

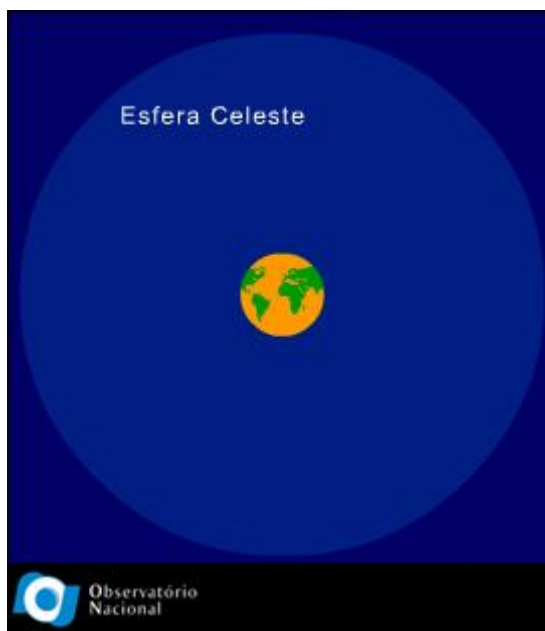
Definindo coordenadas sobre a Terra

Para podermos discutir os sistemas de coordenadas usados para localizar pontos na superfície da Terra precisamos de alguns conceitos de astronomia básica (fundamental) sobre coordenadas celestes.

Precisamos definir o que é "esfera celeste", "equador celeste", "pólos celestes", "zênite", "nadir", "meridiano", "eclíptica", "eqüinócios", "solstícios".

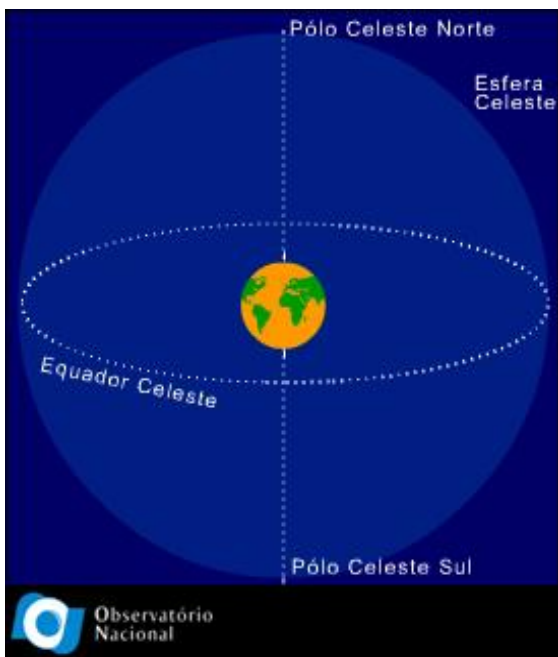
A Esfera Celeste

Quando olhamos para o céu noturno temos a impressão de que todas as estrelas estão à mesma distância de nós, fixas na escuridão do céu. Sabemos que isto não é verdade pois os vários objetos celestes que povoam o universo, sejam eles planetas, estrelas, nebulosas ou galáxias, estão situados em um amplo intervalo de distâncias da Terra. As estrelas brilhantes que vemos sem a ajuda de um telescópio estão situadas em um intervalo de distância que vai de 4,2 anos-luz (a estrela mais próxima de nós, Proxima Centauri, que tem o nome científico de V645 Cen) até cerca de 1000 anos-luz. Estas distâncias, que já são imensas, nem se comparam com aquelas das outras galáxias, quasares, etc. que estão a milhões de anos-luz de nós. Por termos a impressão de que todos os objetos celestes visíveis estão à mesma distância de nós os astrônomos imaginam que todos eles estão a uma distância comum, fixos na parte interna de uma grande esfera imaginária que envolve a Terra e que chamamos de esfera celeste. Consideramos que a Terra está situada no centro desta esfera celeste.



Desta forma, o céu noturno visto por um observador sobre a superfície da Terra é a projeção sobre a esfera celeste de todos os objetos celestes, sejam eles, planetas, cometas, estrelas, nebulosas, galáxias, etc.

O Equador Celeste e os pólos Celestes



Imagine agora a Terra envolta pela esfera celeste. Vamos supor que o nosso planeta é um globo transparente, com uma lâmpada no seu centro, e sobre a sua superfície traçamos o equador terrestre. Ao acendermos a lâmpada no seu interior, a linha que marca o equador terrestre lançará uma sombra, ou seja "será projetada", sobre a esfera celeste que a envolve.

O equador da Terra, projetado sobre a esfera celeste, é chamado de **equador celeste**. A extensão do eixo de rotação da Terra irá "perfurar" a esfera celeste em dois pontos que chamamos de **pólos celestes**. Obviamente, a projeção do pólo norte da Terra dá origem ao **pólo celeste norte** enquanto que a projeção do pólo sul da Terra dá origem ao **pólo celeste sul**.

Zênite, Nadir e o Meridiano do Observador



O **zênite** de um observador é o ponto, projetado sobre a esfera celeste, que está diretamente acima da cabeça do observador. Este ponto é obtido ao se traçar uma reta que passa pelo centro da Terra, pelo observador e se prolonga até a esfera celeste.

O fio de prumo que é usado pelos trabalhadores da construção civil para verificar se uma parede está na vertical também serve para determinar o zênite. Sabemos que todos os corpos são atraídos para o centro da Terra. O prumo também está sendo atraído e, portanto, ele marca a direção para o centro do nosso planeta. Se prolongarmos a direção do fio de prumo

para cima, na direção da esfera celeste, teremos o zênite do observador.

O **nadir** é o ponto diametralmente oposto ao zênite.

Definimos como **meridiano** o grande círculo imaginário que traçamos na esfera celeste e que passa através do zênite do observador e dos dois pólos celestes.

Muito importante é saber que cada localização sobre a Terra tem um **meridiano** único passando por ela.

Eclíptica

Durante o período de um ano o Sol traça uma trajetória aparente no céu em relação às estrelas fixas.

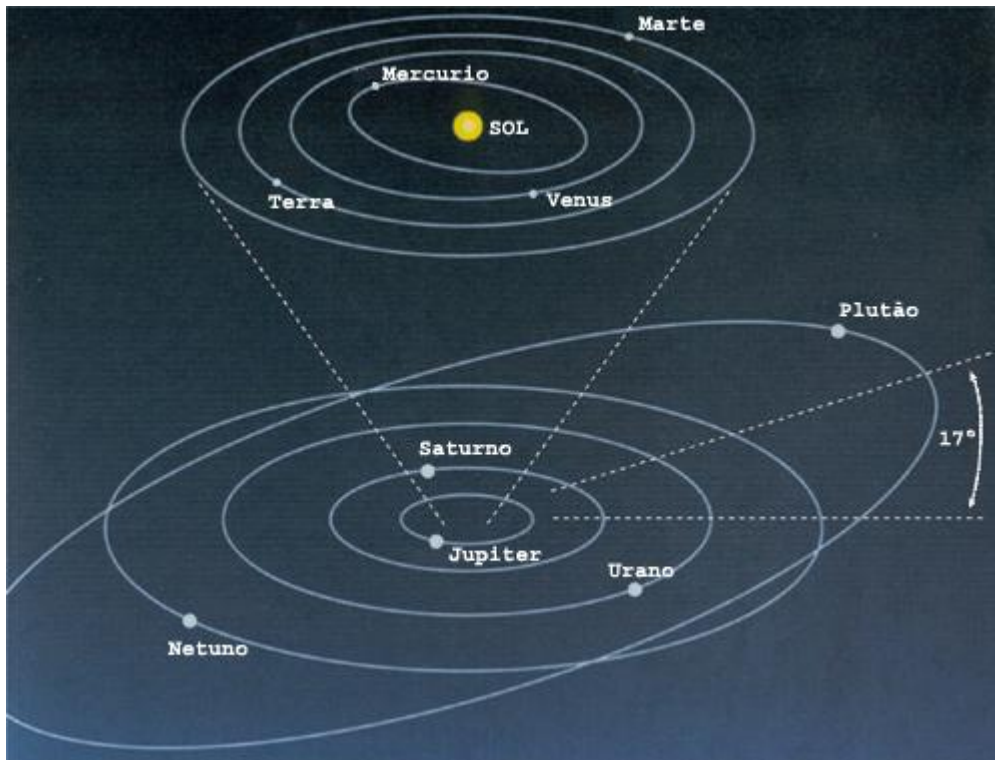
A projeção da trajetória aparente do Sol, em relação às estrelas, durante um ano traça sobre a esfera celeste um círculo que é chamado de **eclíptica**. Podemos definir a eclíptica como sendo o caminho aparente do Sol sobre a esfera celeste. Como o ano tem 365 1/4 dias e o círculo tem 360° o Sol parece se mover ao longo da eclíptica a uma taxa de, aproximadamente, 1° por dia.

No entanto, sabemos que o eixo de rotação da Terra é inclinado em um ângulo de 23,5° em relação à eclíptica. Consequentemente, a eclíptica está inclinada em um ângulo de 23,5° em relação ao equador celeste devido à inclinação do eixo da Terra (lembre-se que o equador celeste é uma projeção do equador terrestre sobre a esfera celeste).



A eclíptica é o plano do nosso Sistema Solar. Ela é o plano onde estão as órbitas dos planetas. Eles pouco se afastam deste plano, com exceção de Mercúrio e do planeta anão Plutão como mostra a tabela abaixo (consideramos a Terra como referência).

nome do planeta	inclinação do plano da órbita em relação à eclíptica
Mercúrio	7° 00'
Venus	3° 24'
Terra	0°
Marte	1° 51'
Júpiter	1° 19'
Saturno	2° 30'
Urano	0° 46'
Netuno	1° 47'
Plutão	17° 10'



Equinócios



Uma vez que a eclíptica e o equador celeste estão inclinados em $23,5^\circ$ estes dois círculos se cruzam em dois pontos exatamente opostos durante o ano.

Estes dois pontos de intercessão entre a eclíptica e o equador celeste, ou seja o ponto são chamados de **equinócios**.

Os dois equinócios anuais ocorrem quando o Sol cruza o equador celeste. Nestes dois dias o dia e a noite têm a mesma duração de 12 horas em todos os locais da Terra.

O **equinócio da primavera**, também chamado de **ponto vernal**, ocorre por volta dos dias 20 ou 21 de março.

O **equinócio do outono**, também chamado **ponto de Libra**, ocorre por volta de 22 ou 23 de setembro.

No equinócio da primavera o Sol passa do hemisfério sul para o hemisfério norte. Isto marca o início da primavera no hemisfério norte e o início do outono no hemisfério sul.

No equinócio do outono o Sol passa do hemisfério norte para o hemisfério sul. Isto marca o início do outono no hemisfério norte e o início da primavera no hemisfério sul.

Solstícios

Já vimos que o caminho aparente do Sol na esfera celeste, ou seja a eclíptica, faz um ângulo de $23,5^\circ$ com o equador celeste. Isto significa que, durante o ano, o Sol em dois momentos estará mais afastado do equador celeste.

Os dois momentos em que a eclíptica e o equador celeste estão mais amplamente separados são chamados **solstícios**.



Existem, portanto, dois solstícios. Um deles ocorre em 22 ou 23 de dezembro quando o Sol atinge a posição mais afastada do equador celeste na direção do pólo sul. O outro solstício ocorre em 22 ou 23 de junho, quando o Sol está mais afastado do equador celeste na direção do pólo norte.

Quando o Sol alcança o solstício de verão temos o dia mais longo do ano, que marca o começo do verão.

Quando o Sol alcança o solstício de inverno temos a noite mais longa do ano, que marca o começo do inverno.

Tendo em vista que as estações do ano são opostas no hemisfério sul e no hemisfério norte, os solstícios têm nomes diferentes nos dois hemisférios.

Hemisfério Sul	
22 ou 23 de dezembro	solstício de verão
22 ou 23 de junho	solstício de inverno

Hemisfério Norte	
22 ou 23 de dezembro	solstício de inverno
22 ou 23 de junho	solstício de verão

As coordenadas geográficas

Sobre uma esfera qualquer podemos definir um **círculo máximo** ou *grande círculo* como aquele cujo plano que o contém passa pelo centro da esfera. O círculo máximo, como o nome diz, é o maior círculo que pode ser desenhado sobre a superfície de uma esfera.

A distância mais curta entre dois pontos sobre a superfície de uma esfera está situada sobre um círculo máximo ou grande círculo.

Chamamos de **meridianos** os círculos máximos que passam pelos dois pólos da Terra. O meridiano é o arco de círculo máximo que une os pólos, a partir da suposição de que a Terra tem a forma de uma esfera.

Definimos como **paralelos** os círculos menores paralelos a um círculo máximo da esfera.

A **loxodroma** é a curva que, traçada sobre uma esfera, corta todos os meridianos sob o mesmo ângulo. A **ortodromia** é a rota mais curta que une dois pontos da superfície da Terra.

Latitudes

O intervalo de medidas das latitudes é de -90° a $+90^\circ$, passando, obviamente, por 0° . O equador celeste é o círculo de latitude zero.

As latitudes de -90° e de $+90^\circ$ correspondem aos pólos da eclíptica.

Longitudes

Por convenção internacional, medimos a longitude de um local pelo número de graus que ele está a leste ou oeste do meridiano que passa pela cidade de Greenwich, na Inglaterra.

A imagem ao lado mostra o círculo de longitude zero internacional no Royal Greenwich Observatory. Nele se lê:



Primeiro Meridiano do Mundo
Longitude Leste Longitude Oeste
Centro do Círculo de Trânsito
Latitude 51° 28' 38",2 norte
Longitude 0 00 00

Definição técnica de coordenadas geocêntricas

São as coordenadas esféricas do zênite de um lugar num sistema cujo plano fundamental é o plano do equador. A direção origem é a interseção do plano equatorial com o plano do meridiano origem internacional. As latitudes são contadas de 0° a $+90^\circ$ para o norte e de 0° a -90° para o sul; as longitudes são contadas de 0° a $+180^\circ$ para oeste e de 0° a -180° para leste.

Usando as coordenadas terrestres

As duas coordenadas terrestres, longitude e latitude, permite-nos localizar qualquer ponto sobre a superfície da Terra.

Esta localização pode ser bastante precisa. As duas coordenadas são medidas em graus, que podem ser subdivididos em minutos e segundos.

1 grau (1°)	= 60 minutos (60')
1 minuto (1')	= 60 segundos (60")

Deste modo, podemos usar até a fração do segundo para estabelecer a latitude e a longitude de um corpo sobre a superfície da Terra.

Deste modo, cada ponto sobre a superfície da Terra é determinado por um meridiano e por um círculo de latitude únicos, que recebem os nomes de **longitude** e **latitude**.

<i>cidade</i>	<i>estado</i>	<i>longitude</i>	<i>latitude</i>
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	43:12:27	-22:54:10
Boa Vista	Roraima	60:40:24	2:49:11
Rio Branco	Acre	67:48:36	-9:58:29
Maceió	Alagoas	35:44:07	-9:39:57
Campo Grande	Mato Grosso do Sul	54:38:47	-20:26:34
Natal	Rio Grande do Norte	35:12:34	-5:47:42
Porto Alegre	Rio Grande do Sul	51:13:48	-30:01:59

Exercício:

Localize as coordenadas de sua cidade e de mais 3 cidades vizinhas. Faça um mapa onde as cidades estão localizadas.

Exercício:

Determine os limites extremos de longitude e latitude do território brasileiro.

Exercício:

Determine a longitude e latitude extremas ou seja, limites mais ao norte, sul, leste e oeste, das seguintes regiões do território brasileiro:

- arquipélago de Fernando de Noronha
- atol das Rocas
- ilha da Trindade
- ilhas Martin Vaz
- penedos de São Pedro e São Paulo