

A high-quality photograph of an astronaut in a white spacesuit floating in space. The astronaut is positioned diagonally, with their head towards the upper right. The suit is detailed with various equipment, including a life support system and a helmet with a reflective visor. The background is a deep, dark black, which makes the white suit stand out prominently. The lighting is dramatic, highlighting the textures of the suit and the metallic components.

CLUBE DE CIÊNCIAS  
MARGARET BURBIDGE

# Do planeta ao Universo

O GUIA COMPLETO  
PARA A OLIMPÍADA  
BRASILEIRA DE  
ASTRONOMIA



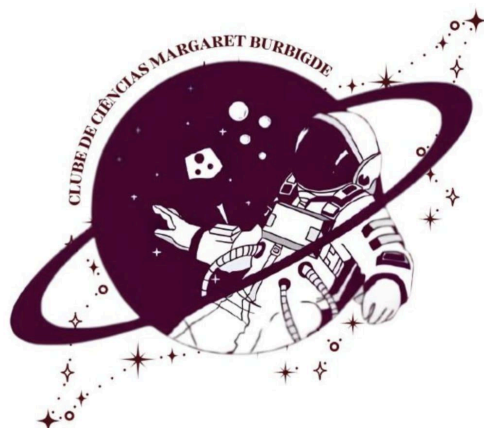
Você na  
trilha do  
conhecimento

Caro leitor,

Este material foi desenvolvido por estudantes da Escola Estadual Senador Rui Palmeira, localizada na região central de Arapiraca, Alagoas. O desenvolvimento deste material foi um dos principais objetivos do “Clube de Ciências Margaret Burbidge: Aprendendo, Construindo e Competindo”, um projeto que participou do edital Nº 10/2024 do Programa de Bolsas de Iniciação Científica Júnior de Alagoas (Pibic Jr Alagoas), com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL).

O projeto propôs a criação e divulgação gratuita desse material de apoio para estudantes de todo Brasil que tenham interesse em participar das olimpíadas científicas brasileiras, como a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), a Olimpíada Brasileira de Química (OBQ) e da Olimpíada Brasileira de Biologia (OBB).

Esperamos que faça um bom proveito e tenha bons estudos,  
Atenciosamente, equipe Clube de Ciências Margaret Burbidge.



## ÍNDICE

### ASTRONOMIA

Terra.....	3
Lua .....	21
Movimentos da Terra em torno do Sol.....	25
Objetos do Sistema Solar .....	30
Galáxias .....	53
Estrelas .....	59
Ano-luz .....	65
Origem do Universo .....	66
História da Astronomia .....	69

### ASTRONÁUTICA

Leis de Kepler .....	71
Gravitação Universal .....	73
Luminosidade, Fluxo e Magnitude absoluta e bolométrica .....	73
Missão Centenário .....	74
Foguetes e Satélites .....	75
A Estação Espacial Internacional (ISS) .....	80
O Telescópio <i>Hubble</i> , <i>James Webb</i> e demais telescópios espaciais.....	80
Conquista do espaço.....	82
Efeito estufa .....	84

# **Terra**

## **Origem**

A Terra se formou após a explosão de uma supernova, quando as partículas cósmicas e materiais microscópicos começaram a se juntar devido à força gravitacional. Dessa forma, as partículas se juntaram em diferentes formas, formando estrelas, planetas, asteroides e outros corpos celestes.

No início, a Terra estava superaquecida. No entanto, no cosmos, as temperaturas são negativas, o que provocou um esfriamento de fora para dentro. Com este processo, começa a criação das massas rochosas, que dão origem à crosta terrestre.

Este resfriamento liberou gases que formam a atmosfera. Acredita-se que a partir daí, as moléculas de hidrogênio e oxigênio se uniram e deram origem à água. Outra teoria afirma que a água chegou ao planeta através dos meteoritos que se chocavam com a Terra, pois estes continham cristais de H<sub>2</sub>O em sua composição.

Seja qual for a explicação sobre a origem do líquido, a partir deste instante, começou a chover e a consequência foi o aparecimento dos oceanos primitivos. Assim, lentamente, surgiram as condições para o nascimento da vida na superfície do planeta.

## **Estrutura Interna**

O planeta Terra é formado por três camadas principais: crosta, manto e núcleo. A zona de transição entre uma camada e outra recebe o nome de descontinuidade. A crosta é a camada mais externa e de menor espessura da Terra, constituída por material sólido. Divide-se em crosta continental e oceânica, podendo chegar a 70 km de espessura.

Chamada também de litosfera, a crosta terrestre não é contínua. Ela é constituída por grandes blocos rochosos que se movimentam sobre a astenosfera, chamados de placas tectônicas. Entre a crosta e o manto fica a descontinuidade de Mohorovičić.

O manto terrestre fica entre a crosta e o núcleo, entre 100 e 2900 km de profundidade. Apresenta temperaturas altíssimas e varia de pastoso, no manto superior, a líquido, no manto inferior.

É no manto superior que fica a astenosfera, camada de magma, sobre a qual as placas tectônicas se movimentam como resultado das correntes de convecção. Entre o manto e o núcleo fica a descontinuidade de Gutenberg.

O núcleo terrestre é a camada mais interna da Terra. Formado por níquel e ferro, divide-se entre o núcleo externo, que é líquido, e o núcleo interno, que se encontra no estado sólido. Com espessura de 3480 km, as temperaturas no núcleo terrestre chegam a 5000 °C.

- **Crosta:** A crosta, a casca externa do planeta, é a camada superficial, podendo ser chamada de litosfera. É nessa camada que estamos, que se localizam relevos, oceanos, mares, rios, biosfera, e outros. Para os seres humanos, é a camada em que há o desenvolvimento da vida. Para ter-se uma ideia, a espessura da crosta pode variar de 5 km a 70 km. Mesmo com esse tamanho, ela é só a “casca” do planeta, o que revela a imensidão dele.
- **Crosta Oceânica e Continental:** A crosta oceânica, como o nome diz, é a parte que está abaixo do mar, tendo de 5 km a 15 km de espessura. É menos espessa do que a crosta continental. Ela pode ter uma espessura de 30 km a 70 km, sendo a parte do planeta que forma os continentes.
- **Manto (interno e externo):** O manto está situado a uma profundidade que pode variar de 70 km a 2900 km. Nessa grande área, está localizado o magma, uma camada viscosa que envolve o núcleo e é responsável pela movimentação das placas tectônicas, situadas na litosfera. O manto superior está abaixo da litosfera, numa profundidade de até, aproximadamente, 670 km. Nele encontramos a astenosfera, uma área de característica viscosa que permite a movimentação da crosta ao longo de milhares de anos, modificando o relevo terrestre. No manto inferior, localizado a uma profundidade de 670 km a 2900 km, encontramos a mesosfera, parte sólida dessa estrutura que chega próximo ao núcleo. Ele é sólido devido à pressão exercida pelo peso da Terra.
- **Núcleo (interno e externo):** O núcleo é a camada mais profunda do planeta, chegando a 6700 km. O núcleo interno é sólido, com vários compostos minerais, entre eles níquel e ferro. Essa camada é responsável pelo campo magnético que

existe ao redor do planeta. Já o núcleo externo é líquido, tendo uma espessura de, aproximadamente, 1600 km. A temperatura nessa região pode chegar a 6500 °C.

## **Forma**

Até o século 17, a Terra era considerada uma esfera regular. Hoje, o nosso planeta é representado fisicamente como um geóide, uma forma arredondada com superfície irregular. A figura matemática que mais se adapta a essa forma da Terra é o elipsóide (esfera achatada nos pólos).

Quando se colocou em questão o valor constante do raio da Terra, chegou-se a um novo conceito: o de um elipsóide de revolução. Achatado nos pólos, o elipsóide de revolução é ainda hoje a figura matemática que os geodestas (cientistas dedicados a estudar, entre outras questões, a forma e as dimensões da Terra) consideram a que mais se adapta à forma verdadeira da Terra. Ela é representada fisicamente como um geóide, que, de forma simples, pode ser definido como uma superfície fictícia determinada pelo prolongamento do nível médio dos mares sobre os continentes.

A superfície terrestre é irregular, com deformações, e seu formato está em constante modificação, consequência das ações erosivas, dos vulcões, do movimento das placas tectônicas, dos ventos, das chuvas, das ações do homem etc. Para representar a superfície terrestre em um plano, é necessário que se adote uma superfície de referência, que corresponda a uma figura matematicamente definida. Dependendo do propósito do mapeamento, a representação da Terra pode variar entre um plano tangente à superfície terrestre (específico para representação de pequenas áreas, como uma propriedade, por exemplo), um elipsóide de revolução (para representar áreas maiores, como um país) ou uma esfera (para o caso de áreas muito maiores, como um continente ou o próprio globo terrestre, quando, na escala de representação utilizada, os raios equatorial e polar não apresentam diferença significativa).

## **Alterações na Superfície**

A superfície terrestre passa por constantes mudanças: surgimento de montanhas, escavamento de vales, continentes flutuantes. O relevo terrestre está sujeito a ações externas e internas. Ações estas, como ventos, correntes oceânicas e precipitações, estão modelando a superfície (ações externas). Calor e pressão gerados no centro da Terra

concorrem para a construção da superfície (ações internas). A estrutura física da Terra que gera sua aparência externa foi constantemente modificada através dos milhões e milhões de anos de sua existência. Tais modificações são impostas através de forças de diferentes origens. Duas origens são decorrentes:

1. **As forças externas:** geradas a partir de fenômenos externos à superfície terrestre (ciclo das águas, intempéries em geral, ventos etc.);
2. **As forças internas:** geradas a partir de fenômenos relacionados com os movimentos das camadas mais internas da Terra.

Destas duas origens de forças, originam-se vários de tipos de alteração das feições da superfície dos terrenos:

- **a denudação:** age sobre as camadas rochosas, atua através da erosão destas camadas pela condições adversas das intempéries e ainda por transporte através das águas;
- **a deposição:** age sobre as rochas sedimentares, provocando o acúmulo destas, que são determinado pelo movimento das superfícies aquáticas do planeta;
- **as erupções vulcânicas:** relacionadas às altas pressões exercidas sobre os materiais ígneo-rochosos, que são ejetados à superfície acarretando em formações rochosas de variadas espécies;
- **movimento das chamadas placas tectônicas:** gerado pelo movimento do material das camadas mais interiores da Terra, gerando fraturas de diversos tipos em terrenos adjacentes às chamadas falhas, mudando a posição dos elementos pré existentes nestas regiões.

## **Marés**

As marés na Terra constituem um fenômeno resultante da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, em menor escala, da atração gravitacional exercida pelo Sol sobre a Terra.

A ideia básica da maré provocada pela Lua, por exemplo, é que a atração gravitacional sentida por cada ponto da Terra devido à Lua depende da distância do ponto à Lua. Portanto a atração gravitacional sentida no lado da Terra que está mais próximo da Lua é maior do que a sentida no centro da Terra, e a atração gravitacional sentida no lado da Terra que está mais distante da Lua é menor do que a sentida no centro da Terra.

Em relação ao centro da Terra, um lado está sendo puxado na direção da Lua e o outro lado está sendo puxado na direção contrária. A maré do lado oposto não é causada pela rotação da Terra, pois está sempre na direção oposta à Lua. Como a água flui muito facilmente, ela se "empilha" nos dois lados da Terra, que fica com um bojo de água na direção da Lua e outro na direção contrária.

Enquanto a Terra gira no seu movimento diário, o bojo de água continua sempre apontando aproximadamente na direção da Lua. Em cada momento, um certo ponto da Terra estará embaixo da Lua e terá maré alta. Aproximadamente seis horas mais tarde (6h 12m), a rotação da Terra terá levado esse ponto a 90° da Lua, e ele terá maré baixa. Dali a mais seis horas e doze minutos, o mesmo ponto estará a 180° da Lua, e terá maré alta novamente. Portanto as marés acontecem duas vezes a cada 24h48m, que é a duração do dia lunar.

Se a Terra fosse totalmente coberta de água, a máxima altura da maré seria 1 m. Como a Terra não é completamente coberta de água, vários aspectos resultantes da distribuição das massas continentais contribuem para que a altura e a hora da maré variem de um lugar a outro. Em algumas baías e estuários as marés chegam a atingir 15 m de altura, como na Baía de Fundy, na Nova Escócia.

## **Atmosfera**

A atmosfera terrestre é a camada de gases que envolve a Terra; que não se dissipa, devido à ação da gravidade; e que, vista do espaço, mostra nosso planeta como uma esfera de cor azul brilhante.

Ela é importante porque nos protege da perigosa radiação ultravioleta procedente do sol e porque permite que a Terra mantenha o calor durante a noite e, por outro lado, não esquente demais durante o dia. Não fosse ela, a superfície do nosso planeta teria diferenças enormes de temperatura entre as áreas de sombra e as ensolaradas, como ocorre na lua, por exemplo.

Ela é composta principalmente de nitrogênio (cerca de 78,09% em volume), seguindo-se o oxigênio (20,95%), argônio (0,93%), gás carbônico (0,039%) e pequenas quantidades de outros gases. Há também uma quantidade variável de vapor d'água.

Quanto mais se sobe, a partir da superfície terrestre, mais rarefeita se mostra. Por isso, sua massa, que é de aproximadamente 5 x 10<sup>15</sup> toneladas, está concentrada principalmente próxima à superfície do planeta. Nos primeiros 11 km da atmosfera, encontram-se  $\frac{3}{4}$  da massa total.

A rarefação do ar é progressiva e não há uma separação nítida entre a atmosfera e o espaço exterior, ou seja, não há um limite superior definido para o envoltório gasoso da Terra. Normalmente costuma-se colocar esse limite a 100 km de altitude, a chamada Linha Kármán. Mas isso para fins relacionados à aviação. Se levarmos em conta a ação da gravidade sobre os gases que envolvem a Terra, o espaço exterior começa bem depois, ou seja, a espessura da atmosfera terrestre é bem maior, de até 10.000 km talvez.

A Atmosfera é composta por gases que envolve o planeta Terra, os gases não dissipam por conta da ação da gravidade. Os gases presentes na atmosfera são o nitrogênio em maior quantidade, oxigênio, dióxido de carbono, ozônio e argônio. Ela fornece oxigênio auxiliando na manutenção da vida, mantém a temperatura estável evitando baixas e altas durante o dia e a noite, protegendo os seres vivos dos raios ultravioletas.

### **A Atmosfera é dividida em 5 camadas:**

#### **Troposfera:**

É primeira e camada mais próxima da superfície terrestre com aproximadamente 17 quilômetros, e consiste em cerca de 80% da atmosfera. Nessa camada é onde os seres humanos podem respirar, e os aviões circulam, quando a altitude aumenta a temperatura diminui, e onde todos os fenômenos meteorológicos ocorrem.

#### **Estratosfera:**

A segunda camada se encontra a 50 quilômetros da superfície da Terra, diferente da troposfera a temperatura eleva-se à medida que a altitude aumenta. É na estratosfera que se

encontra a camada de ozônio,ela nos protege da radiação ultravioleta que causa problemas como câncer de pele e envelhecimento .

### **Mesosfera:**

É a camada mais fria da atmosfera , podendo chegar a  $-90^{\circ}$  C no seu limite, a redução de temperatura deve-se a o fato da baixa concentração de moléculas por causa da camada de ozônio. É essa camada que fragmenta os meteoritos ,evitando que cheguem à superfície terrestre por conta da sua resistência do ar,a distância da superfície da Terra é de 80 quilômetros aproximadamente.

### **Termosfera:**

É chamada também de ionosfera ,por conta da grande concentração de íons (partículas carregadas de eletricidade) , possibilitando a reflexão de ondas de rádio. Ao contrário da mesosfera a temperatura volta a se elevar , podendo chegar a  $1500^{\circ}$  C , essa camada representa 1% da atmosfera e atua na retenção da radiação solar. É na termosfera que órbita ônibus espaciais e alguns satélites, e aqui também que ocorre o fenômeno, caracterizado por conjunto de luzes brilhantes, que visto no céu noturno,conhecido como Aurora Boreal, a distância dela da superfície terrestre é aproximadamente 600 quilômetros.

### **Exosfera:**

A última camada da atmosfera é composta de gás hélio e a outra metade de hidrogênio,essa camada faz transição entre a atmosfera terrestre e o espaço sideral ,cerca de 600 quilômetros da superfície e não apresenta limite visível, a partir da exosfera as partículas começa a se desprender da gravidade da Terra. A temperatura nesta camada ultrapassa os  $10000^{\circ}$  C, com essa elevação as naves espaciais são construídas com materiais resistente a altas temperaturas, para que possam atravessar essa camada ,onde os satélites orbitam.



Camadas da atmosfera. Fonte: Toda Matéria.

## Zonas Térmicas da Terra

### O que são?

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.



Zonas Térmicas da Terra. Fonte: Toda Matéria.

## **Características:**

### **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.

→ **Observação:** Trata-se da região mais exposta ao Sol, sendo assim recebe muita iluminação e aquecimento já que os raios solares chegam de forma perpendicular.

### **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.

→ **Observação:** Os raios solares atingem a região de forma inclinada fazendo com que apresenta temperaturas amenas.

### **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.

→ **Observação:** 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.

## **Por que existem?**

Entre os fatores que estabelecem as zonas térmicas podemos destacar:

- Forma do planeta;
- Inclinação do eixo da Terra;
- Movimento de translação ao redor do Sol.

Por ser aproximadamente esférica e levemente achatada nos pólos, os raios solares não incidem com mesmo ângulo e intensidade em toda a superfície.

## **Zonas do Brasil**

A maior parte do território brasileiro encontra-se na Zona Tropical, que se localiza entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio. Por isso, predomina os climas tropicais no país.

## **Movimentos da Terra**

### **Rotação**

A rotação da Terra é o movimento que ela executa revolvendo-se sobre si (com referência às estrelas), ou seja, a rotação do corpo celeste em torno de seu próprio eixo vertical (que cruza o planeta de Norte a Sul), que é responsável pela alternância entre o período de tempo ensolarado e o período de tempo sem incidência solar direta (conhecidos como dia e noite) – alternância essa observada em qualquer localidade cuja latitude não seja muito próximas às dos polos geográficos. Em virtude da inclinação do eixo determinado pela rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol, nos polos, a alternância entre o período ensolarado e o período umbral deve-se à translação do planeta em torno do Sol e não à sua rotação; observando-se ali seis meses de iluminação seguidos de seis meses de escuridão.

A rotação da Terra é o movimento giratório que a Terra realiza sobre si, estabelecendo um eixo de simetria que transpassa seu centro e que determina, em sua interseção com a superfície do planeta, os pólos geográficos norte e sul. A rotação dá-se, em acordo com a regra da mão direita, no sentido anti-horário se visto por um observador inercial – estático em relação às estrelas – quando situado sobre o polo Norte. A duração do assim chamado dia sideral – o tempo necessário para a Terra completar uma volta completa sobre si – 360 graus exatos – é de 23 horas, 56 minutos, 4 segundos e 9 centésimos (23h 56min 4,09s). Tendo o planeta, um perímetro aproximado de 40 075 km

na linha do equador, a sua velocidade de rotação medida nesta linha, ou seja, em seu diâmetro máximo, é de aproximadamente 465 metros por segundo (1674 km/h). Em relação ao Sol, o tempo de rotação médio – o dia solar médio – é de 24 horas. O dia solar – o período entre duas passagens sucessivas do Sol sobre o meridiano local – varia ao longo do ano, sendo contudo sempre superior ao dia sideral.

### **Translação**

A diferença entre o dia sideral e o dia solar deve-se à translação da Terra, que consiste no avanço do centro da Terra – a rigor, do centro de massa do sistema Terra Lua – ao longo de uma curva fechada em redor do Sol, estabelecendo uma trajetória conhecida por órbita. Para a Terra, essa órbita aproxima-se muito de uma órbita circular, mas, a rigor, é uma curva chamada elipse. A velocidade com que a Terra percorre tal órbita é variável ao longo do ano (segunda lei de Kepler), mas esse movimento dá-se com a velocidade em média por volta de trinta quilômetros por segundo: a cada segundo, a Terra desloca-se 30 quilômetros no espaço em sua trajetória em torno do Sol. Durante a translação, o eixo de rotação da Terra mantém um ângulo de aproximadamente  $23^\circ$  com a reta normal ao plano da órbita da Terra – denominado eclíptica – e a orientação do mesmo pode ser considerada espacialmente fixa para intervalos de tempo muito menores que 25 800 anos, tempo esse correspondendo ao período aproximado de precessão do eixo da Terra em torno da normal ao plano da eclíptica e por consequência também o período da precessão dos equinócios.

### **Polos:**

Os pólos da Terra – nesse caso, os pólos geográficos da Terra – são os pontos extremos do planeta com a centralidade definida pelo eixo do movimento de rotação terrestre. Representam, dessa forma, os pontos extremos do planeta, com os níveis máximos e mínimos de latitude.

É importante estabelecer a diferença entre pólos geográficos e pólos magnéticos. Os primeiros são estabelecidos pelo eixo de rotação e são áreas da superfície terrestre. Os segundos são as zonas do planeta em que o magnetismo é mais intenso, não coincidindo exatamente com a localização dos pólos geográficos. Assim, os efeitos do fenômeno magnético propiciam que todos os objetos imantados sejam atraídos para uma área próxima ao polo norte geográfico, o que propicia o funcionamento das bússolas.

Os dois pólos da Terra possuem a importante função de amenizar as temperaturas do planeta por serem cobertos por gelo e apresentarem as menores temperaturas. Eles estão sempre congelados porque são as zonas terrestres que recebem os raios solares em menor intensidade.

Na verdade, durante seis meses, o sol ilumina um dos polos, caracterizando o verão em um deles e o inverno (noite) em outro. Depois, o contrário acontece. É durante esse grande dia que o degelo das calotas polares acontece, com o posterior recongelamento quando o inverno retorna. Esse fenômeno está ligado à inclinação da Terra durante o movimento de translação, aquele que é realizado em torno do Sol. É claro que entre o grande dia e a noite existe um período de transição, em que a luz vai avançando sobre a noite e vice-versa. O instante em que os pólos encontram-se igualmente divididos “meio a meio” entre sol e noite ocorre durante os equinócios.

O polo norte – também chamado de Ártico – não possui terra firme, sendo basicamente formado por gelo. Assim, ele não é considerado um continente. Sua área, ainda, abrange o extremo norte dos continentes europeu, americano e asiático, além do Oceano Glacial Ártico (que é um mar, e não um oceano). Já o polo sul, bem maior, envolve a área do continente antártico, o extremo sul da América do sul e o Oceano Glacial Antártico, que também é um grande mar. Nele, as temperaturas são menores em virtude das altitudes mais elevadas, e a camada de gelo recobre a terra firme.

Em ambos os polos, as condições de vida são muito reduzidas, havendo poucas populações. No norte, os esquimós não chegam a habitar o polo norte propriamente dito, mas as zonas continentais mais extremas na Groenlândia, no Canadá e na Rússia, principalmente. No sul, há uma ampla divisão territorial entre os países, que utilizam o espaço para a realização de pesquisas científicas.

Os animais do polo norte da Terra são, em geral, lebres e espécies adaptadas ao frio, como o urso-polar, focas, orcas, baleias, raposa-do-ártico, entre outras. Já os animais do antártico são os leões-marinhos, os pinguins, as baleias-azuis, pequenos artrópodes (como o carrapato) e alguns outros tipos. Assim, é possível afirmar que não há pinguins no norte e nem ursos-polares no sul.

## **Equador:**

Equador é a linha imaginária ao redor do meio de um planeta ou outro corpo celeste. Está a meio caminho entre o Pólo Norte e o Polo Sul, a 0 graus de latitude. Um equador divide o planeta em hemisfério norte e hemisfério sul. A Terra é mais larga no seu equador, com uma circunferência de 40 075 km. Seu diâmetro equatorial, de cerca de 12 756 km, também é mais largo ali, criando fenômeno chamado de protuberância equatorial.

O empuxo gravitacional da Terra é ligeiramente mais fraco no equador devido a sua protuberância equatorial. Por sua atração gravitacional ser levemente mais fraca, o equador é ideal para lançamentos espaciais, pois os mesmos consomem menos energia ao serem lançados em baixa gravidade. Duas vezes ao ano, nos equinócios da primavera e do outono, o Sol passa diretamente sobre o equador. Mesmo no resto do ano, as regiões equatoriais geralmente experimentam um clima quente e úmido com pouca variação sazonal. A estação úmida e chuvosa geralmente dura a maior parte do ano. A longa e quente estação chuvosa cria florestas tropicais.

## **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 (Leste) e se põe ao entardecer, no lado oposto (Oeste).

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.

## **Bússola:**

A bússola, também chamada de bússola magnética, é um objeto utilizado para orientação geográfica. É um instrumento que ajuda as pessoas a encontrarem o caminho certo ao indicar as direções cardeais: norte, sul, leste e oeste. Durante muito tempo esse instrumento foi utilizado na navegação como forma de localização, e até hoje é considerado uma das maiores invenções da humanidade. A bússola funciona graças ao campo magnético da Terra. Ela possui uma agulha magnética que gira e sempre aponta para o norte magnético.

Isso acontece porque a agulha é um ímã e, como todos os ímãs, ela é atraída pelos pólos magnéticos da Terra. Ao saber onde fica o norte, é possível descobrir as outras direções e se orientar melhor em qualquer lugar. Portanto, ela possui em seu interior a rosa dos ventos que indica os pontos cardeais, colaterais e subcolaterais da Terra.

Isso porque ela atua sob o magnetismo terrestre, sendo atraída para a direção dos pólos do planeta. A agulha, suspensa pelo centro de gravidade, gira de acordo com os movimentos realizados.

## **Dia e Noite:**

O homem e todos os animais do planeta percebem o dia e a noite. O comportamento dos seres vivos se altera de acordo com a presença ou ausência de luz solar, mas saber como ocorrem os dias e as noites foi uma descoberta bastante demorada. Na antiguidade, era possível encontrar os pontos cardeais, saber a ordem de distância dos planetas até a Terra, calcular quantos dias tinha o ano e prever as estações. No entanto, acreditava-se que o dia e a noite ocorriam porque o céu girava ao redor da Terra enquanto ela permanecia parada.

Se observarmos atentamente o céu, a sensação que temos é que tudo gira ao nosso redor enquanto estamos parados e por causa disso pensava-se que a Terra estava no centro do universo. Só quando o homem deixou de pensar que a Terra era o centro do universo é que se considerou a possibilidade dela girar enquanto o céu permanecia parado. Isso aconteceu no fim do século XV, quando Nicolau Copérnico verificou que os planetas não podiam ser encontrados nas posições previstas por cálculos quando a Terra era considerada o centro do Universo. Por isso ele lançou uma teoria em que o Sol estava no centro e todos

os outros planetas giravam ao seu redor. Posteriormente Johannes Kepler (que viveu na mesma época de Galileu) conseguiu calcular a órbita de Marte ao redor do Sol. Mas, o fato da Terra girar e não o céu só foi confirmado com o aparecimento da luneta. Com ela Galileo pode observar que havia outras luas girando ao redor do planeta Júpiter e que o próprio Júpiter girava sobre si mesmo. Esses fatos levaram os astrônomos a concluir que a Terra era apenas um planeta como os outros e não o centro do universo. Assim ficou entendido que o dia e a noite ocorrem porque a Terra gira ao redor de um eixo imaginário como se fosse um pião

### **Horas:**

A hora é uma unidade de medida de tempo que tem por base a velocidade de rotação e as dimensões da Terra. Na convenção moderna uma hora é correspondente a 60 minutos ou 3 600 segundos. Isso é aproximadamente  $1/24$  (um vinte e quatro avos) de um dia da Terra.

A hora foi originalmente definida no Egito como  $1/24$  (um vinte e quatro avos) de um dia, baseado no sistema de numeração duodecimal. Apesar de não ser definida pelo Sistema Internacional de Unidades (SI), ele aceita que a unidade seja representada pelo símbolo h.

### **Fusos Horários:**

Fusos horários são faixas delimitadas por dois meridianos dentro das quais todas as localidades possuem a mesma hora.

- Cada fuso horário corresponde a um intervalo de  $15^\circ$ .
- O planeta se divide em 24 fusos horários, e cada um deles representa uma hora.

A metodologia para o estabelecimento de fusos horários levou em conta as 24 horas que a Terra demora para completar uma volta em torno do seu próprio eixo ( $360^\circ$ ).

- As zonas foram criadas para padronizar a contagem do tempo no mundo.

O Meridiano de Greenwich fica no centro do fuso horário inicial ou de referência, que é o de Londres. Ele é representado pela sigla GMT (Greenwich Mean Time).

Para calcularmos a diferença de horários entre dois pontos distintos, é preciso considerar que à medida que caminhamos para leste, as horas aumentam, ou seja, os horários estão adiantados. A oeste, os horários estão atrasados, portanto, as horas diminuem.

→ O território brasileiro se divide em quatro fusos horários (de GMT -2 a GMT -5).

### **Origem do fuso horário**

O berço da ideia do horário de verão teve origem nos Estados Unidos no final do século XIX. Um estudioso local, chamado Benjamin Franklin, observou que, em determinada época do ano, a radiação solar atinge a superfície terrestre de forma mais duradoura, assim, concebeu-se a ideia de que essa característica deveria ser aproveitada para o desenvolvimento de diferentes atividades e, conseqüentemente, para a economia de energia artificial. No entanto, tal ideia tomou força apenas no início do século XX.

### **Horário de Verão**

#### **O que é?**

O horário de verão é uma estratégia adotada em diversas localidades do mundo para aumentar o aproveitamento da iluminação natural da luz solar. Historicamente, ele foi empregado de forma ampla ao longo do século XX, em resposta às diferentes dificuldades econômicas e ambientais.

#### **Horário de verão no Brasil.**

A adoção do horário de verão no Brasil ocorreu de forma intermitente desde o ano de 1931. A partir de então, o país vivenciou diferentes períodos de adoção do modelo, com uma duração aproximada de 120 dias do ano. A criação do horário de verão não ocorreu de forma homogênea no território brasileiro, mas sim sempre privilegiando os estados

situados mais ao Sul do país, ou seja, que estão distantes da Linha do Equador, onde há maior iluminação solar.

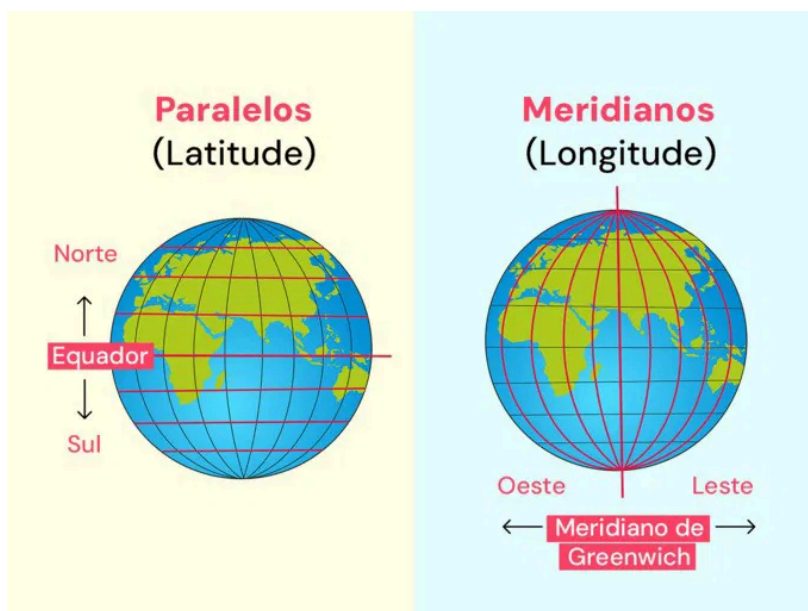
→ **Observação:** Atualmente, o horário de verão não é mais adotado no Brasil.

### **Para que serve o horário de verão?**

A principal utilidade do horário de verão está voltada para a economia de energia. A ideia central da sua utilização é o maior aproveitamento da incidência da luz solar para o desenvolvimento das atividades humanas. Assim, ele serve para aproveitar a luz natural do Sol e, conseqüentemente, economizar iluminação artificial.

### **Coordenadas Geográficas**

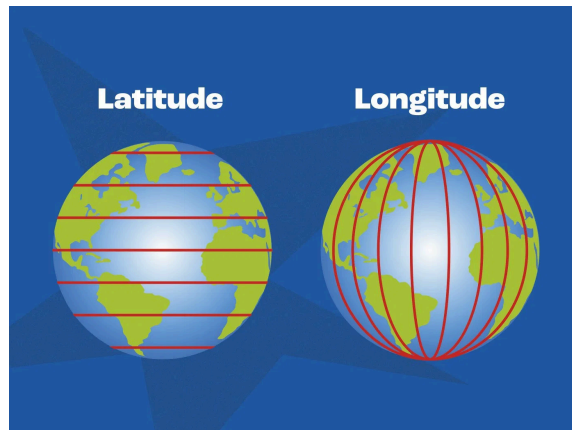
São um sistema de localização que permite determinar a posição de um ponto na Terra. Ao se traçarem linhas imaginárias pela superfície terrestre, os meridianos e paralelos, elas permitem localizar pontos no planeta, como municípios, embarcações e aeronaves.



Paralelos e meridianos. Fonte: Toda Matéria.

## Latitude e Longitude

Coordenadas que definem um ponto na Terra. São medidas em graus, minutos e segundos e são fundamentais para a cartografia.



Latitude e Longitude. Fonte: Toda Matéria.

### Latitude

Varia de  $0^{\circ}$  no equador até  $90^{\circ}$  nos polos, tanto ao norte quanto ao sul. São chamadas de paralelos e correm de leste a oeste.

### Longitude

Distância medida em graus em qualquer ponto da superfície terrestre e o Meridiano de Greenwich, estabelecido como o meridiano de  $0^{\circ}$ . Varia de  $180^{\circ}$ , tanto em direção leste quanto na oeste, adquirindo sinal negativo para indicar o hemisfério

## **Lua**

A Lua é um corpo celeste localizado no Sistema Solar, mais precisamente nas proximidades da Terra, sendo o único satélite natural deste planeta. Há diversas teorias que explicam a formação lunar, no geral, derivadas de outros processos que geraram os demais corpos celestes, inclusive o próprio planeta Terra.

A teoria mais aceita para a origem da Lua aponta que tenha surgido a partir da colisão de um corpo celeste de dimensões semelhantes a Marte com a Terra, há cerca de 4,5 bilhões de anos. Os detritos da explosão seriam os formadores do satélite, que inicialmente apresentavam muito material fundido. Ao longo do tempo, este material foi se cristalizando e formando o satélite que hoje conhecemos.

A Lua possui algumas características semelhantes às da Terra, como a sua composição em três grandes camadas. Uma outra característica da Lua é a sua superfície formada por crateras constituídas pela queda de corpos celestes diversos. Ela possui quatro fases e é objeto de estudos científicos diversos, tendo também uma relação muito próxima com a Terra, influenciando a esfera terrestre por meio do seu campo gravitacional.

### **Fases:**

As fases da lua são os diferentes estágios de iluminação desse satélite durante sua órbita em torno da Terra e do Sol. A lua possui quatro fases principais: Nova, Crescente, Cheia e Minguante.

### **Lua nova**



Lua nova. Fonte: <https://escolakids.uol.com.br/geografia/fases-da-lua.htm>

Lua nova é a denominação dada para a fase da Lua quando a sua face visível não recebe luz do Sol. Ou seja, a Lua encontra-se entre o Sol e a Terra, portanto, como sua face visível está voltada para nós e de costas para o Sol, não podemos vê-la. Durante o dia, entretanto, é possível observar a sua presença no céu. É durante essa fase que ocorrem os eclipses solares.

### **Lua crescente**



Lua crescente. Fonte: AstroStar / Shutterstock.com

Temos a fase da Lua “quarto crescente”, quando a parte visível da Lua começa a receber a luz do Sol e, para nós, ela fica com uma forma de semicírculo apontando para leste. Esta fase culmina com apenas metade da parte visível da Lua recebendo a luz do Sol (por isso chama-se “quarto”, porque apenas  $\frac{1}{4}$  da Lua está iluminado).

### **Lua cheia**



Lua cheia. Fonte: AstroStar / Shutterstock.com

Após o quarto - crescente, temos a fase de Lua cheia, quando seu lado visível da Terra encontra-se totalmente iluminado pelo Sol. A Terra está entre o Sol e a Lua, porém nem sempre temos a ocorrência de um eclipse lunar. Neste caso de que falamos, a órbita da Lua está com certa inclinação que permite que ela receba a luz do Sol sem que a Terra faça sombra.

### **Lua minguante**



Lua minguante. Fonte: AstroStar / Shutterstock.com

O último estágio, ou fase da Lua, é a fase de quarto - minguante. Nesta fase, a parte iluminada da face visível da Lua vai diminuindo. Durante este período ela assume novamente o aspecto de um semicírculo até culminar com apenas  $\frac{1}{4}$  da Lua iluminado pelo Sol novamente, só que desta vez no sentido inverso da fase quarto - crescente.

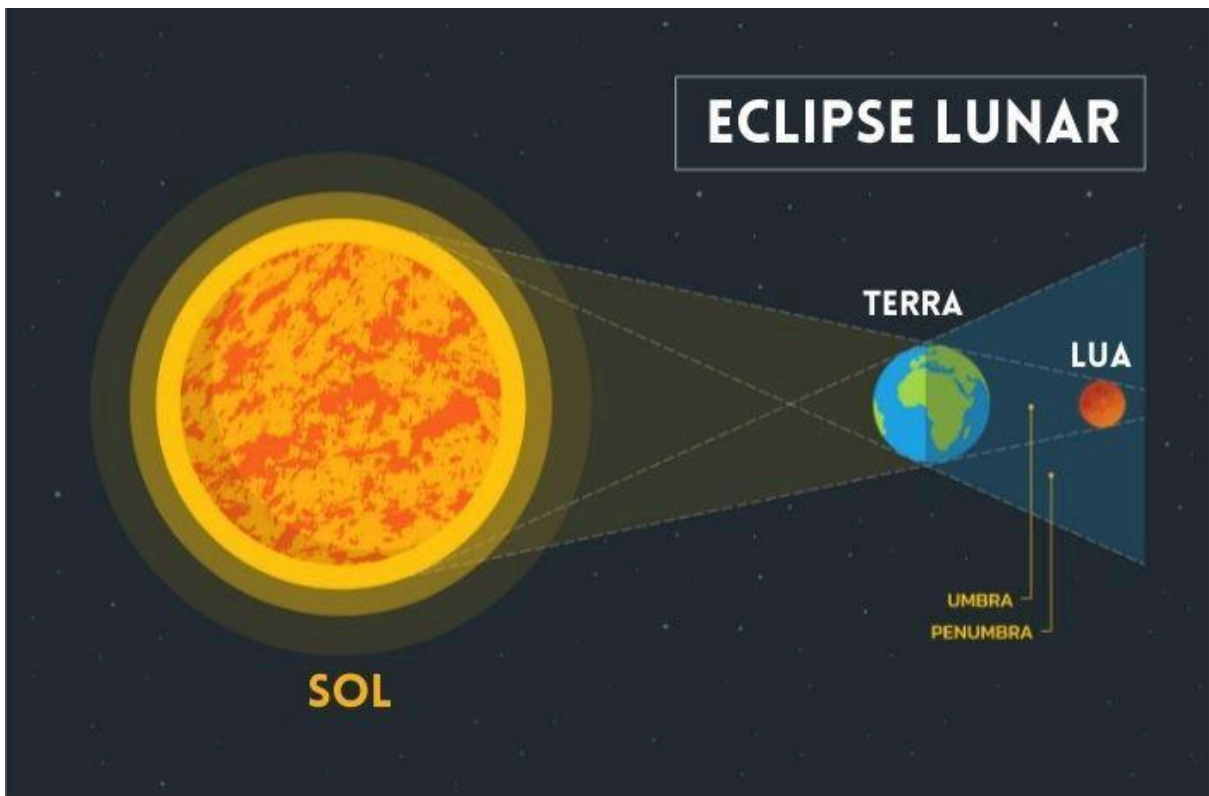
### **Meses/calendário lunar:**

O ciclo lunar é o período de passagem da Lua por suas quatro fases, iniciando na Lua Nova, passando pela Crescente, alcançando seu auge na Cheia e, por fim, a Minguante, até voltar ao seu estágio inicial. Conhecido como mês lunar ou mês sinódico, esse ciclo tem uma duração média de aproximadamente 29,5 dias.

### **Eclipse:**

Um eclipse lunar ocorre quando a Terra fica entre a Lua e o Sol, causando, assim, uma região de sombra que se projeta sobre a superfície do satélite. Essa área de sombra criada pelo bloqueio que o planeta causa temporariamente à luz solar que seguia em

direção à Lua é dividida em duas regiões: a umbra e a penumbra, conforme mostra o esquema simplificado da imagem abaixo.



Como ocorre um eclipse lunar. Fonte: Mundo Educação.

A região de penumbra consiste em uma área que ainda recebe uma certa quantidade de luz, bem mais fraca do que quando não há bloqueio. Com isso, a sombra projetada é também menos intensa. Já a região denominada umbra é caracterizada pela escuridão total, não chegando nenhuma luz. Em razão disso, a sombra da Terra que é projetada na Lua é mais intensa, e o satélite fica quase invisível a olho nu.

### Tipos de eclipse lunar

Existem três diferentes tipos de eclipse lunar:

- **Eclipse lunar total:** acontece quando toda a sombra da Terra é projetada sobre a Lua, o que se dá quando o satélite está inteiramente posicionado na região da umbra.

- **Eclipse lunar parcial:** acontece quando somente uma parte da Lua é recoberta pela sombra terrestre. Isso se dá quando o alinhamento entre o satélite, a Terra e o Sol não ocorre perfeitamente, e somente uma parte da superfície lunar recebe diretamente a luz do Sol. A forma como ele será visto da Terra dependerá justamente do alinhamento.
- **Eclipse lunar penumbral:** como o próprio nome sugere, ocorre quando a Lua está na região de penumbra da sombra da Terra. Em função disso, a sombra projetada na superfície lunar é bastante sutil.

## **Movimentos da Terra em torno do Sol**

### **Movimento de translação**

O movimento de translação é um dos movimentos realizados pelo planeta Terra. Esse movimento está associado à existência das estações do ano e a dinâmica climática, além de eventos como os solstícios e os equinócios. Como sabemos, a Terra está em constante movimento e a translação é um dos principais movimentos do nosso planeta. Eles são primordiais para que os ciclos de vida nela funcionem perfeitamente, como o ciclo hidrológico. "Todo planeta no Sistema Solar tem seus movimentos de acordo com a distância que possuem em relação ao Sol. Eles influenciam dinâmicas climáticas, alterações de marés, estações do ano, consequências de dias e noites, e outras inúmeras atividades ligadas à vida na Terra."

### **Eclíptica**

A eclíptica é um grande círculo imaginário na esfera celeste no qual o Sol parece se mover ao longo de um ano. É claro, é realmente a órbita da Terra ao redor do Sol que causa a mudança no aparente movimento do Sol. A eclíptica é inclinada no equador celeste em 23,5 graus. Os dois pontos onde a eclíptica cruza o equador celeste são conhecidos como os equinócios.

Como nosso sistema solar é relativamente chato, as órbitas dos planetas são também próximas ao plano da eclíptica. Adicionalmente, as constelações do Zodíaco estão localizadas ao longo da eclíptica. Isto faz da eclíptica uma linha de referência muito útil

para todos que tentam localizar os planetas e constelações do Zodíaco, pois elas literalmente “seguem o Sol”.

Devido aos 23,5 graus de inclinação do eclíptico, a *altitude* do Sol na transição muda ao longo do ano, conforme ela segue o caminho do eclíptico no céu. Isto é que causa as estações. No verão, o Sol está alto na transição, e ele se mantém acima do horizonte por mais de doze horas. Enquanto isso, no inverno, o Sol está baixo no céu na transição, e ele se mantém acima do horizonte menos de doze horas. Além disso, a luz do sol é recebida pela superfície da Terra em um ângulo mais direto no verão, o que significa que em uma determinada área a superfície recebe mais energia por segundo em versão do que no inverno. As diferenças na duração do dia e na energia recebida por unidade de área causam as diferenças de temperatura que experimentamos no verão e inverno.

## **Ano**

Um ano tropical ou ano solar (ou período tropical ) é o tempo que o Sol leva para retornar à mesma posição no céu – visto da Terra ou de outro corpo celeste do Sistema Solar – completando assim um ciclo completo de estações astronômicas . Por exemplo, é o período entre o equinócio de primavera e o próximo equinócio de primavera, ou entre o solstício de verão e o próximo solstício de verão. É o tipo de ano usado pelos calendários solares tropicais.

O ano tropical é um tipo de ano astronômico e período orbital específico. Outro tipo é o ano sideral (ou período orbital sideral), que é o tempo que a Terra leva para completar uma órbita completa ao redor do Sol, medido em relação às estrelas fixas, resultando em uma duração 20 minutos a mais que o ano tropical, devido à precessão dos equinócios.

## **Estações do ano**

Existem quatro estações do ano: primavera, verão, outono e inverno. Elas ocorrem ao longo do período de um ano, sendo que cada uma tem a duração média de 3 meses. Os países localizados na faixa tropical do planeta não possuem as quatro estações bem definidas, sendo predominantes o verão e o inverno.

As estações do ano ocorrem devido à inclinação do eixo da Terra (cerca de 23,5°) em relação ao seu plano orbital e ao movimento de translação ao redor do Sol. Essa inclinação faz com que, durante o ano, a luz solar incida de forma desigual entre os hemisférios Norte e Sul, alterando a intensidade de calor.

## **Outono**



Paisagem típica de outono. Fonte: Toda Matéria.

O outono sucede o verão e antecede o inverno. Ele se caracteriza pela temperatura amena, tempo mais fresco e queda das folhas das árvores. Inicialmente, os dias e noites possuem a mesma duração. Porém, com o tempo, os dias vão se tornando mais curtos em relação à noite. Além disso, a temperatura também vai caindo, marcando a chegada do inverno.

- Quando começa o outono: 20 ou 21 de março.
- Quando acaba o outono: 20 ou 21 de junho.

## **Inverno**



Neve no Sul do Brasil. Fonte: Toda Matéria.

O inverno é a época mais fria do ano, quando as temperaturas são baixas e com presença de neve em algumas localidades. Ela antecede a primavera e sucede o outono. Nesse período, as noites são mais longas do que os dias e os animais ficam mais ociosos, alguns chegam até a hibernar.

- Quando começa o inverno: 20 ou 21 de junho.
- Quando acaba o inverno: 22 ou 23 de setembro.

## **Primavera**



Durante a primavera as flores e folhas dão cor à paisagem. Fonte: Toda Matéria.

A primavera sucede o inverno e antecede o verão. Nesse período, as temperaturas voltam a ficar amenas, as flores florescem e os dias e noites têm a mesma duração. Aos poucos, os dias vão se tornando mais longos e as temperaturas aumentam, indicando a chegada do verão.

- Quando começa a primavera: 22 ou 23 de setembro.
- Quando acaba a primavera: 21 ou 22 de dezembro.

## Verão



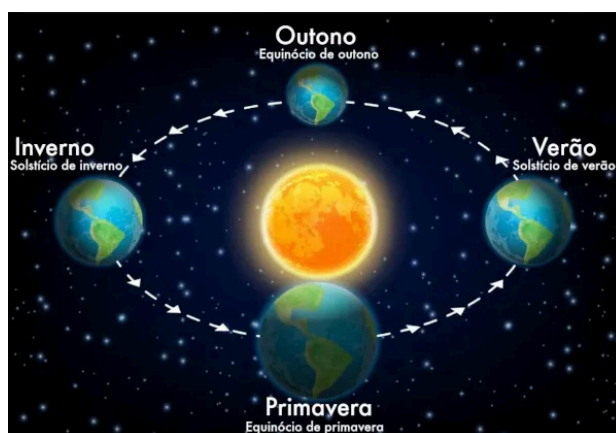
No verão as pessoas aproveitam o Sol e as praias. Fonte: Toda Matéria.

O verão sucede à primavera e antecede o outono, é um período marcado pelas altas temperaturas e dias mais longos. O calor resulta em uma evaporação mais rápida da água acumulada nos solos, resultando em chuvas constantes.

- Quando começa o verão: 21 ou 22 de dezembro.
- Quando acaba o verão: 20 ou 21 de março.

## Solstício e Equinócio

Solstício e equinócio são fenômenos astronômicos que marcam o início das estações do ano e estão relacionados à posição do Sol e à inclinação da Terra.



Solstício e Equinócio. Fonte: Brasil Escola.

## **Solstício:**

O solstício representa o posicionamento do Sol em seu limite máximo, isto é, o Sol estará em seu auge ao norte ou ao sul. Essa maior declinação do Sol em relação à Linha do Equador tem como consequência a maior iluminação de um dos hemisférios. Esse fenômeno ocorre em dois momentos do ano, em junho e em dezembro. Quando a incidência solar é maior em um dos hemisférios, ocorre o solstício de verão. Já quando a incidência solar é menor em um dos hemisférios, ocorre o solstício de inverno. O solstício de verão é caracterizado por ter dias mais longos do que as noites.

## **Equinócio:**

O equinócio representa o posicionamento médio do Sol em relação à Terra, isto é, nenhum dos hemisférios está inclinado em relação ao Sol, estando incidindo seus raios diretamente sobre a Linha do Equador, iluminando, então, igualmente os dois hemisférios. Esse fenômeno ocorre em dois momentos do ano, em março e em setembro. A ocorrência do equinócio dá início à primavera e ao outono. Em razão da mesma intensidade dos raios solares em ambos os hemisférios, os dias e as noites possuem a mesma duração.

## **Objetos do Sistema Solar**

### **O que é o sistema solar?**

O Sistema Solar é um conjunto de planetas que consiste em uma estrela (o Sol) e tudo que orbita ao seu redor devido à gravidade: planetas, planetas anões, luas, asteroides, cometas e meteoróides. De acordo com a explicação da Nasa, esse sistema planetário se formou a partir de uma nuvem densa de gás e poeira interestelar.

### **Quando se formou?**

Há cerca de 4,5 bilhões de anos, uma nuvem cósmica de gás e poeira colapsou, o que aconteceu, possivelmente, por conta de uma onda de choque causada pela supernova (explosão) de uma estrela próxima. Como resultado do colapso, uma nebulosa solar se formou, ou seja, um disco de material que gira e se aglomera, explica a agência espacial.

A gravidade do centro da nebulosa atraiu material e, eventualmente, a pressão no núcleo foi tão grande que átomos de hidrogênio começaram a se combinar e formar hélio, liberando uma grande quantidade de energia. Foi assim que nasceu o Sol, que acumulou mais de 99% da matéria disponível.

### **Surgimento dos planetas.**

A ordem e a disposição dos planetas e dos demais corpos no Sistema Solar devem-se à maneira de como se formaram. A agência norte-americana explica que apenas mundos rochosos podiam suportar o calor próximo ao Sol. Por essa razão, os quatro primeiros planetas (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) são terrestres. Todos eles são pequenos e têm superfícies sólidas e rochosas.

Enquanto isso, materiais como gelo, líquido ou gás se estabeleceram nas regiões externas do jovem Sistema Solar. A gravidade uniu esses materiais e deu origem aos outros quatro planetas: os gigantes gasosos (compostos principalmente de hélio e/ou hidrogênio) Júpiter e Saturno; e os gigantes de gelo, Urano e Netuno.

### **Planetas:**

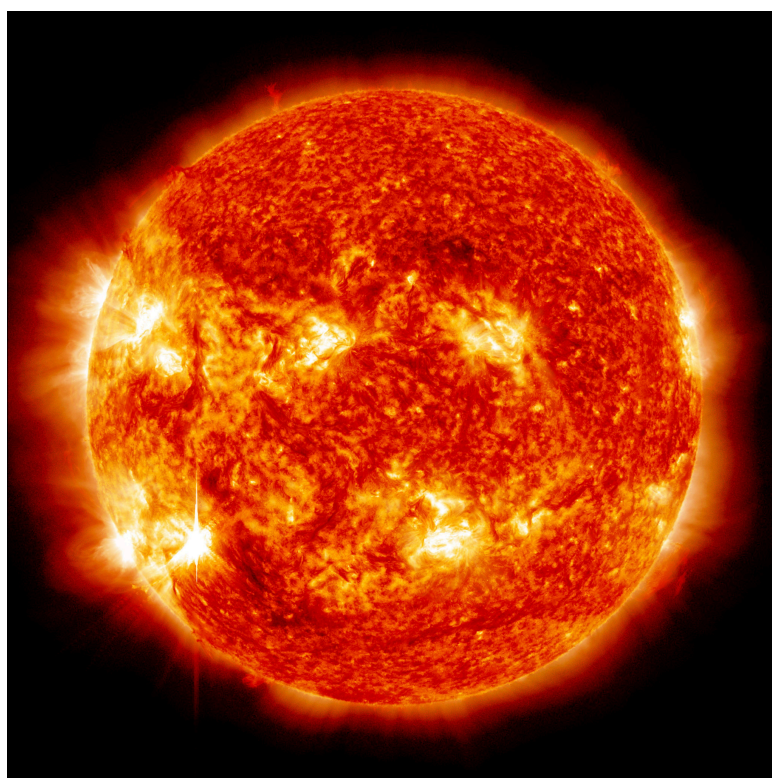
- Mercúrio
- Vênus
- Terra
- Marte
- Júpiter
- Saturno
- Urano
- Netuno

**Totalizando 8 planetas.**

## Sol

O Sol é uma estrela brilhante localizada na Via Láctea a uma distância de 150 milhões de quilômetros da Terra, no centro do Sistema Solar. Embora seja milhares de vezes maior do que o nosso planeta, ela é classificada como uma estrela anã amarela.

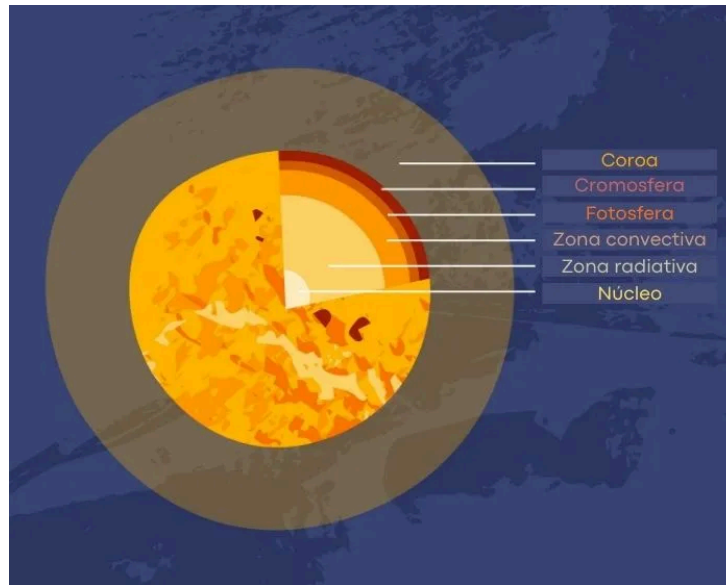
A maior parte do Sol é composta pelos gases hélio e hidrogênio, não havendo superfícies sólidas. São, ao todo, seis camadas que formam esse astro, desde o núcleo, no seu interior, até a coroa, camada mais externa. O Sol é uma fonte primária de calor e energia, sendo de fundamental importância para a manutenção da vida no planeta Terra. Sua massa constitui 99,8% da massa do sistema solar. É uma bola de gás mantida unida por sua própria gravidade.



Sol. Fonte: InfoEscola.

- **Idade média:** ~4.5 bilhões de anos (~4.500.000.000);
- **Tipo da estrela:** anã amarela;
- **Distância do centro da Galáxia:** 26.000 anos luz;
- **Rotação:** ~25 dias no equador e ~35 nos polos;
- **Composição:** 92,1% de hidrogênio e 7,8% de hélio;
- **Temperatura no núcleo:** ~15 milhões de graus Celsius (~15.000.000°C);

## Estrutura interna do Sol

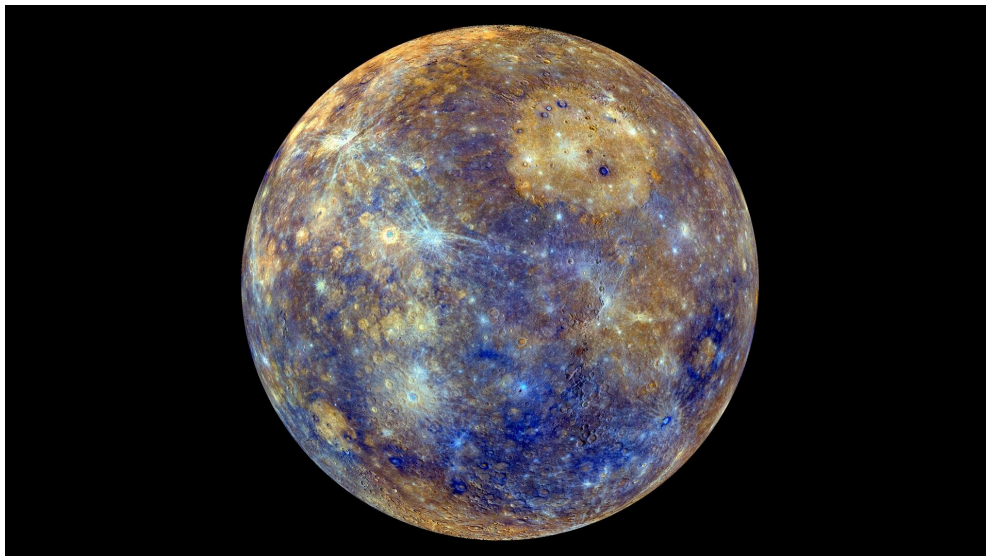


Estrutura interna do Sol. Fonte: Mundo Educação.

- **Núcleo:** corresponde à camada mais interior do Sol. Ele possui cerca de mil vezes o tamanho da Terra, além de ser também mais denso do que o nosso planeta. Conforme vimos anteriormente, é no núcleo do Sol que acontecem as reações nucleares responsáveis pela produção dos átomos de hélio. Como resultado desse processo, há a emissão de luz e geração de calor.
- **Zona Radiativa:** é uma extensa camada que envolve o núcleo, correspondendo a quase metade do raio do Sol. A energia que é gerada no núcleo solar irradia através dessa região, onde a temperatura decai significativamente se comparada à primeira camada.
- **Fotosfera:** corresponde à superfície do Sol. Com o auxílio de instrumentos apropriados é possível observar as colunas térmicas que ascendem da zona convectiva para a fotosfera, que aparecem na forma de grânulos. Manchas escuras são também observadas e recebem o nome de manchas solares.
- **Cromosfera:** compõe a atmosfera solar, logo acima da fotosfera. Possui uma cor rosada e temperaturas mais baixas, em torno de 4.700 °C. Jatos gasosos são emitidos dessa camada em direção à coroa.
- **Coroa:** camada mais exterior da atmosfera solar. A coroa é muito mais quente do que as camadas inferiores a ela, chegando a 2 milhões de graus Celsius nas áreas mais distantes da superfície. Ela consiste em uma região muito extensa, de milhões de quilômetros, formada por gases em movimento. Sua velocidade é variável e pode chegar a 400 km/s. É onde se formam os ventos solares.

## Planeta Mercúrio

Mercúrio teve o seu nome atribuído pelos romanos baseado no mensageiro dos deuses, de asas nos pés, porque parecia mover-se mais depressa do que qualquer outro planeta. É o planeta mais próximo do Sol, e o segundo mais pequeno do sistema solar. O seu diâmetro é 40% mais pequeno do que o da Terra e 40% maior do que o da Lua. É até mais pequeno do que Ganímedes, uma das luas de Júpiter e Titan uma lua de Saturno.



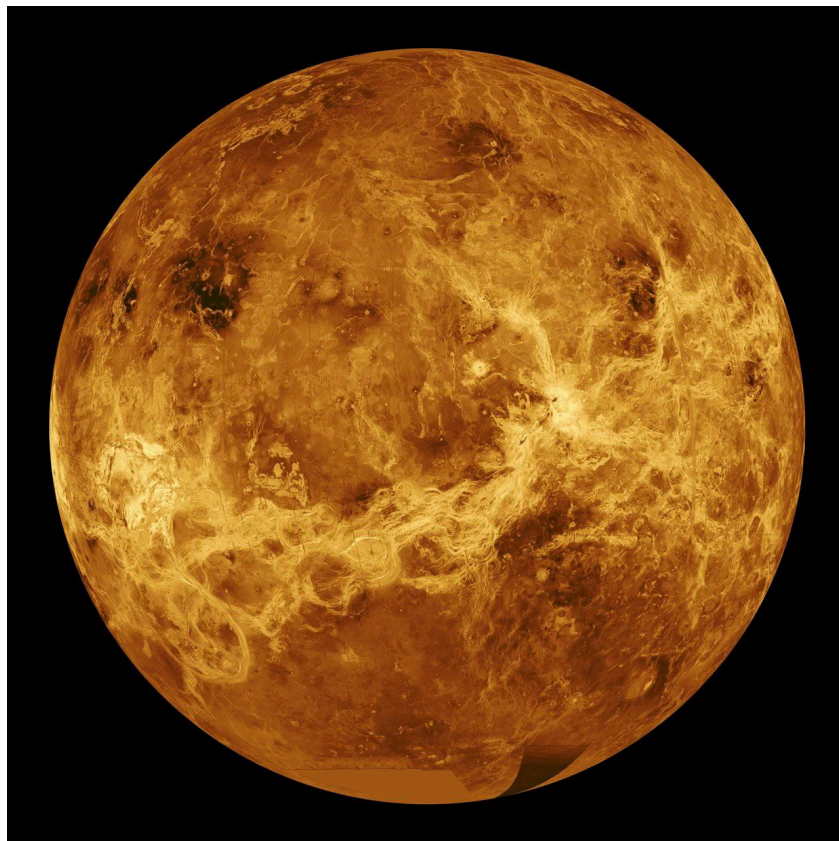
Mercúrio. Fonte: NASA / JHU Applied Physics Lab / Carnegie Inst. Washington

A visão colorida de Mercúrio foi produzida usando imagens da campanha de geração de imagens do mapa de cores durante a principal missão da MESSENGER. É um planeta rochoso, sendo o mais próximo do Sol e o menor do sistema solar.

- **Distância do Sol:** ~ 58 milhões de km (58.000.000 de km), que corresponde a 0,39 UA;
- **Diâmetro do planeta:** ~4,879 km;
- **Duração do dia:** 59 dias terrestres;
- **Duração do ano:** 88 dias terrestres;
- **Atmosfera:** composta principalmente de oxigênio (O<sub>2</sub>), sódio (Na), hidrogênio (H<sub>2</sub>), hélio (He) e potássio (K);
- **Gravidade:** ~3,7 m/s<sup>2</sup>;
- **Temperatura:** diurnas até 430°C, noturnas até -180°C;
- **Satélites naturais:** não possui;
- **Anéis:** não possui.

## Planeta Vênus

O planeta Vênus é o segundo do nosso sistema solar a partir do Sol e o mais próximo da Terra, a apenas 61 milhões de quilômetros de distância. Uma de suas principais características é o fato de, como um planeta rochoso, sua superfície ser composta por vales e altas montanhas, cheias de vulcões. Vênus ainda apresenta um período de rotação maior que o período de translação, ou seja, o dia em Vênus que dura 243 dias terrestres é maior que seu ano, que dura cerca de 225 dias terrestres.

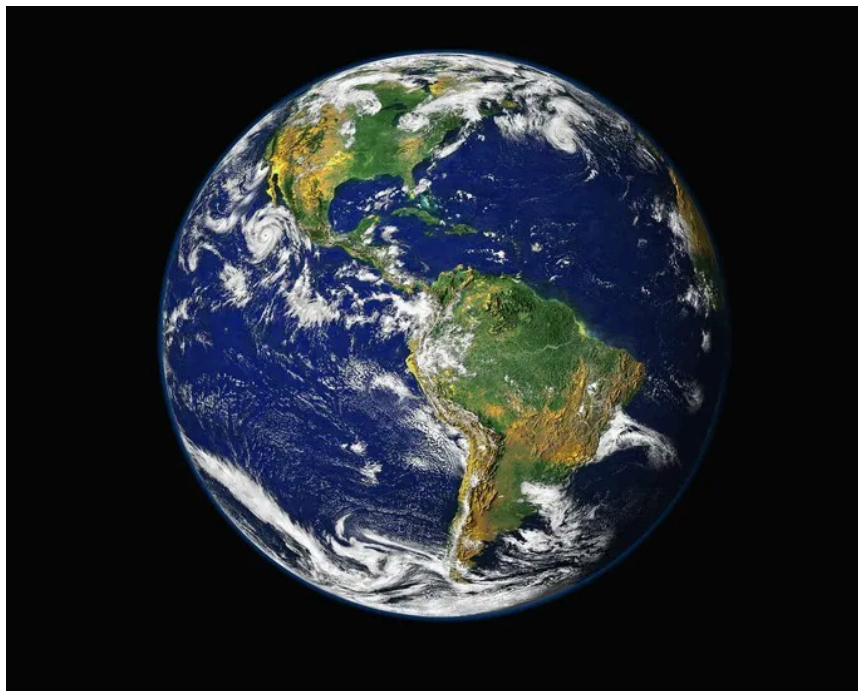


Vênus. Fonte: NASA / JET PROPULSION LABORATORY-CALTECH

- **Distância do Sol:** ~ 108 milhões de km (108.000.000 de km), que corresponde a 0,72 UA;
- **Diâmetro do planeta:** ~12.104 km;
- **Duração do dia:** 243 dias terrestres, pois o movimento de rotação do planeta é o oposto o da Terra, fazendo Sol nascer a oeste e se por a leste do planeta;
- **Duração do ano:** 225 dias terrestres;
- **Atmosfera:** dióxido de carbono;
- **Gravidade:** ~8,87 m/s<sup>2</sup>;
- **Temperatura:** ~465°C na superfície;
- **Satélites naturais:** não possui;
- **Anéis:** não possui.

## Planeta Terra

Estima-se que nosso planeta tenha sido formado há, mais ou menos, 4,6 bilhões de anos. De lá pra cá, a Terra passou por constantes mudanças, algumas nítidas, outras bem longas e que os seres humanos não percebem. Tais mudanças podem ocorrer de fatores internos, como a energia do núcleo, ou fatores externos, como chuvas, processos erosivos, ação humana.



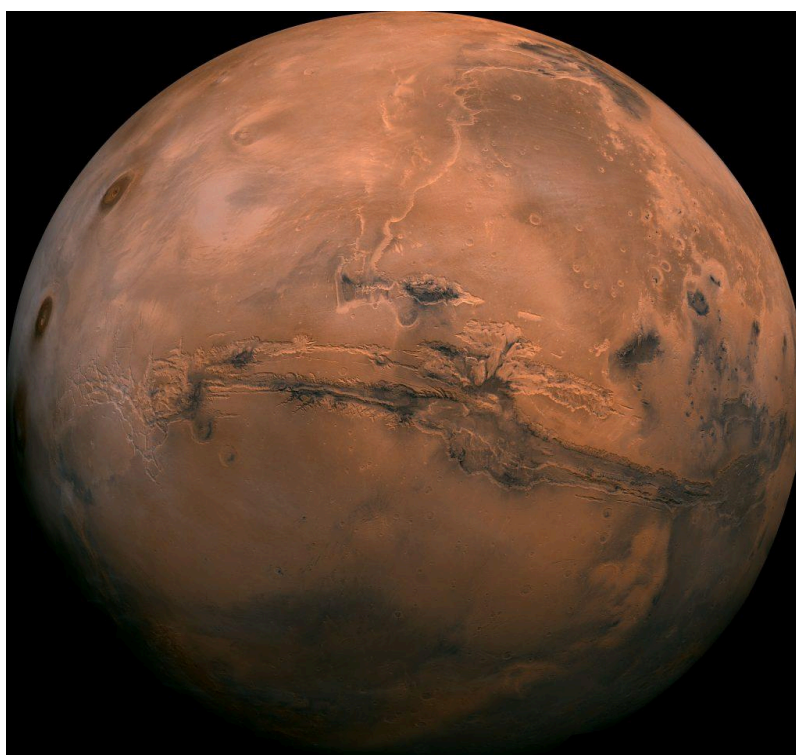
Terra. Fonte: Toda Matéria.

- **Distância do Sol:** ~ 150 milhões de km (150.000.000 de km), que corresponde a 1,00 UA;
- **Diâmetro do planeta:** ~12,742 km;
- **Duração do dia:** 24 horas;
- **Duração do ano:** 365 dias;
- **Atmosfera:** 21% de oxigênio (O<sub>2</sub>), 78% de nitrogênio (N), e 1% de outros gases;
- **Gravidade:** ~9,8 m/s<sup>2</sup>;
- **Temperatura:** média de 14°C;
- **Satélites naturais:** A Lua;
- **Anéis:** não possui.

## Planeta Marte

Marte é o quarto planeta do Sistema Solar a partir do Sol. Vizinho do planeta Terra, Marte também apresenta estrutura rochosa formada por um núcleo denso, manto, e crosta composta por minerais como ferro e alumínio e recoberta por rochas inconsolidadas.

A atmosfera de Marte é muito fina, tendo principalmente dióxido de carbono em sua composição. Por essa razão, ao observarmos imagens desse planeta, vemos uma coloração avermelhada, resultante da oxidação do ferro em superfície. É por isso que Marte tem o apelido de Planeta Vermelho. O planeta conta, ainda, com duas pequenas luas: Phobos e Deimos.



Marte. Fonte: NASA.

- **Distância do Sol:** ~ 142 milhões de km (142.000.000 de km), que corresponde a 1,52 UA;
- **Diâmetro do planeta:** ~6,779 km;
- **Duração do dia:** ~24 horas terrestres;
- **Duração do ano:** 687 dias terrestres;
- **Atmosfera:** composta principalmente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), argônio (Ar), nitrogênio (N<sub>2</sub>), oxigênio (O<sub>2</sub>) em pequena quantidade e vapor de água;
- **Gravidade:** ~3,7 m/s<sup>2</sup>;
- **Temperatura:** máxima de 20°C e mínima de -140°C;
- **Satélites naturais:** 2, sendo Fobos e Deimos;
- **Anéis:** não possui.

## Luas de Marte

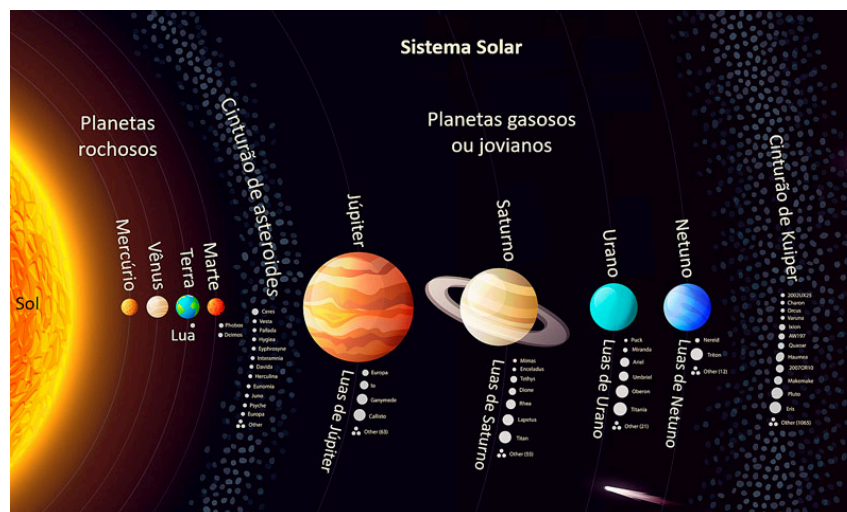


Deimos (à esquerda) e Phobos (à direita). Fonte: Mundo Educação.

Phobos, a maior delas, com diâmetro de 25 quilômetros, e Deimos, que mede 15 quilômetros de diâmetro. Os satélites de Marte são bem pequenos se comparados a outros do Sistema Solar, e são asteroides que foram capturados pelo campo gravitacional do planeta. Ambas as luas foram descobertas, no ano de 1877, pelo astrônomo norte-americano Asaph Hall.

## Cinturão de Asteroides

O cinturão de asteroides é uma região do Sistema Solar compreendida entre as órbitas dos planetas Marte e Júpiter, onde abriga vários objetos denominados de asteroides. O cinturão segue uma órbita ao redor do Sol, assim como os planetas, no mesmo sentido. O período de translação fica entre 3 e 6 anos terrestres.



Cinturão de asteróides entre Marte e Júpiter. Fonte: SGB Educa.

## **Asteroides**

Os asteroides são objetos astronômicos rochosos que orbitam o Sol. Esses objetos não possuem atmosfera e são muito pequenos, por isso não denominados de planetas. Dezenas de milhares desses objetos se encontram no cinturão de asteroides, um vasto anel em forma de rosca que se encontra entre as órbitas dos planetas Marte e Júpiter. Assim como os planetas, os asteroides também transladam ao redor do Sol. Um objeto maior, tal como um planeta, pode puxar um asteroide para fora de sua órbita pela atração gravitacional, tornando-se um satélite natural de tal objeto.

## **Planeta Anão Ceres**



Ceres. Fonte: Revista Super Interessante.

O planeta anão Ceres é o maior objeto astronômico no Cinturão de Asteroides, tendo 25% da massa total do Cinturão de Asteroides, e está situado entre as órbitas dos planetas Marte e Júpiter, sendo o único planeta anão localizado no sistema solar interior. O nome Ceres vem da deusa romana do milho e das colheitas. A palavra cereal vem do mesmo nome.

## Planeta Júpiter

Júpiter é o quinto planeta do Sistema Solar a partir do Sol. Trata-se de um gigante gasoso que apresenta superfície formada pelos gases hélio e hidrogênio, em sua maioria, com uma ampla atmosfera e um núcleo sólido ou pastoso em seu interior. O planeta dispõe de finos sistemas de anéis e cerca de 95 luas conhecidas, quatro das quais foram descobertas por Galileu Galilei. Por conta do intenso campo magnético e da elevada pressão atmosférica, a exploração de Júpiter ainda é um desafio para a ciência.



Júpiter. Fonte: NASA.

É um planeta gigante gasoso, sendo o quinto mais próximo de Sol e maior do sistema solar.

- **Distância do Sol:** ~ 778 milhões de km (778.000.000 de km), que corresponde a 5,2 UA;
- **Diâmetro do planeta:** ~170,000 km;
- **Duração do dia:** 10 horas terrestres;
- **Duração do ano:** 4.333 dias terrestres (aproximadamente 12 anos terrestres);
- **Atmosfera:** composta principalmente de hidrogênio (H<sub>2</sub>) e hélio (He);
- **Gravidade:** ~24,8 m/s<sup>2</sup>;
- **Temperatura:** -110°C;
- **Satélites naturais:** 79;
- **Anéis:** possui.

### **Composição da superfície de Júpiter:**

Os gases presentes nos planetas jovianos são, sobretudo, hidrogênio e hélio, predominantes na composição de Júpiter na proporção de 90% e quase 10% respectivamente. Além desses, encontra-se amônia, metano, oxigênio, vapor d'água e outros elementos em quantidade ínfima.



Na Grande Mancha Vermelha de Júpiter há clima tempestuoso de alta pressão. Fonte: NASA.

A superfície de Júpiter é gasosa, composta principalmente por elementos como hélio e hidrogênio.

### **Anéis de Júpiter:**



O planeta Júpiter tem quatro sistemas de anéis, descobertos apenas no ano de 1979, durante a passagem da sonda espacial Voyager 1, da Nasa, pela região. A descoberta foi feita dois anos após o lançamento da missão, que tinha justamente o objetivo de coletar informações de Júpiter e de Saturno.

Os anéis de Júpiter são pouco espessos e de difícil visualização quando não estão sendo iluminados pelos raios solares. Eles são formados por detritos de meteoróides e outros corpos celestes que se fragmentaram no espaço e acabaram sendo atraídos para a órbita do gigante gasoso.

### **Luas de Júpiter:**

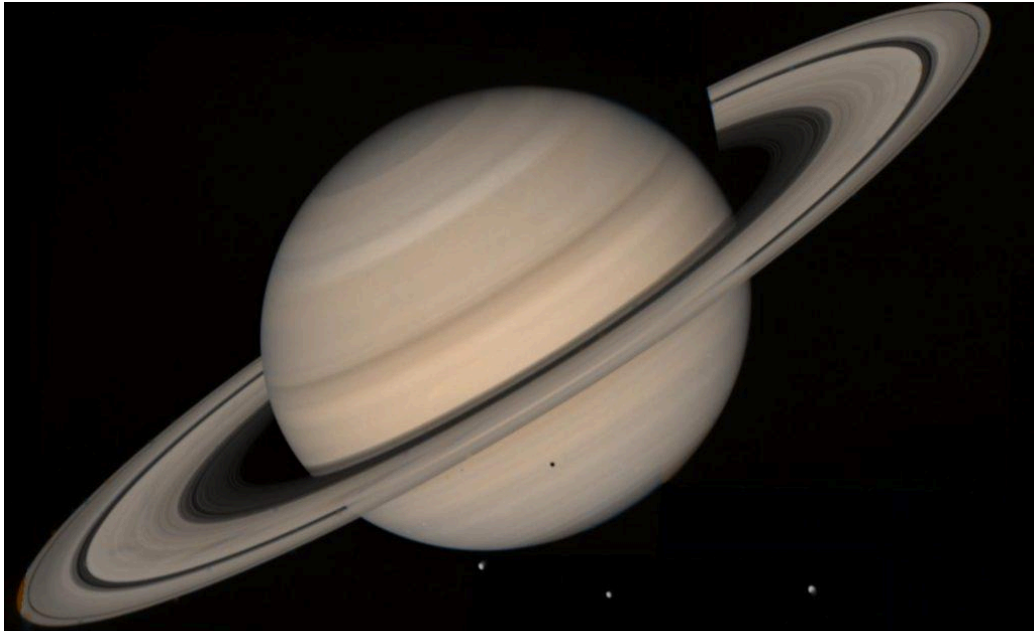
Segundo dados recentes da Nasa, Júpiter tem 95 satélites naturais oficialmente reconhecidos pela União Astronômica Internacional. Entre eles estão as quatro luas principais, as maiores, descobertas por Galileu Galilei no século XVII. Por conta disso, elas são denominadas Luas de Galileu.

- **Ganimesdes:** a maior lua de Júpiter e a terceira em termos de distância;
- **Io:** a mais próxima do planeta;
- **Europa:** presente na segunda órbita;
- **Calisto:** a mais distante de Júpiter entre as quatro.

### **Planeta Saturno**

O planeta Saturno é um dos gigantes gasosos do Sistema Solar. Ele é o sexto planeta a partir do Sol, sendo formado predominantemente por hélio e hidrogênio. Em seu interior existe um núcleo bastante denso e sólido formado por ferro e níquel e que se mantém em temperaturas altíssimas. O núcleo contrasta com a superfície de Saturno, onde a temperatura média é de -138 °C.

Saturno chama a atenção pelos anéis que exhibe ao seu redor, os quais são formados por gelo, poeira e fragmentos de rocha. Além disso, o planeta tem 146 luas, segundo a Nasa, sendo a maior delas Titã.



Saturno e seus anéis. Fonte: NASA.

É um planeta gigante gasoso, sendo o sexto mais próximo do Sol e o segundo maior do sistema solar.

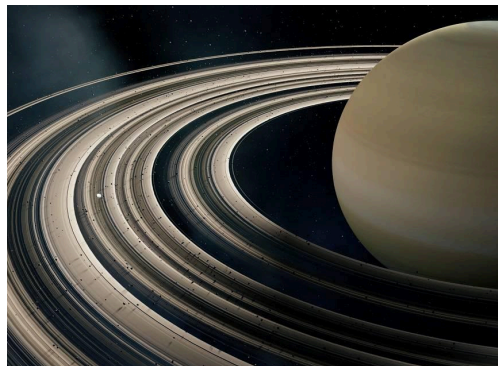
- **Distância do Sol:** ~ 1.4 bilhões de km (1.400.000.000 de km), que corresponde a 9,5UA;
- **Diâmetro do planeta:** ~116,000 km;
- **Duração do dia:** 10,7 horas terrestres;
- **Duração do ano:** aproximadamente 29 anos terrestres;
- **Atmosfera:** composta principalmente de hidrogênio (H<sub>2</sub>) e hélio (He);
- **Gravidade:** ~10,4 m/s<sup>2</sup>;
- **Temperatura:** média de -139°C;
- **Satélites naturais:** 62;
- **Anéis:** possui.

### **Luas de Saturno:**

As luas de Saturno são os satélites naturais deste planeta. Até o ano de 2018, eram mapeadas 82 luas, das quais 53 eram conhecidas. Uma atualização da Nasa feita no ano de 2023 elevou esse número para um total de 146 luas que orbitam Saturno. Diferentemente dos detritos e rochas que formam os anéis, as luas de Saturno são corpos que conseguiram limpar uma ampla área ao seu redor, e orbitam o planeta de maneira regular. Conheça, a seguir, as sete maiores luas de Saturno:

- **Titã:** maior lua de Saturno, com diâmetro de 5149 km. Possui estrutura rochosa formada por metano, etano e gelo, com atmosfera composta por nitrogênio e metano.
- **Reia:** possui diâmetro de 1528 km. Apresenta estrutura rochosa formada por alta proporção de gelo, e contém oxigênio em sua atmosfera.
- **Jápeto:** possui diâmetro de 1469 km, e tem estrutura formada essencialmente por gelo e uma pequena parcela de rocha
- **Dione:** possui diâmetro de 1123 km. Sua estrutura é formada por gelo e por um núcleo composto por materiais silicatados, além de uma fina atmosfera (ou exosfera).
- **Tétis:** possui diâmetro de 1026 km. A água congelada é o elemento predominante nessa lua, e sua superfície possui muitas crateras e falhas geológicas.
- **Encélado:** possui diâmetro de 500 km. Por ter uma superfície formada essencialmente por gelo, é um dos corpos celestes mais reflexivos do Sistema Solar.
- **Mimas:** possui diâmetro de 396,4 km. Assim como as demais luas de Saturno, apresenta água congelada em sua composição e uma pequena parcela de rocha.

### **Anéis de Saturno.**



Anéis de Saturno. Fonte: NASA.

Os anéis de Saturno são um conjunto de poeira, fragmentos de rocha, gelo e outros detritos derivados de corpos celestes (como asteroides e cometas) que foram capturados pelo campo gravitacional do planeta e se partiram em pedaços menores. Ainda que sejam pedaços considerados pequenos, a Nasa aponta que alguns dos componentes dos anéis de Saturno são tão grandes quanto as montanhas que temos na superfície terrestre.

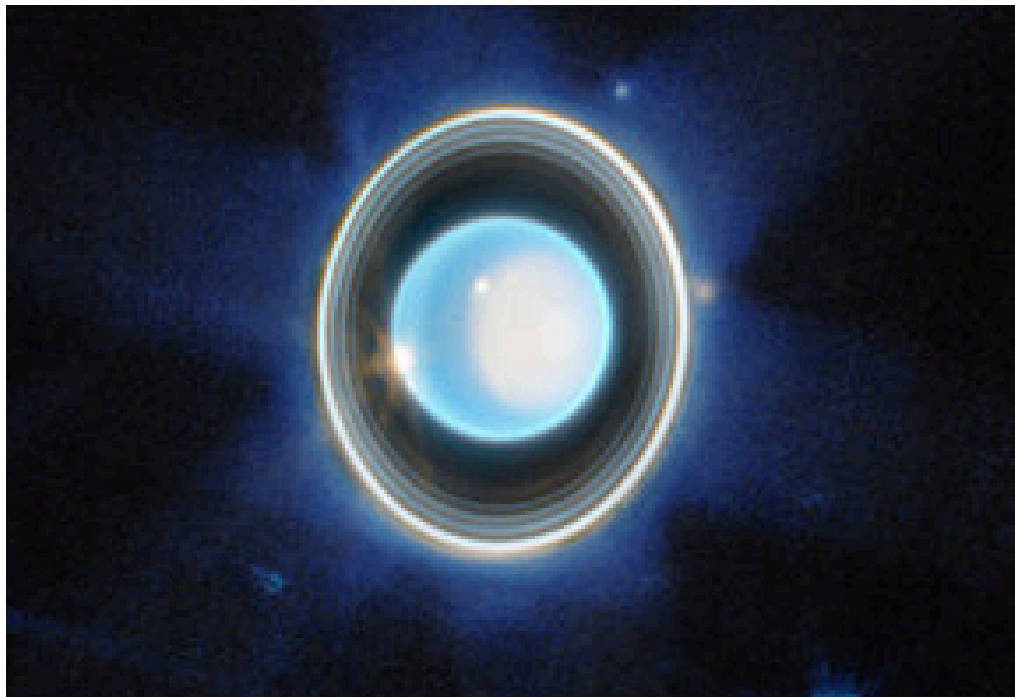
São sete sistemas de anéis em torno de Saturno, os quais se distanciam até 175.000.000 km da superfície do planeta. Eles são nomeados em ordem alfabética, sendo A o mais distante de Saturno e G o mais próximo. Os sistemas A, B e C são os que

apresentam brilho mais intenso e, por isso, são mais visíveis. Os grupos mais próximos de Saturno têm brilho mais fraco e, além disso, foram aqueles descobertos mais recentemente, considerando a história de observação desse planeta.

## **Planeta Urano**

Urano é um dos quatro planetas gasosos do Sistema Solar. Ele é o terceiro maior planeta desse sistema e apresenta uma composição de gases como o hidrogênio e o hélio. O planeta Urano foi identificado em 1781, pelo pesquisador alemão William Herschel (1738-1822). É um planeta ainda pouco explorado, em razão da sua distância em relação à Terra e também das dificuldades técnicas de exploração de sua superfície.

Urano é conhecido por seus anéis, que circundam sua superfície, tendo um total de 13 anéis. Ele também possui diversas luas. Delas, 27 já foram identificadas. Observação.



Anéis de Urano. Fonte: ESA.

É um planeta gigante de gelo, sendo o sétimo do sistema solar. Assim como Vênus, o sentido de rotação é de leste para oeste.

- **Distância do Sol:** ~ 2.9 bilhões de km (2.900.000.000 de km), que corresponde a 19,1UA;

- **Diâmetro do planeta:** ~50,724 km;
- **Duração do dia:** 17 horas terrestres;
- **Duração do ano:** 30.687 dias terrestres (aproximadamente 84 anos terrestres);
- **Atmosfera:** composta principalmente de molécula de hidrogênio e hélio atômico, com uma pequena quantidade de metano;
- **Gravidade:** ~8,9 m/s<sup>2</sup>;
- **Temperatura:** mínima de -224°C;
- **Satélites naturais:** 27;
- **Anéis:** possui 13 anéis.

### **Anéis de Urano:**

Os anéis de Urano foram identificados em 1977. Na época, a descoberta significou uma grande novidade para a astronomia, uma vez que, até então, acreditava-se que apenas Saturno possuía anéis. Na atualidade, sabe-se que todos os planetas gasosos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) possuem anéis. A principal característica dos anéis de Urano é a opacidade, uma vez que ele não tem iluminação própria. O planeta Urano possui 13 anéis planetários conhecidos. Eles são estreitos e formados, possivelmente, por uma estrutura de partículas espaciais e até mesmo gelo.

### **Luas de Urano:**

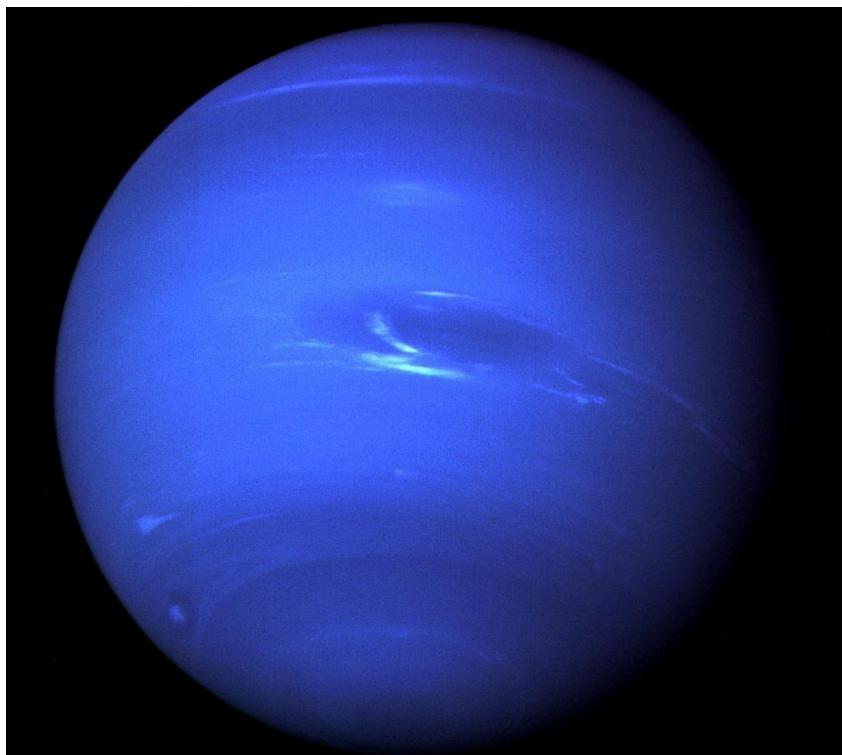


Luas de Urano. Fonte: Brasil Escola.

Assim como os demais planetas do Sistema Solar, Urano possui um conjunto de satélites naturais, também chamados de luas. Na atualidade, são conhecidas 27 luas em Urano, sendo a última identificada em 1948, ela recebeu o nome de Miranda.

## **Planeta Netuno**

O planeta Netuno é um dos oito planetas que compõem o Sistema Solar. Ele é classificado como planeta gasoso em razão da sua composição atmosférica formada basicamente por gases. Há em Netuno 14 satélites naturais, ou seja, luas, que o orbitam. Além das luas, há cinco grandes anéis no referido planeta. Pelo fato de Netuno ser o planeta mais distante do Sol, apresenta grande distância com relação aos corpos celestes mais estudados pela ciência.



Netuno. Fonte: NASA.

É um planeta gigante de gelo, sendo o mais distante do sistema solar.

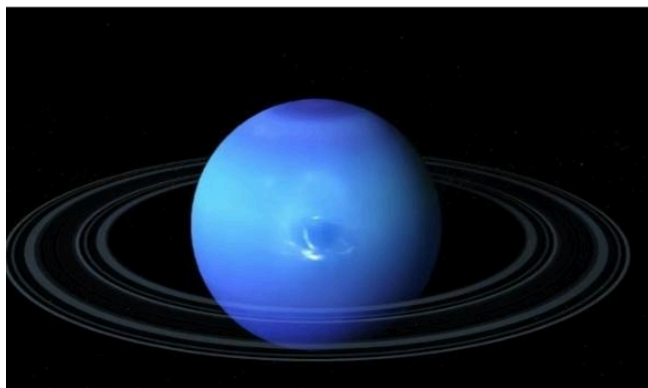
- **Distância do Sol:** ~ 4.5 bilhões de km (4.500.000.000 de km), que corresponde a 30UA;

- **Diâmetro do planeta:** ~49.244 km (aproximadamente 4 planetas Terra);
- **Duração do dia:** 16 horas terrestres;
- **Duração do ano:** aproximadamente 165 anos terrestres;
- **Atmosfera:** composta principalmente de molécula de hidrogênio, hélio atômico e metano;
- **Gravidade:** ~11,1 m/s<sup>2</sup>;
- **Temperatura:** média de -210°C;
- **Satélites naturais:** 13;
- **Anéis:** possui 6 anéis conhecidos.

### **Luas de Netuno:**

Atualmente, há um conjunto de 14 satélites naturais conhecidos do planeta Netuno, que são chamados de luas. Esses satélites estão divididos em dois grandes grupos, regulares e irregulares, em razão das suas características físicas e astronômicas. A maior parte das luas de Netuno possui características muito próximas às deste planeta, especialmente em relação a sua composição, formada basicamente por gases.

### **Anéis de Netuno:**

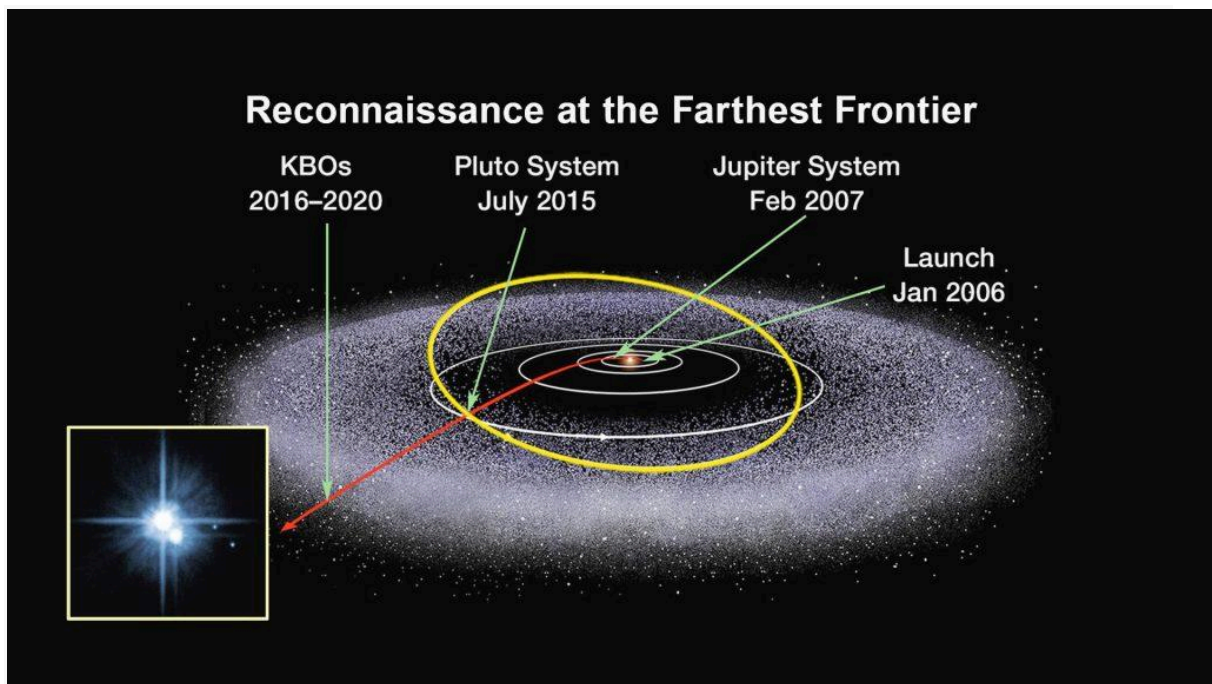


Anéis de Netuno. Fonte: Mundo Educação.

As descobertas científicas mais recentes apontam que há cinco grandes anéis em Netuno, formados no geral por poeira, gelo e gases cósmicos.

## Cinturão de Kuiper

O Cinturão de Kuiper é uma região do espaço do Sistema Solar, com formato de um anel, que se estende além da órbita do planeta Netuno, que se encontra a 30 UA de distância do Sol, até 55 UA.



Cinturão de Kuiper. Fonte: NASA

Os cometas de curto período, que levam menos de 200 anos para orbitar o Sol, são originários do Cinturão de Kuiper, podendo haver centenas de milhares de corpos gelados maiores que 100 km e um número estimado de trilhões ou mais de cometas dentro do Cinturão de Kuiper. Vários planetas anões dentro do Cinturão de Kuiper têm luas. Um dos maiores objetos astronômicos conhecidos no cinturão de Kuiper é o Planeta Anão Plutão.

## Planeta Anão Plutão

Plutão é um planeta anão que está localizado a 5,9 bilhões de quilômetros distante do Sol. Vale ressaltar que Plutão não é mais considerado um planeta do sistema solar desde 2006. Nesse ano, a União Astronômica Internacional o classificou como um "planeta anão" por conta das novas classificações que definiam um corpo celeste como planeta.

Assim, o grupo, formado por 2,5 mil cientistas, estabeleceu que para ser considerado um planeta, o corpo celeste deve:

- assumir a forma arredondada;
- ter gravidade própria a partir de sua volumosa massa;
- orbitar em torno de uma estrela;
- ser dominante na órbita.

Plutão tem cinco satélites naturais (luas) conhecidos, a maior é Caronte. Caronte tem cerca de metade do tamanho de Plutão, tornando-se o maior satélite natural em relação ao planeta que ele orbita em nosso sistema solar. Plutão e Caronte são frequentemente chamados de “planeta duplo”.

- **Distância do Sol:** ~ 5 bilhões de km (5.000.000.000 de km), que corresponde a 40 UA;
- **Diâmetro do planeta:** ~2,300 km;
- **Duração do dia:** 153 horas terrestres;
- **Duração do ano:** 248 anos terrestres;
- **Atmosfera:** tem uma fina atmosfera de nitrogênio, metano e monóxido de carbono. A atmosfera tem uma tonalidade azul e camadas distintas de neblina.;
- **Temperatura:** -228 à -238 °C;
- **Satélites naturais:** 5;
- **Anéis:** não possui.

### **Planeta Anão Éris**

O Planeta Anão Éris é um dos maiores planetas anões conhecidos no nosso sistema solar. É aproximadamente do mesmo tamanho que o planeta Plutão, entretanto está três vezes mais distante do Sol. Inicialmente, Eris pareceu ser maior que Plutão, desencadeando um debate na comunidade científica que levou à decisão da União Astronômica Internacional em 2006 para esclarecer a definição de um planeta. Plutão, Éris e outros objetos astronômicos similares passaram a ser classificados como planetas anões.

## Planeta Anão Makemake

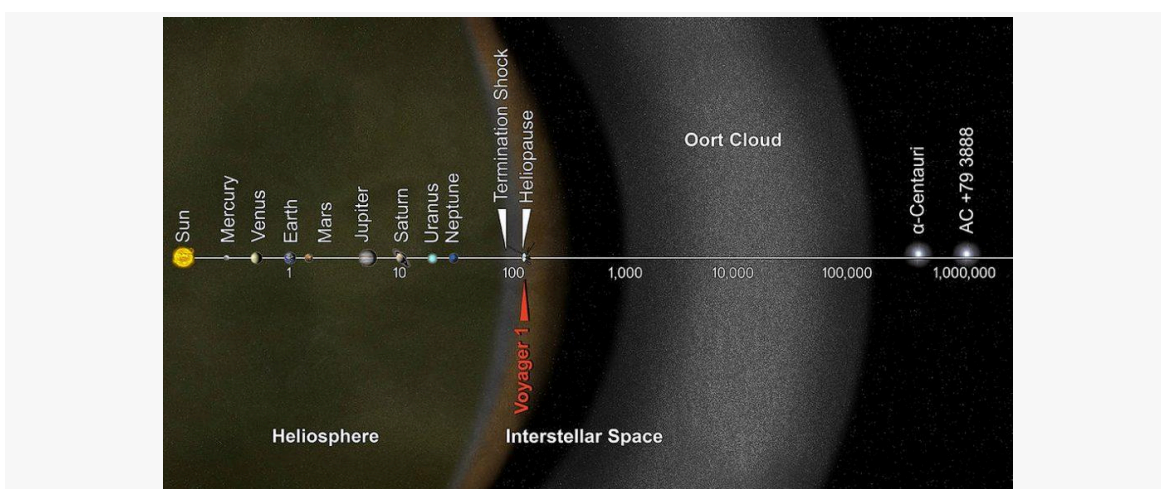
O Planeta Anão Makemake está localizado no Cinturão de Kuiper e é um pouco menor que o Planeta Anão Plutão. Makemake é o segundo objeto astronômico mais brilhante no Cinturão de Kuiper, visto da Terra. Seu período de translação é cerca de 305 anos terrestres.

## Planeta Anão Haumea

O Planeta Anão Haumea encontra-se no Cinturão de Kuiper e é aproximadamente do mesmo tamanho que o Planeta Anão Plutão. O Planeta Anão Haumea é um dos objetos astronômicos grandes de rotação mais rápida do nosso sistema solar. Seu giro rápido distorce a forma de Haumea, fazendo com que esse planeta anão pareça uma bola de futebol americano.

## Nuvem de Oort

Acredita-se que a Nuvem de Oort seja uma nuvem em formato de esfera localizada muito além do Cinturão de Kuiper. A Nuvem Oort ocupa um espaço a uma distância entre 5 e 100.000 UA. A parte externa da Nuvem de Oort define o limite cosmológico do nosso sistema solar, juntamente com a influência gravitacional de nossa estrela Sol. Ela é composta de cometas que nunca se aproximam do Sol.



Nuvem de Oort. Fonte: Nasa.

## Corpos Celestes:

É um termo genérico usado em astronomia para designar as matérias existentes no espaço sideral. Desse modo, ele pode ser aplicado para referir-se a estrelas, planetas, asteroides, cometas, meteoritos, satélites naturais e até mesmo os artificiais enviados pelo homem. Principais tipos de Corpos Celestes:

- Estrelas
  - Planetas
  - Asteroides
  - Cometas
  - Meteoritos
  - Satélites (naturais e artificiais)
- 
- **Estrelas:** Um dos aspectos que diferencia as estrelas dos demais corpos celestes é o fato de que elas emitem luz, calor e outros tipos de radiação. Isso se deve ao fato de que, no interior desse corpo celeste, acontecem diversos processos de fusão nuclear. Com isso, são feitas grandes liberações de energia. As estrelas são formadas devido ao processo de condensação dos gases que são atraídos pela gravidade.
  - **Planetas:** Os planetas são corpos celestes que não têm luz própria, sendo iluminados principalmente pelo Sol. Os planetas do Sistema Solar são: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
  - **Asteroides:** Os asteroides são formados por fragmentos de rochas presentes no Sistema Solar. Eles possuem características variadas em termos de superfície, diâmetro e composição. A descoberta dos asteroides deu-se em razão da evolução dos estudos matemáticos e astronômicos.
  - **Cometas:** Os cometas são corpos celestes de tamanhos diminutos, formados principalmente por fragmentos de rocha e gelo, que têm como especificidade uma cauda luminosa. A luminosidade da cauda dos cometas é fruto de uma reação química proveniente do seu contato com a radiação solar.

- **Meteoritos:** Meteoritos são fragmentos de rocha do espaço que atingiram a superfície terrestre. Originam-se do processo de fragmentação de corpos celestes, como asteroides e cometas, que caem aleatoriamente na superfície planetária. Os meteoritos possuem características diversas, com tamanhos e formas variados, marcados geralmente por uma crosta de fusão. Eles são classificados, de acordo com a sua composição, em metálicos, rochosos e metálico-rochosos. O Brasil tem cerca de 70 meteoritos catalogados.
- **Satélites:** Naturais - Astros celestes que orbitam ao redor de um planeta, por exemplo, a Lua; Artificiais - São objetos feitos pelo homem e colocados em órbita de um corpo celeste. Existem vários satélites artificiais ao redor do nosso planeta e com diversas funções, como satélites de comunicação, meteorológicos, militares e astronômicos.

## Galáxias

Galáxias são sistemas formados por uma vasta quantidade de estrelas, poeira, gases e matéria escura. 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.



Galáxia NGC 1300. Fonte: NASA/ESA

As galáxias podem ocorrer e evoluir isoladamente ou agrupadas, passando por processos de interação e até mesmo colisão, o que dá origem a supernovas, estrelas e novos buracos negros. Elas se diferenciam ainda em extensão, forma e peso. A mais leve das galáxias, de acordo com a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço dos

Estados Unidos, a Nasa, possui um bilhão de massas solares ( $M_{\odot}$ ), enquanto as mais pesadas ficam em torno de 30 trilhões  $M_{\odot}$ . A massa solar é uma unidade de medida usada para calcular a massa de estrelas e galáxias, e corresponde a  $1,99 \times 10^{30}$  kg.

### Tipos de galáxia

A classificação das galáxias é feita por meio da observação de seu formato. Identificam-se ao menos três tipos de galáxias: as elípticas, as espirais e as irregulares.

**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. Algumas das galáxias elípticas são muito alongadas, e as maiores delas chegam a até 300.000 anos-luz de diâmetro, de acordo com a Nasa. As menores, chamadas de galáxias anãs, são, no entanto, mais comuns. Aproximadamente um terço das galáxias do Universo tem formato elíptico, como Andrômeda.



Galáxia de Andrômeda, um exemplo de galáxia elíptica. Foto: NASA.

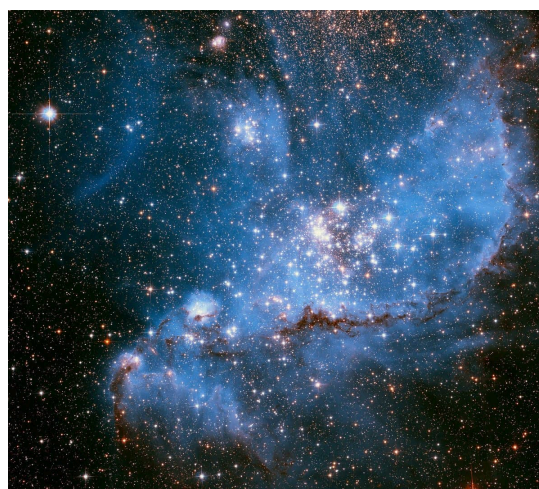
**Espirais:** são as mais comuns e correspondem a dois terços de todas as galáxias conhecidas, uma delas a Via Láctea. As galáxias espirais possuem uma forma que se assemelha a um disco, composto por braços que a circundam, os quais podem sair

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.



Via Láctea, uma galáxia espiral. Fonte: NASA.

**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. De acordo com a Nasa, esse tipo de galáxia era o mais abundante no início da composição do Universo e, em função disso, aquelas observadas hoje em dia são muito antigas.



Pequena Nuvem de Magalhães, uma galáxia anã do tipo irregular. Fonte: NASA.

## Quais são as principais galáxias?

Estima-se que o Universo seja formado por um total de dois trilhões de galáxias, muitas delas ainda desconhecidas pela ciência. A descoberta mais recente foi publicada na revista Science, em fevereiro de 2012. Trata-se de uma galáxia formada há aproximadamente 1,2 bilhão de anos e que recebeu a denominação de ALESS 073.1. Há, no entanto, outras galáxias que são amplamente conhecidas e algumas podem ser vistas até mesmo a olho nu.

### Via Láctea

É a galáxia em que está localizado o Sistema Solar e, portanto, onde vivemos. Sua forma corresponde a uma espiral barrada, com um núcleo brilhante e barras estelares de onde se projetam os seus braços. Ela possui 100.000 anos-luz de comprimento, o equivalente a 946 quatrilhões de quilômetros. Até o século XX, acreditava-se que ela estava localizada no centro do Universo, e as demais galáxias eram até então interpretadas como sendo nebulosas. Seu peso aproximado é de 1,5 trilhão  $M_{\odot}$ , e estima-se que a Via Láctea possua 200 bilhões de estrelas e um buraco negro de 4 milhões de massas solares no seu interior.



Via Láctea vista da Terra. Fonte: Alberto Ghizzi Panizza

### Andrômeda

É a maior e mais brilhante galáxia próxima da Via Láctea e pode ser vista a olho nu. Por vezes, é chamada de Messier 31 (M31), uma vez que foi a 31ª das importantes descobertas feitas pelo astrônomo francês Charles Messier. Ela possui o dobro do diâmetro da Via Láctea, com 250 milhões de anos-luz. Ambas, em conjunto com a Galáxia do Triângulo, correspondem às maiores galáxias do que se conhece como Grupo Local, que é

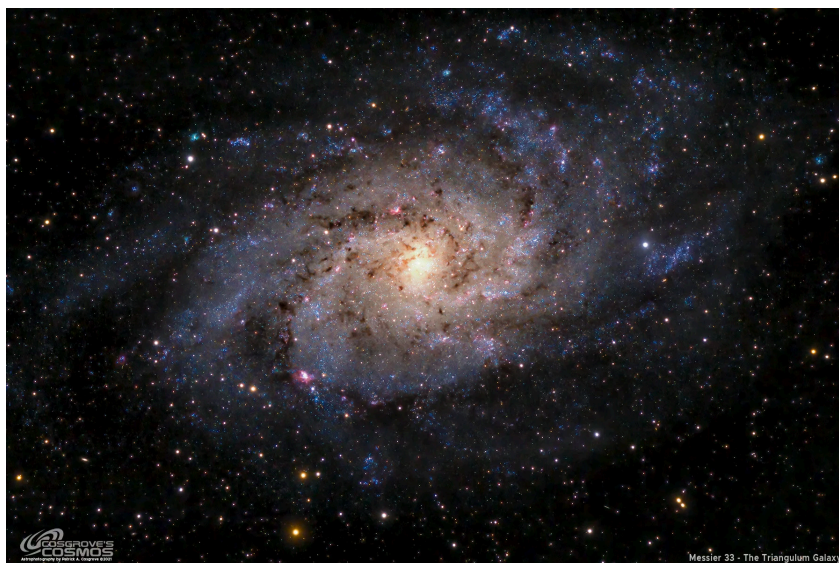
a região do Universo correspondente a um conjunto de 54 outros conglomerados estelares, incluindo galáxias anãs. Possui um trilhão de estrelas e massa de 1,2 bilhão de massa solar.



Galáxia de Andrômeda. Fonte: NASA

### **Galáxia do Triângulo**

Conhecida também como Messier 33, é uma galáxia em espiral que faz parte do Grupo Local, com diâmetro de 60 mil anos-luz, portanto menor do que a Via Láctea, mas a terceira maior da região. É formada por 40 milhões de estrelas, e estima-se que a sua massa seja de 50 bilhões de massa solar.



Galáxia do Triângulo. Fonte: Cosgrove's Cosmos

## Nuvens de Magalhães

São duas galáxias satélites da Via Láctea. A menor delas se chama Pequena Nuvem de Magalhães e possui diâmetro de 7 mil anos-luz. A Grande Nuvem de Magalhães, por sua vez, mede 14 mil anos-luz de diâmetro, e ambas são consideradas galáxias anãs.



À esquerda, Grande Nuvem de Magalhães, e à direita, Pequena Nuvem de Magalhães. Fonte: NASA.

## Formação de uma galáxia

Ainda é difícil precisar quais os princípios que regem a formação das galáxias. Esse assunto é bastante debatido pelos astrônomos, e existem diversas teorias que procuram explicar como esses sistemas tiveram origem. Com relação ao período temporal, acredita-se que os primeiros aglomerados de estrelas e outros elementos começaram a se juntar 400 milhões de anos após a grande explosão que formou o Universo, chamada de Big Bang, que teria ocorrido há 13,8 bilhões de anos.

A principal teoria voltada à origem das galáxias explica que esses corpos tomaram forma a partir da intensa força gravitacional de um núcleo composto por matéria escura. O seu efeito causou a desintegração de nuvens em gases e poeira, que iniciaram um movimento orbital em torno desse núcleo, atraindo novos elementos e dando origem às estrelas. Esse processo originou grandes aglomerados que podem aparecer sem forma definida ou ainda como discos e braços conhecidos como galáxias.

## **Evolução das galáxias**

As galáxias não são estáticas no tempo-espaço, e tampouco duram para sempre. Elas evoluem de forma isolada ou em grupo, o que é observado sobretudo por meio de sua forma e das cores que elas exibem. Aquelas que não interagem com outros corpos semelhantes vão gradualmente deixando de formar estrelas, e seu brilho se transforma de intenso para fraco com o passar do tempo, e a sua coloração aparece mais avermelhada.

Quando esses conjuntos interagem, o que ocorre é a sua colisão ou junção. Nesse processo não ocorre a destruição de corpos celestes, mas sim a interligação de um sistema com o outro, que pode ou não condicionar a formação de novas estrelas e supernovas, as quais fornecerão material para o surgimento de outras estrelas. Quando as galáxias se juntam, há transformação no seu formato, na sua massa e, é claro, na sua composição.



Galáxia do Triângulo ou Messier 33. Fonte: NASA

## **Estrelas**

### **Formação das estrelas**

O processo de formação das estrelas que compõem o nosso Universo tem início nas nuvens compostas por poeira e gases chamadas de nebulosas. O interior das nebulosas consiste em um ambiente de alta turbulência, causada pela movimentação dos gases e dos demais materiais que as compõem, dando origem a nós globulares, que podem sofrer colapso gravitacional, fase inicial da constituição de uma estrela. Desse modo, várias

dessas estruturas são formadas no interior das nebulosas, razão pela qual estas são chamadas de berçários de estrelas.



Nebulosa de Hélix. Fonte: NASA

Uma estrela no primeiro estágio de seu processo de formação é chamada de protoestrela. A contração gravitacional característica dessa fase inicial continua por milhões de anos, o que promove um aumento de temperatura no núcleo das protoestrelas e atrai gradativamente maior quantidade de gases e poeira para o seu entorno.



Proto-estrela Herbig-Haro 46/47. Fonte: Domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=336323>

É somente depois de decorrido um longo período que as reações de fusão nuclear passam a acontecer na região central das estrelas, quando a temperatura dessa região já atingiu, pelo menos, 15 milhões de graus Celsius. A partir de então, o colapso gravitacional cessa e há uma situação de equilíbrio, tendo início uma nova fase da vida

delas. O Sol, por exemplo, a única estrela que compõe o Sistema Solar, levou 50 milhões de anos desde a sua fase de protoestrela até a fase madura.

### **Composição das estrelas**

As estrelas são compostas essencialmente por dois elementos gasosos, o hélio (He) e o hidrogênio (H). Na área central delas, acontecem as reações termonucleares, em que os átomos de hidrogênio sofrem fusão e dão origem aos átomos de hélio. Essa reação libera uma grande quantidade de energia na forma de calor, sendo responsável também pela emissão da luz característica das estrelas.

### **Características das estrelas**

As estrelas são corpos celestes em formato esférico e compostos por um plasma constituído por gases e poeira, notadamente hélio e hidrogênio, como vimos. Durante a fase madura de sua vida, as estrelas se mantêm em uma condição de equilíbrio decorrente das forças gravitacionais próprias a ela e da pressão exercida pelo núcleo graças às reações de fusão que acontecem no interior dessa estrutura. Esse estado é chamado de equilíbrio hidrostático.

O tamanho e a massa das estrelas variam consideravelmente de acordo com fatores como a idade e a fase em que elas se encontram. O segundo aspecto, que corresponde à massa das estrelas, é importante ainda para a sua classificação em: pouco massivas, intermediárias, massivas e supermassivas. Já a temperatura da superfície estelar pode variar entre 2500 °C, naquelas mais antigas, até quase 50.000 °C, nas que estão no início de sua fase madura.

A luminosidade emitida pelas estrelas depende da sua idade e da quantidade de energia gerada no seu núcleo, que vai diminuindo com o passar do tempo e o consumo do seu combustível, o hidrogênio. O tamanho e a temperatura das estrelas são fatores que interferem no seu brilho. O segundo aspecto também determina a coloração desses corpos celestes. Estrelas mais quentes são aquelas mais brilhantes e de coloração branca ou azulada, diferentemente das estrelas mais frias e antigas, que aparecem avermelhadas.

A idade das estrelas varia de alguns milhões até bilhões de anos. Estima-se que as mais antigas possuem praticamente a mesma idade de nosso Universo, 13,8 bilhões de anos.

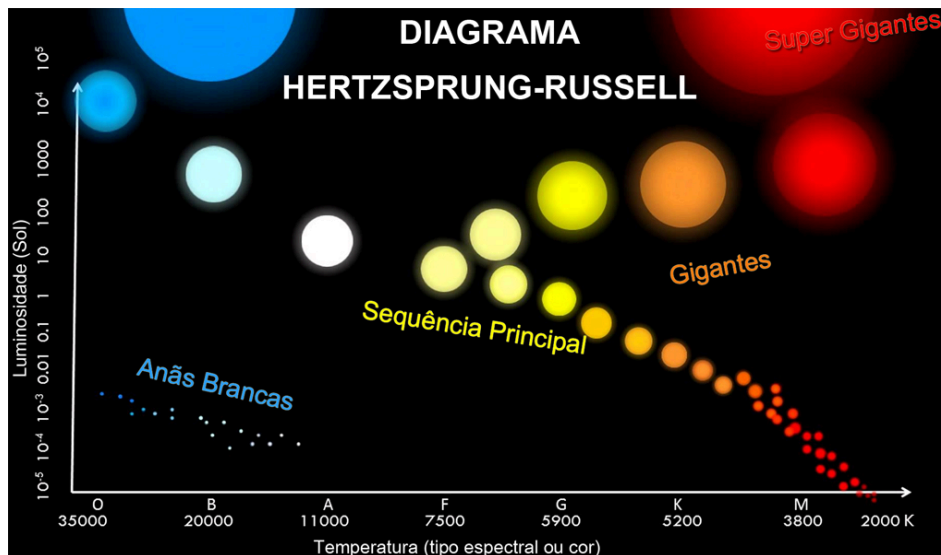


Diagrama Hertzsprung-Russell simplificado. Fonte: Galeria do Meteorito

## Tipos de estrelas

As estrelas são classificadas, de acordo com a sua massa e coloração, em:

**Anãs brancas:** são derivadas do processo de colapso de outras estrelas da sequência principal, consistindo no seu estágio final. Apesar de emitir brilho, não existem reações de fusão acontecendo no seu núcleo.

**Anãs amarelas:** apresentam atividade em seu núcleo, no qual ocorrem as reações de fusão nuclear. Elas fazem parte da sequência principal. Um exemplo é o Sol.

**Anãs vermelhas:** são as de maior presença no Universo. Possuem massa pequena, brilho fraco e temperaturas mais baixas que a do Sol.

**Gigantes vermelhas:** são estrelas em estágio avançado de seu ciclo de vida, dispendo de um tamanho maior, mas de massa reduzida, com menos brilho do que na fase anterior. Em aproximadamente cinco bilhões de anos, o Sol se tornará uma gigante vermelha.

**Gigantes e supergigantes azuis:** são muito massivas e brilhantes, apresentando temperaturas extremamente elevadas, variando entre 10.000 K e 50.000 K, no caso das supergigantes. Estas podem apresentar até 25 vezes a massa do Sol. Pela intensa atividade que ocorre em seu núcleo, são também estrelas muito jovens e com curto ciclo de vida.

Existem também as estrelas de nêutrons, estruturas muito pequenas, com diâmetro aproximado de 20 km, massivas e extremamente densas, sendo compostas essencialmente por nêutrons. Elas realizam movimento circular a altas velocidades, representando o estágio final de muitas estrelas massivas.

### **Vida e morte das estrelas**

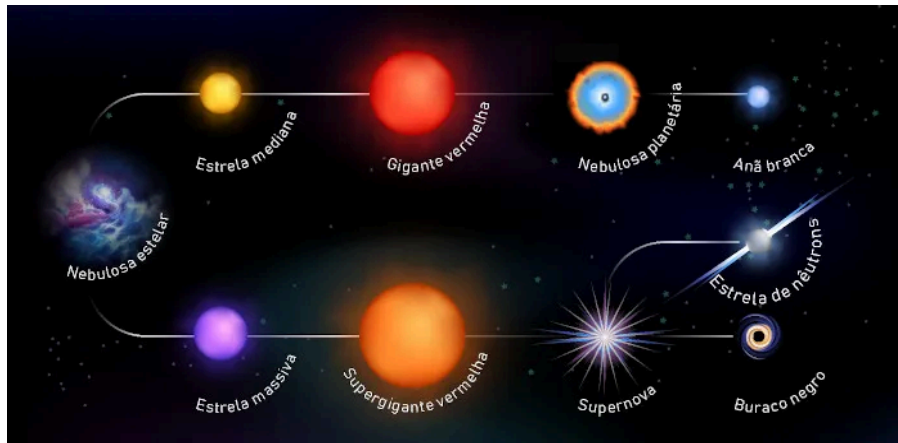
As estrelas se formam, amadurecem e deixam de existir como a maioria dos corpos celestes do Universo. O ciclo de vida de uma estrela pode ter duração de milhões ou bilhões de anos. Uma característica que todas elas apresentam, no entanto, é o fato de a sua fase madura corresponder a cerca de 90% de todo esse ciclo.

A maneira como uma estrela evolui até a sua morte varia de acordo com a massa, diretamente relacionada com a presença de gás combustível em sua estrutura para a continuidade das reações químicas do núcleo. Quando essas reações consistem na fusão do hidrogênio para a composição do hélio, caracteriza-se esses astros como estrelas de sequência principal. Nesse caso, o hidrogênio vai sendo consumido até se esgotar, fazendo com que o núcleo colapse e a parte externa da estrela se expanda até que ela se torne uma gigante vermelha.

A partir de então, as etapas que seguem dependem diretamente da massa da estrela. Nas estrelas medianas e pouco massivas, a atividade no núcleo continuará, porém dando origem a átomos de carbono originários da fusão do hélio. Quando este chega ao fim, toda a massa da estrela dá origem a uma nebulosa planetária. O núcleo, por sua vez, origina uma anã branca.

No caso das estrelas massivas, que apresentam pelo menos sete vezes a massa do Sol, ocorre a formação das supergigantes vermelhas. Seu núcleo dá início a reações que resultam na formação de elementos como o ferro, cuja produção demanda uma enorme quantidade de energia. Em decorrência disso, a estrela retrai como reação da própria gravidade e, logo em seguida, se expande de maneira violenta por meio de uma explosão chamada de supernova.

A maior parte dos seus materiais fica no espaço, mas cerca de 25% darão origem a uma estrela de nêutrons ou a um buraco negro, o que depende da massa propriamente dita. Originam buracos negros somente as estrelas supermassivas. Observe:



A imagem apresenta dois esquemas simplificados do ciclo de vida das estrelas medianas (ciclo superior) e das estrelas massivas (ciclo inferior). Fonte: Brasil Escola.

## Nome das estrelas

O nome oficial atribuído às estrelas deve passar pela aprovação da União Astronômica Internacional (IAU, na sigla em inglês), responsável pela sua catalogação com a finalidade de torná-lo padrão para a comunicação e para os estudos desses objetos. A lista da IAU apresenta 330 nomes oficiais de estrelas aprovados até então.

## Lista das 10 estrelas mais brilhantes

Para apresentarmos alguns exemplos de nomes de estrelas, trazemos a lista das 10 estrelas conhecidas mais brilhantes, de acordo com a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (Nasa):

- Sirius;
- Canopus;
- Rigil Kentaurus;
- Arcturus;
- Vega;
- Capella;

- Rigel;
- Procyon;
- Achernar;
- Betelgeuse.

## **Ano-Luz**

O ano-luz é uma unidade de medida que corresponde à distância atravessada pela luz no vácuo no tempo de um ano terrestre e vale em torno de 9,46 trilhões de quilômetros. Ela é usada na astronomia e astrofísica com o intuito de medir distâncias entre planetas, galáxias, estrelas e outros corpos celestes até a Terra sem a necessidade de descrevê-las em números enormes.

Quando dizemos que um corpo celeste está a 3 milhões de anos-luz da Terra, significa que a sua luz demorou 3 milhões de anos para atingir a Terra, então estamos vendo o passado desse corpo celeste, mas também significa dizer que, para chegar a essa galáxia, demoraríamos 3 milhões de anos estando na velocidade da luz (aproximadamente 300 mil metros por segundo).

### **Como calcular um ano-luz?**

Podemos transformar o ano-luz em termos de outras unidades de medida, como metro, quilômetro, unidade astronômica (U.A.) e parsecs. É necessário, para tanto, multiplicar o valor em anos-luz pelo seu valor unitário aproximado na unidade de medida desejada.

### **Unidades relacionadas ao ano-luz**

Existem diversas unidades de medida que podem ser relacionadas ao ano-luz, mas as principais são metro, quilômetro, unidade astronômica (U.A.) e parsecs. Na tabela abaixo, veremos o quanto 1 ano-luz equivale nessas unidades medida.

## **Origem do universo**

### **O que diz a teoria do Big Bang?**

A teoria do Big Bang é a explicação mais aceita para a origem do nosso Universo. De acordo com essa hipótese, todos os elementos conhecidos e desconhecidos que estão presentes no espaço vieram de um único ponto de altíssima temperatura e densidade infinita que era chamado então de “átomo primordial”. Há aproximadamente 13,8 bilhões de anos, esse único ponto começou a se inflar, o que decorreu por uma pequena fração de tempo, e “explodiu” logo na sequência, isto é, começou o seu processo de expansão, que continua até o presente.

Segundos após o início da expansão, o Universo era composto essencialmente por um conjunto de partículas chamado de plasma de quark-glúons, que foi apelidado de “sopa primordial”. Sua temperatura era de 5,5 bilhões de graus Celsius, o equivalente a 10 bilhões de graus Fahrenheit.

Esse plasma foi gradualmente resfriado, e a interação das partículas que o constituíam deu origem a elementos como a luz, que começou a aparecer cerca de 380 mil anos após o início da grande expansão. Melhor descrita como brilho, ela é resultante dos processos que originaram a radiação cósmica de fundo em micro-ondas (RCFM), presente em todas as regiões do nosso Universo.

O contínuo resfriamento dos materiais presentes no espaço deu origem aos gases, poeiras e outras matérias que constituem as estrelas, galáxias, planetas, asteroides, cometas e todos os demais componentes do Universo.

### **História da teoria do Big Bang**

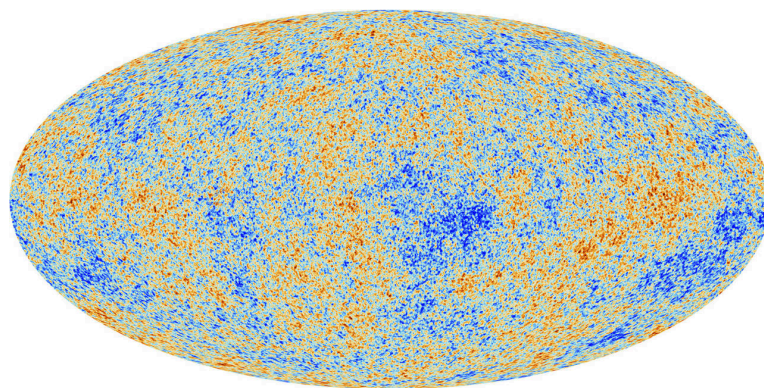
A teoria do Big Bang foi sugerida pelo físico belga George Lemaître (1894-1966) em um artigo, publicado no ano de 1927, que discorre a respeito de como o Universo pode ter se originado a partir da expansão de um único átomo (o chamado átomo primordial). As ideias de Lemaître receberam suporte por meio dos estudos realizados por Edwin Hubble (1889-1953) a respeito do comportamento das galáxias e como elas se movimentam no espaço, afastando-se umas das outras a uma velocidade acelerada.

A teoria da relatividade geral de Albert Einstein (1879-1955) foi também fundamental para a compreensão de como a força gravitacional age no espaço-tempo,

servindo como base teórica para as observações de Hubble e para a noção de como funcionam objetos como os buracos negros, que possuem no seu núcleo um ponto de densidade infinita.

O termo Big Bang (“grande explosão”) teria sido cunhado no final da década de 1940, em uma análise crítica à teoria feita pelo astrônomo britânico Fred Hoyle (1915-2001).

No ano de 1965, a radiação cósmica de fundo em micro-ondas, cuja existência havia sido prevista durante os anos de 1940, acabou sendo de fato encontrada por pesquisadores dos Laboratórios Bell, pertencentes à empresa fundada por Graham Bell, nos Estados Unidos. Atualmente, diversas pesquisas e missões são desenvolvidas por laboratórios internacionais e agências espaciais, como a Nasa, voltadas a atestar a veracidade da teoria do Big Bang, que continua sendo a mais aceita entre os pesquisadores para explicar a origem do Universo.



No mapa da radiação cósmica de fundo de micro-ondas, as cores indicam pequenas flutuações de temperatura que correspondem a variações de densidade de matéria – as pequenas sementes da estrutura do Universo. Fonte: ESA and the Planck Collaboration

Essa teoria nasceu da observação de que outras galáxias estão se afastando da nossa em grande velocidade em todas as direções, como se todas tivessem sido impulsionadas por uma antiga força explosiva.

Acredita-se que em um estado tão incompreensivelmente denso e energético, as quatro forças fundamentais – gravidade, eletromagnetismo e as forças nucleares forte e fraca – foram forjadas em uma única força, mas nossas teorias atuais ainda não descobriram como uma força unificada funcionaria. Para conseguir isso, precisaríamos saber como a gravidade funciona na escala subatômica, mas atualmente não sabemos.

Acredita-se também que os espaços extremamente próximos permitiram que as primeiras partículas do Universo se misturassem, e se estabelecessem mais ou menos na mesma temperatura. Então, em uma fração inimaginavelmente pequena de segundo, toda essa matéria e energia se expandiram para fora de forma mais ou menos uniforme, com pequenas variações proporcionadas por flutuações na escala quântica. Esse modelo de expansão vertiginosa, chamado de inflação, pode explicar por que o Universo tem uma temperatura e uma distribuição de matéria tão uniformes.

### **Consequências da inflação cósmica:**

Com o passar do tempo e o resfriamento da matéria, começaram a se formar tipos mais diversos de partículas, que acabaram se condensando nas estrelas e galáxias do nosso Universo atual.

### **A construção dos átomos:**

No primeiro segundo do Universo, ele estava frio o suficiente para que a matéria restante se unisse em prótons e nêutrons, as partículas familiares que compõem os núcleos dos átomos. E após os primeiros três minutos, os prótons e nêutrons se reuniram em núcleos de hidrogênio e hélio. Em massa, o hidrogênio representava 75% da matéria do universo primitivo e o hélio, 25%. A abundância de hélio é uma previsão fundamental da teoria do Big Bang e foi confirmada por observações científicas.

Apesar de ter núcleos atômicos, o Universo jovem ainda era muito quente para que os elétrons se acomodassem ao redor deles e formassem átomos estáveis. A matéria do universo continuava sendo uma névoa eletricamente carregada que era tão densa que a luz tinha dificuldade de atravessá-la.

### **Das primeiras estrelas aos dias atuais:**

Não havia uma única estrela no universo até cerca de 180 milhões de anos após o Big Bang. Foi necessário esse tempo para que a gravidade reunisse nuvens de hidrogênio e as transformasse em estrelas. Muitos físicos acreditam que vastas nuvens de matéria escura – um material ainda desconhecido que supera a matéria visível em mais de cinco para um – forneceram um andaime gravitacional para as primeiras galáxias e estrelas.

Quando as primeiras estrelas do Universo se acenderam, a luz que elas liberaram teve força suficiente para, mais uma vez, retirar os elétrons dos átomos neutros, um capítulo fundamental do Universo chamado reionização. Os cientistas tentaram vislumbrar esse “amanhecer cósmico”, mas os resultados foram variados.

Em 2018, uma equipe australiana anunciou ter detectado sinais da formação das primeiras estrelas há cerca de 180 milhões de anos após o Big Bang, embora outros grupos não tenham conseguido recriar seus resultados. Em 300 milhões de anos após o Big Bang, as primeiras galáxias nasceram. Nos bilhões de anos que se seguiram, estrelas, galáxias e aglomerados de galáxias se formaram e se reformaram – eventualmente produzindo nossa galáxia natal, a Via Láctea, e nosso lar cósmico, o Sistema Solar.

## **História da Astronomia**

A Astronomia é uma grande área da ciência responsável por muitos avanços científicos e sua história está repleta de grandes nomes como Copérnico, Galileu, Kepler e Newton. A Astronomia é uma ciência natural que se ocupa basicamente em estudar os fenômenos que ocorrem fora da atmosfera terrestre e a estrutura dos corpos celestes, como os planetas, as estrelas e outras estruturas cosmológicas (cometas, galáxias e nebulosas, por exemplo), e o próprio espaço em si. A palavra Astronomia vem do grego Astron, que significa astro, e Nomos, que significa lei.

Muitas civilizações antigas tratavam os astros como divindades. O estudo dos movimentos dos planetas e estrelas permitia aos povos antigos a distinção entre épocas de plantio e colheita, por exemplo. Algumas culturas antigas, como os maias, os chineses, os egípcios e os babilônios, foram capazes de elaborar complexos calendários baseados no movimento do Sol e outros astros.

Os gregos antigos também contribuíram muito para o avanço da Astronomia. Muitos filósofos gregos elaboraram modelos com o intuito de explicar o formato da Terra, as estações do ano, bem como os movimentos do Sol, da Lua e dos outros planetas visíveis a olho nu.

Um desses filósofos foi Tales de Mileto (624-546 a.C.), que considerava a Terra um disco plano preenchido por água. Pitágoras de Samos (572-479 a.C.), por sua vez, acreditava

que a Terra apresentava formato esférico. Já Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) explicou que as fases da Lua dependiam da iluminação solar, ao observar a formação de sombras durante os eclipses, e também defendia a hipótese de que o Universo fosse finito e esférico e que, juntamente aos astros, fosse imutável: sempre existirá e sempre existirá.

A visão de Aristóteles do sistema solar era qualitativa, pois usava de poucos recursos matemáticos para justificar seu modelo. Sua interpretação logo tornou-se aceita, acolhida e difundida por séculos, contribuindo para a propagação de conceitos físicos e astronômicos equivocados. Entre esses equívocos, podemos ressaltar o éter: a substância proposta por Aristóteles que comporia os corpos celestes, cuja existência foi investigada até meados do século XIX.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) foi o primeiro filósofo a propor que a Terra se movia em torno do Sol, quase 2 mil anos antes de Copérnico, e também conseguiu medir o tamanho do Sol e da Lua em relação à Terra. Eratóstenes de Cirênia (276-194 a.C.) calculou, com boa precisão, o diâmetro da Terra.

As primeiras tentativas de descrição do sistema solar colocavam no centro do Universo o Sol, a Lua e os demais astros, que giravam ao redor da Terra. Esse modelo de sistema solar centrado na Terra ficou conhecido como geocêntrico.

O ápice do sistema geocêntrico foi o complexo modelo ptolomaico, proposto pelo cientista grego Cláudio Ptolomeu (85-165 d.C.). Esse modelo apresentava diversas órbitas circulares, que descreviam com relativa precisão o movimento dos planetas conhecidos, mas não era capaz de explicar o movimento retrógrado de alguns planetas, quando observados da Terra. O modelo foi usado até a época do Renascimento Científico, no século XVI.

Em 1608, Galileu Galilei (1564-1642) enfrentou as ideias geocentristas da época, bem como a visão de imutabilidade dos astros proposta por Aristóteles, aperfeiçoou o telescópio e utilizou-o para observar as crateras da Lua, as fases de Vênus e descobriu os satélites naturais de Júpiter: Io, Ganimedes, Calisto e Europa.

O primeiro modelo matemático capaz de prever as órbitas planetárias com precisão, porém com grande complexidade, foi atribuído ao astrônomo francês Nicolau Copérnico (1473-1543). Copérnico abandonou a visão geocêntrica, atribuindo, em seu modelo, ao Sol o centro do Sistema Solar, no qual a Terra orbitava o astro-rei em uma trajetória circular,

completando uma volta a cada ano. Nessa representação, a inclinação do eixo de rotação da Terra seria a responsável pela divisão das estações do ano, e o movimento retrógrado de alguns planetas, como Marte, e a mudança de luminosidade eram explicados com o uso de diversas órbitas.

O modelo planetário de Copérnico foi posteriormente corrigido pelas precisas observações astronômicas do dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601). Em 1599, o brilhante astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630) tornou-se assistente de Tycho e teve em suas mãos uma enorme quantidade de dados astronômicos de grande precisão. Kepler revolucionou a mecânica celeste quando enunciou três leis que regem as órbitas planetárias, descrevendo-as como elipses, e não como círculos, como até então se acreditava, e estabeleceu uma relação matemática entre o período e o raio orbital dos planetas.

Anos mais tarde, munido das Grandes Contribuições de Copérnico, Galileu e Kepler, Isaac Newton (1642-1727) elaborou sua Lei da Gravitação Universal, explicando o fenômeno da gravidade e a dinâmica planetária de forma inédita.

## **ASTRONÁUTICA**

### **Leis de Kepler**

As leis de Kepler são voltadas para descrição das órbitas dos planetas do Sistema Solar. Desenvolvidas pelo astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler, explicam os movimentos planetários de acordo com os estudos do astrônomo polonês Nicolau Copérnico e nas medidas calculadas pelo também astrônomo Tycho Brahe. (Prevê conceito).

#### **Leis:**

- **1º Lei:** Também chamada de lei das órbitas, confirmou a teoria de que os planetas giram em torno do Sol, proposta por Copérnico, mas concluiu que as suas órbitas não são circulares, e sim elípticas. Além disso, afirmou que o Sol sempre está situado em um dos focos da elipse.

É importante destacar que algumas órbitas, a exemplo da Terra, parecem círculos. Isso acontece porque a sua excentricidade – medida calculada com base nos semi eixos da elipse – é bastante pequena.

- **2ºLei:** A segunda lei de Kepler ou lei das áreas estabelece que o segmento responsável pela ligação do Sol com os planetas que orbitam à sua volta percorre áreas iguais em intervalos de tempo também iguais. Ou seja, os planetas passam a se mover com maior velocidade quando estão perto do Sol (periélio) e de forma mais lenta no momento que estão afastados (afélio).
- **3º Lei:** Entre as leis de Kepler, a lei dos períodos ou lei da harmonia é aquela que anuncia que o quadrado do período de revolução (T) dos planetas é diretamente proporcional ao cubo dos raios médios (R) de suas órbitas. Esta definição é expressa da seguinte maneira:

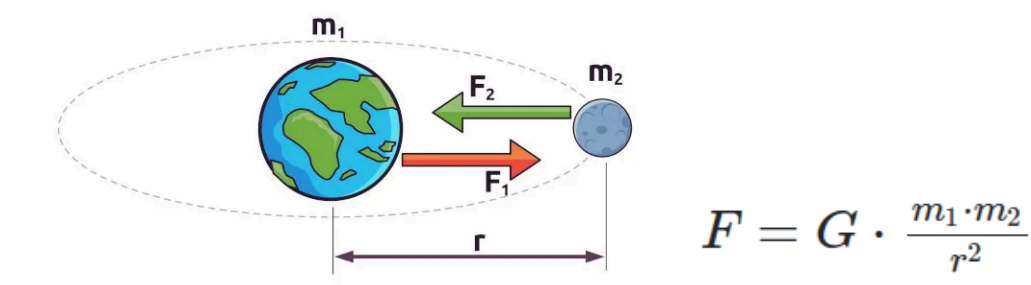
$$\frac{T^2}{R^3} = K$$

**Sabendo que:**

- T – tempo de translação do planeta, isto é, período que leva para completar uma volta ao redor do Sol.
- r – raio médio de cada planeta.
- k – um valor constante e que depende da massa do Sol. Todos os corpos que orbitam à sua volta possuem esta medida, que é próxima de 1.

## Gravitação Universal.

As leis de Kepler puderam descrever os movimentos planetários, porém não trouxeram à tona quais seriam os motivadores desses processos. Esse questionamento somente foi esclarecido anos mais tarde, por meio da Lei da Gravitação Universal. O seu criador, o cientista Isaac Newton, utilizou a terceira lei de Kepler para mostrar que existem forças gravitacionais capazes de atrair os planetas e o Sol. Além disso, que essas mesmas forças dependem das massas dos corpos e suas distâncias.



Lei da Gravitação Universal. Fonte: Mundo Educação.

## Luminosidade, Fluxo e Magnitude absoluta e bolométrica.

- **Luminosidade:** Propriedade intrínseca da estrela
- **Luminosidade:** energia por segundo (potência) emitida pela estrela independente da distância
- Tanto maior quanto maior é o raio da estrela e quanto maior a temperatura da estrela.
- **Fluxo:** Brilho intrínseco = fluxo na superfície da estrela = energia/segundo/área da estrela
- **Brilho aparente:** Fluxo estelar medido na Terra= Energia/segundo (área da esfera com raio igual à distância da estrela.
- Fluxo medido inversamente proporcional ao quadrado da distância.

## Sistema de Magnitude e índice de cor.

O fluxo medido para um astro depende da sensibilidade espectral do equipamento usado, isto é, da eficiência do equipamento para detectar a radiação.

Diferentes detectores (por exemplo, o olho humano, uma película fotográfica, ou um CCD) são mais sensíveis em algumas regiões do espectro eletromagnético do que em outras.

O fluxo das estrelas varia com o comprimento de onda, portanto o fluxo medido vai depender da sensibilidade do detector na região em que a estrela emite mais.

Sistema de magnitudes UB<sub>V</sub>: combinação de magnitudes nas regiões espectrais ultravioleta (U), azul (B) e visual (V). O visual fica no amarelo. Essas bandas espectrais são centradas em 3600 Å, 4200 Å e 5500 Å respectivamente.

No sistema UB<sub>V</sub> as magnitudes aparentes são indicadas pelas letras maiúsculas U, B e V, e as magnitudes absolutas correspondentes são indicadas por MB, MV, MU, respectivamente. As magnitudes no sistema UB<sub>V</sub> foram definidas de tal maneira que a estrela Vega tem magnitude  $U = B = V = 0$ . O fluxo dessa estrela no filtro V é de aproximadamente 1 milhão de fótons por cm<sup>2</sup> por segundo.

### **Índice de cor**

O índice de cor é uma medida quantitativa da cor da estrela. É a diferença de magnitude em duas bandas diferentes, por exemplo, B-V, ou U-B. O índice de cor não depende da distância.  $B-V = MB - MV$ ;  $U - B = MU - MB$

### **Magnitude Bolométrica:**

É a magnitude correspondente ao fluxo integrado em todo o espectro, ou seja, incluindo todos os comprimentos de onda (ou todas as frequências).

### **Missão Centenário**

A Missão Centenário foi uma missão que ocorreu em 29 de março de 2006 em parceria com a NASA e a Agência Espacial Brasileira (AEB). Onde Marcos Pontes foi o primeiro brasileiro a embarcar na ISS (Estação Espacial Brasileira) na base de Baikonur, no Cazaquistão, na **nave Soyuz-TMA 8**.

O nome da missão foi uma homenagem a Alberto Santos Dumont, outro brasileiro que realizou uma ação importante para o Brasil, colocando no ar um 14 Bis, em Paris no ano de 1906. Durante 8 dias Pontes realizou vários experimentos, e pesquisas, principalmente sobre a microgravidade (estado onde a força é pouca) e tirou mais de 2.000 fotos.

Pontes retornou à Terra no dia 8 de abril de 2006, a cápsula pousou no mar do Cazaquistão onde estava ele, o russo Valery Tokarev e o americano William McArthur. Este foi um marco muito importante para o Brasil, e para a exploração do espaço.

## **Foguetes e Satélites**

### **Foguetes**

São veículos espaciais que transportam astronautas e equipamentos para o exterior da Terra. São movidos a jato, pela queima de gás, depois os gases são impulsionados para fora do foguete, firmando-se na terceira lei de Newton. O primeiro foguete espacial foi proposto pelo professor russo Konstantin Tsiolkovsky, que deu a ideia de explorar o espaço com foguetes. Robert H. Goddard, norte-americano, fez vários experimentos físicos com foguetes e em 1923 criou o primeiro foguete moderno, com 3 metros de comprimento, e tubos presos por aço contendo dentro do tanque oxigênio e gasolina. Foi lançado no dia 16 de março de 1926 e chegou a uma altura de 56 metros.

### **Satélites**

São corpos que orbitam ao redor de outros corpos celestes, são classificados entre naturais e artificiais. Os satélites artificiais são feitos pelo homem e colocado para órbita um corpo, podendo ter diversas finalidades, como comunicação, meteorológica, para estudos astronômicos e entre outros. Os satélites se movimentam de acordo com as Leis de Kepler e da Gravitação Universal.

## **A exploração do Sistema Solar por meio de sondas espaciais.**

Sondas espaciais são naves não tripuladas utilizadas para exploração de áreas remotas do universo. Essas sondas tem um recurso de telemetria em termos gerais é a medição de dados de forma remota, com alguns equipamentos que elas carregam, tem os magnetômetros, que mede o campo magnético de diferentes astros. Algumas sondas, como Landers ou a Rovers , pousam na superfície dos astros para estudar a geologia e o clima.

Projetada pela NASA, as sondas espaciais Voyager 1 e 2 foram lançadas no dia 5 de setembro e 20 de agosto de 1977, respectivamente. Essas naves foram conduzidas para fazer estudos sobre Júpiter e Saturno, e suas maiores luas.

As duas naves tiraram mais de 33 mil fotos de Júpiter e seus principais satélites, a maior descoberta foi o vulcanismo ativo no satélite Io, foi a primeira vez que vulcões ativos foram vistos em um corpo do sistema solar.

Em Saturno, foi obtido a medida de rotação de Saturno, 10 horas, 39 minutos e 24 segundos, e a Voyager 1 descobriu que cerca de 7 a 11% da atmosfera superior é de Hélio, enquanto o resto é hidrogênio. Saturno é o único planeta mais denso que a água, se fosse colocado sobre um lago ele flutuaria.

A última missão da Voyager 2 foi sua ida até Urano e Netuno, em 24 de janeiro de 1986 ela atingiu o ponto mais próximo de Urano, tirando fotos detalhadas e dados do planeta e suas luas e vários outros descobriu mas sobre os anéis e as cinco luas ao redor de Urano revelou superfícies complexas. No dia 25 de agosto de 1989 a Voyager 2 alcançou o ponto mais próximo de Netuno, sendo a primeira espaçonave a observá-lo, e chegando a observar a lua Tritão. Depois a Voyager 2 foi para o espaço interestelar como a Voyager 1 após suas missões concluídas.

## **Os satélites brasileiros**

### **SCD-1**

O primeiro satélite brasileiro foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em São José dos Campos, 14 de novembro de 1992. Em seguida, o primeiro satélite brasileiro foi para os Estados Unidos na Califórnia, na base Edwards para testes de lançamento.

Em 9 de fevereiro de 1993 o SCD-1 foi para o espaço acoplado pelo foguete Pegasus, e com isso se iniciou a coleta de dados brasileiro. O SCD-1 tem um sistema que consiste de satélites em órbita baixa, possui 115 kg, o satélite coleta dados e retransmite para várias plataformas espalhadas pelo Brasil, esses dados obtidos fornecem pesquisas meteorológicas, como previsões do tempo, monitoramento dos níveis de água em rios e represas.

## **CBERS**

CBERS é um programa de parceria entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial, essa cooperação fez com que o Brasil tivesse uma poderosa ferramenta de monitoramento territorial. No primeiro momento só dois satélites foram lançados pelo foguete chinês Longa Marcha 4B e o CBERS-1 e CBERS-2 tiveram ótimos resultados.

Com o sucesso dos satélites, ambos os governos decidiram expandir o acordo com mais três satélites, CBERS-2B e CBERS-3 e 4, para a segunda etapa de parceria Sino-Brasileiro. E com mais sucesso a China resolveu criar outro projeto, um novo satélite do programa CBERS: o CBERS O4A.

As imagens coletadas por esses sistemas são utilizadas para o controle do desmatamento e queimadas na Amazônia, monitoramento dos recursos hídricos, agricultura e várias outras utilidades.

## **AMAZÔNIA**

O Amazônia 1 é o primeiro satélite de observação 100% brasileiro, testado e operado no Brasil, e é também o primeiro construído pela Plataforma multimissão (PMM), uma estrutura inovadora desenvolvida pela INPE. Ele foi lançado no dia 28 de fevereiro de 2021 em Sriharikota, na Índia, no Satish Dhawan Space Center (SHAR).

O Amazônia 1 é fornecedor de imagens para o monitoramento ambiental e da agricultura de todos os territórios brasileiros, os dados coletados pelo satélite estão disponíveis para as comunidades científica e órgãos governamentais e para pessoas interessadas em compreender o ambiente terrestre. A órbita do Amazonia 1 foi projetada para ter uma alta taxa de revista de 5 dias que pode obter fotos e dados da mesma região, isso é extremamente valioso.

## **Os foguetes brasileiros e de outros países**

### **Foguetes Brasileiros**

#### **SONDA I**

O foguete Sonda I foi um foguete simples de dois estágios, com massa de decolagem de 59 kg, especificado pelo Grupo Executivo de Trabalhos de Estudos de Projetos Espaciais (GETEPE), este que, futuramente, iria se transformar no Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) que conhecemos hoje, e encomendado à Avibrás Aeroespacial, de São José dos Campos. Seu apogeu era de 65 km, com uma capacidade para carga útil de 4 kg (Figuras 1 e 2). Ao todo, foram lançados cerca de 225 desses foguetes, entre 1967, data do voo do primeiro protótipo, e 1977.

#### **SONDA II**

O Sonda II era um foguete de um único estágio, cujo seu diâmetro e sua massa eram bem maiores que os do Sonda I. Historicamente, foi o primeiro foguete cujo projeto, fabricação estrutural, propelente e proteções térmicas foram desenvolvidos no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Foram desenvolvidas diversas versões desse foguete. A última versão possui massa de decolagem de cerca de 370 kg, com apogeu de 50 a 100 km e capacidade para 20 a 70 kg de carga útil. No total, 61 foguetes Sonda II foram lançados.

#### **SONDA III**

O Sonda III representou um grande avanço técnico em relação ao seu antecessor. Além de ser composto por dois estágios, o que lhe dava um porte consideravelmente maior que o Sonda II, trazia uma rede elétrica mais elaborada e carga útil instrumentada. Todavia, foi sob o ponto de vista gerencial que o Sonda III mais se distinguiu em relação ao Sonda II. Nesse particular, por seu caráter pioneiro, o Sonda II foi gerenciado de forma pessoal e pouco estruturada, além de ter sido um projeto pouco documentado e sem especificações técnicas dos materiais constituintes do sistema, até porque sua configuração de referência foi baseada no foguete canadense Black Brant III, da Bristol Aerospace.

## **SONDA IV**

Foi o primeiro foguete nacional a ter tecnologia controlada, possibilitando manobrar na atmosfera. Seu lançamento ocorreu em 1984, e podia transportar 500 kg de carga. Com o lançamento de quatro foguetes Sonda IV, foram implantadas as bases necessárias ao início do projeto do veículo lançador brasileiro capaz de colocar satélites em órbita baixa.

## **VLS-1**

O Veículo Lançador de Satélites (VLS) foi desenvolvido em 1985 e tinha a função de colocar satélites na órbita terrestre. O VLS-1 teve três tentativas de lançamento e todas foram mal sucedidas, tendo explosões em partes do foguete.

## **Foguetes de outros países**

### **Estados Unidos**

#### **FALCON 9**

O Falcon 9 foi projetado e desenvolvido pela SpaceX, movido por motores Merlin que utilizam querosene e oxigênio líquido para gerar energia. Esse foguete é o primeiro reutilizável, podendo transportar cargas e pessoas.

#### **SATURNO V**

Foi um foguete desenvolvido pelo programa Apollo, construído pela NASA. O Saturno V é muito famoso pois realizou várias missões, uma delas foi a leva de humanos para a lua.

### **China**

#### **LONG MARCH-5B**

O Long March é um dos principais foguetes espaciais da China que realizou várias conquistas. O Long March-5B foi lançado no dia 6 de maio de 2020 e foi o primeiro voo experimental da nave espacial tripulada com uma cápsula de retorno de carga.

### **Os satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto e suas aplicações.**

Satélites Meteorológicos são usados para a observação do tempo e o clima da Terra utilizando o sensoriamento remoto que é uma tecnologia que coleta dados da superfície sem ter contato direto, por meio de sensores. Esses satélites coletam informações de formações das nuvens, tempestades, poluição, queimadas, superfície com neves e gelo, etc. Como exemplos de satélites meteorológicos temos o NOAA (Administração Oceânica e Atmosférica Nacional) uma agência governamental dos Estados Unidos, criada em 3 de outubro de 1970 com uma combinação de diversas organizações.

### **A Estação Espacial Internacional (ISS)**

A Estação Espacial Internacional (ISS) foi projetada entre 1984 e 1993, construída pelos Estados Unidos da América, Canadá, Japão e Europa no final da década de 80. Em 1993 a Rússia foi convidada a participar do projeto. Sua montagem teve início em 1998 e foi terminada em 8 de junho de 2011, todas as peças para a montagem da ISS foram fornecidas pelos Estados Unidos e Rússia. A ISS possui 109 metros de largura, 73 metros de comprimento, 20 m de altura e 450.000 kg. Está orbitando a aproximadamente 400 km da superfície terrestre, com uma velocidade de aproximadamente 28.000 km/h com o período de translação ao redor da Terra de 90 minutos.

A Estação Espacial Internacional é monitorada pela NASA e pelas agências espaciais da Rússia, Japão, Canadá e União Europeia. Em abril de 2017 a americana Peggy Whitson permaneceu na estação por 534 dias, e em 2006 Marcos César Pontes foi o primeiro astronauta brasileiro a estar na estação.

### **O Telescópio *Hubble*, *James Webb* e demais telescópios espaciais.**

#### **Telescópios Espaciais**

São equipamentos de observação de objetos e fenômenos celestes, que é colocado em órbita, mais livre de interferência atmosférica da Terra. Utilizando a radiação eletromagnética, luz visível, ultravioleta, raios X e infravermelho, para coleta dados sobre as galáxias, estrelas e outros objetos cósmicos.

O telescópio Hubble foi criado entre os anos de 1970 a 1980, lançado em 1990, foi uma avanço e tanto na astronomia, onde ele captou imagens precisas do universo, era possível enxergar uma bola de futebol a 51 quilômetros de distância. Foi o Hubble que possibilitou compreender a formação e a morte das estrelas.

Outro importante telescópio é o Telescópio Espacial *James Webb* (JWST), que é um projeto da NASA, da Agência Espacial Europeia (ESA) e da Agência Espacial Canadiana (CSA). Foi ao espaço no dia 25 de dezembro de 2021, desenvolvido com o intuito de entender a formação do universo, a existência de planetas habitáveis, evolução de galáxias, estrelas, buracos negros, e exoplanetas.

### **As instituições brasileiras voltadas ao desenvolvimento das atividades espaciais.**

#### **AEB**

A Agência Espacial Brasileira (AEB) é uma autarquia pública vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), foi criada no dia 10 de fevereiro de 1994. A AEB utiliza a ciência e a tecnologias espaciais para solucionar problemas do país.

#### **CTA**

Centro Técnico de Aeroespacial (CTA) é uma organização militar e instituição científica e tecnológica do comando da aeronáutica, com o foco em pesquisas, desenvolvimento e inovação no setor aeroespacial.

#### **IAE**

O Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) é uma fusão do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD) e do Instituto de Atividades Espaciais (IAE). Esse Instituto está no desenvolvimento de tecnologias para fortalecer o poder aeroespacial brasileiro, com foco nos projetos de veículo lançador de satélites, foguetes e veículos aéreo não tripulado.

## **INPE**

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é um instituto vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que produz ciência e tecnologia nas áreas espacial e do ambiente terrestre. Como construção de satélites para a observação da superfície terrestre, um desses feitos é o monitoramento da Amazônia.

## **ITA**

O Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) foi fundado em 1 de janeiro de 1950, com o objetivo de desenvolver ciência e tecnologia no país, é vinculado ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), e está localizado em São José dos Campos, São Paulo.

## **CLA**

O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) foi fundado em 1983, porém só começou a lançar foguetes em 1989, é um dos dois centros de lançamento de foguetes no Brasil, localizado no Maranhão, próximo a linha do Equador.

## **CLBI**

O Centro de lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) foi fundado no dia 12 de outubro de 1965 no Rio Grande do Norte, com o objetivo de lançar e rastrear foguetes, mas também tem comprometimento com o meio ambiente.

## **Conquista do espaço**

A segunda Guerra Mundial terminou em 1945, e deu início a um novo conflito entre Estados Unidos da América e a União Soviética, o período de duração dessa guerra foi de 1945 a 1991, durante esse tempo os dois Países competiram em várias áreas, e uma dessas áreas foi a exploração espacial.

O início da corrida espacial foi iniciado em 1957 quando a União Soviética lançou o primeiro satélite artificial, o Sputnik. Em resposta, os Estados Unidos lançaram o satélite Explorer no ano de 1958. A corrida entre os dois países continuou com a União Soviética enviando o primeiro ser vivo ao espaço, uma cadela chamada Laika, e realizando o primeiro voo tripulado por um humano Yuri Gagarin no ano de 1961.

No entanto, os Estados Unidos não demoraram para alcançar seus próprios marcos. Em 1962, o astronauta John Glenn voou ao redor do planeta terra e em 1969, a missão Apollo XI alcançou a lua, com o astronauta Neil Armstrong e Edwin Aldrin Jr. se tornando os primeiros humanos a pisar no solo lunar.

Na década de 1970, com a redução dos gastos em pesquisas e a fragmentação da união soviética, a corrida espacial começou a perder força. Em 1975 os Estados Unidos e a União Soviética chegaram a um acordo para trocar informações sobre a exploração espacial, marcando o fim da corrida espacial.

### **A Exploração de Marte.**

A exploração de Marte é um dos empreendimentos mais ambiciosos e intrigantes da ciência moderna. Desde o início das missões da NASA, para entender a geologia, a atmosfera e o potencial do planeta vermelho para ser habitado tem sido o foco da pesquisa espacial da NASA.

As sondas Mariner, Viking, Pathfinder, Spirit, Opportunity e Curiosity não somente expandiram nosso conhecimento sobre o planeta vermelho, mas inspiraram uma nova geração de cientistas e engenheiros. O rover Curiosity, por exemplo, não apenas confirmou que em Marte no passado tinha presença de água líquida, mas também analisou a composição química das rochas e do solo, assim revelando informações importantes e cruciais sobre a história geológica de Marte.

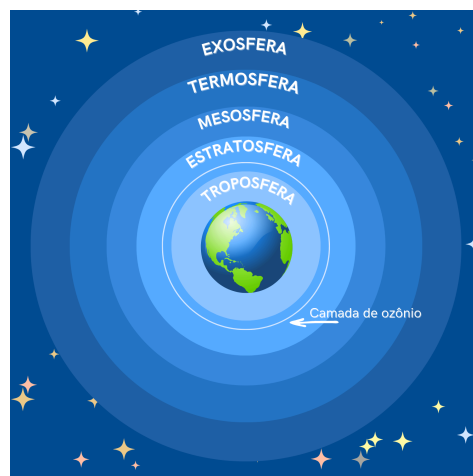
O rover Perseverance, parte da missão Mars 2020, eleva o nível de exploração, equipado com instrumentos avançados, ele procura vida microbiana antiga, e coleta amostras que podem ser trazidas de volta ao planeta terra em futuras missões. A capacidade de realizar experimentos *in situ* e a busca por biosinais (manifestações fisiológicas como os batimentos cardíacos, as ondas cerebrais, a tensão muscular, entre outros) são passos significativos na busca por vida além do planeta Terra.

Além disso, a colaboração internacional, como a missão ExoMars, destaca a importância dos esforços conjuntos entre agências espaciais, para alcançar objetivos comuns. A busca por vida no planeta vermelho não é apenas uma curiosidade científica, mas também para entender se estamos sozinhos no universo. As futuras explorações planejadas pela NASA e outras agências, e representará um grande desafio tecnológico, exigirá inovações em meios de transporte, habilitação e sustentabilidade para estabelecer uma presença humana no planeta, bem como a compreensão profunda dos riscos. Logo a exploração de Marte não é apenas uma jornada ao planeta vermelho, mas uma busca por respostas sobre a vida, geologia e história do nosso sistema solar.

As descobertas feita em Marte podem ter implicações profundas para a ciência, e a tecnologia e nosso lugar no cosmos.

### **O efeito estufa e o buraco na camada de ozônio**

A camada de ozônio, também chamada de ozonoesfera, é uma das camadas gasosas que envolvem o planeta. Ela é composta pelo gás Ozônio (O<sub>3</sub>) e se localiza na estratosfera, entre 20 e 35 quilômetros de altitude.



Camadas da atmosfera. Fonte: Toda Matéria.

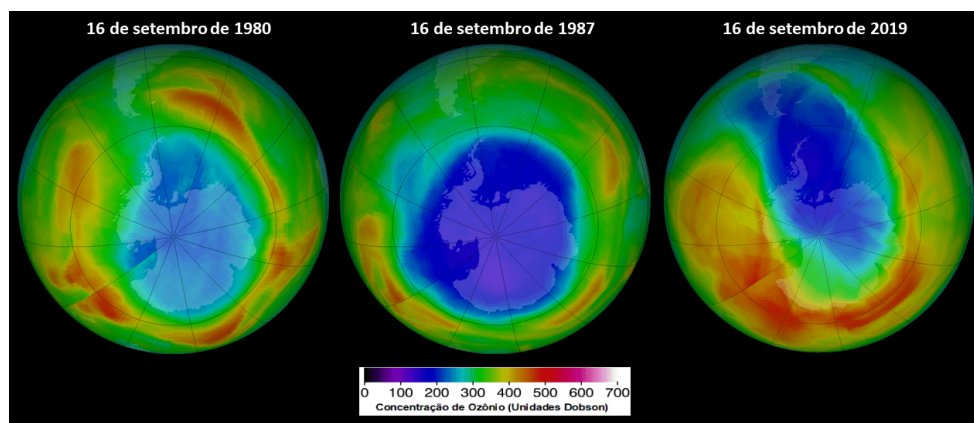
A presença de ozônio perto da superfície pode agravar a poluição e provocar a chuva ácida. Mas, na estratosfera, a camada de ozônio tem a capacidade de filtrar boa parte dos raios ultravioleta mais perigosos emitidos pelo Sol.

Os raios violetas são danosos aos seres humanos. Eles podem causar câncer de pele, danos à visão e ao sistema imunológico e envelhecimento precoce. Além de provocar

desequilíbrios ambientais, pois pode prejudicar o desenvolvimentos de animais marinhos e reduzir a produtividade do fitoplâncton, a base da cadeia alimentar aquática.

### O que destrói a camada de ozônio?

Na atualidade, os benefícios da camada de ozônio são ameaçados pelo ser humano. Isso porque, desde a Revolução Industrial, se intensificou o número de atividades humanas que contribuem para a destruição da camada. O primeiro buraco na camada de ozônio foi detectado por cientistas britânicos no final da década de 1970, na região da Antártica. Esses buracos nada mais são do que a rarefação ou diminuição gradativa da espessura da camada de ozônio, o que permite que uma quantidade maior de raios ultravioletas cheguem à Terra.



Concentração do Ozônio na atmosfera com o passar dos anos. Fonte: NASA.

Mas, como a camada de ozônio é destruída? Algumas substâncias químicas, quando degradadas pelos raios ultravioletas, soltam átomos que reagem com as moléculas de ozônio, transformando-as em gás oxigênio ( $O_2$ ).

As principais substâncias que prejudicam a camada de ozônio são: óxido nítrico ( $NO$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e clorofluorcarbonos (CFCs). Essas substâncias são liberadas para a atmosfera pelos gases emitidos pela queima de combustíveis fósseis, por indústrias e veículos, pelos propelentes em produtos aerossóis, equipamentos de refrigeração e na produção de plásticos no geral.

### Efeito estufa

Outro benefício da camada de ozônio é a produção do efeito estufa: um processo natural no qual parte da radiação solar é absorvida por determinados gases – os chamados gases estufa. Esses gases formam uma camada que retém mais da metade dos raios solares na atmosfera terrestre.

Mas, não pense que o efeito estufa é ruim. Graças à absorção de calor pelos gases estufa e por continentes e oceanos, a superfície da Terra é aquecida. Se o efeito estufa não existisse, a Terra seria cerca de 30 °C mais fria do que é hoje, dificultando muito o desenvolvimento da vida por aqui.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Escola Virtual da AEB. Disponível em: <https://aebescolavirtual.aeb.gov.br/course/>. Acesso em: 26 junho de 2025.

AEROJR. O que são sondas espaciais? Disponível em: <https://aerojr.com/blog/o-que-sao-sondas-espaciais/>. Acesso em: 6 maio de 2025.

AVENTURAS NA HISTÓRIA. Marcos Pontes: o primeiro brasileiro a ir ao espaço. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.com.br/noticias/reportagem/marcos-pontes-o-primeiro-brasileir-o-ir-ao-espaco.phtml>. Acesso em: 1 abril de 2025.

BRASIL ESCOLA. Como funciona o lançamento de um foguete. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/como-funciona-o-lancamento-de-um-foguete.htm>. Acesso em: 8 abril de 2025.

BRASIL ESCOLA. James Webb: sucessor do Hubble. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/james-webb-sucessor-hubble.htm>. Acesso em: 24 junho de 2025.

BRASIL ESCOLA. Sensoriamento remoto. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/sensoriamento-remoto.htm>. Acesso em: 18 junho de 2025.

BRASIL ESCOLA. A dinâmica da atmosfera. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/a-dinamica-atmosfera.htm>. Acesso em: 23 abril de 2025.

CENTRO DE LANÇAMENTO DE ALCÂNTARA. Rede Nacional de Ensino e Pesquisa. Disponível em: <https://www.rnp.br/projetos/centro-de-lancamento-de-alcantara/>. Acesso em: 26 junho de 2025.

CHINA2BRAZIL. Conheça a principal família de foguetes espaciais da China: Long March. Disponível em:

<https://china2brazil.com.br/conheca-a-principal-familia-de-foguetes-espaciais-da-china-long-march/>. Acesso em: 21 maio de 2025.

CPTEC/INPE. Órbitas de satélites meteorológicos. Disponível em: <https://satelite.cptec.inpe.br/informacao/orbitas.jsp>. Acesso em: 18 junho de 2025.

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL. Disponível em: [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Departamento\\_de\\_Ci%C3%Aancia\\_e\\_Tecnologia\\_Aeroespacial](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Ci%C3%Aancia_e_Tecnologia_Aeroespacial). Acesso em: 26 junho de 2025.

EBSCO. Space-based telescopes. Disponível em: <https://www.ebsco.com/research-starters/astronomy-and-astrophysics/space-based-telescopes>. Acesso em: 24 junho de 2025.

EDUCA MAIS BRASIL. Leis de Kepler. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/astronomia/leis-de-kepler>. Acesso em: 23 abril de 2025.

G1. Satélite brasileiro de 30 anos se torna o mais antigo do mundo em operação. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2023/07/10/satelite-brasileiro-de-30-anos-se-torna-o-mais-antigo-do-mundo-em-operacao.ghtml>. Acesso em: 8 maio de 2025.

G1. Missão Centenário. Disponível em: <https://especiais.g1.globo.com/sp/bauru-marilia/missao-centenario/>. Acesso em: 1 abril de 2025.

INPE. Histórico do satélite SCD-1. Disponível em: [http://www.inpe.br/scd1/site\\_scd/historico.htm](http://www.inpe.br/scd1/site_scd/historico.htm). Acesso em: 8 maio de 2025.

INPE. Programa CBERS. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/programas/cbers>. Acesso em: 8 maio de 2025.

INPE. Notícia institucional. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5706](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5706). Acesso em: 8 maio de 2025.

INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO (IAE). Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/ensino-e-pesquisa/copy\\_of\\_instituicoes-de-ensino-militar/copy\\_of\\_instituicoes-de-ensino-e-pesquisa-vinculadas-a-forca-aerea-brasileira/instituto-de-aeronautica-e-espaco-iae](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/ensino-e-pesquisa/copy_of_instituicoes-de-ensino-militar/copy_of_instituicoes-de-ensino-e-pesquisa-vinculadas-a-forca-aerea-brasileira/instituto-de-aeronautica-e-espaco-iae). Acesso em: 26 junho de 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/composicao/rede-mcti/instituto-nacional-de-pesquisas-espaciais>. Acesso em: 26 junho de 2025.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/ensino-e-pesquisa/copy\\_of\\_instituicoes-de-ensino-militar/copy\\_of\\_instituicoes-de-ensino-e-pesquisa-vinculadas-a-forca-aerea-brasileira/instituto-tecnologico-de-aeronautica-ita](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/ensino-e-pesquisa/copy_of_instituicoes-de-ensino-militar/copy_of_instituicoes-de-ensino-e-pesquisa-vinculadas-a-forca-aerea-brasileira/instituto-tecnologico-de-aeronautica-ita). Acesso em: 26 junho de 2025.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA. Disponível em: [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Instituto\\_Tecnol%C3%B3gico\\_de\\_Aeron%C3%A1utica](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Instituto_Tecnol%C3%B3gico_de_Aeron%C3%A1utica). Acesso em: 26 junho de 2025.

KENNEDY SPACE CENTER. Saturn V rocket. Disponível em: <https://www.kennedyspacecenter-tickets.com/pt/saturn-v-rocket/>. Acesso em: 21 maio de 2025.

MILITARES ESTRATÉGIA. Programa espacial brasileiro. Disponível em: <https://militares.estrategia.com/portal/atualidades/programa-espacial-brasileiro/>. Acesso em: 21 maio de 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Atmosfera terrestre. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/atmosfera-terrestre.htm>. Acesso em: 23 abril de 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Camadas da atmosfera. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/camadas-atmosfera.htm>. Acesso em: 23 abril de 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Estação Espacial Internacional. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/estacao-espacial-internacional.htm>. Acesso em: 19 junho de 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Lei da gravitação universal. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/lei-gravitacao-universal.htm>. Acesso em: 23 abril de 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. O Sol. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-sol.htm>. Acesso em: 23 abril de 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Satélites artificiais. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/satelites.htm>. Acesso em: 8 abril de 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Sputnik 1. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/historiageral/sputnik-1.htm>. Acesso em: 8 abril de 2025.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Como o universo começou e como foram seus primórdios. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/espaco/2025/03/como-o-universo-comecou-e-como-foram-seus-primordios>. Acesso em: 23 abril de 2025.

NASA. International Space Station. Disponível em: <https://www.nasa.gov/international-space-station/>. Acesso em: 19 junho de 2025.

NOAA. Weather satellites. Disponível em: <https://www.noaa.gov/jetstream/weather-satellites>. Acesso em: 18 junho de 2025.

PARQUE CIENTEC – USP. Sondas espaciais Voyager 1 e 2. Disponível em: <https://www.parquecientec.usp.br/passeio-virtual/astronomia/alameda-do-sistema-solar/sondas-espaciais-voyager-1-e-2>. Acesso em: 6 maio de 2025.

SPACEX. Falcon 9. Disponível em: <https://www.spacex.com/vehicles/falcon-9/>. Acesso em: 21 maio de 2025.

TODAMATÉRIA. Leis de Kepler. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/leis-de-kepler/>. Acesso em: 23 abril de 2025.

UFMG. O papel da atmosfera. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/papel-da-atmosfera/>. Acesso em: 23 abril de 2025.

UFRGS. Aula de fotometria. Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula\\_fotom.htm](https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_fotom.htm). Acesso em: 23 abril de 2025.

UOL EDUCAÇÃO. Sondas espaciais: máquinas que exploram o universo. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/sondas-espaciais-maquinas-exploram-o-universo.htm>. Acesso em: 6 maio de 2025.