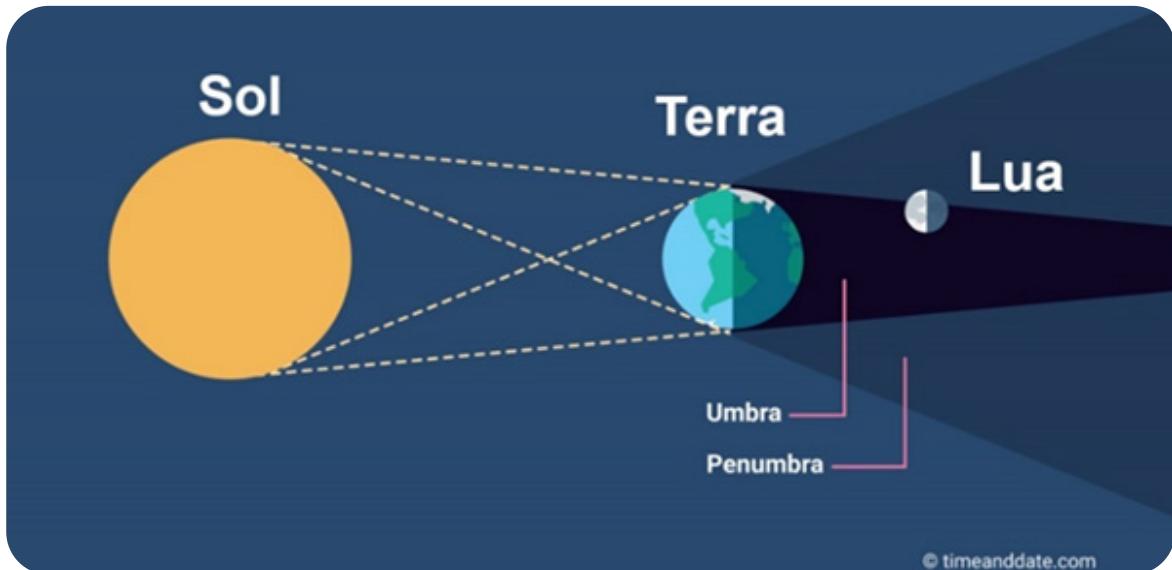
Um eclipse lunar penumbral ocorre quando o Sol, a Terra e a Lua estão imperfeitamente alinhados. Quando isso acontece, a Terra bloqueia parte da luz do Sol de atingir diretamente a superfície da Lua e cobre toda ou parte da Lua com a parte externa de sua sombra, também conhecida como penumbra. Uma vez que a penumbra é muito mais tênue do que a parte escura da sombra da Terra, a umbra, um eclipse penumbral da Lua, muitas vezes é difícil de se distinguir de uma Lua Cheia normal.



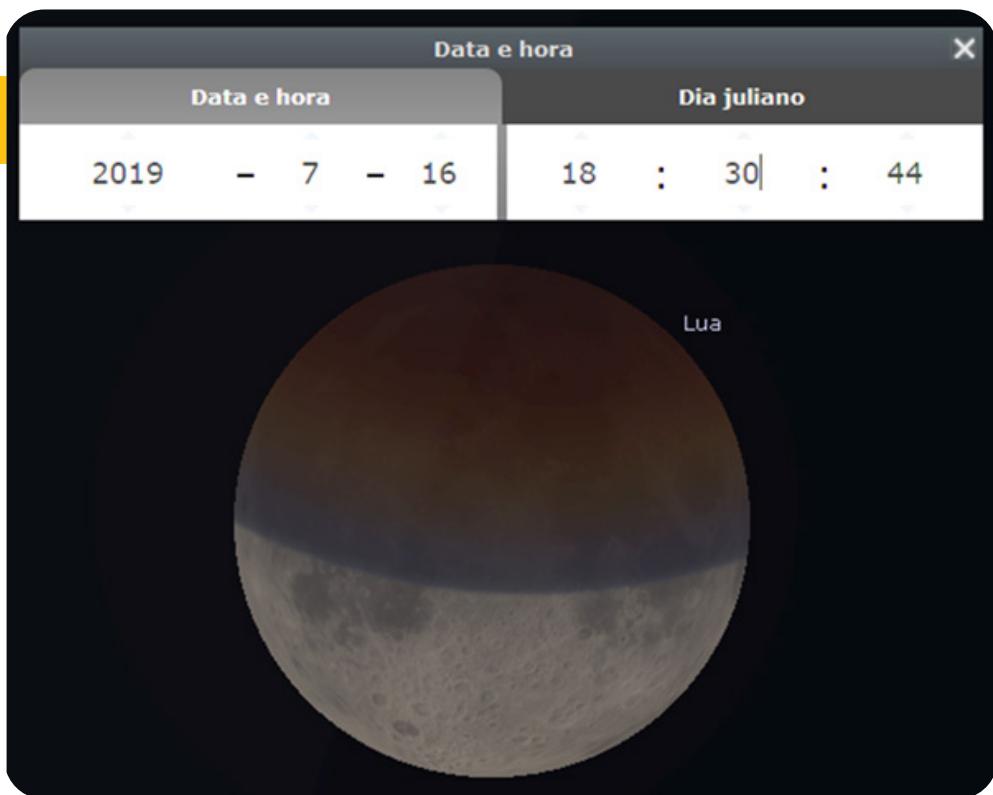
Geometria de um eclipse lunar penumbral (fonte: Timeanddate.com – adaptado).

## Eclipse lunar parcial

Um eclipse lunar parcial ocorre quando a Terra se move entre o Sol e a Lua, mas os três corpos celestes não formam uma linha reta no espaço. Quando isso acontece, uma parte da superfície da Lua é coberta pela umbra da Terra. O restante da Lua é coberto pela penumbra, como podemos ver na imagem a seguir.



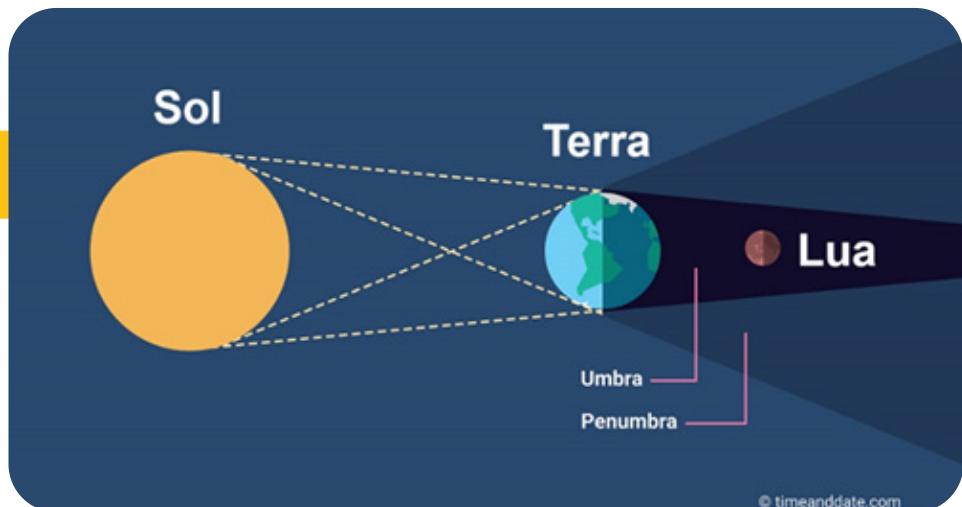
Geometria de um eclipse lunar parcial (fonte: timeanddate.com).



Simulação do máximo do eclipse lunar parcial de 16 de julho de 2019 (fonte: Stellarium).

# Eclipse lunar total

Eclipses lunares totais acontecem quando o Sol, a Terra e a Lua estão enfileirados, formando uma linha. O termo astronômico para esse tipo de fenômeno é **sizígia**, que vem da palavra grega para alinhamento.



Geometria de um eclipse lunar total (fonte: Timeanddate.com)



Simulação do máximo de eclipse lunar total do dia 16 de maio de 2022 (fonte: Stellarium).

Embora a Terra bloqueie a luz do Sol, impedindo que ela atinja diretamente a superfície da Lua, durante um eclipse lunar total, a Lua ainda é visível a olho nu. Isso ocorre porque a atmosfera da Terra desvia a parte avermelhada da luz do Sol na direção da Lua, iluminando sua superfície.

# Sol: translação da Terra, ano, estações do ano.

Níveis: A, B, C, D e E

## Movimento de translação

Translação é um dos movimentos realizados pela Terra, assim como o movimento de rotação e precessão. Diz respeito ao caminho percorrido pelo planeta ao redor do Sol, caminho esse que realiza uma órbita elíptica.

A velocidade da Terra no movimento de translação altera-se à medida que o planeta encontra-se mais próximo ou distante do Sol. A aproximação e o afastamento da Terra são denominados, respectivamente, de periélio e afélio.

### Periélio

No periélio, a Terra encontra-se mais próxima do Sol, mantendo-se a aproximadamente 147 milhões de quilômetros. A velocidade orbital nesse ponto é a máxima.

### Afélio

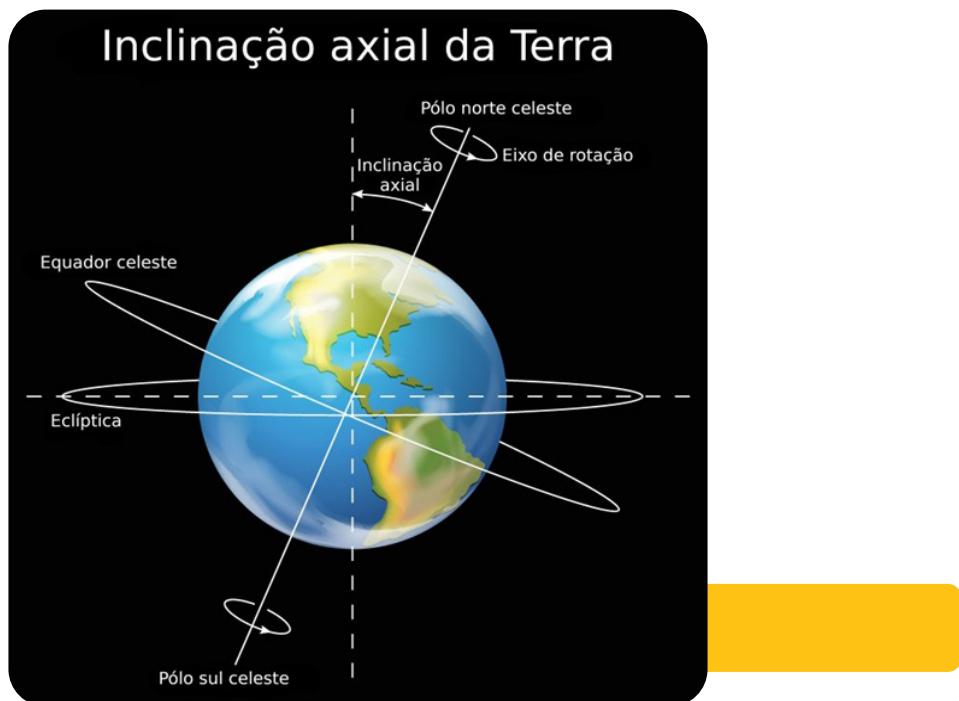
No afélio, a Terra encontra-se mais afastada do Sol, mantendo-se a aproximadamente 152 milhões de quilômetros. A velocidade orbital nesse ponto é a mínima.

O movimento de translação dura 365 dias, 5 horas e 48 minutos. Como foi convencionado que o ano civil tem duração de 365 dias exatos, sobram cerca de 6 horas a cada ano. Depois de 4 anos temos o acúmulo de 24 horas, ou seja, 1 dia. Este dia é acrescentado em fevereiro e este ano, de 366 dias, é chamado de ano bissexto.

**Referência:** Movimento de translação: características e consequências ([uol.com.br](http://uol.com.br))

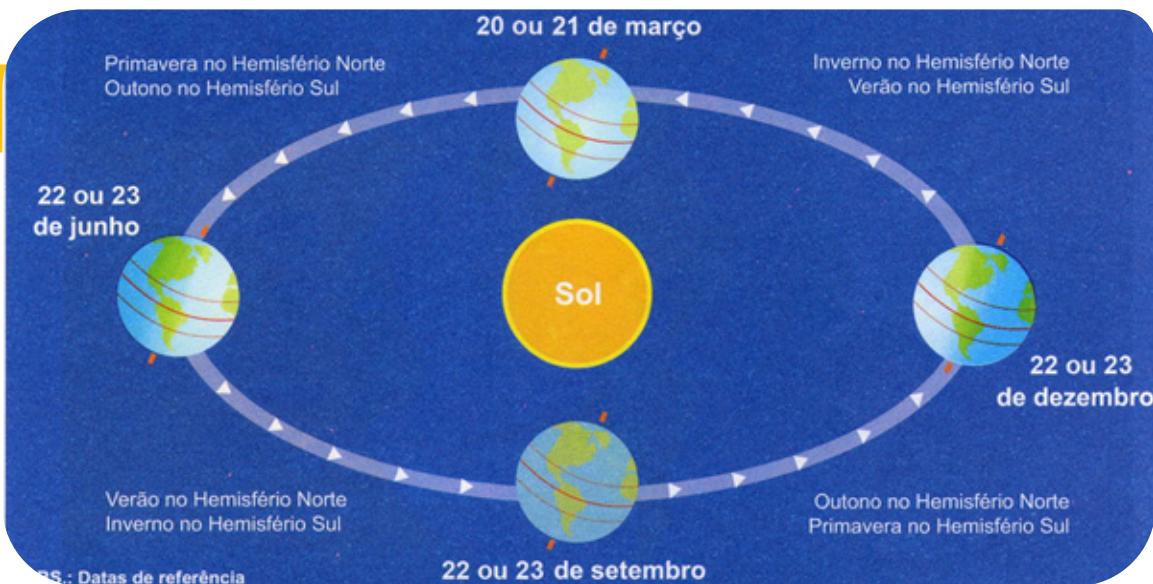
## Estações do ano

O eixo de rotação da Terra não forma um ângulo reto em relação ao plano orbital do planeta. A inclinação axial da Terra, ou obliquidade da Terra, é o ângulo formado entre o eixo de rotação e a linha perpendicular ao plano órbita, como podemos ver na imagem a seguir.



As estações do ano ocorrem como resultado da inclinação axial da Terra. Conforme a Terra realiza o movimento de translação, a incidência da luz solar em cada um dos hemisférios sofre alteração.

Em janeiro é verão no Hemisfério Sul porque o eixo de rotação está inclinado de forma que o Hemisfério Sul recebe maior incidência de luz solar que o Hemisfério Norte. Conforme a Terra se movimenta ao redor do Sol, a posição do eixo de rotação em relação ao Sol se altera fazendo com que em julho o Hemisfério Norte passe a receber maior incidência de luz solar que o Hemisfério Sul, como vemos na figura a seguir.



**Referência:** [Inclinação axial da Terra - Astronomia - InfoEscola](#)

Importante: o periélio e o afélio não têm relação com as estações do ano. É coincidência que o periélio ocorra em janeiro, quando começa o verão no Hemisfério Sul.

## Objetos do Sistema Solar. Constelações e reconhecimento do céu

Níveis: A, B, C, D e E

### O que é o Sistema Solar?

O Sistema Solar compreende o conjunto constituído pelo Sol e todos os corpos celestes que estão sob seu domínio gravitacional. A estrela central, maior componente do sistema, respondendo por mais de 99,85% da massa total, gera sua energia através da fusão de hidrogênio em hélio, dois de seus principais constituintes.

# Qual é a estrutura do Sistema Solar?

Sol

Planetas telúricos (Sistema Solar Interior)

- **Mercúrio**
- **Vênus**
- **Terra** (mais a Lua, seu satélite natural)
- **Marte** (mais dois satélites naturais, Fobos e Deimos)

Planetas gigantes (Sistema Solar Interior)

- **Júpiter**
- **Saturno**
- **Urano**
- **Netuno**

Planetas anões. Em nosso Sistema Solar, existem cinco planetas classificados como anões:

- **Ceres**
- **Plutão**
- **Haumea**
- **Makemake**
- **Éris**

O primeiro está localizado em uma região entre as órbitas de Marte e Júpiter denominada de Cinturão de Asteroides. Já os demais estão além de Netuno, em uma região chamada de Cinturão de Kuiper. Corpos menores. Por definição da União Astronômica Internacional, todos os corpos que não se enquadram na categoria de planetas ou de planetas anões, com exceção dos satélites naturais, devem ser referidos como corpos menores do Sistema Solar.

- **Asteroides** (Considerados fragmentos remanescentes da formação do Sistema Solar, os asteroides são corpos rochosos de formato irregular cujas dimensões variam de alguns metros a algumas centenas de quilômetros de diâmetro)
- **Objetos transnetunianos** (A região do Sistema Solar além da órbita de Netuno é povoada por inúmeros corpos, designados coletivamente objetos transnetunianos, compostos essencialmente de gelo e fragmentos rochosos, que se distribuem por três regiões principais: o Cinturão de Kuiper, o disco disperso e a Nuvem de Oort)
- **Cometas** (Formados principalmente por gelo (de água e gás carbônico, dentre outros) e fragmentos rochosos, os cometas são corpos oriundos das regiões longínquas do Sistema Solar, que ocasionalmente visitam as proximidades do Sol)
- **Meteoroides, meteoros e meteoritos** (Permeando o espaço interplanetário existem minúsculas partículas de poeira e numerosos corpos de dimensões consideravelmente menores que asteroides, denominados meteoroides. Frequentemente penetram na atmosfera terrestre com enorme velocidade (dezenas de quilômetros por segundo), provocando sua combustão e vaporização mas não atingindo, na maioria das vezes, a superfície de nosso planeta, caracterizando um meteoro. Alguns meteoroides mais densos ou de maiores dimensões eventualmente conseguem atravessar a atmosfera, mesmo que fragmentados durante o processo, e chegar à superfície terrestre, passando a ser denominados meteoritos)

**Referência:** Sistema Solar – Wikipédia, a encyclopédia livre ([wikipedia.org](https://pt.wikipedia.org))

# Constelações

**O que são constelações:** As constelações áreas bem definidas no céu. Dentro destas áreas, temos agrupamentos de estrelas que formam desenhos de pessoas, animais ou objetos. As estrelas, embora distantes umas das outras, parecem estar juntas, “coladas” na Esfera Celeste. As constelações nos ajudam a separar o céu em porções menores, sendo 88 delas oficiais pela União Astronômica Internacional.

**Pra que servem as constelações:** Na antiguidade, as constelações serviam para ajudar a saber as estações do ano, exemplo: a constelação do Escorpião é típica do inverno do Hemisfério Sul, já que em junho ela é visível a noite toda. Já a constelação de Órion é visível a noite toda em dezembro e, portanto, típica do verão do Hemisfério Sul. Assim, também ajudavam os agricultores a saber a hora de plantar e colher.

**Referência:** [Constelações e Reconhecimento do Céu \(hi7.co\)](#)

Entre o grande número de constelações existentes, podemos ressaltar aquelas por onde o Sol em seu caminho aparente no céu, percorre (passa na frente) ao longo do ano. Estas constelações são conhecidas por constelações zodiacais. São elas: **Áries, Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Libra, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário e Peixes.** O Sol também atravessa a constelação de Ophiucus (Serpentário), que não é considerada uma constelação zodiacal.

**Referência:** [Constelações: o que são, as mais famosas, classificação \(uol.com.br\)](#)

Para aprender a reconhecer as estrelas e as constelações, sugerimos baixar e instalar o programa gratuito **Stellarium** ([Stellarium Astronomy Software](#))

# Terra: origem, estrutura interna, forma, alterações na superfície, marés, bússola, horas e fusos horários. Eclíptica.

Níveis: A, B, C, D e E

## As Camadas da Terra

A Terra está dividida em quatro camadas: crosta, manto, núcleo externo e núcleo interno. A classificação destas divisões está vinculada à natureza geológica de cada uma destas camadas da terra.



1 – **A Crosta Terrestre** – É a camada externa do planeta. Onde pisamos e fazemos nossas atividades e construímos e modificamos o espaço geográfico. Ela tem uma espessura que varia de 25 a 90 quilômetros aproximadamente. Formado por rochas e minerais.

2 – **O Manto** – É a camada intermediária, com 2.900 quilômetros de rochas derretidas, com pressão e altíssimas temperaturas. O material denso e pastoso no manto é chamado de magma. Quando esse magma sobe até a superfície através da erupção de um vulcão esse magma denomina-se lava.

**3 – O Núcleo Externo** – Formado por ferro e níquel, está aproximadamente 2.250 quilômetros. É nele que encontramos o campo magnético que nos protege da radiação solar.

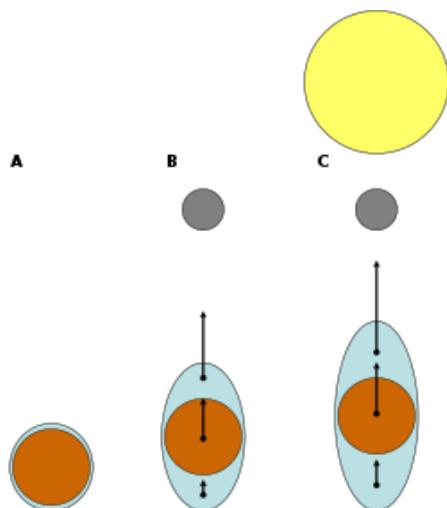
**4 – O Núcleo Interno** – É o centro da Terra. Composto de ferro e níquel, sua espessura é de aproximadamente 3.470 quilômetros.

**Referência:** [Veja as Formas de representação da Terra no resumo de Geografia Enem \(blogdoenem.com.br\)](http://blogdoenem.com.br)

## Marés

As Marés são as alterações cíclicas do nível das águas do mar causadas pelos efeitos combinados da rotação da Terra com as forças gravitacionais exercidas pela Lua e pelo Sol (este último com menor intensidade, devido à distância) sobre o campo gravítico da Terra. Os efeitos das marés se traduzem em subidas e descidas periódicas do nível das águas cuja amplitude e periodicidade são influenciadas por fatores geográficos locais.

Se a Terra não sofresse nenhuma influência gravitacional de outros astros as águas da sua superfície “sentiriam” uma aceleração idêntica na direção do centro de massa terrestre, encontrando-se assim numa situação isopotencial. Situação que vemos na imagem **A** da figura a seguir, fora de escala.



Devido à existência de corpos com campos gravitacionais significativos a interferirem com o da Terra (a Lua e o Sol), estes provocam acelerações que atuam na massa terrestre com intensidades diferentes. Como os campos gravitacionais atuam com uma intensidade inversamente proporcional ao quadrado da distância, as acelerações sentidas nos diversos pontos da Terra não são as mesmas. Assim a aceleração provocada pela Lua têm intensidades significativamente diferentes entre os pontos mais próximos e mais afastados da Lua. Situação que vemos na imagem **B** da figura, fora de escala.

Desta forma as massas oceânicas que estão mais próximas da Lua sofrem uma aceleração de intensidade significativamente superior às massas oceânicas mais afastadas da Lua. É este diferencial que provoca as alterações da altura das massas de água à superfície da Terra.

O alinhamento com o Sol reforça esta influência gravitacional fazendo com a variação da altura dos mares seja mais intensa. Situação que vemos na imagem **C**.

Resumindo: A altura das marés alta e baixa (relativa ao nível do mar médio) varia com o ciclo lunar. Nas luas nova e cheia, as forças gravitacionais do Sol estão na mesma direção das da Lua, produzindo marés mais altas e mais baixas, chamadas marés de **sizígia**. Nas luas minguante e crescente as forças gravitacionais do Sol estão em direções diferentes das da Lua, anulando parte delas, produzindo pouca variação entre as marés alta e baixa (marés de quadratura).

**Referência:** Maré – Wikipédia, a enciclopédia livre ([wikipedia.org](https://pt.wikipedia.org/wiki/Maré))

## Bússolas

A bússola é um instrumento de orientação na superfície terrestre que tem como um de seus principais elementos a agulha magnética ou imantada. Essa agulha está posicionada na parte central da bússola, apoiada em um eixo de equilíbrio, sobre o qual ela se movimenta guiada pelos polos magnéticos do planeta Terra.



A agulha da bússola se alinha ao campo magnético local de forma que ela aponta para os Polos Magnéticos da Terra, que não coincidem com os Polos Geográficos da Terra. A esta diferença angular entre a direção dos Polos Magnéticos e Geográficos chamamos de declinação magnética. Em alguns lugares na Terra esta declinação pode ter um valor muito grande.

O polo geográfico é constituído pelo movimento de rotação efetuado pela Terra. É o ponto em que o eixo de rotação corta a superfície do planeta. Existem os polos Sul e Norte.

Os polos magnéticos são formados devido ao movimento do material fundido que há no interior da Terra, formando um campo magnético. São pontos do planeta onde o imã aponta para baixo, formando assim um ângulo de 90°.

**Referência:** [Bússola: características, função e funcionamento – Brasil Escola \(uol.com.br\)](#) e [Bússola: o que é, como funciona e tipos de polos \(todoestudo.com.br\)](#)

## Fusos Horários

Um fuso horário é uma faixa dentro da qual os relógios marcam o mesmo horário em todas as localidades. Essa faixa, ou intervalo, é delimitada por dois meridianos (linha imaginária vertical). Os fusos horários são chamados também de zonas horárias. O mundo está dividido em 24 fusos horários, e cada um deles corresponde a um intervalo longitudinal de 15°.

Devido a questões geopolíticas, cada nação pode adotar um determinado horário como referência, o que pode levar a distorções, pois muitos fusos horários acompanham as fronteiras dos países por questões políticas.

O sistema de fusos horários surgiu com o objetivo de padronizar a contagem das horas no mundo, facilitando assim as comunicações, o comércio internacional e as viagens. O marco zero para essa contagem é o Meridiano de Greenwich (0°), que fica no centro do fuso horário inicial, conhecido como GMT 0 (Greenwich Mean Time, em inglês).

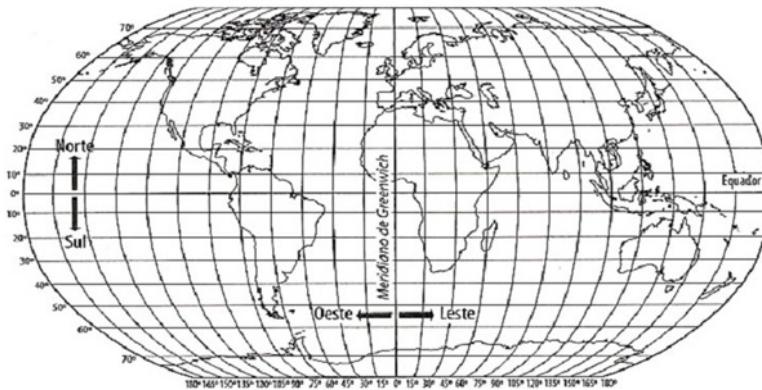
Todas as localidades situadas a leste de Greenwich estão com o horário adiantado e têm o seu fuso horário indicado com um sinal positivo.

A cidade de Tóquio, por exemplo, está situada na zona GMT +9, o que significa que ela tem horário nove horas adiantado em relação a Greenwich. Quando os relógios marcam meio-dia em Londres, por exemplo, são nove horas da noite na capital japonesa.

Já as localidades que ficam a oeste de Greenwich têm o seu horário atrasado, e o seu fuso horário é indicado com um sinal negativo. Tomemos como exemplo a já referida capital dos Estados Unidos, Washington. Essa cidade fica na zona GMT -8 horas, o que significa que ela está oito horas atrasada em relação ao fuso central. Assim, enquanto os relógios marcam 12 horas em Londres, são quatro horas da manhã na capital americana.”

**Referência (texto completo):** [Fuso horário: o que é, para que serve, resumo – Brasil Escola \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/brasil-escola/fuso-horario-o-que-e-para-que-serve-resumo.htm)

A seguir temos duas imagens que mostram a diferença entre os fusos horários geométricos (primeira imagem) e os fusos horários “políticos” (segunda imagem):



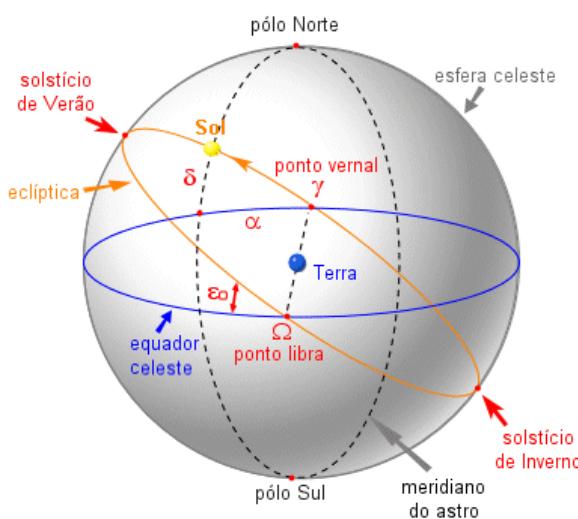
Perceba na última imagem, que a Argentina deveria estar num fuso horário com 2 horas a menos do que o fuso horário de João Pessoa, na Paraíba, por exemplo. No entanto, sua hora oficial é a mesma.

Outro exemplo é a China, que é cortada por vários fusos horários, mas adota um horário único para todo país.

## Eclíptica

Em astronomia, eclíptica é a projeção sobre a esfera celeste da trajetória aparente do Sol observada a partir da Terra. A razão do nome provém do fato de que os eclipses somente são possíveis quando a Lua está muito próxima do plano que contém a eclíptica. O eixo eclíptico, por sua vez, é a reta perpendicular à eclíptica que passa pelo centro da Terra.

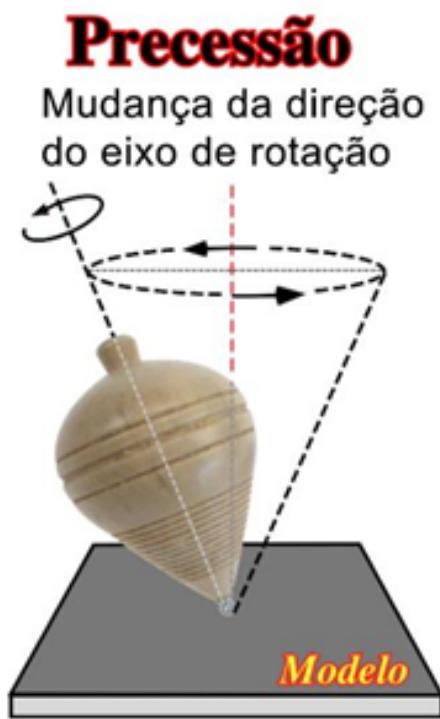
O plano que contém a eclíptica possui uma obliquidade (inclinação, indicada por  $\varepsilon_0$  na figura) em relação ao plano que contém o equador celeste de aproximadamente  $23^\circ 27'$ . As forças gravitacionais da Lua e do Sol produzem um torque sobre a Terra, cujo efeito é gerar um movimento de precessão do eixo de rotação da Terra ao redor do eixo eclíptico, esse movimento é conhecido como a precessão dos equinócios.



Referência: Eclíptica – Wikipédia, a encyclopédia livre (wikipedia.org)

# Precessão dos Equinócios

Quando colocamos um pião para girar, a ação da gravidade exerce nele um torque que muda o seu eixo de rotação, que deixa de ser vertical e passa a efetuar um movimento de precessão em torno de uma linha vertical que passa pela ponta do pião.



As forças gravitacionais exercidas sobre a Terra também têm este mesmo efeito sobre seu eixo de rotação, fazendo com que sua direção no espaço mude lentamente com o tempo.

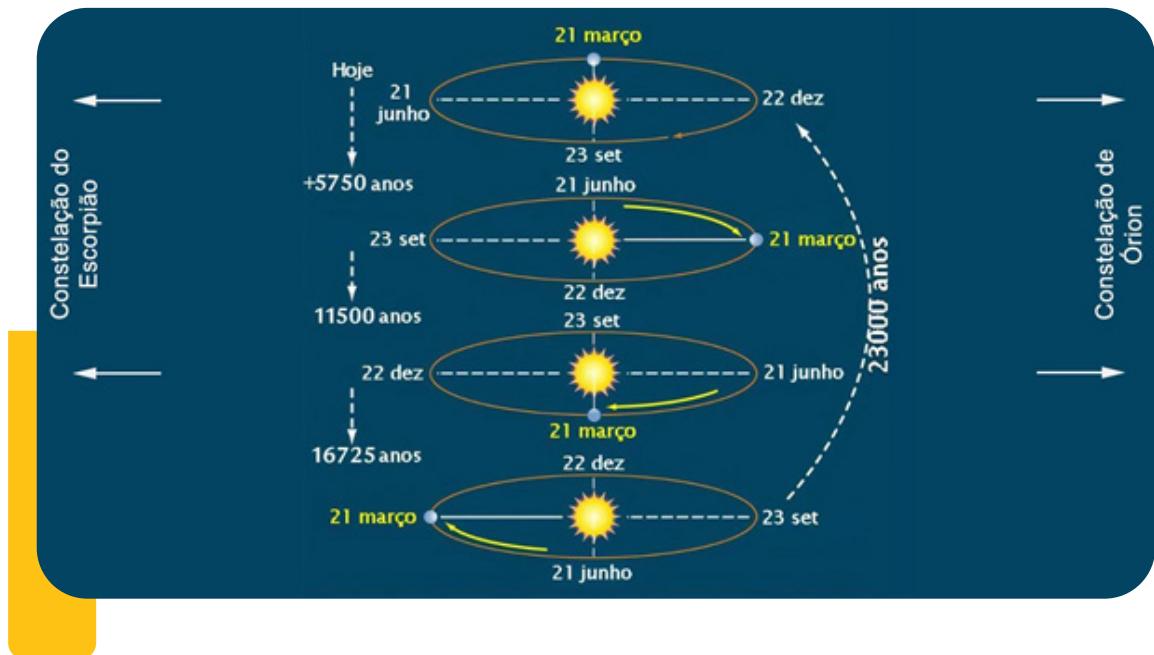
Devido ao seu alinhamento com o eixo de rotação da Terra, a estrela polar é vista como praticamente imóvel para um observador sobre a Terra, pois está muito próxima

ao Polo Celeste Norte. As outras estrelas visíveis parecem descrever um movimento circular em torno da estrela polar durante a noite. Todavia, como ilustrado nesta figura, há cerca de 3.000 anos era a estrela Thuban (a estrela mais brilhante da constelação do Dragão), que indicava o Polo Celeste Norte e daqui a, mais ou menos, 14.000 anos, será estrela Vega (a estrela mais brilhante da constelação de Lira) que indicará o Polo Celeste Norte.



Referência: Pagina P3 (Termos) (ufp.pt)

Outra consequência da lenta Precessão dos Equinócios é mudança na posição espacial da Terra, em relação às estrelas, nas datas dos equinócios e solstícios, como ilustrado na imagem a seguir.



Sabemos que a constelação de Órion, onde estão as Três Marias, é a constelação típica do nosso verão e a constelação do Escorpião é a constelação típica do nosso inverno. Devido à Precessão dos Equinócios, esta situação se inverterá daqui a 11.500 anos.

Note que o calendário irá acompanhar a mudança de posição da Terra, de forma que os períodos anuais quando ocorrem as Estações do Ano permanecerão os mesmos.

# Objetos do Sistema Solar, galáxias, estrelas, ano-luz, origem do Universo e história da Astronomia. Constelações e reconhecimento do céu.

Níveis: A, B, C, D e E

## Estrelas

Estrela é um astro (objeto astronômico) de plasma que possui luz própria, esférico e grande, mantido íntegro pela gravidade e pressão de radiação. O Sol é a estrela mais próxima da Terra e sua maior fonte de energia. Outras estrelas são visíveis da Terra durante a noite, quando não são ofuscadas pela luz solar ou bloqueadas por fenômenos atmosféricos.

Historicamente, as estrelas mais importantes da esfera celeste foram agrupadas em constelações e asterismos, com as mais brilhantes ganhando nomes próprios, como a estrela Sírius ou a estrela Betelgeuse.

Uma estrela se forma pelo colapso de uma nuvem de material, composta principalmente de hidrogênio e traços de elementos mais pesados. Uma vez que o núcleo estelar seja suficientemente denso, parte do hidrogênio é gradativamente convertido em hélio pelo processo de fusão nuclear. O restante do interior da estrela transporta a energia a partir do núcleo por uma combinação de processos radiantes e convectivos. A pressão interna impede que ela colapse devido a sua própria gravidade.

## Formação e evolução estelar

A formação de uma estrela começa com uma instabilidade gravitacional dentro da nuvem molecular, cujo gatilho são frequentemente ondas de choque provenientes de supernovas (grandes explosões estelares). Quando uma região atinge uma densidade de matéria suficiente para a gravidade agir, ela começa a colapsar sob a sua própria força gravitacional.

A protoestrela continua a se contrair e sua temperatura interna irá aumentar, até que os gases em seu interior se tornam ionizados, uma mistura de núcleos atômicos positivos e elétrons. Quando a temperatura aumenta o suficiente em seu centro (milhões de graus!), inicia-se a fusão nuclear (fusão de hidrogênio para produzir hélio), que gera energia, contrapondo-se à contração gravitacional, tornando-se uma estrela da Sequência Principal.

A Sequência Principal representa o estágio evolutivo em que as estrelas geram energia pela fusão de átomos de hidrogênio em hélio em seu núcleo. A geração de energia por fusão mantém a estrela em equilíbrio hidrostático, contrabalanceando a pressão gravitacional das camadas externas.

O tempo em que uma estrela permanece na Sequência Principal depende principalmente da quantidade de combustível que ela tem para fundir e da taxa a que ela o consome, isto é, da sua massa inicial e luminosidade. Para o Sol, isto está estimado em 1010 anos (10 bilhões de anos). As grandes consomem seu combustível muito rapidamente e têm vida curta, enquanto as pequenas (chamadas anãs vermelhas) consomem seu combustível muito lentamente e duram dezenas ou centenas de bilhões de anos.

À medida que estrelas exaurem o estoque de hidrogênio em seu núcleo, suas camadas exteriores se expandem muito e se resfriam para formar uma gigante vermelha. Por exemplo, daqui a cerca de cinco bilhões de anos, quando o Sol for uma gigante vermelha, ele se expandirá até um raio de aproximadamente 250 vezes o seu tamanho atual.

Em seguida, o tamanho será determinante para o destino dessas estrelas. Para aquelas com massa igual a do Sol, o fim do ciclo é a expulsão das camadas mais externas (nebulosa planetária) e a transformação do seu núcleo em uma estrela anã branca, formada de carbono e oxigênio. Para os corpos celestes com tamanho superior ao do Sol, o fim do ciclo de vida pode ter dois desfechos diferentes: uma explosão de supernova que pode ocasionar o surgimento de um Buraco Negro Estelar ou originar uma Estrela de Nêutrons (que do ponto de vista da Terra também pode ser chamado de Pulsar).



## Composição química das estrelas

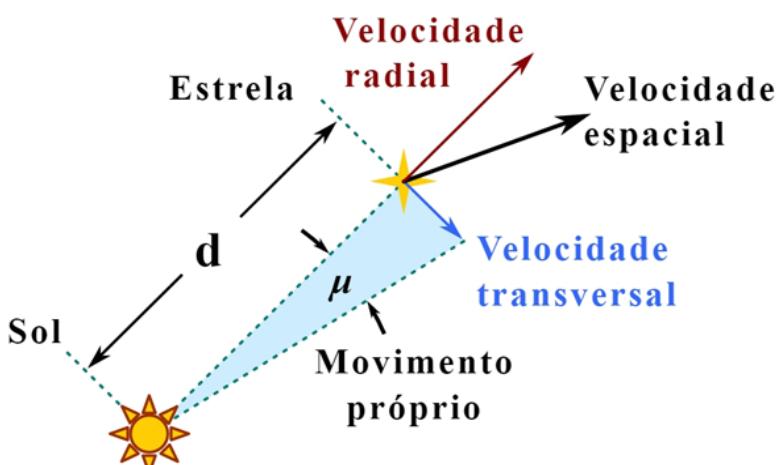
Quando as estrelas se formam na atual Via Láctea, elas se compõem de cerca de 71% de hidrogênio e 27% de hélio, em massa, com uma pequena fração de elementos mais pesados. Essa pequena fração dos outros elementos já estava na nuvem molecular que formou o Sol e todo o restante do Sistema Solar.

## Diâmetro das estrelas

Devido a sua grande distância da Terra, todas as estrelas, com exceção do Sol, aparecem para nós como pontos brilhantes no céu noturno, que cintilam por causa do efeito da atmosfera terrestre. O Sol, apesar de ser também uma estrela, está suficientemente próximo da Terra para ser visto como um disco e para fornecer iluminação. As estrelas variam em tamanho, sendo no mínimo 70 vezes a massa de Júpiter até supergigantes como Betelgeuse, na constelação de Órion, que tem um diâmetro aproximadamente 650 vezes maior do que o Sol.

## Cinemática estelar

O movimento de uma estrela em relação ao Sol pode fornecer informações úteis sobre a origem e a idade da estrela, assim como sobre a estrutura e evolução da galáxia que a cerca. Os componentes do movimento de uma estrela são a velocidade radial, aproximando-se ou afastando-se do Sol, e o movimento angular transversal, que é chamado o seu movimento próprio, cujo símbolo é a letra grega  $\mu$ .



Curiosidade: a estrela com o maior movimento próprio chama-se Estrela de Barnard, uma estrela anã vermelha, de pouca massa que fica na constelação do Ovíquo (ou Serpentário). Ela fica a apenas 6 anos-luz de distância, não é visível a olho nu e tem uma velocidade própria de  $\mu = 10,3$  segundos de arco/ano. Isso significa que em apenas 181 anos, ela terá se movido, em relação às outras estrelas, o equivalente ao diâmetro da Lua Cheia.

## Classificação estelar

A maioria das estrelas é atualmente classificada em um sistema que usa as letras O, B, A, F, G, K e M, uma sequência da mais quente (tipo O) para a mais fria (tipo M). Cada letra possui 10 subdivisões, numeradas de 0 a 9, em ordem decrescente de temperatura, com 0 sendo o mais quente e 9 sendo o mais frio. Por exemplo, A8, A9, F0 e F1 formam uma sequência do mais quente para o mais frio.

Faixas de Temperatura Superficial para Diferentes Classes Estelares		
Classe	Temperatura	Exemplo de Estrela
O	33 000 K ou mais	Zeta Ophiuchi
B	10 500–30 000 K	Rigel
A	7 500–10 000 K	Altair
F	6 000–7 200 K	Prócion
G	5 500–6 000 K	Sol
K	4 000–5 250 K	Epsilon Indi
M	2 600–3 850 K	Proxima Centauri

Referência: Estrela – Wikipédia, a enciclopédia livre ([wikipedia.org](https://pt.wikipedia.org))

## Galáxias

Galáxias são sistemas formados por uma vasta quantidade de estrelas, poeira, gases e, mais recentemente descobrimos que, de matéria escura, também. Esse conjunto de elementos é unido pela força da gravidade. Algumas galáxias, em especial aquelas de maiores dimensões, possuem grandes buracos negros no seu centro, como é o caso daquela em que vivemos, a Via Láctea e da galáxia M87, a 5 milhões de anos-luz da Terra e cujo buraco negro super massivo em seu centro foi o primeiro a ser “fotografado” e que é 6,5 bilhões de vezes mais massivo que o Sol.

A classificação das galáxias é feita por meio da observação de seu formato. Identificam-se três tipos principais de galáxias:

- **Elípticas:** possuem forma circular e achatada. As galáxias elípticas são integradas por uma menor quantidade de poeira e gás quando comparadas às demais. Possuem estrelas muito antigas, e há pouca ou nenhuma atividade de formação de novos astros. A galáxia de Andrômeda é um exemplo deste tipo de galáxia;
- **Espirais:** são as mais comuns e correspondem a dois terços de todas as galáxias conhecidas, uma delas a Via Láctea. As galáxias espirais possuem uma forma que se assemelha a um disco, composto por braços que a circundam, os quais podem sair diretamente de uma região central, denominada núcleo (espirais normais), ou de uma barra de estrelas que atravessa o seu centro (espirais barradas). Aparecem com uma cor branco-azulada e são compostas por gases, poeira e estrelas, havendo intenso processo de formação de novos astros no seu interior;
- **Irregulares:** como o próprio nome sugere, as galáxias irregulares não possuem um formato definido que permita uma classificação mais pormenorizada. São formações muito antigas,

que apareceram anteriormente às elípticas e espirais. Elas são formadas por poeira e gases, e a sua forma irregular ocorre em função da influência do campo gravitacional de outras galáxias localizadas na sua proximidade. A Grande e a Pequena Nuvem de Magalhães são exemplos deste tipo de galáxia.

**Referência:** [Galáxia: o que é, tipos, formação, evolução – Brasil Escola \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/educação/astrofísica/galáxias-irregulares.html)

## Ano-luz

Geralmente, pela presença da palavra ano, essa grandeza é confundida como sendo unidade de tempo, mas ano-luz é uma unidade de distância e pode ser definida como a distância percorrida pela luz no tempo de um ano.

Quando olhamos para o céu noturno podemos observar corpos celestes, como planetas e estrelas, que estão muito distantes de nós! Medir a distância entre nós e esses corpos celestes seria dispendioso caso usássemos as unidades de distância metro (m) e/ou quilômetro (km), pois os números seriam muito grandes. Por isso, a unidade de distância utilizada em Astronomia é a Ano-luz.

Para mensurarmos o valor de 1 ano-luz em quilômetros, partimos do valor definido da velocidade da luz, que é de 300.000 km/s ou 300.000.000 m/s. Sabendo que velocidade é a razão da distância pelo tempo, e fazendo a transformação de 1 ano em segundos, temos:

$$\begin{aligned} \mathbf{1 \text{ ano}} &= 365 \text{ dias/ano} \times 24\text{h/dia} \times 3600\text{s/hora} = 31.536.000 \text{ s} \\ V &= d/t \end{aligned}$$

Substituindo-se os valores, temos:

$$\begin{aligned} \mathbf{300.000.000 \text{ m/s}} &= d / 31.536.000 \text{ s} \rightarrow d = 300.000.000 \text{ m/s} \times 31.536.000 \text{ s} \\ d &\approx 9.460.080.000.000.000 \text{ m} \approx 9,461 \times 10^{15} \text{ m} \approx 9,461 \times 10^{12} \text{ Km} \end{aligned}$$

Podemos concluir que 1 ano-luz vale, aproximadamente, 10 trilhões de quilômetros!

Além do ano-luz, podemos ter, também, suas subdivisões, como: mês-luz, semana-luz, dia-luz, minuto-luz e segundo-luz.

Por exemplo:

- A Lua está, aproximadamente, a 1,8 segundos-luz de distância da Terra. Ou seja, quando olhamos para a Lua nós a estamos vendo como ela era a 1,8 segundos atrás, pois este foi o tempo que a luz refletida do Sol demorou para chegar da Lua até nós;
- A Terra está, aproximadamente, a 8 min-luz de distância do Sol;
- O planeta-anão Plutão está, aproximadamente, a 5,5 horas-luz de distância do Sol;
- A sonda espacial da NASA, Voyager 1, lançada em 1977, está, aproximadamente, a 22 horas-luz de distância do Sol. Mais 2 horas-luz e a Voyager 1 estará a 1 dia-luz de distância.

**Referência:** [O que é ano-luz? - Brasil Escola \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/brasil-escola/o-que-e-ano-luz)

## Origem do Universo

O que podemos afirmar é que a teoria do Big Bang é – se não a única – a teoria mais aceita no meio científico, mesmo na atualidade, para a explicação sobre a origem do Universo. Ela sustenta a ideia de que, como vimos acima, o Universo surgiu por meio da explosão de uma partícula única, chamada de átomo primordial, e ocasionou o cataclismo cósmico. Tal ocorrido se deu há cerca de 13,8 bilhões de anos e afirma, inclusive, que o Universo se mantém em contínua expansão.

Por isso, apesar do termo “Big Bang” nos remeter à ideia de explosão, não é sobre isso que se trata a teoria, mas sim de uma expansão originada a partir de um estado minúsculo para o que, hoje, chamamos de Universo. Ou seja, a teoria do Big Bang não tem a intenção de explicar a origem de tudo, mas de nos fazer entender como essa explosão se transformou e se mantém em constante expansão.

A teoria do Big Bang foi proposta em 1920 pelo padre jesuíta e astrônomo Georges-Henri Lemaître (1894-1966) e, originalmente, foi chamada de hipótese do átomo primordial. Tempo depois, a hipótese foi tomando forma e desenvolvida pelo físico russo George Gamov (1904-1968). Para o cientista, uma das principais ideias foi a de que a formação dos núcleos atômicos do Universo deixava rastros de radiação detectável, em faixa de micro-ondas.

Lemaître, ao propor a teoria, levou em consideração os estudos a respeito da teoria da relatividade geral, de Albert Einstein (1879-1955), que já havia sido explorada pelo matemático russo Alexander Friedmann (1888-1925), porém, em uma interpretação muito mais matemática do que física para a expansão do Universo. Lemaître ultrapassou os estudos do matemático e buscou explicar a explosão do átomo de uma maneira muito mais robusta.

Mais tarde, os estudos de Edwin Hubble (1889-1953) reforçaram a ideia de que as galáxias se mantêm em afastamento por todas as direções, completando ainda mais a teoria do Big Bang. Esse estudo identificou que, quanto mais distante uma galáxia estiver, maior é a velocidade com que ela se afasta de nós, definição chamada de Lei de Hubble.

A seguir temos uma lista das principais fases da teoria do Big Bang:

- **O começo de tudo:** apesar do nome sugerir explosão, Big Bang diz respeito ao processo de expansão;

- **Fase inflacionária:** origem das forças fundamentais de espaço e tempo (quando o Universo aumentou o seu tamanho em 90 vezes, tornou-se mais frio e menos denso);
- **Universo opaco:** fase dos primeiros minutos de vida, quando originaram o gás hélio e o hidrogênio (nesta etapa, tudo era tão denso que a luz não se propagava);
- **Universo transparente:** fase da diminuição da temperatura e união de elétrons livres com núcleos atômicos (aqui, a luz passou a se propagar com mais facilidade);
- **Colapso gravitacional:** fase em que se deu a aglutinação de átomos em pequenos volumes, originando as estrelas;
- **Formação das galáxias:** com 500 milhões de anos, a união da força gravitacional fez com que as estrelas se aglomerassem e dessem origem às galáxias.

**Referência:** [Teoria do Big Bang – entenda a teoria da origem do Universo | PRAVALER](#)

## História da Astronomia

A história da astronomia envolve um período de tempo tão antigo quanto a origem do homem. A astronomia é a mais antiga das ciências naturais. Descobertas arqueológicas têm fornecido evidências de observações astronômicas entre os povos pré-históricos. Desde a antiguidade, o céu vem sendo usado como mapa, calendário ou relógio.

O desejo de conhecimento sempre incentivou o estudo da astronomia, seja por razões religiosas, seja para a predição de eventos. No início,

a astronomia coincidiu com a criação da astrologia, representando tanto um instrumento de conhecimento quanto de poder. Só depois do advento do método científico, a ciência passou a fazer uma clara separação disciplinar entre astronomia e astrologia.

Desde os tempos antigos, os homens pesquisaram e aprenderam uma grande quantidade de dados sobre o universo simplesmente observando o céu. Os primeiros astrônomos faziam uso ou de seus pontos de vista ou de alguma ferramenta rudimentar a fim de calcular a posição das estrelas. A antiga compreensão da mecânica celeste contribuiu para a criação de uma “agenda” ligada às estações do ano e da lua, trazendo consequências positivas para a agricultura. O conhecimento de antemão da transição de uma estação para outra foi de fundamental importância para a capacidade de sobrevivência do homem antigo. Por isso, a investigação do céu sempre constituiu um importante elo entre o céu e a terra, entre o homem e Deus (ou entre o homem e os deuses).

Com a invenção do telescópio, o homem conseguiu estudar mais profundamente a dinâmica celestial, abrindo uma “janela” mais ampla sobre o Universo e suas regras. O desenvolvimento técnico aliada a exploração do espaço expande cada vez mais nosso conhecimento do Universo.

No final do século XIX, cientistas começaram a descobrir formas de luz que eram invisíveis ao olho nu: raios-X, raios gama, ondas de rádio, micro-ondas, radiação ultravioleta e radiação infravermelha. Essas descobertas tiveram um grande impacto na astronomia, criando os campos da astronomia infravermelha, rádio astronomia, astronomia do raio-X e finalmente astronomia dos raios gama. Com o advento da espectroscopia foi evidenciado que outras estrelas eram similares ao Sol, mas com temperaturas, massas e tamanhos diferentes. A existência de nossa galáxia, a Via Láctea, como um grupo separado de estrelas

só foi evidenciado no século XX, junto com a descoberta de galáxias “externas”, e logo após, a expansão do Universo visto pela recessão da maioria das galáxias em relação a nossa.

Também no final do século XIX foi descoberto que, quando a Luz do Sol era decomposta, uma miríade de linhas espectrais era observada (regiões onde havia pouca ou nenhuma luz).

Experimentos com gases aquecidos mostraram que as mesmas linhas podiam ser observadas no espectro de gases, linhas específicas correspondendo a elementos específicos. Foi evidenciado que, elementos químicos encontrados no Sol (majoritariamente hidrogênio e hélio) também eram encontrados na Terra. Durante o século XX, a espectroscopia (e estudo dessas linhas) avançou, especialmente devido ao advento da física quântica, que era necessária para compreender as observações.

**Referência (texto completo):** [História da astronomia – Wikipédia, a enciclopédia livre \(wikipedia.org\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_astronomia)

[História da Astronomia – Brasil Escola \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/brasil-escola/historia-astronomia.htm)

[História da Astronomia: como tudo começou? – Mundo Educação \(uol.com.br\)](https://mundoeduacao.uol.com.br/historia-da-astronomia-como-tudo-comecou.html)

# Terra: coordenadas geográficas, solstício, equinócio, zonas térmicas, horário de verão. Sistema Solar: descrição, origem, Terra como planeta.

Níveis: A, B, C, D e E

## Terra: coordenadas geográficas

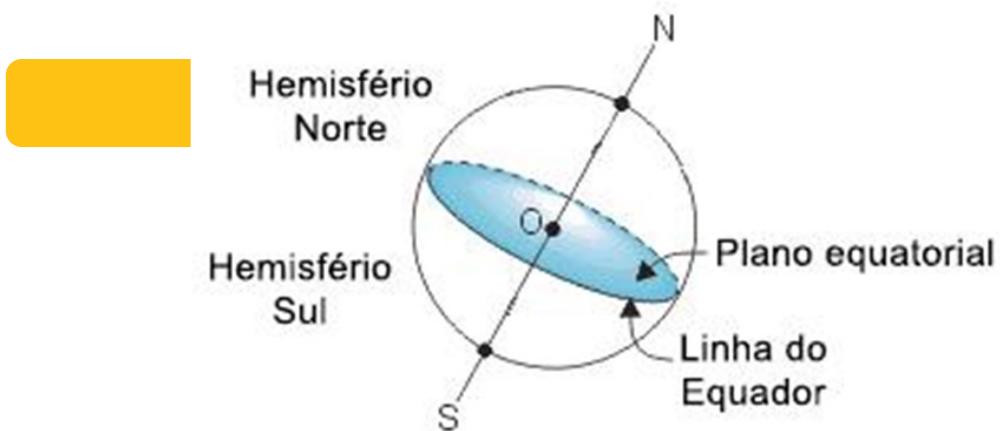
Coordenadas Geográficas são linhas imaginárias que cortam o planeta Terra nos sentidos horizontal e vertical e servem para descrever a localização de qualquer ponto na superfície terrestre. As Coordenadas Geográficas são definidas pela intersecção de linhas longitudinais (meridianos) e transversais (paralelos). As Coordenadas Geográficas são medidas em graus, minutos e segundos: um grau corresponde a 60 minutos e um minuto, a 60 segundos.

A área de nosso planeta é de, aproximadamente, 510 milhões de km quadrados. Seu raio equatorial é de 6.378 km; o raio polar é da ordem de 6.356 km e o comprimento do equador é de 40 mil km.



Área total = 510 milhões de km<sup>2</sup>  
Perímetro equatorial = 40.000 km  
Raio equatorial = 6.378 km  
Raio polar = 6.356 km

O eixo da Terra é a reta imaginária que passa pelo centro do planeta (O) e define na sua superfície dois pontos: o Polo Norte (N) e o Polo Sul (S) geográficos.



O Planeta Terra é cortado por linhas imaginárias cuja função é localizar qualquer ponto em sua superfície. Com essa finalidade, determinam-se as coordenadas geográficas: a longitude e a latitude.

- longitude geográfica, representada pela letra grega  $\lambda$ , é o ângulo medido ao longo do equador da Terra, tendo origem em um meridiano de referência (o meridiano de Greenwich), e extremidade no meridiano do lugar. Na Conferência Internacional Meridiana, realizada em Washington em outubro de 1884, foi definida como variando de  $0^\circ$  a  $+180^\circ$  (no Hemisfério Ocidental, a Leste de Greenwich) e de  $0^\circ$  a  $-180^\circ$  (no Hemisfério Oriental, a Oeste de Greenwich).
- Na convenção usada em astronomia, varia entre  $-12h$  (Oeste) e  $+12h$  (Leste).  
$$-12h \leq \lambda \leq +12h$$
- latitude geográfica, representada pela letra grega  $\phi$ , é ângulo medido ao longo do meridiano do lugar, com origem no equador e extremidade no zênite do lugar. Varia entre  $-90^\circ$  e  $+90^\circ$ . O sinal

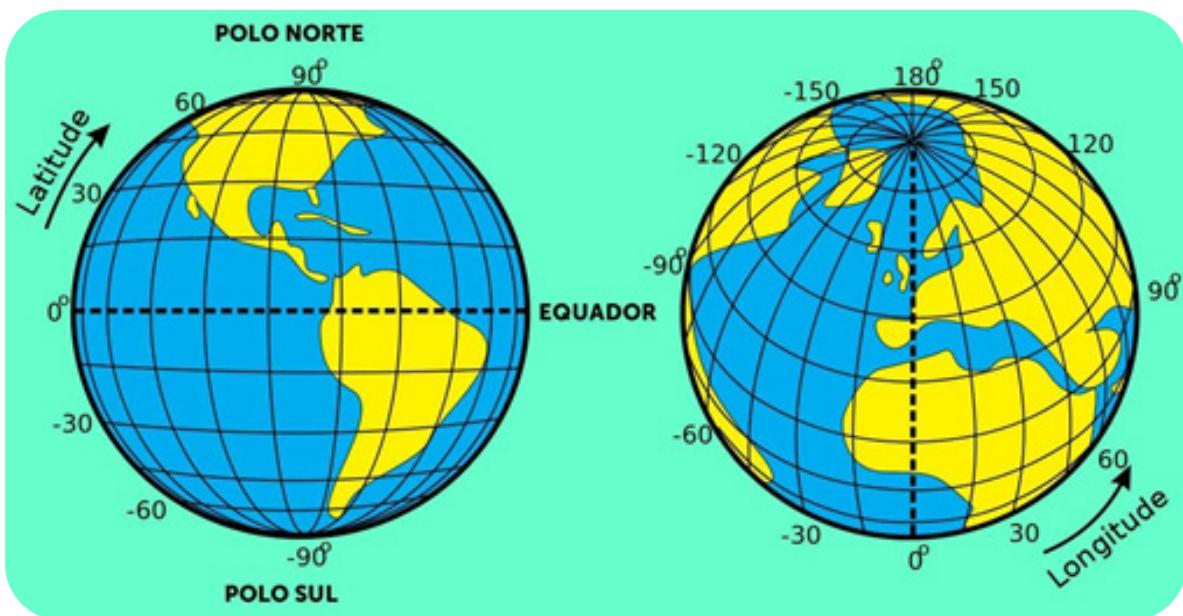
negativo indica latitudes do hemisfério sul e o sinal positivo, do hemisfério norte.

$$-90^\circ \leq \Phi \leq +90^\circ$$

### Resumindo:

As longitudes do Hemisfério Oriental são, por definição, positivas, ou grafadas com a letra L no final. As do Hemisfério Ocidental são, portanto, negativas, ou grafadas com a letra O no final.

As latitudes do Hemisfério Norte são, por definição, positivas, ou grafadas com a letra N no final. As do Hemisfério Sul são, portanto, negativas, ou grafadas com a letra S no final.



Para saber mais, acesse: [Sistemas de Coordenadas \(ufrgs.br\)](http://sistemasdecoordenadas.ufrgs.br)

**Referência:** [Coordenadas Geográficas, Movimentos da Terra e Fusos Horários – Geografia | EducaBras](#)

# Zonas térmicas da Terra

As zonas térmicas ou zonas climáticas da Terra são regiões do planeta, representadas no mapa através de faixas, com diferentes incidências de radiação e iluminação solar. Elas são delimitadas pelos paralelos Círculo Polar Ártico, Trópico de Câncer, Trópico de Capricórnio e Círculo Polar Antártico.

## As zonas térmicas da Terra são:

- Zona Tropical ou Intertropical: entre os trópicos
- Zona Temperada: entre os trópicos e os círculos polares
- Zona Polar: entre os círculos polares e os polos

## Características das zonas térmicas:

### Zona Tropical

Embora seja chamada também de Zona Intertropical, alguns autores a dividem em Zona Tropical Norte, localizada entre a linha do Equador e o trópico de Câncer, e Zona Tropical Sul, entre a linha do Equador e o trópico de Capricórnio.

Trata-se da região mais exposta ao Sol, sendo assim recebe muita iluminação e aquecimento já que os raios solares chegam de forma perpendicular. Consequentemente, a duração do dia e da noite não apresentam grandes diferenças ao longo do ano.

### Zona Temperada

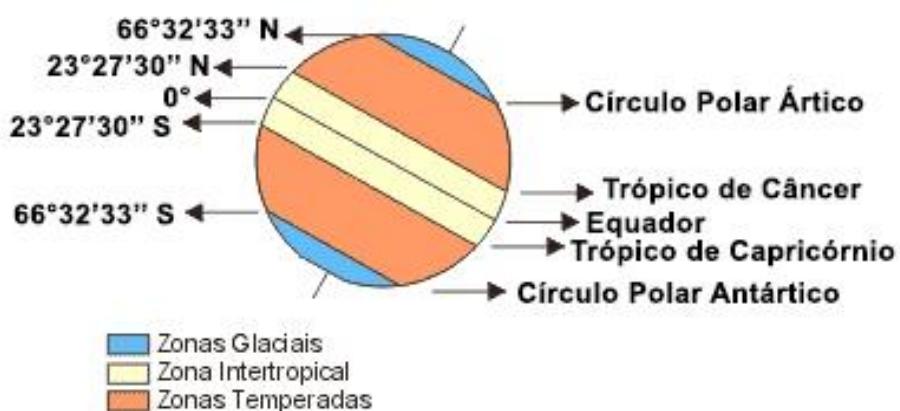
É dividida em Zona Temperada do Norte, localizada entre o trópico de Câncer e o Círculo Polar Ártico, e Zona Temperada do Sul, entre o trópico de Capricórnio e o Círculo Polar Antártico.

Os raios solares atingem a região de forma inclinada fazendo com que apresente temperaturas amenas. É possível perceber que as estações do ano bem definidas, os dias são mais longos no verão e mais curtos no inverno.

## Zona Polar

É dividida em Zona Polar Ártica e Zona Polar Antártica. Também chamada de Zona Glacial, apresenta menores temperaturas e menor incidência de raios solares.

Os dias exibem diferentes durações ao longo do ano por receber raios solares de maneira bastante inclinada. O inverno marca uma estação que em algumas regiões ficam até meses sem receber luz do Sol, diferente do verão no polo oposto quando os dias são prolongados.



**Referência:** [Zonas térmicas da Terra: o que são e quais são – Toda Matéria \(todamateria.com.br\)](https://todamateria.com.br/zonas-termicas-da-terra-o-que-sao-e-quais-sao/)

# Fenômenos físicos e químicos: elementos químicos e origem

Níveis: A, B, C, D e E

## Origem dos elementos químicos

Os processos que envolvem o surgimento de elementos químicos não são reações químicas convencionais. São processos de fusão e fissão nuclear. Ou seja, processos em que átomos podem ser fundidos (fusão) ou divididos (fissão). De um modo geral tais eventos são conhecidos como nucleossíntese.

As nucleossínteses podem ser realizadas artificialmente pelo homem, por meio de reatores nucleares (de fissão ou fusão) ou em equipamentos destinados especificamente à nucleossíntese usando aceleração e colisão de partículas nucleares.

O primeiro processo de nucleossíntese natural foi o Big Bang, com uma produção massiva de elementos (e seus isótopos) químicos que estão ali no início da tabela periódica – hidrogênio e hélio. Tendo algum resquício de formação de lítio, berílio e boro. Sendo esses últimos 3 elementos com quantidade mais significativa em processos de fragmentação de elementos mais pesados pela ação de raios cósmicos durante os bilhões de anos de existência do Universo.

Elementos a partir do carbono podem ser formados em processos que ocorrem em estrelas. Alguns elementos podem ser formados em estrelas não muito maiores do que o nosso Sol, enquanto que outros elementos com mais prótons e nêutrons precisam de condições mais drásticas, encontradas em estrelas mais massivas.

E o show final fica por conta da explosão de estrelas - Supernovas - que possuem massas maiores do que 10 vezes o nosso Sol. Com a possibilidade de dar vazão a vários processos nucleares de alta energia com a criação de diversos elementos presentes na tabela periódica.

**Referência:** Como surgiram os elementos químicos? – Tabela Periódica (tabelaperiodica.org)

# Gravitação: força gravitacional e peso

Níveis: A, B, C, D e E

Antes de falar sobre gravidade, devemos falar sobre as Leis de Newton.

## Leis de Newton

As **Leis de Newton** fundamentam a base da Mecânica Clássica. São um conjunto de três leis capazes de explicar a dinâmica que envolve o movimento dos corpos. Essas leis foram publicadas pela primeira vez pelo físico inglês Isaac Newton, no ano de 1687, em sua obra de três volumes intitulada Princípios Matemáticos da Filosofia Natural.

Um dos principais legados deixados por Isaac Newton foi a precisa explicação matemática para o movimento dos corpos. A Mecânica Newtoniana mostrou-se capaz de predizer a trajetória de asteroides e o surgimento das marés, tornando-se um dos marcos da Física por trazer equações matemáticas para a explicação de fenômenos naturais.

Juntas, as três leis de Newton são usadas para descrever a dinâmica dos corpos, isto é, as causas que podem alterar seu estado de movimento. Em termos simples, as leis de Newton tratam de situações em que os corpos permanecem ou não em equilíbrio. Quando um corpo está sujeito a inúmeras forças que se cancelam, dizemos que ele encontra-se em equilíbrio estático ou dinâmico, ou seja, perfeitamente parado ou se movendo com velocidade constante e em linha reta.

O agente responsável pela mudança no estado de movimento dos corpos é chamado de **força**, uma grandeza vetorial cuja unidade é o  $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$  e que foi batizada, posteriormente, como N (Newton). Quando

um corpo está sujeito a uma resultante não nula (diferente de zero) de forças, ele adquire uma aceleração (variação de velocidade). Essa aceleração, por sua vez, é inversamente proporcional à sua massa, ou seja, quanto maior for a massa, menor será a aceleração adquirida pelo corpo. De acordo com as leis de Newton, a massa é uma medida da inércia do corpo, ou seja, da tendência que um corpo tem de permanecer em seu atual estado de equilíbrio estático ou dinâmico.

## 1<sup>a</sup> Lei de Newton.

A Primeira Lei de Newton é chamada de Lei da Inércia. Seu enunciado original encontra-se traduzido abaixo:

*“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele”.*

Essa lei diz que, ao menos que haja alguma força resultante não nula sobre um corpo, esse deverá manter-se em repouso ou se mover ao longo de uma linha reta com velocidade constante. A Lei de Inércia também explica o surgimento das forças iniciais, isto é, as forças que surgem quando os corpos estão sujeitos a alguma força capaz de produzir neles uma aceleração. Por exemplo: ao pisar no acelerador do carro, um motorista pode sentir-se comprimido em seu banco, como se houvesse uma força puxando-o para trás. Na verdade, o que ele sente é a expressão de sua inércia, ou seja, a tendência que seu corpo tem de permanecer parado ou em velocidade constante.

Além disso, quanto maior for a massa de um corpo, maior será sua inércia. Assim, alterar o estado de movimento de um corpo de massa grande requer a aplicação de uma força maior. Corpos de massa pequena têm seu estado de movimento alterado facilmente com a aplicação de forças menos intensas.

A Primeira Lei de Newton é pouco intuitiva: ao rolarmos uma bola no chão, ela pára diante de nossos olhos. Jamais esperaríamos que ela rolasse eternamente. No caso descrito, porém, a bola está sujeita a uma força resultante que não é nula: há uma força de atrito entre a bola e a superfície do chão, desacelerando o objeto continuamente.

## 2<sup>a</sup> Lei de Newton

A Segunda Lei de Newton, também conhecida como Lei da Superposição de Forças ou como Princípio Fundamental da Dinâmica, traduzida de sua forma original, é **apresentada abaixo:**

*"A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção de linha reta na qual aquela força é aplicada".*

Essa lei informa que o módulo da aceleração produzida sobre um corpo é diretamente proporcional ao módulo da força aplicada sobre ele e inversamente proporcional à sua massa. Essa lei é apresentada na equação abaixo:

$$|\ddot{\mathbf{a}}| = \frac{|\vec{\mathbf{F}}|}{m}$$

**Legenda:**

**$|\ddot{\mathbf{a}}|$**  – módulo da aceleração ( $\text{m/s}^2$ )

**$|\vec{\mathbf{F}}|$**  - módulo da força (N ou  $\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$ )

**$m$**  – massa do corpo (kg)

As forças são grandezas vetoriais, portanto, são escritas com uma seta apontada sempre para direita acima de seu símbolo. Essa seta não indica o módulo ou a direção da grandeza vetorial, indica somente que elas são vetoriais. De acordo com a Segunda Lei de Newton, a força resultante aplicada sobre um corpo produz nele uma aceleração na mesma direção e sentido da força resultante:

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

**F<sub>R</sub>** – Força resultante (N ou kg.m/s<sup>2</sup>)

**m** – massa do corpo (kg)

**a** – aceleração (m/s<sup>2</sup>)

Além disso, o Princípio da Superposição pode ser calculado pela soma vetorial de todas as forças que atuam sobre o corpo:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_3 = m \cdot \vec{a}$$

### 3<sup>a</sup> Lei de Newton

A Terceira Lei de Newton recebe o nome de Lei da Ação e Reação. Essa lei diz que todas as forças surgem aos pares: ao aplicarmos uma força sobre um corpo (ação), recebemos desse corpo a mesma força (reação), com mesmo módulo e na mesma direção, porém com sentido oposto. O enunciado original da Terceira Lei de Newton encontra-se traduzido a seguir:

*“A toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos”.*

Essa lei permite-nos entender que, para que surja uma força, é necessário que dois corpos interajam, produzindo forças de ação e reação. Além disso, é impossível que um par de ação e reação se forme no mesmo corpo.

Outra informação contida no enunciado da Terceira Lei de Newton indica que os pares de ação e reação têm a mesma intensidade, mesma direção, porém sentidos opostos. Assim, se produzirmos uma força direcionada para baixo sobre um corpo, receberemos dele uma força de reação direcionada para cima.

Por exemplo: se estivermos usando patins e empurramos um carrinho de supermercado lotado de compras, seremos empurrados para trás, em decorrência da fraca intensidade da força de atrito entre as rodas dos patins e o piso.

**Referência:** [Leis de Newton – 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> Lei de Newton e aplicações](https://www.uol.com.br/educação/física/leis-de-newton-1a-2a-e-3a-lei-de-newton-e-aplicações)  
(uol.com.br)

## Gravitação

A Lei da Gravitação Universal afirma que, se dois corpos possuem massa, ambos estão submetidos a uma força de atração mútua proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de gravidade.

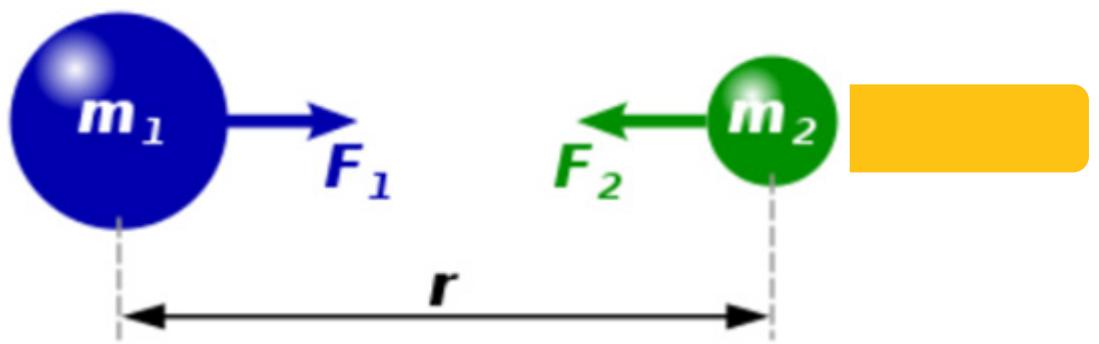
Essa lei foi formulada pelo físico inglês Isaac Newton em sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicada em 1687, que descreve a lei da gravitação universal e as Leis de Newton – as três

leis dos corpos em movimento que assentaram-se como fundamento da mecânica clássica.

A gravidade é uma força fundamental de atração que age entre todos os objetos por causa de suas massas, isto é, a quantidade de matéria de que são constituídos. A gravidade mantém os objetos celestes unidos e ligados, como os gases quentes contidos pelo Sol e os planetas, confinados às suas órbitas.

A gravidade da Lua e do Sol causam as marés oceânicas na Terra.

Por causa da gravitação, os objetos sobre a Terra são atraídos para seu centro.



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Dois corpos puntiformes  $m_1$  e  $m_2$  atraem-se exercendo entre si forças de mesma intensidade  $F_1$  e  $F_2$ , proporcionais ao produto das duas massas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância ( $r$ ) entre elas.  $G$  é a constante gravitacional.

No Sistema Internacional, as forças  $F_1$  e  $F_2$  são medidas em Newtons (N), as massas  $m_1$  e  $m_2$  são medidas em quilogramas (kg), a distância  $r$  é medida em metros (m).

A Constante Gravitacional Universal G tem o valor de  $6,67 \times 10^{-11}$   
 $\text{Nm}^2/\text{kg}^2$

A gravidade do Sol mantém a Terra em sua órbita, de modo similar, a gravidade da Terra mantém a Lua girando em torno de nós. A gravidade da Terra também é a responsável por manter os gases atmosféricos e por manter todos os seres vivos presos à sua superfície.

A intensidade da aceleração da gravidade, medida ao nível do mar, é de aproximadamente  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , no entanto, esse valor pode variar de acordo com a altura  $h$ , segundo a fórmula:

$$g = \frac{(GM_{\text{Terra}})}{[(r_{\text{Terra}}+h)]^2}$$

Onde,  $M_{\text{Terra}}$  é a massa da Terra e  $r_{\text{Terra}}$  é o raio da Terra.

Se fizermos um cálculo da aceleração de gravidade em alturas de 400 km em relação à superfície da Terra – bastante comuns para veículos orbitais, como estações espaciais e satélites –, iremos encontrar uma aceleração da gravidade apenas 10% menor do que a gravidade local.

## Aceleração da gravidade em outros planetas

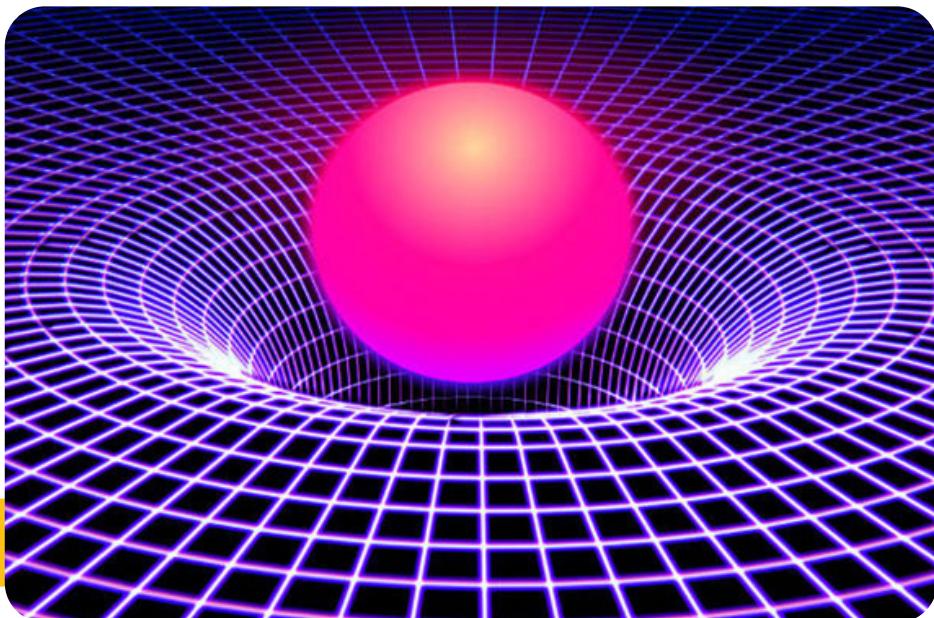
A aceleração da gravidade dos planetas depende de seu raio e também de sua massa, confira o valor da gravidade na superfície dos planetas e outros corpos celestes do Sistema Solar:

- Mercúrio:  $3,7 \text{ m/s}^2$
- Vênus:  $8,87 \text{ m/s}^2$

- Terra:  $9,80 \text{ m/s}^2$
- Lua:  $1,6 \text{ m/s}^2$
- Marte:  $3,711 \text{ m/s}^2$
- Júpiter:  $24,79 \text{ m/s}^2$
- Saturno:  $10,44 \text{ m/s}^2$
- Urano:  $8,87 \text{ m/s}^2$
- Netuno:  $11,15 \text{ m/s}^2$

## Origem da gravidade

De acordo com a teoria da relatividade geral de Albert Einstein, a gravidade surge devido à curvatura do espaço-tempo. As equações da relatividade sugerem que a geometria do espaço-tempo é alterada quando na presença de objetos muito massivos, como planetas, estrelas e buracos negros. Observe a figura, nela se mostra o efeito da massa dos corpos sobre a tecitura do espaço-tempo:



A figura ilustra a distorção do espaço-tempo, produzida por uma grande massa.

**Referências:** [Lei da gravitação universal – Wikipédia, a enciclopédia livre \(wikipedia.org\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_da_gravita%C3%A7%C3%A3o_universal)

[Aceleração da gravidade: o que é, cálculo, exercícios \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/ciencia/2019/03/20/que-e-aceleracao-da-gravidade-o-que-e-calcular-exercicios.htm)

## Peso

Na Física, entende-se peso como a força de atração gravitacional exercida entre as massas. O peso, também chamado de força peso ou força gravitacional, é uma das forças fundamentais da natureza, juntamente às forças eletromagnéticas, força nuclear forte e força nuclear fraca. Além disso, a força peso é a mais fraca de todas as interações: são necessárias massas gigantescas para que a força peso possa ser percebida. Entretanto, em longas distâncias, como no caso das distâncias interplanetárias, a força peso mostra-se a mais significativa, definindo o curso de astros, planetas, sistemas solares e até mesmo de galáxias.

A unidade atribuída ao peso no Sistema Internacional de Unidades é o Newton (N), uma abreviação da unidade  $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$  (quilograma ao metro por segundo quadrado). Trata-se de uma grandeza física vetorial por apresentar módulo, direção e sentido. O peso de um corpo qualquer, por exemplo, é simplesmente a força com a qual a Terra o atrai na direção do seu próprio raio, cujo sentido aponta para o centro da Terra.

Além disso, o peso depende da gravidade local e da massa dos corpos a ela submetidos. O peso de um corpo qualquer na superfície terrestre, por exemplo, depende apenas de sua massa, em quilogramas (kg), e da gravidade terrestre, em  $\text{m/s}^2$ .

Dessa forma, se um corpo com massa for deixado em um local de gravidade nula, seu peso deverá ser igualmente nulo.

## Peso e massa

É comum confundirmos os conceitos de peso e massa. Enquanto o peso é uma força, massa é a quantidade de matéria contida em um corpo. Além disso, massa é uma grandeza escalar, pois apresenta

somente módulo. No Sistema Internacional de Unidades, a massa de um corpo é dada em quilogramas (kg).

Para sabermos qual é o peso de um corpo, basta multiplicar a sua massa e o módulo da gravidade do local onde o corpo se encontra. É importante dizer que, quando subimos em uma balança, não estamos medindo peso nem massa, mas o módulo da força de compressão feita sobre a balança, também chamada de força normal. É possível evidenciar isso por meio de um teste simples: basta subir em uma balança e pedir para que alguém lhe empurre para baixo. Você verá que a indicação de massa na balança aumenta à medida que a força aplicada sobre você também aumenta. De forma similar, se você estivesse sendo puxado para cima, o seu peso e a sua massa não estariam sofrendo quaisquer alterações, mas a leitura exibida pela balança seria afetada.

## Fórmula do peso

É fácil calcular o peso de um corpo. Bastar usar a fórmula apresentada a seguir:

$$P = mg$$

### Legenda:

P - Peso (N - Newton);

m - massa do corpo (kg - quilograma);

g - gravidade local ( $m/s^2$  - metros por segundo ao quadrado).

**Referência:** [O que é peso? - Brasil Escola \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/brasil-escola/o-que-e-peso)

# **Origem e desenvolvimento da Astronomia. Conquista do espaço. Origem do Universo**

**Níveis: A, B, C, D e E**

## **Conquista do Espaço**

Durante muitos séculos a curiosidade do homem acerca do espaço e tudo que se encontrava em seu interior sempre foi muito grande. Ao observar o céu, especialmente à noite, é possível ver a olho nu alguns astros, estrelas etc. Isso motivou a humanidade a estudar e pesquisar os enigmas oriundos do universo.

Com o desenvolvimento tecnológico e das ciências, alguns países destinaram vários anos de pesquisa e bilhões de dólares com a finalidade de conhecer partes do universo através de viagens espaciais.

Nesse sentido, os precursores desse segmento foram os Estados Unidos e a União Soviética, principais potências mundiais da época, denominado de mundo bipolar.

Esse fator político desencadeou a corrida espacial, que corresponde à luta entre Estados Unidos e União Soviética de apresentar para a humanidade fatos inéditos relacionados às questões espaciais.

A primeira exploração direta do espaço teve início no dia 4 de outubro de 1957, nessa data a União Soviética enviou um satélite artificial denominado de Sputnik. O foguete foi lançado de uma base russa localizada no Cazaquistão.

No mês seguinte ao primeiro lançamento, a URSS enviou um novo satélite chamado de Sputnik II, esse levava consigo uma cadela de nome Laika, esse fato ficou na história, pois foi o primeiro ser vivo a entrar no espaço, é bom ressaltar que esse animal nunca mais retornou à Terra.

O primeiro homem a entrar no espaço foi Yuri Gagarin, que pôde observar a Terra de forma externa e viu a olho nu a tonalidade azulada do nosso planeta, essa viagem teve início no dia 12 de abril de 1961.

Oito anos após o primeiro ser humano ter viajado ao espaço, aconteceu um dos principais episódios desenvolvidos pela humanidade. No dia 20 de julho de 1969, a Apollo XI foi lançada rumo à Lua, na nave espacial estavam a bordo os astronautas Neil Armstrong, Michael Collins e Edwin Aldrin Jr. Dessa vez o homem não se contentou apenas em viajar para o espaço, foi mais longe, pousou na superfície lunar; os tripulantes tiveram a oportunidade de pisar no “solo” de outro corpo celeste, nosso satélite natural, a Lua.

Após o homem ter pisado pela primeira vez na superfície lunar, aconteceram mais 6 missões Apollo, desse modo, outros doze astronautas tiveram o privilégio de pisar na Lua.

O Brasil também criou um satélite, que foi enviado ao espaço em fevereiro de 1993, por meio do foguete espacial de origem norte-americana intitulado Pegasus. No dia 29 de março de 2006, aconteceu a primeira viagem espacial de um brasileiro, que ocorreu por meio da nave russa Soyuz TMA-8. O astronauta brasileiro, Marcos Pontes, era um tenente-coronel da Força Aérea Brasileira e passou vários dias na Estação Espacial Internacional. A nave na qual o brasileiro estava a bordo partiu do Cazaquistão.

**Referência:** [A Conquista do Espaço - Brasil Escola \(uol.com.br\)](http://A%20Conquista%20do%20Espaço%20-%20Brasil%20Escola%20(uol.com.br))

# Exploração espacial com sondas

Sonda espacial é uma nave espacial não tripulada, utilizada para a exploração remota de outros planetas, satélites, asteroides ou cometas. Normalmente as sondas têm recursos de telemetria, que permitem estudar à distância suas características físico-químicas, tirar fotografias e por vezes também o seu meio ambiente. Algumas sondas, como Landers ou Rovers, pousam na superfície dos astros celestes, para estudos de sua geologia e do seu clima.

As primeiras sondas para estudar outros astros foram lançadas no fim da década de 1950 pela extinta União Soviética e Estados Unidos, logo no início da exploração espacial, e que ajudaram muito a desvendar os mistérios do Universo.

Recentemente, a Agência Espacial Europeia, Japão, República Popular da China e Índia também já lançaram as suas sondas.

**Referência:** [Sonda espacial – Wikipédia, a encyclopédia libre \(wikipedia.org\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sonda_espacial)

# Leis de Kepler e história da Astronomia

Níveis: C, D e E

## Leis de Kepler

As Leis de Kepler sobre o movimento planetário foram desenvolvidas entre 1609 e 1619 pelo astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler. As três leis de Kepler, usadas para descrever as órbitas dos planetas do Sistema Solar, foram construídas com base em medidas astronômicas precisas, obtidas pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe.”

As contribuições deixadas por Nicolau Copérnico na área da astronomia romperam com a visão geocentrista do Universo, derivada do modelo planetário de Claudio Ptolomeu. O modelo sugerido por Copérnico, embora complexo, permitiu a previsão e a explicação das órbitas de diversos planetas, entretanto, apresentava algumas falhas, sendo a mais dramática delas uma explicação satisfatória para a órbita retrógrada de Marte durante alguns períodos do ano.

A resolução dos problemas inexplicáveis pelo modelo planetário de Copérnico veio somente no século XVII, pelas mãos de Johannes Kepler. Para tanto, Kepler admitiu que as órbitas planetárias não eram perfeitamente circulares, mas sim elípticas. Em posse de dados astronômicos extremamente precisos, realizados por Brahe, Kepler estabeleceu duas leis que regem o movimento dos planetas, 10 anos depois, publicou uma terceira lei, que permite estimar o período orbital ou até mesmo o raio da órbita dos planetas que giram em torno do Sol.

As leis do movimento planetário de Kepler são conhecidas como: lei das órbitas elípticas, lei das áreas e lei dos períodos. Juntas estas explicam como funciona o movimento de qualquer corpo orbitando algum astro massivo, como planetas ou estrelas.

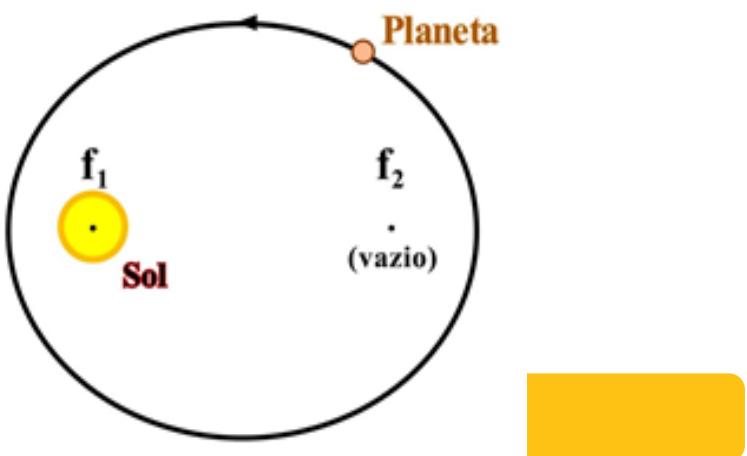
## 1<sup>a</sup> lei de Kepler: lei das órbitas

A Primeira Lei de Kepler afirma que a órbita dos planetas que giram em torno do Sol não é circular, mas sim elíptica. Além disso, o Sol sempre ocupa um dos focos dessa elipse. Apesar de elípticas, algumas órbitas, como a da Terra, são muito próximas de um círculo, pois são elipses que apresentam uma excentricidade muito pequena. A excentricidade, por sua vez, é a medida que mostra o quanto uma figura geométrica difere-se de um círculo e pode ser calculada pela relação entre os semieixos da elipse.

*"A órbita dos planetas é uma elipse em que o Sol ocupa um dos focos".*

A figura a seguir (fora de escala e exageradamente achatada) traz a órbita elíptica de um planeta do Sistema Solar com o Sol ocupando um dos focos da elipse (o foco f1).

### 1<sup>a</sup> Lei

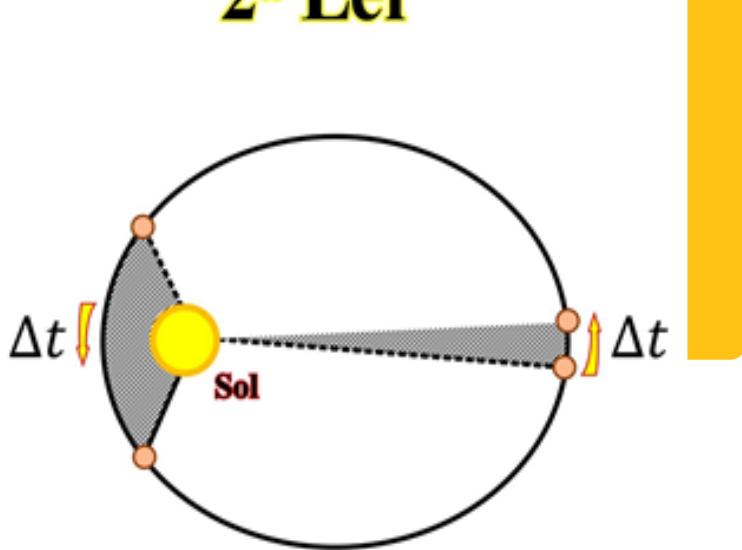


## 2<sup>a</sup> lei de Kepler: lei das áreas

A Segunda Lei de Kepler afirma que a linha imaginária que liga o Sol aos planetas que o orbitam varre áreas em intervalos de tempo iguais. Em outras palavras, essa lei afirma que a velocidade com que as áreas são varridas é igual, isto é, a velocidade areolar das órbitas é constante.

*“A linha imaginária que liga o Sol aos planetas que o orbitam varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais”.*

### 2<sup>a</sup> Lei

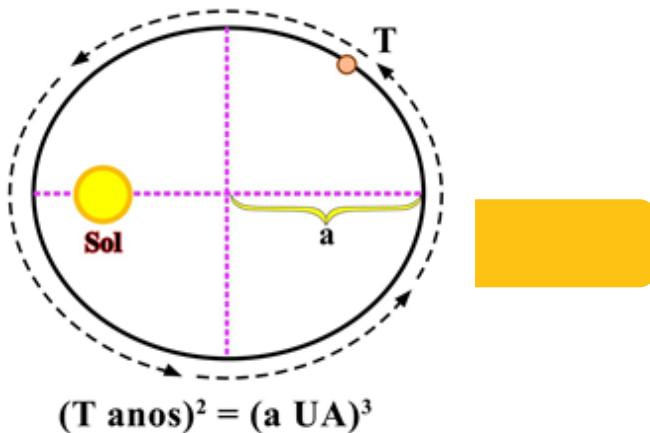


## 3<sup>a</sup> lei de Kepler: lei dos períodos ou lei da harmonia

A Terceira Lei de Kepler afirma que o quadrado do período orbital ( $T^2$ ) de um planeta é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol ( $R^3$ ). Além disso, a razão entre  $T^2$  e  $R^3$  tem exatamente a mesma magnitude para todos os astros que orbitam nossa estrela.

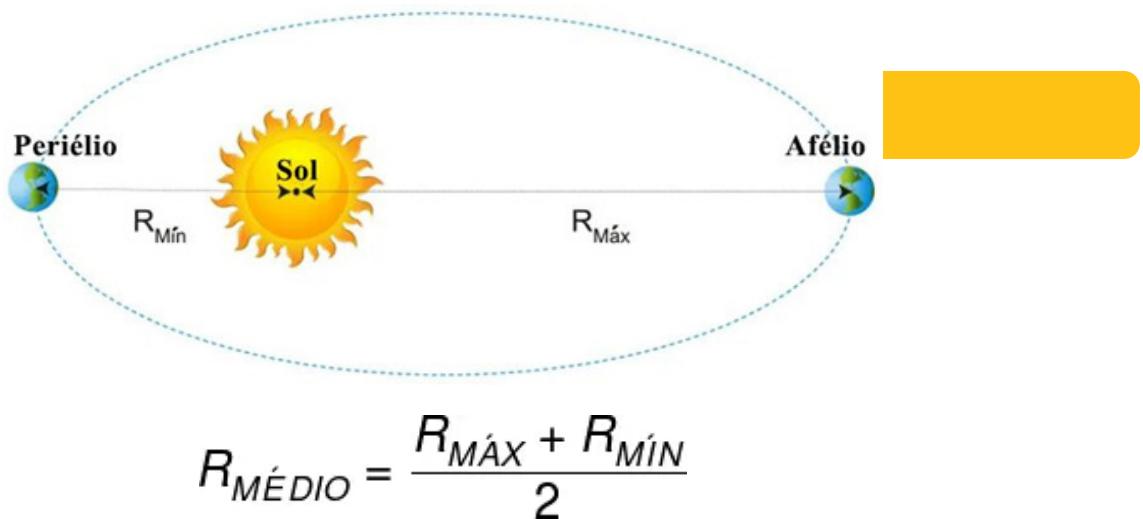
"A razão entre o quadrado do período e o cubo do raio médio da órbita de um planeta é constante".

### 3<sup>a</sup> Lei



A distância média ao Sol de um planeta é o valor do seu semieixo maior ( $a$ ) ou o valor do raio médio de sua órbita (RM).

As posições mostradas na figura, que caracterizam a menor e a maior distância do planeta em relação ao Sol, são chamadas de periélio e afélio, respectivamente.



A fórmula genérica da Terceira Lei de Kepler é mostrada a seguir. Observe que a razão entre  $T^2$  e  $R^3$  é determinada exclusivamente por

duas constantes, o número pi e a Constante da Gravitação Universal G, e também pela massa do Sol:

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

G – constante da gravitação universal ( $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ )

M – massa do Sol ( $1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ )

Essa lei não foi obtida por Kepler, mas sim por Isaac Newton, por meio da lei da gravitação universal. Para fazê-lo, Newton identificou que a força de atração gravitacional entre a Terra e o Sol é uma força centrípeta. Observe o cálculo seguinte, nele se mostra como é possível obter, com base na lei da gravitação universal, a expressão geral da terceira lei de Kepler:

$$\begin{aligned} \cdot F_G &= \frac{GMm}{R^2} & \cdot F_{CP} &= \frac{mv^2}{R} \\ \frac{mv^2}{R} &= \frac{GMm}{R^2} & \rightarrow v &= \frac{2\pi R}{T} \end{aligned}$$

$$\frac{4\pi^2 R^2}{T^2 R} = \frac{GM}{R^2} \rightarrow \frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

Se considerarmos que a perda de massa do Sol, com a fusão nuclear ou pelo vento solar, desprezível, então:

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$

Se os parâmetros da Terra forem usados como referência, os seja, se o período T for medido em anos e o raio médio medido em Unidades

Astronômicas, então o valor desta constante é igual a 1, uma vez que o período orbital da Terra vale 1 ano e a distância média da terra ao Sol vale 1 UA.

A fórmula genérica da Terceira Lei deve ser usada sempre que estivermos tratando de outro corpo celeste que não seja o Sol. Lembrando que, neste caso, M será a massa do corpo principal.

**Referência:** [Leis de Kepler: quais são e exercícios resolvidos – Brasil Escola \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/brasil-escola/leis-de-kepler-quais-sao-e-exercicios-resolvidos.html)

# Ondas, comprimento de onda, frequência, velocidade de propagação

Níveis: E

## Ondas

As ondas são perturbações que se propagam pelo espaço sem transporte de matéria, apenas de energia.

O elemento que provoca uma onda é denominado fonte, por exemplo, uma pedra lançada nas águas de um rio gerarão ondas circulares.

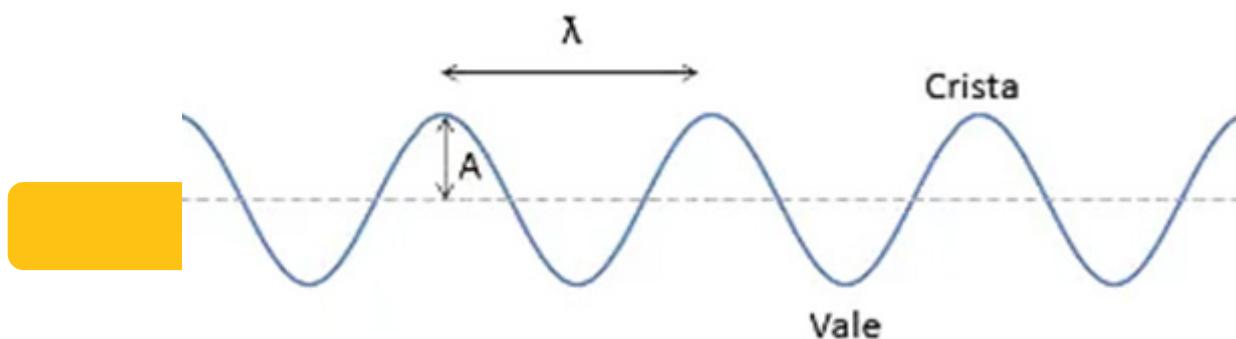
São exemplos de ondas: ondas do mar, ondas de rádio, som, luz, raio-x, microondas dentre outras.

## Características das Ondas

Para caracterizar as ondas usamos as seguintes grandezas:

- **Amplitude:** corresponde à altura da onda, marcada pela distância entre o ponto de equilíbrio (repouso) da onda até a crista. Note que a “crista” indica o ponto máximo da onda, enquanto o “vale”, representa o ponto mínimo.
- **Comprimento de onda:** Representado pela letra grega lambda ( $\lambda$ ), é a distância entre dois vales ou duas cristas sucessivas.
- **Velocidade:** representado pela letra (v), a velocidade de uma onda depende do meio em que ela está se propagando. Assim, quando uma onda muda seu meio de propagação, a sua velocidade pode mudar.

- **Frequência:** representada pela letra ( $f$ ), no sistema internacional a frequência é medida em hertz (Hz) e corresponde ao número de oscilações da onda em determinado intervalo de tempo. A frequência de uma onda não depende do meio de propagação, apenas da frequência da fonte que produziu a onda.
- **Período:** representado pela letra ( $T$ ), o período corresponde ao tempo de um comprimento de onda. No sistema internacional, a unidade de medida do período é segundos (s).



## Tipos de Ondas

Quanto à natureza, há dois tipos de ondas:

- **Ondas Mecânicas:** para que haja propagação, as ondas mecânicas necessitam de um meio material, por exemplo, as ondas sonoras e as ondas em uma corda.
- **Ondas Eletromagnéticas:** nesse caso, não é necessário que haja um meio material para que a onda se propague, por exemplo, as ondas de rádio e a luz.

# Fenômenos Ondulatórios

## Reflexão

Uma onda se propagando em um determinado meio ao se deparar com um obstáculo pode sofrer reflexão, isto é inverter o sentido da propagação.

Ao sofrer reflexão, o comprimento de onda, a velocidade de propagação e a frequência da onda não se alteram.

Um exemplo é quando uma pessoa grita em um vale e escuta alguns segundos depois o eco da sua voz.

Através da reflexão da luz conseguimos ver nossa própria imagem em uma superfície polida.

## Refração

A refração é um fenômeno que acontece quando uma onda muda o meio de propagação. Nesse caso, poderá ocorrer uma mudança no valor da velocidade e na direção de propagação.

As ondas em uma praia se quebram paralelamente à orla, devido ao fenômeno da refração. A mudança de profundidade da água (meio de propagação) faz com que a direção das ondas se modifique, tornando-as paralela a orla da praia.

## Difração

As ondas contornam obstáculos. Quando isso ocorre, dizemos que a onda sofre difração.

A difração nos permite ouvir por exemplo uma pessoa que está do outro lado de um muro.

## Interferência

Quando duas ondas se encontram, ocorre uma interação entre suas amplitudes chamada de interferência.

A interferência pode ser construtiva (aumento da amplitude) ou destrutiva (diminuição da amplitude).

## Relação entre período e frequência

O período é o inverso da frequência.

Assim:

$$T = \frac{1}{f}$$

Velocidade de propagação

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

A velocidade também pode ser calculada em função da frequência, substituindo o período pelo inverso da frequência.

Temos:

$$v = \lambda \cdot f$$

**Referência:** [Ondas na Física: definição, tipos, fórmulas – Toda Matéria \(todamateria.com.br\)](https://todamateria.com.br/ondas-na-fisica-definicao-tipos-formulas-toda-materia/)

# Efeito Doppler

Nível: E

## Efeito Doppler

Efeito Doppler é um fenômeno físico ondulatório que ocorre quando existe aproximação ou afastamento relativo entre uma fonte de ondas e um observador. Esse fenômeno acontece pelo fato de que a velocidade de propagação de uma onda, seja ela qual for, depende exclusivamente do meio pelo qual essa onda propaga-se. Assim, mesmo que a fonte das ondas ou o observador mova-se, a velocidade de propagação da onda não será alterada. No entanto, ocorrerá uma variação no comprimento de onda e na frequência da onda captada pelo observador.

A velocidade de propagação de uma onda qualquer, seja uma onda mecânica (sonora), seja uma onda eletromagnética (luz), guarda uma relação de proporcionalidade com seu comprimento de onda e com sua frequência de oscilação. Observe:

$$v = \lambda \cdot f$$

v – velocidade de propagação da onda (m/s)

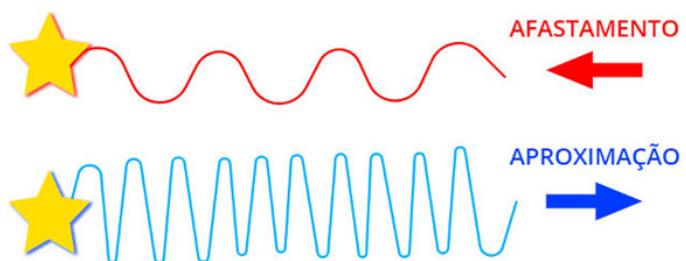
$\lambda$  – comprimento de onda (m)

f – frequência de oscilação (Hz ou s<sup>-1</sup>)

No caso de uma onda eletromagnética, v = c, onde c = 3 × 10<sup>8</sup> m/s

O efeito Doppler da luz é um fenômeno largamente observado na Astronomia. A luz visível emitida pelas estrelas distribui-se em uma estreita faixa de frequência chamada espectro visível. Quando vemos a luz emitida por estrelas de galáxias distantes, observamos

frequentemente aumentos na frequência da luz, chamados pelos astrônomos de blue-shift, já que a luz visível tende a aproximar-se da frequência da cor azul. Nos casos em que as estrelas se afastam da Terra, o fenômeno é chamado de red-shift.



Quando uma estrela aproxima-se do observador em alta velocidade, seu brilho aparenta tornar-se azulado; ao afastar-se, seu brilho fica avermelhado.

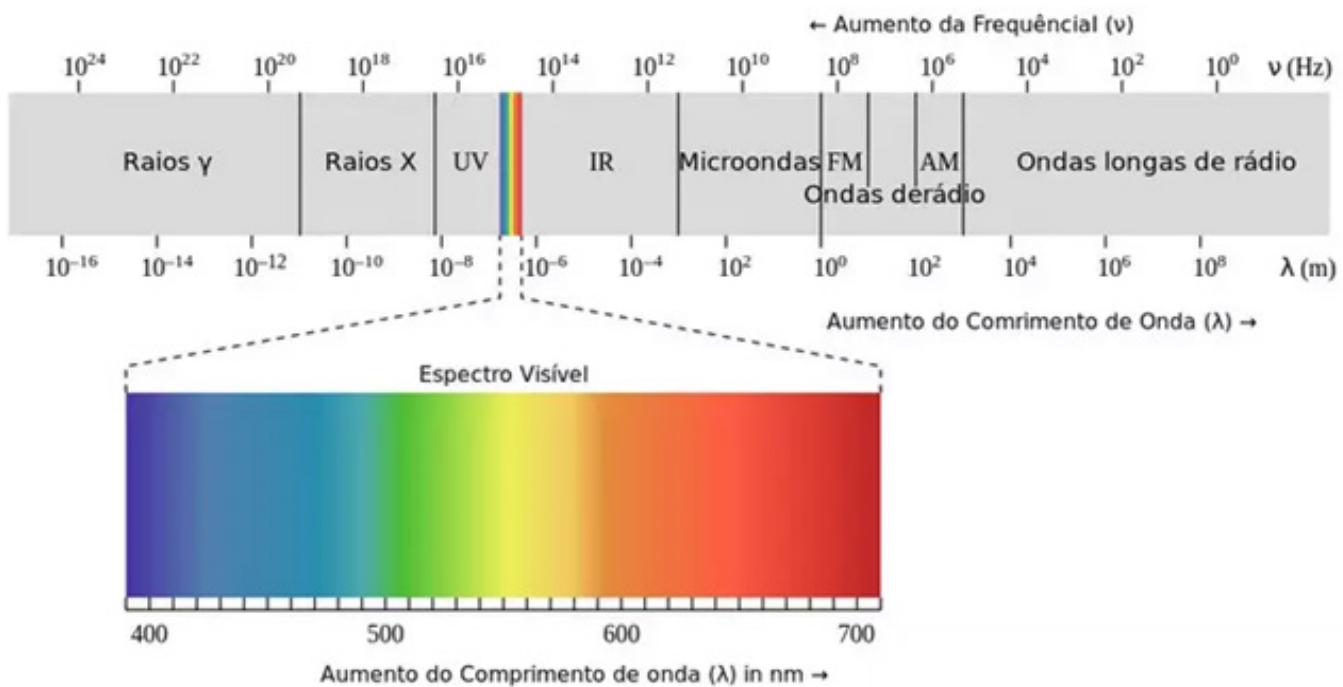
# Lei de Hubble, espectro eletromagnético

Nível: E

## Espectro eletromagnético

Espectro eletromagnético é o intervalo de todas as frequências de ondas eletromagnéticas existentes.

O espectro eletromagnético é, geralmente, apresentado em ordem crescente de comprimentos de onda, começando pelas radiação gama, de menor comprimento de onda, passando pela radiação visível até as ondas de rádio, de maior comprimento de onda.



Na tabela abaixo, temos as faixas de frequências e comprimentos de onda correspondentes a algumas cores do espectro eletromagnético visível:

Cor	Frequência (THz – $10^{12}$ Hz)	Comprimento de onda (nm – $10^{-9}$ m)
Vermelho	480-405	625 - 740
Laranja	510-480	590-625
Amarelo	530-510	565-590
Verde	600-530	500-565
Azul	680-620	440-485
Violeta	790-680	380-440

Observando a tabela anterior com cuidado, é possível perceber que a cor violeta apresenta a maior frequência do espectro visível e, consequentemente, o menor comprimento de onda, uma vez que essas duas grandezas são inversamente proporcionais.

A seguir, um pouco sobre as propriedades e usos tecnológicos de cada um dos intervalos de frequência do espectro eletromagnético.

## Ondas de rádio

As ondas de rádio são um intervalo de frequências do espectro eletromagnético que são largamente utilizadas nas tecnologias de telecomunicações. As ondas de rádio têm os maiores comprimentos de onda do espectro eletromagnético, estendendo-se entre 1 mm (10-3 m) até 100 km. Esse tipo de onda é usado para transmitir sinais de televisão, rádio, celular, internet e GPS.

## Microondas

As microondas são ondas eletromagnéticas cujos comprimentos de onda estendem-se entre 1 m e 1 mm ou 300 GHz e 300 MHz, respectivamente. Dessa forma, as micro-ondas encontram-se dentro do

intervalo das ondas de rádio. Apesar disso, apresentam frequências um pouco maiores que as ondas de rádio e são usadas em aplicações diferentes.

Os principais usos tecnológicos das micro-ondas são as redes sem fio (roteadores wi-fi), radares, comunicação com satélites, observações astronômicas, aquecimento de alimentos, entre outros.

## Infravermelho

O infravermelho é uma onda eletromagnética de frequência menor que a luz visível (300 GHz a 430 Thz) e, portanto, invisível ao olho humano. A maior parte da radiação térmica emitida pelos corpos que se encontram em temperatura ambiente é radiação infravermelha. Por tratar-se de uma faixa de frequências muito grande, com diversas aplicações tecnológicas, o infravermelho é subdividido em regiões menores: infravermelho próximo, médio e longínquo.

Além de poder ser utilizado para aquecer, em razão de sua capacidade de fazer com que as moléculas de um corpo vibrem, o infravermelho é utilizado para cocção de alimentos, para o aquecimento de ambientes, para a produção de sistemas de detecção de presença e movimento, sensores de estacionamento, controles remotos e câmeras de visão térmica.

## Luz visível

O intervalo do espectro eletromagnético que pode ser visto pelo olho humano é conhecido como luz visível, cujo comprimento de onda estende-se entre 400 nm e 700 nm, portanto, todas as imagens que vemos tratam-se da interpretação que o cérebro produz das ondas eletromagnéticas que forem emitidas ou refletidas pelos corpos ao redor de nós. O olho humano é capaz de perceber essas frequências

de luz graças a dois tipos especiais de células que revestem o fundo do olho: os cones e os bastonetes.

Os cones e os bastonetes são células fotorreceptoras, isto é, são capazes de perceber sinais luminosos. Enquanto os bastonetes são responsáveis pela percepção de movimento e pela formação de imagens em preto e branco (como quando tentamos enxergar no escuro), os cones nos proporcionam a visão em cores. Existem três tipos de cones no olho humano e cada um deles é capaz de perceber uma das seguintes cores: vermelho, verde ou azul.

Para a Física, portanto, as cores que enxergamos não passam de fenômenos fisiológicos que dependem da captação de luz e da sua interpretação pelo cérebro. Além disso, a proporção entre cada uma das frequências de vermelho, verde e azul é capaz de produzir todos os tons que conhecemos. Quando emitidas juntas, essas três cores produzem a luz branca, que não se trata de uma cor, mas de uma superposição das frequências visíveis.

## Ultravioleta

A radiação ultravioleta corresponde ao conjunto de frequência de ondas eletromagnéticas que são maiores que as frequências da luz visível e menores que as frequências dos raios-X. Esse tipo de radiação tem três subdivisões que não são exatas: ultravioleta próximo (380 nm a 200 nm), ultravioleta distante (200 nm a 10 nm) e ultravioleta extremo (1 a 31 nm).

Os raios ultravioleta também podem ser subdivididos em raios UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) e UV-C(1-280 nm). Tal classificação diz respeito às formas de interação dessas frequências de ultravioleta com os organismos vivos e com o meio ambiente.

Apesar de todas serem produzidas pelo Sol, 99% da radiação ultravioleta que chega à superfície da Terra é do tipo UV-A, a radiação UV-B, no entanto, apesar de menos presente, é a principal responsável pelos danos causados à pele humana, como queimaduras e danos às moléculas de DNA das células epiteliais.

O UV-C, por sua vez, é o ultravioleta de maior frequência, capaz de destruir micro-organismos e esterilizar objetos. Toda a radiação UV-C produzida pelo Sol é absorvida pela atmosfera terrestre.

Os raios ultravioleta podem ser utilizados para o bronzeamento artificial, uma vez que eles induzem a formação de melanina; em lâmpadas fluorescentes, fazendo com que o fósforo presente nessas lâmpadas emita luz branca; em análises de moléculas que podem sofrer alterações estruturais ao serem expostas ao ultravioleta; e também nos tratamentos para combater o câncer de pele.

## Raios X

Os raios X são uma forma de radiação eletromagnética de frequência mais alta que o ultravioleta, no entanto, sua frequência é inferior à frequência característica dos raios gama. Os raios X estendem-se pelo espectro eletromagnético entre as frequências de 3.1016 Hz e 3.1019 Hz, que correspondem a comprimentos de onda muito pequenos, entre 0,01 nm e 10 nm (1 nm = 10<sup>-9</sup> m).

Os raios X têm grande capacidade de penetração e são absorvidos pelos ossos humanos, por essa razão, esse tipo de radiação é largamente utilizado para a realização de exames de imagem, como a radiografia e a tomografia.

Além disso, os raios X são uma forma de radiação ionizante, uma vez que podem causar danos ao código genético das células. É por

esse motivo que a radiação X é também utilizada em sessões de radioterapia.

## Raios gama

Os raios gama são uma forma de radiação eletromagnética de alta frequência (entre 10<sup>19</sup> Hz e 10<sup>24</sup> Hz), geralmente, produzidos pelo decaimento nuclear de elementos radioativos, pela aniquilação entre pares de partículas e antipartículas, ou ainda em fenômenos astronômicos de grandes proporções, como no surgimento de novas e supernovas, colisões de estrelas e erupções solares.

A radiação gama transporta uma enorme quantidade de energia, sendo capaz de atravessar obstáculos como paredes de concreto com relativa facilidade. Além disso, é uma radiação altamente ionizante, capaz de causar danos irreversíveis a diversos tecidos. Apesar de seus perigos, a radiação gama é largamente usada na medicina nuclear, para o tratamento do câncer e também em cirurgias complexas, como na remoção de tumores intracranianos.

**Referência:** [Espectro eletromagnético: o que é, usos, cores, frequências \(uol.com.br\)](https://www.uol.com.br/ciencia/2019/05/23/espectro-eletromagnetico-o-que-e-usos-cores-frequencias.htm)

# Lei de Hubble, espectro eletromagnético

Nível: E

## Lei de Hubble

A lei de Hubble determina a velocidade de afastamento de uma galáxia em relação à Via Láctea a partir da distância estimada dessa galáxia.

Edwin Hubble (1889-1953) foi um importante astrônomo estadunidense e o responsável pela determinação das condições de afastamento das galáxias e consequente expansão do universo. A chamada lei de Hubble, determinada em 1923, mostra a velocidade de afastamento entre as galáxias que compõem o universo.

Após o Big Bang, as galáxias foram sendo formadas ao mesmo tempo em que se afastavam umas das outras, tornando o universo algo cada vez maior.

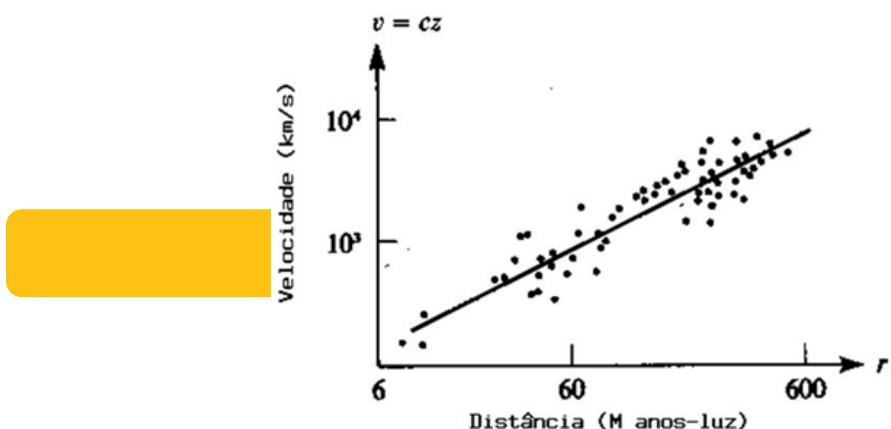
No ano de 1912, o astrônomo Vesto Melvin Slipher percebeu um deslocamento das linhas espectrais da galáxia Andrômeda para os comprimentos de onda que indicavam a cor azul para a luz. Essa observação foi possível graças ao efeito Doppler aplicado à luz. No afastamento mútuo entre fonte luminosa e observador, há diminuição das frequências percebidas pelo observador; se houver aproximação, as frequências percebidas tornar-se-ão cada vez maiores.

Ao observar que as linhas espectrais de Andrômeda estavam deslocando-se para o azul, Slipher entendeu que essa galáxia estava aproximando-se de nós. Ao analisar, por duas décadas, as linhas

espectrais de 40 galáxias diferentes, o astrônomo percebeu que a grande maioria delas apresentava linhas espectrais com deslocamento para o vermelho, o que indicava que esses corpos celestes estavam afastando-se da Via Láctea.

Depois de analisar o comportamento de estrelas denominadas Cefeidas e da galáxia Andrômeda por meio de imagens capturadas pelo telescópio de Monte Wilson, Edwin Hubble e Milton Humason determinaram a distância estimada entre Andrômeda e outras galáxias.

Quando compararam as distâncias das galáxias com as suas velocidades de afastamento, determinadas a partir dos seus redshifts, Hubble e Humason verificaram que as galáxias mais distantes estavam se afastando com velocidades maiores. Plotando os dados em um gráfico de velocidade em função da distância, Hubble encontrou que os pontos se distribuíam ao longo de uma linha reta.



A lei de Hubble determina a velocidade de afastamento de uma galáxia em função de sua distância:

$$v = H_0 \cdot d$$

$v$  = Velocidade de afastamento de uma galáxia (km/s);  
 $H_0$  = Constante de Hubble (71 km/s.Mpc);  
 $d$  = Distância da galáxia (Mpc).

A constante H<sub>0</sub> possui valor de 71 km/s.Mps, o que significa que, a cada distância de 1 Mpc (lê-se megaparsec), a velocidade de uma galáxia aumenta 71 km/s. A unidade megaparsec corresponde a  $3,09 \times 10^{19}$  km, aproximadamente 3,26 milhões de anos-luz.

Por exemplo:

- galáxias a 1 Mpc têm velocidade de recessão de 71 km/s
- galáxias a 10 Mpc têm velocidade de recessão de 710 km/s
- galáxias a 11 Mpc têm velocidade de recessão de 780 km/s
- galáxias a 100 Mpc têm velocidade de recessão de 7100 km/s
- etc...

## Expansão do Universo

Os primeiros indícios de uma possível expansão do Universo só foram possíveis graças às descobertas de Edwin Hubble. No entanto, ainda sabemos muito pouco sobre a forma como o Universo expande-se, nesse sentido, a descoberta da lei de Hubble produziu, na mesma medida, novas respostas e novas perguntas.

Ainda não se sabe de fato o que causa a expansão do Universo, quando, do ponto de vista da física clássica, amparado pela lei da gravitação universal, a tendência do Cosmos seria a de encolher e não a de expandir. Existe um grande número de teorias que tentam explicar o fenômeno da expansão, entretanto, nenhuma delas pôde ser comprovada até os dias atuais.

Em uma tentativa de explicar-se a expansão acelerada do Universo, os físicos propuseram a existência da **matéria escura**. De acordo com as teorias modernas, a matéria escura deve ser capaz de explicar o que se observa na Lei de Hubble, entretanto, esse tipo de matéria deve apresentar propriedades “exóticas” que, até então, nunca foram observadas na matéria ordinária.

**Referência:** Lei de Hubble - Mundo Educação (uol.com.br)  
www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/expansao-universo.htm

# Magnetismo, campo magnético da Terra

Nível: E

## O Campo Magnético da Terra

Muito se fala sobre ele, mas você sabe exatamente o que é o campo magnético da Terra? Nossa planeta é um grande ímã e esse é um fator crucial para a vida como a conhecemos prosperar. Os cientistas ainda estão estudando o que forma as linhas de campo magnético, mas a ideia mais aceita é conhecida como Teoria do Dínamo, que descreve como o movimento do núcleo cria o magnetismo.

## O que é campo magnético

Um campo magnético é uma grandeza física diretamente ligada à movimentação das cargas elétricas — essa é uma das leis mais importantes da física. Sempre que houver uma carga elétrica em movimento, haverá um campo magnético.

Isso implica que esses campos estão presentes em todos os lugares, seja em pequena ou em grande escala. Afinal, todos os elétrons estão em constante movimento ao redor do núcleo atômico e, como possuem carga negativa, essa movimentação gera um campo magnético.

Em outras palavras, todos os átomos são “mini ímãs”, pois seus elétrons sempre estarão em movimento. Mas há outras formas de criar um campo magnético, que é através de uma corrente elétrica — a mesma que está presente nas tomadas domésticas.

Um fio elétrico, quando ligado a um aparelho em funcionamento (isto é, quando a corrente elétrica está em movimento), gera seu próprio campo magnético. Ele é muito fraco para atrair objetos ferromagnéticos (feitos de materiais que se atraem por magnetismo, como o ferro).

Ainda assim, o campo magnético em um fio com corrente elétrica é útil para criar eletroímãs, por exemplo. Ao enrolarmos o fio (bobina) em uma barra de ferro e fazermos a corrente elétrica se movimentar, os átomos do ferro se alinham ao campo magnético gerado pela bobina. Assim, o ferro se torna um ímã, ao menos temporariamente.

Para criar um ímã (permanente ou não), tudo o que precisamos fazer é alinhar todos os átomos na mesma direção. Lembra que os átomos são mini-ímãs? Isso significa que eles possuem polos norte e sul, e tendem a se alinhar – mas isso depende do tipo de material.

Em certos materiais, os átomos estão organizados de maneira tão rígida que não podem se alinhar. Em outros, como ferro e níquel, essa organização é muito mais maleável porque os elétrons orbitam o núcleo em uma distribuição que gera um campo magnético especialmente forte.

Assim, se aproximarmos um ímã suficientemente forte de uma barra de ferro, os campos magnéticos dos átomos de ferro se alinharão ao campo magnético do ímã, apontando para a mesma direção. Os átomos formarão um “Megazord” chamado domínio magnético, que possuirá um polo norte e um polo sul.

## Como funciona o campo magnético da Terra

A Terra possui um campo magnético graças a um efeito de dínamo.

O núcleo líquido de ferro que se movimenta cria correntes elétricas, enquanto a rotação da Terra em seu próprio eixo faz com que essas correntes gerem um campo magnético gigante.

Com isso, a Terra tem polos norte e sul magnéticos, embora eles não coincidam com os polos geográficos. Além disso, os polos magnéticos da Terra geralmente se movem, devido à atividade muito abaixo da superfície da Terra. Esse deslocamento é registrado em rochas que se formam quando o magma é expelido pela crosta terrestre e se derrama como lava.

O material da lava possui campo magnético atômico altamente maleável, por isso, à medida que ela esfria e se torna rocha sólida, os átomos são alinhados com o campo magnético da Terra. É assim que cientistas usam essas rochas para descobrir a posição do campo magnético da Terra há milhares de anos.

Também acontece em algumas ocasiões a inversão dos polos magnéticos do planeta, o que foi descoberto analisando essas rochas antigas. Mas o campo magnético da Terra não se move rapidamente com frequência, por isso ele é importante para as pessoas se orientarem por bússolas (que apontam para o polo magnético, e não geométrico).

## Como o campo magnético da Terra nos protege

O campo magnético da Terra domina a região da magnetosfera, que envolve o planeta e sua atmosfera. Isso é importante para bloquear as partículas carregadas do Sol, enviadas pelo vento solar, que pode prejudicar a camada de ozônio e os componentes eletrônicos, além das correntes elétricas nas cidades.

As partículas carregadas (essencialmente, íons positivos, ou núcleos atômicos que tiveram seus elétrons pelo calor solar) viajam em direção ao nosso planeta, principalmente após algum evento extremo na superfície do Sol, como uma erupção solar.

Quando chegam à magnetosfera Terra, os íons empurram o campo magnético no lado do planeta voltado para o Sol, são conduzidas por este campo de modo que dão a volta pelos polos, e estica o campo magnético num formato de lágrima no lado da sombra. Esse evento é conhecido como tempestade solar.

Às vezes, algumas partículas de vento solar “escapam” dessa “armadilha”, e atingem átomos de gás na atmosfera superior ao redor dos polos magnéticos. Isso faz com que as auroras sejam produzidas no céu acima de lugares como Alasca, Canadá e Escandinávia.

Nem todos os planetas possuem um campo magnético, como é o caso de Marte. Os cientistas cogitam que isso se deve ao fato de não haver um núcleo de ferro líquido no Planeta Vermelho, e que esse foi um dos fatores pelos quais a atmosfera marciana escapou para o espaço.

**Referência:** [O que é o campo magnético da Terra? Entenda como ele nos protege! – Canaltech](#)

# Manchas Solares

Nível: E

## Manchas solares

Manchas solares são regiões na superfície do Sol com temperatura menor do que a média local e, por isso mesmo, em comparação com a superfície da nossa estrela, parecem ser mais escuras.

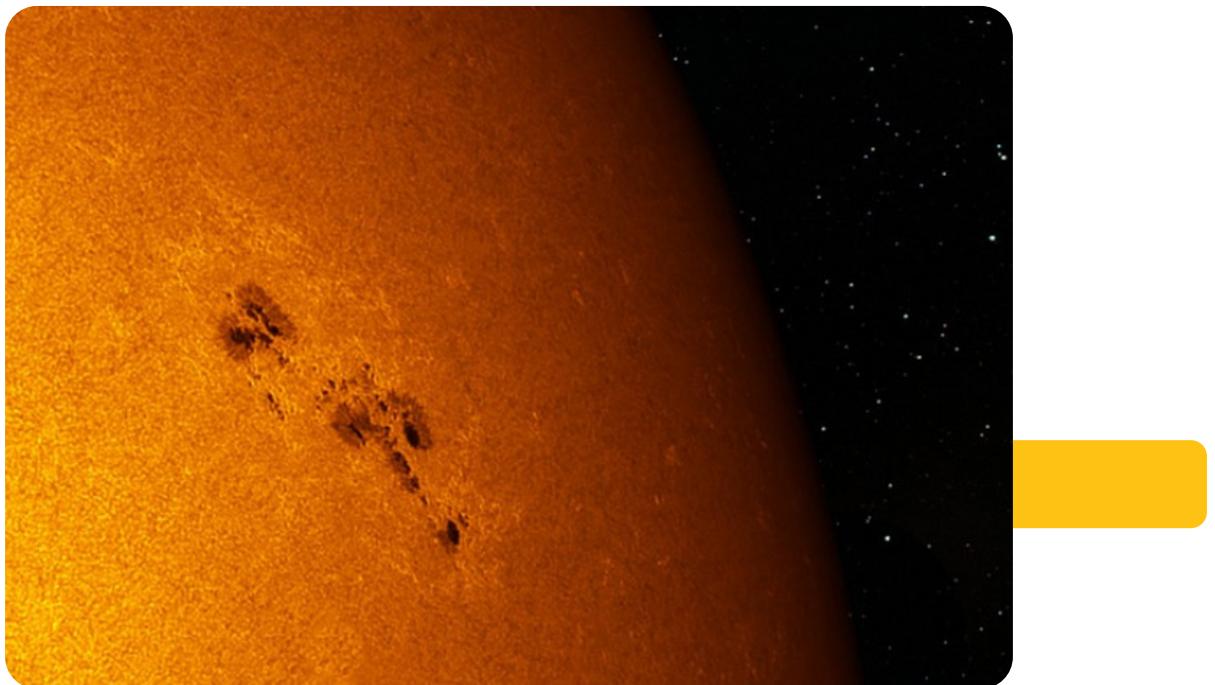


Imagen: Manchas solares são a fonte das auroras boreais (Pepe Manteca/CC)

As manchas solares apresentam grande concentração de campo magnético. Este campo magnético concentrado aprisiona matéria na forma de plasma, ou seja, gás muito quente e ionizado e eletricamente carregado. Note na imagem acima que podemos perceber as linhas de indução do campo magnético na mancha solar. É algo parecido com as linhas que vemos quando jogamos limalha de ferro nas proximidades de um imã. Só que na mancha solar é o plasma que faz a vez da limalha.

Se as linhas de campo magnético se rompem, matéria pode ser lançada para o espaço em eventos que chamamos de ejeção de massa coronal. Neste caso, inúmeras partículas são arremessadas no espaço e muitas delas podem atingir a Terra. As auroras boreais e austrais resultam da chegada dessas partículas que interagem com a atmosfera terrestre.

Junto com as partículas ejetadas do Sol, temos também radiação de amplo espectro que normalmente vão desde as ondas de rádio até os raios gama, passando pela luz (visível) e pelos raios X.

A quantidade de manchas solares observáveis nos dá uma ideia da atividade solar.

Manchas solares geralmente aparecem em pares de polaridade magnética invertida. O seu número varia de acordo com o ciclo solar de aproximadamente 11 anos.

Manchas individuais ou grupos de manchas podem durar entre alguns dias e alguns meses, mas acabam se dissipando. As manchas solares se expandem e contraem à medida que se movem pela superfície do Sol, com diâmetros variando de 16 km a 160.000 km.

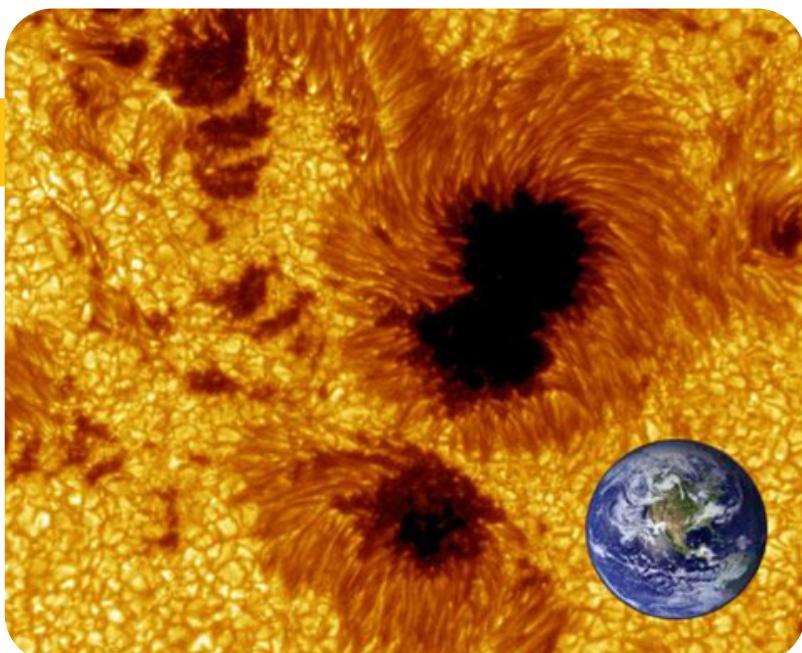


Imagen: Manchas solares são a fonte das auroras boreais (Pepe Manteca/CC)

Comparação entre o tamanho da Terra e algumas manchas solares.

**Referência:** [EBC | O que são manchas solares?](#)

[Mancha solar – Wikipédia, a encyclopédia livre \(wikipedia.org\)](#)

# Vídeos de Astronomia úteis para preparação para a ONC em todos os níveis

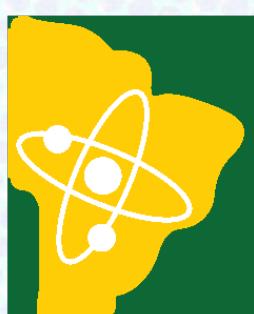
Canal YouTube	Título do vídeo	Link
ABC da Astronomia	Astronomia	<a href="https://youtu.be/0JfksHOJX5U">https://youtu.be/0JfksHOJX5U</a>
	Ano Luz	<a href="https://youtu.be/X08LxSz_Ecw">https://youtu.be/X08LxSz_Ecw</a>
	Big Bang	<a href="https://youtu.be/CH24yfMrA94">https://youtu.be/CH24yfMrA94</a>
	Cruzeiro do Sul	<a href="https://youtu.be/Hjpmc6RCutk">https://youtu.be/Hjpmc6RCutk</a>
	Distâncias	<a href="https://youtu.be/uqlnwjRVIH0">https://youtu.be/uqlnwjRVIH0</a>
	Estrelas	<a href="https://youtu.be/oAVszrKt4Tw">https://youtu.be/oAVszrKt4Tw</a>
	Fases da Lua	<a href="https://youtu.be/N2wTtaJEtNY">https://youtu.be/N2wTtaJEtNY</a>
	Galáxias	<a href="https://youtu.be/6iFEYS_Fxfw">https://youtu.be/6iFEYS_Fxfw</a>
	Heliocentrismo	<a href="https://youtu.be/ZzSEldjwOE4">https://youtu.be/ZzSEldjwOE4</a>
	Invisível	<a href="https://youtu.be/nLYAX7CYDfo">https://youtu.be/nLYAX7CYDfo</a>
	Júpiter	<a href="https://youtu.be/nym9TJL9Zds">https://youtu.be/nym9TJL9Zds</a>
	Kepler	<a href="https://youtu.be/6jXN_1Xt20M">https://youtu.be/6jXN_1Xt20M</a>
	Lua	<a href="https://youtu.be/8pXN5IGRYkk">https://youtu.be/8pXN5IGRYkk</a>

<b>Canal YouTube</b>	<b>Título do vídeo</b>	<b>Link</b>
ABC da Astronomia	Meteoro	<a href="https://youtu.be/nqRYcJE-KNw">https://youtu.be/nqRYcJE-KNw</a>
	Noite	<a href="https://youtu.be/CWSMae7Z8ck">https://youtu.be/CWSMae7Z8ck</a>
	Observatório	<a href="https://youtu.be/V9STW8pjLzc">https://youtu.be/V9STW8pjLzc</a>
	Planetas	<a href="https://youtu.be/sJyUxcYR3UA">https://youtu.be/sJyUxcYR3UA</a>
	Quadrantes	<a href="https://youtu.be/voExjoNKElo">https://youtu.be/voExjoNKElo</a>
	Rotações	<a href="https://youtu.be/-sDKv9PoCGE">https://youtu.be/-sDKv9PoCGE</a>
	Sol	<a href="https://youtu.be/ZEiJLhtkfGM">https://youtu.be/ZEiJLhtkfGM</a>
	Terra	<a href="https://youtu.be/FWj9BZISBoY">https://youtu.be/FWj9BZISBoY</a>
	Universo	<a href="https://youtu.be/Rv2ingzE_IY">https://youtu.be/Rv2ingzE_IY</a>
	Via Láctea	<a href="https://youtu.be/p_H3tfSo3k">https://youtu.be/p_H3tfSo3k</a>
	Zodíaco	<a href="https://youtu.be/5eyZA0K2Q4I">https://youtu.be/5eyZA0K2Q4I</a>
	Constelações	<a href="https://youtu.be/jD9wwYaxTgU">https://youtu.be/jD9wwYaxTgU</a>
Socrática	Vida	<a href="https://youtu.be/XPacx0kLDX8">https://youtu.be/XPacx0kLDX8</a>
	Buracos Negros	<a href="https://youtu.be/F-3huw0yUHw">https://youtu.be/F-3huw0yUHw</a>
	1ª Lei de Kepler	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=g1b8zZ3LZhY">https://www.youtube.com/watch?v=g1b8zZ3LZhY</a>
	2ª Lei de Kepler	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=iQNpJMBObnQ">https://www.youtube.com/watch?v=iQNpJMBObnQ</a>

<b>Canal YouTube</b>	<b>Título do vídeo</b>	<b>Link</b>
Socrátis	O que é um Eclipse? Eclipse Solar vs Eclipse Lunar	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=65CyoCYkyeo">https://www.youtube.com/watch?v=65CyoCYkyeo</a>
	A Descoberta de Urano	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=6sY4kXcM3T0">https://www.youtube.com/watch?v=6sY4kXcM3T0</a>
	O que são as estrelas de nêutrons?	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=mRuYo68dWPg">https://www.youtube.com/watch?v=mRuYo68dWPg</a>
	Buracos Negros - Mistérios da Astronomia	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=4HLFqA9Ejgg">https://www.youtube.com/watch?v=4HLFqA9Ejgg</a>

**AGRADECEMOS PELA  
LEITURA!**

---



**ONC**

OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS

MCTI