

Tópicos – 2018-1

aula 4

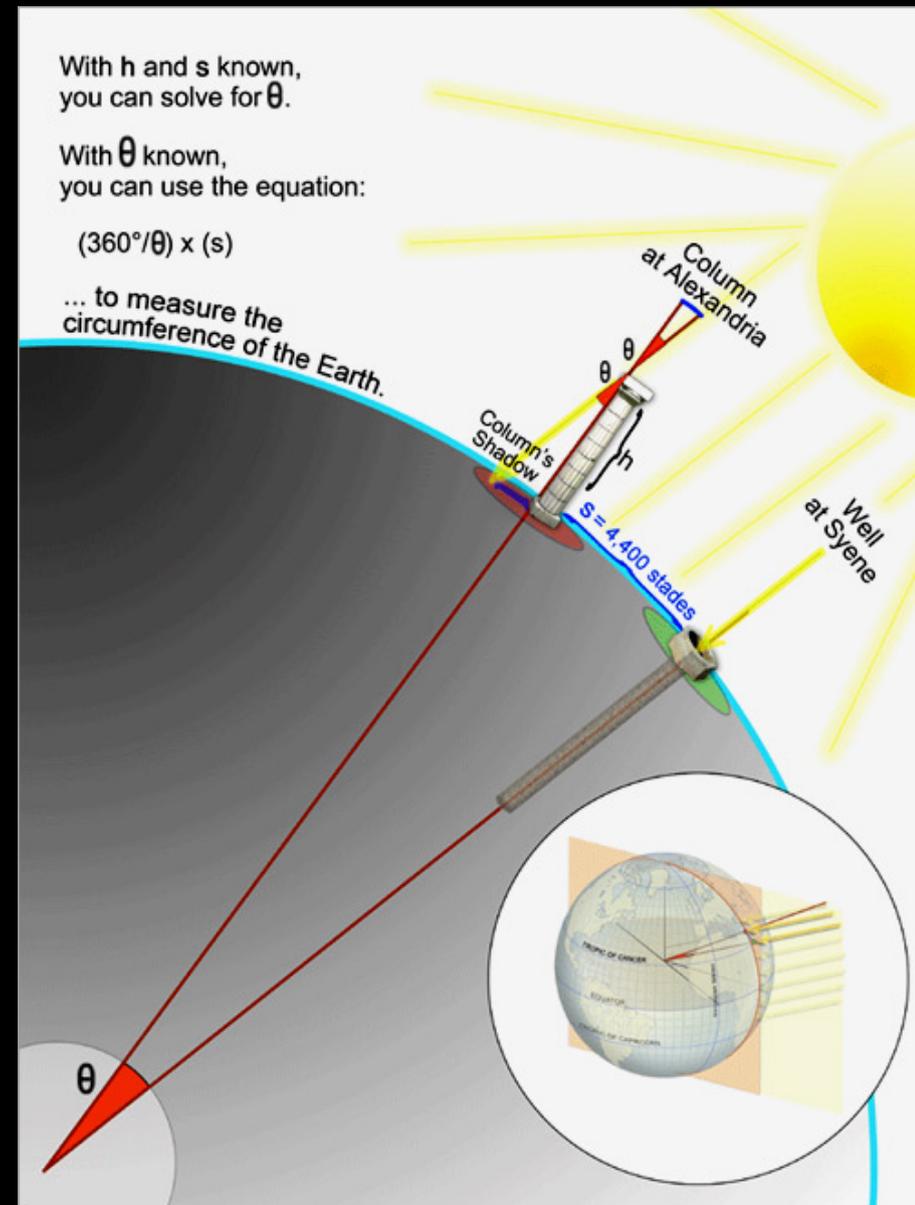


Silvia Lorenz-Martins



A Terra é redonda

- Povos antigos → Terra fosse plana.
- A noção de Terra esférica é frequentemente associada a Colombo
- Erastótenes → diâmetro - 240 aC.



Erastótenes

Siene (Aswan) Verão, meio dia, Sol → poço

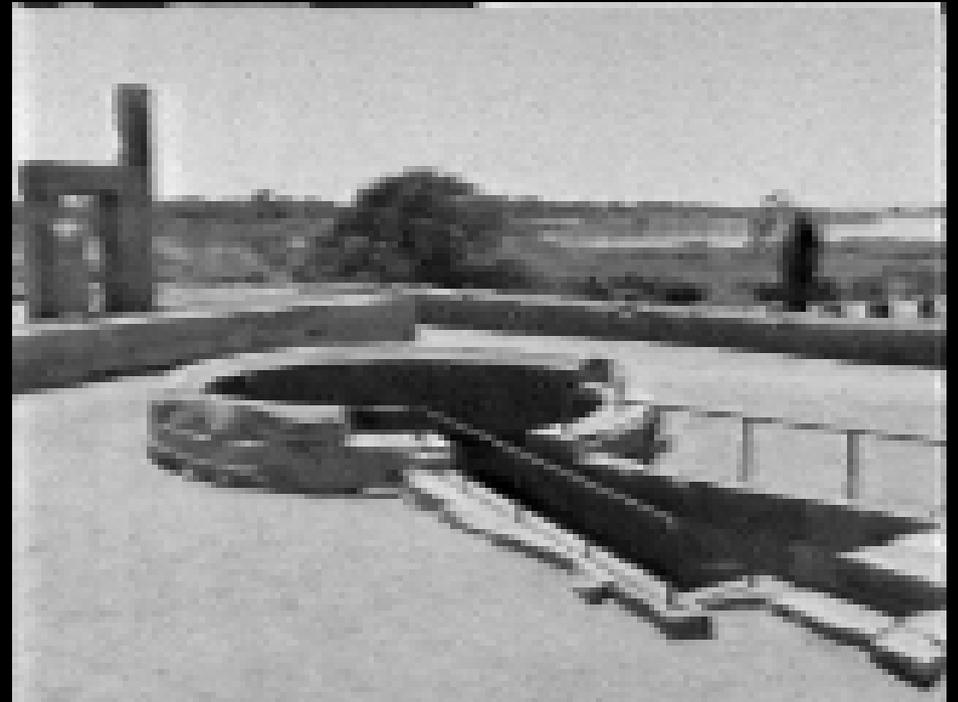
perpendicular

Alexandria → não ocomia

⇒ Mediu a sombra



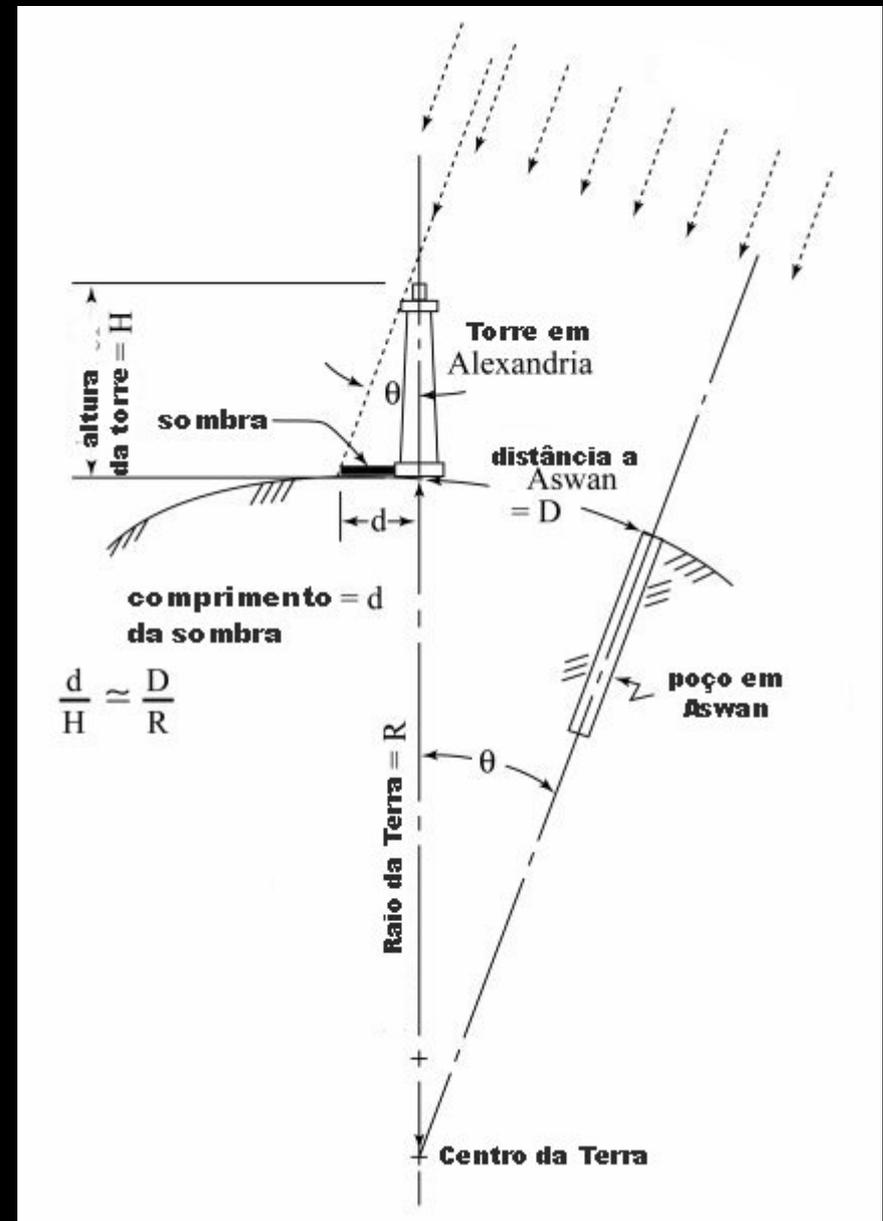
Eratóstenes observou
que em Alexandria, no
mesmo dia e hora, o
Sol estava
aproximadamente
sete graus mais ao sul
Conhecia a distância
entre as cidades



$7^\circ = 1/50$ de uma circunferência (360°)

→ Alexandria → $1/50$ da circunferência da Terra ao norte

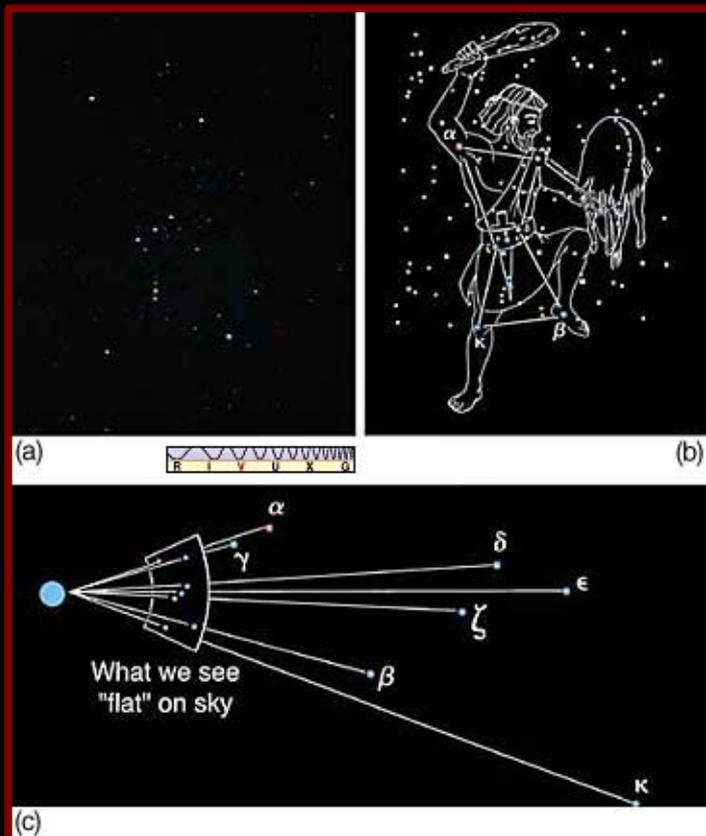
O raio encontrado não corresponde ao atualmente calculado mas indicou que a Terra não era plana.



Constelações

Padrões de estrelas no céu, podendo lembrar imagens do cotidiano, relacionadas a sua cultura.

Eram úteis para controle de estações, navegações, colheita, etc.



Constelações

São úteis → separar o céu
em regiões

Orion - muito fácil de
observar

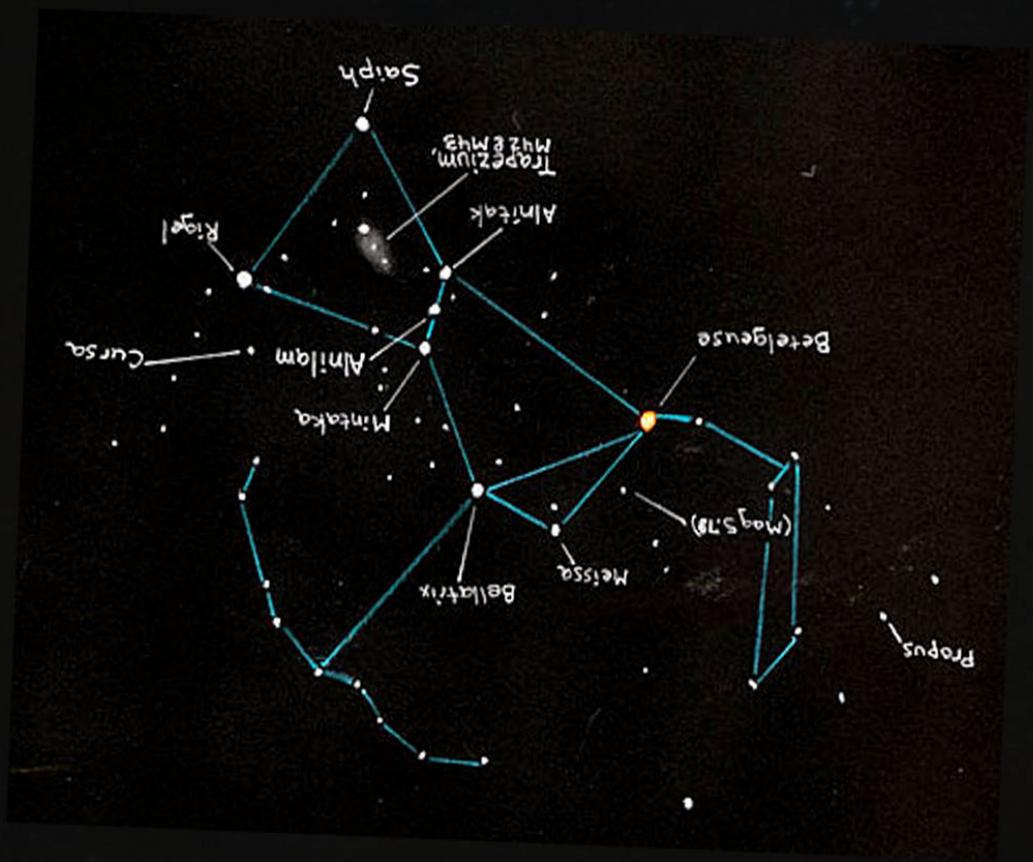
Tres Marias



Orion - hemisfério Sul

Orion – hemisfério norte





– Orion – hemisfério Sul

The Orion Nebula in Infrared from HAWK-I
Image Credit: ESO, VLT, HAWK-I, H. Drass et al.



M42

M43

Dust of the Orion Nebula
Image Credit & Copyright: Raul Villaverde Fraile



The Orion Nebula in Visible and Infrared

Image Credit & Copyright: Infrared: NASA, Spitzer Space Telescope; Visible: Oliver Czernetz, Siding Spring Obs.



Constelações

As constelações surgiram na antiguidade para ajudar a identificar as estações do ano

Escorpião: típica de inverno no hemisfério Sul – visível a noite toda em Junho

Orion: típica de verão – visível a noite inteira em Dezembro

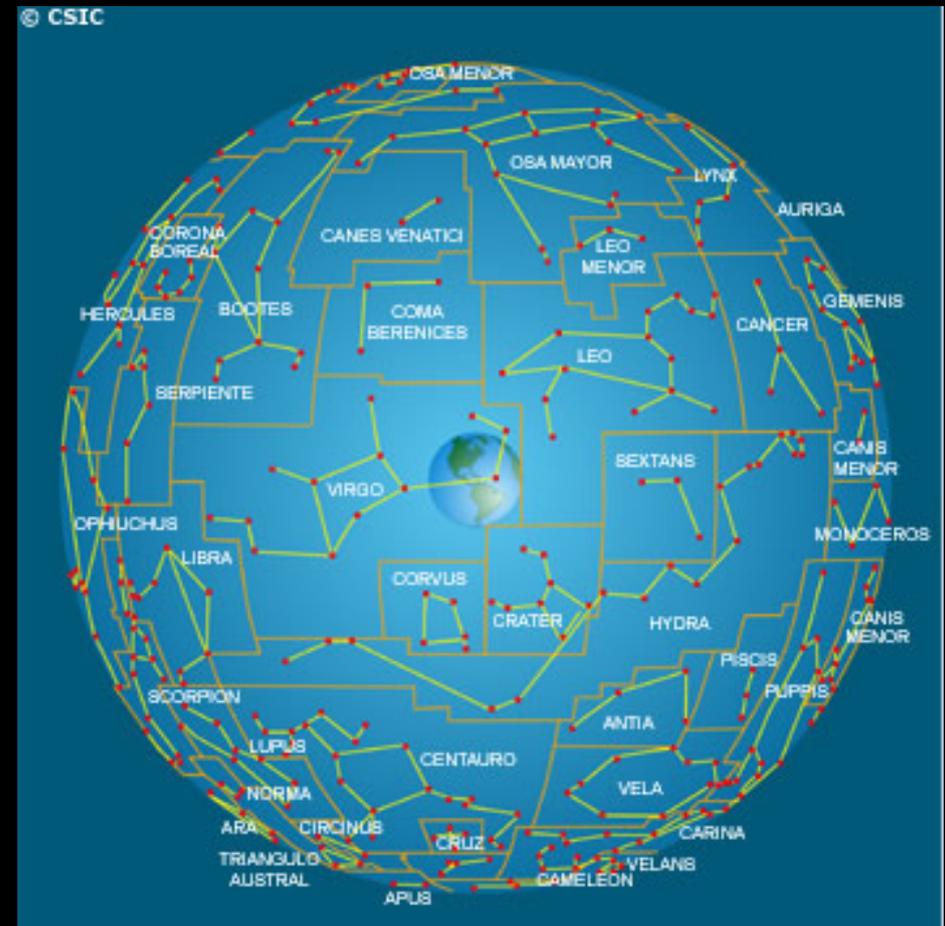
São 88 constelações oficiais

Estrelas de uma constelação não estão próximas → projeção

Esfera Celeste

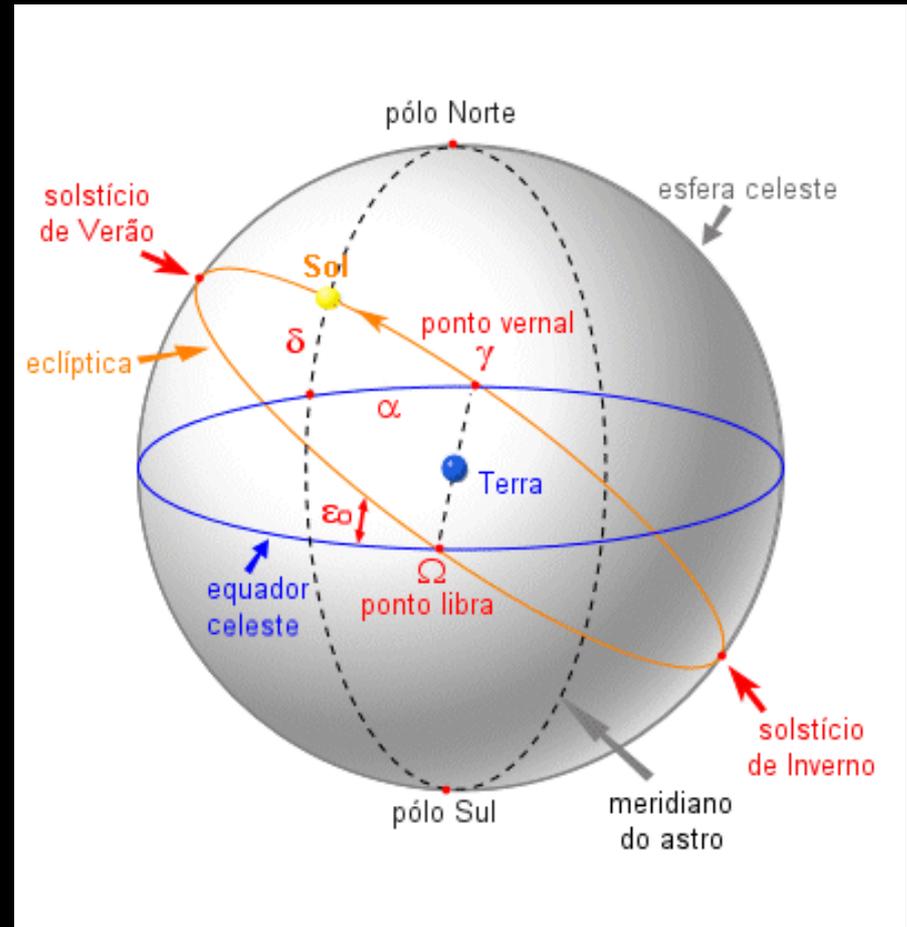
Quando olhamos para o céu temos a sensação de estar em uma esfera cheia de estrelas

→ motivou os antigos gregos a ideia de Esfera Celeste

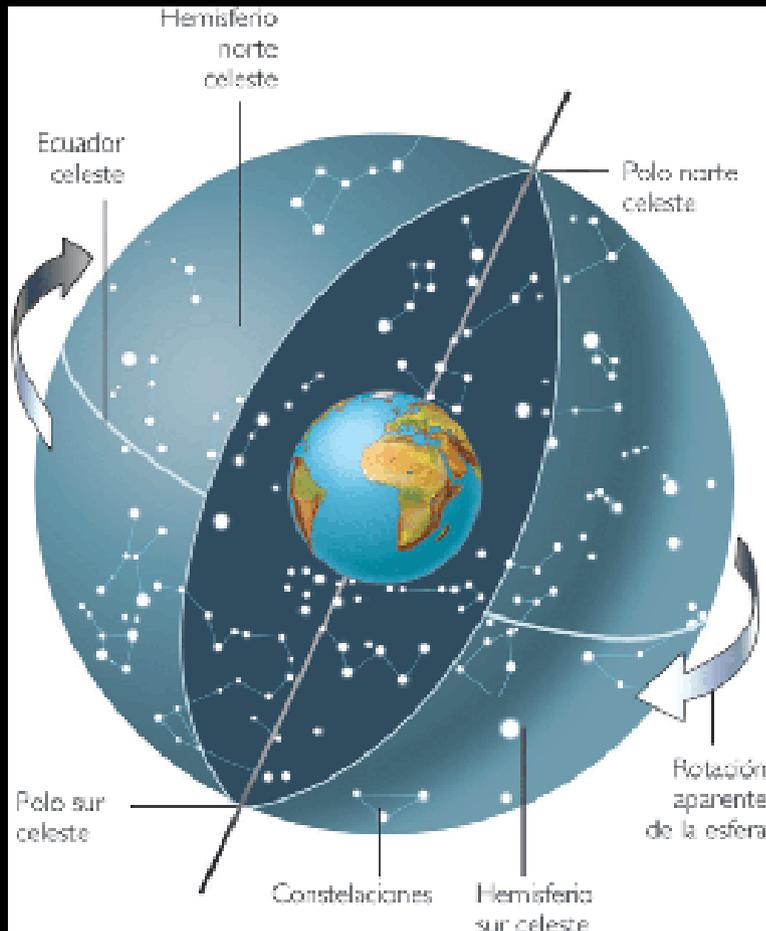


Esfera Celeste

É uma esfera imaginária, centrada na Terra, girando em torno de um eixo que é o prolongamento do eixo de rotação da Terra

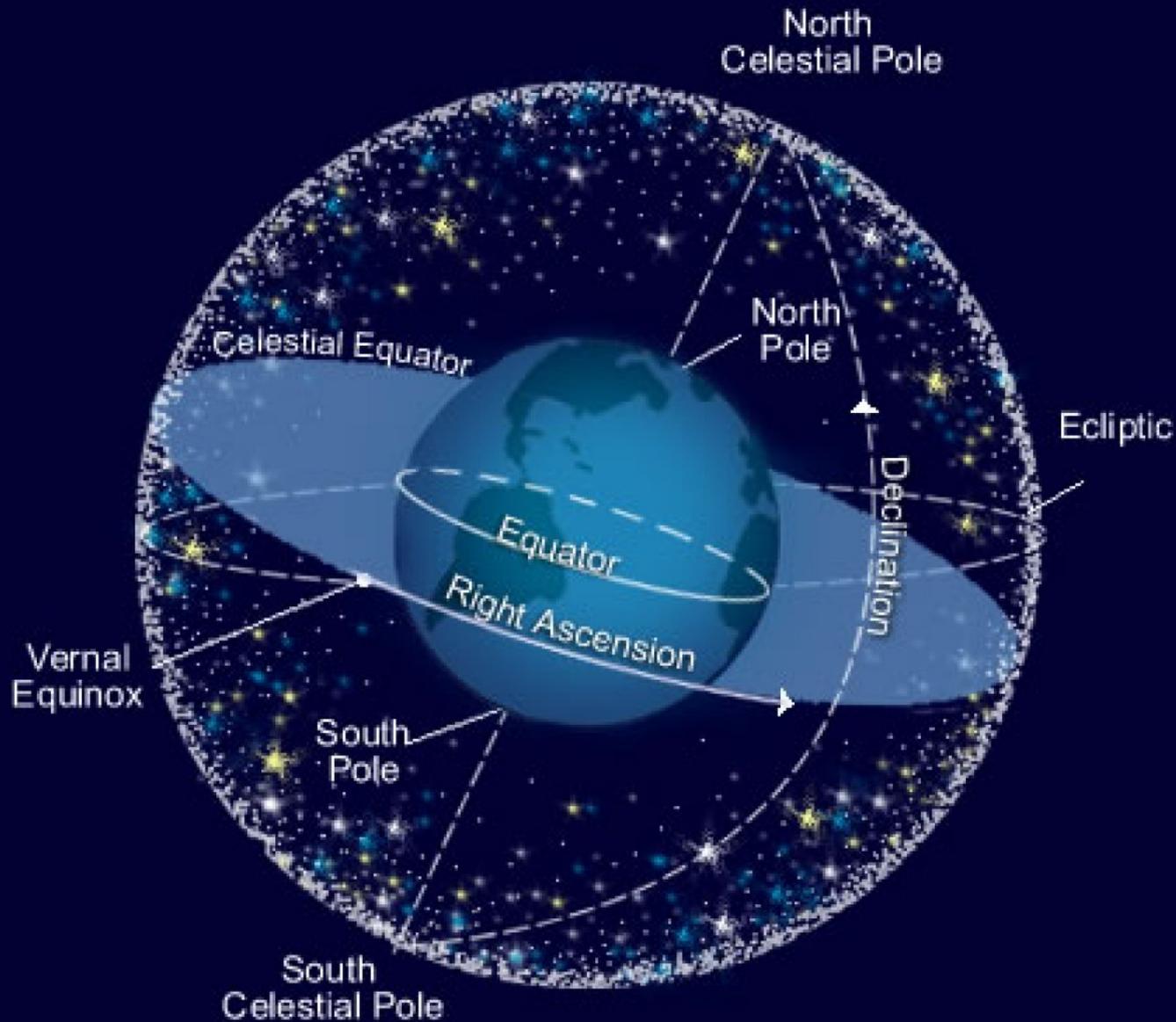


Esfera celeste



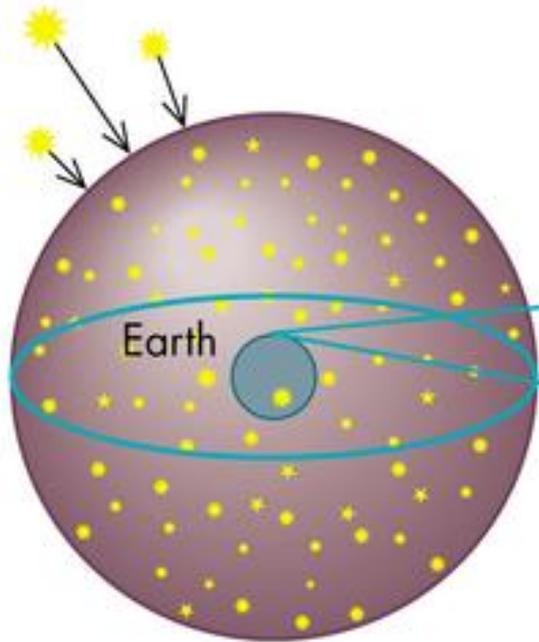
- Ecuador celeste
- Polo Norte celeste
- Polo Sul celeste
- Hemisfério Sul celeste
- Hemisfério Norte celeste

A esfera celeste não tem realidade física, sendo um dos primeiros modelos usados pelos humanos para descrever o Universo conhecido

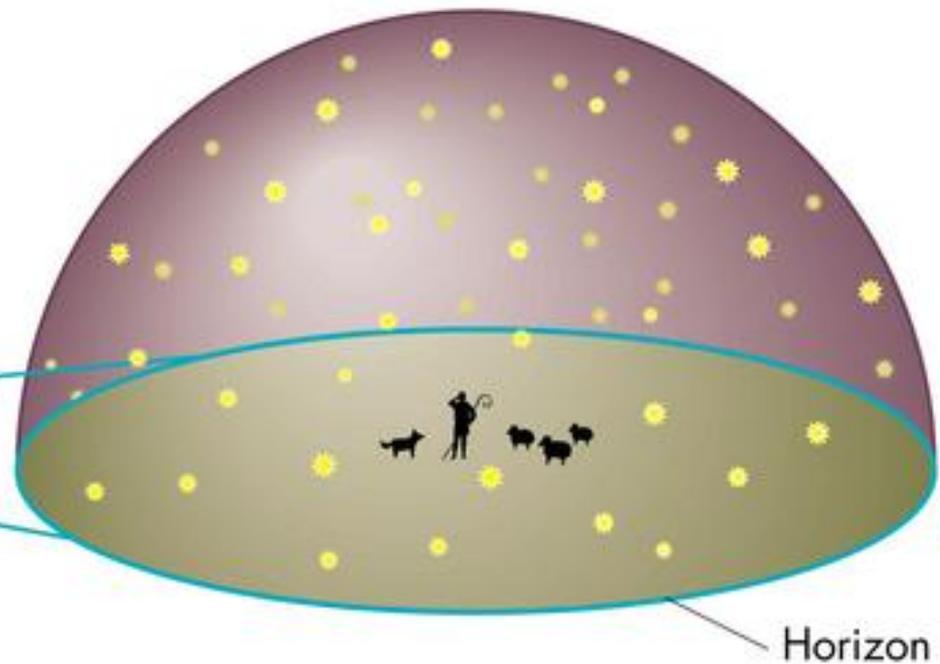


A Esfera Celeste

Stars, no matter how distant, are pictured as being on a single crystalline sphere

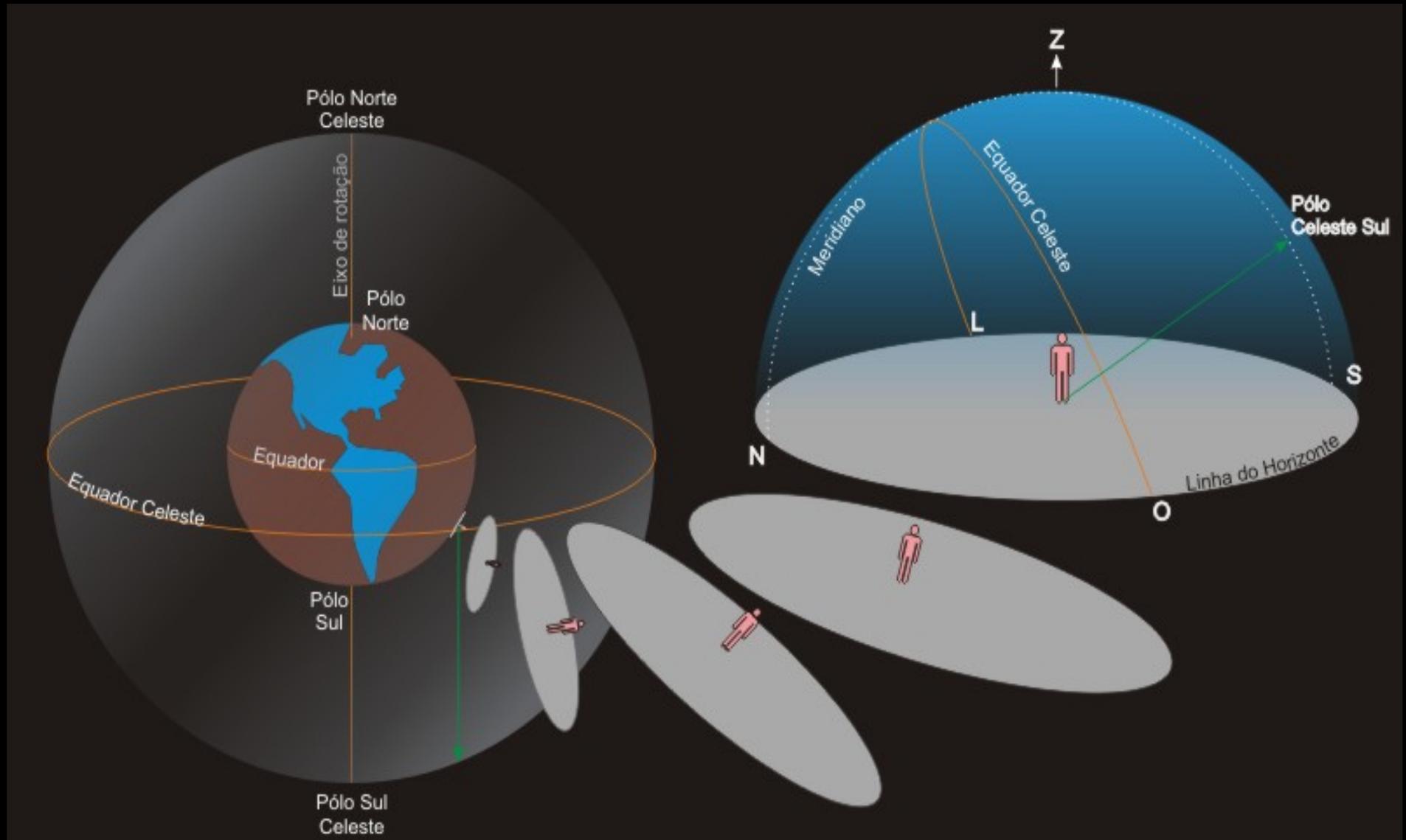


Model: The celestial sphere



The human experience of the celestial sphere

Esfera celeste



Definições

Horizonte → plano tangente a Terra → observador

Limite da linha de visada cujo ponto mais alto é o Zênite (Z)

Zênite: ponto no qual a vertical do lugar intercepta a esfera celeste, acima do observador

Nadir: ponto diametralmente oposto ao Zenite

Equador celeste: círculo máximo em que o prolongamento do equador da Terra intercepta a esfera celeste

Definições

Polo celeste Norte: ponto em que o prolongamento do eixo de rotação da Terra intercepta a esfera celeste , no hemisfério norte

Polo celeste Sul: (similar)

Círculo vertical: qq semicírculo máximo na esfera celeste que contém a vertical do lugar. Iniciam-se no Zênite e terminam no Nadir

Ponto Geográfico Norte: ponto em que o círculo vertical que passa pelo *Polo Celeste Norte intercepta o Horizonte*. É também chamado Ponto Cardeal Norte.

Ponto Geográfico Sul: (similar)

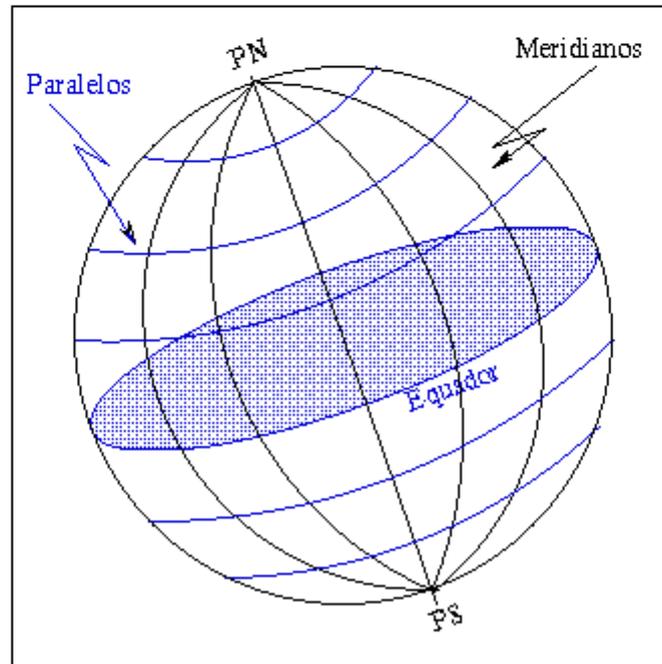
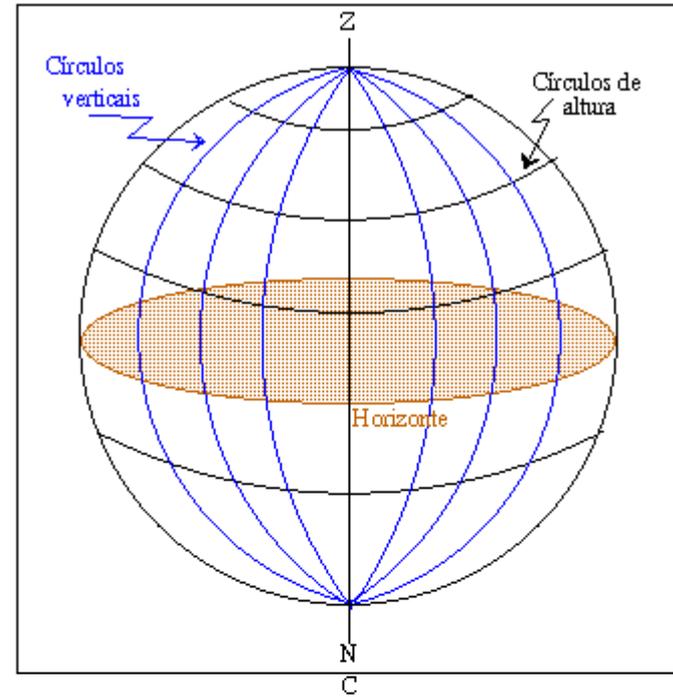
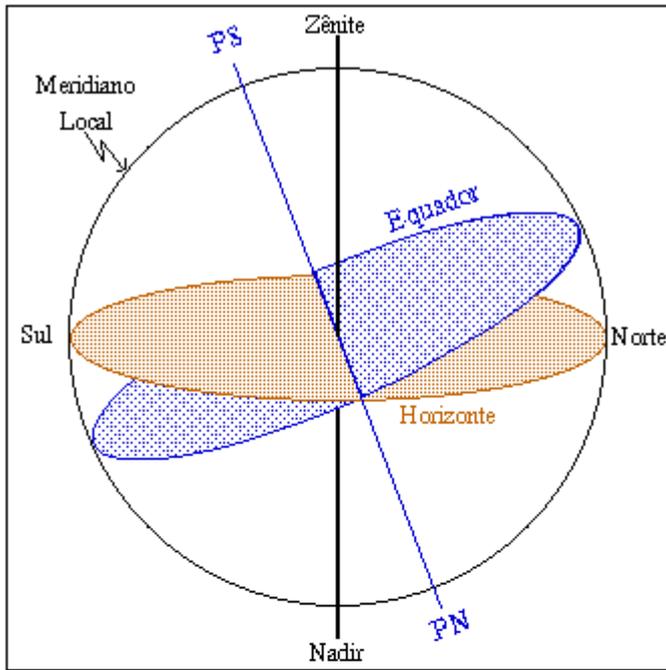
Meridiana: linha sobre o horizonte que liga os pontos Norte-Sul

Definições

Círculo de altura: qualquer círculo da esfera celeste paralelo ao Horizonte. É também chamado almucântara, ou paralelo de altura.

Círculo horário ou meridiano: qualquer círculo máximo da esfera celeste que contém os dois polos celestes. **O meridiano que passa pelo Zênite se chama Meridiano Local.**

Paralelo: qualquer círculo da esfera celeste paralelo ao equador celeste. É também chamado círculo diurno.

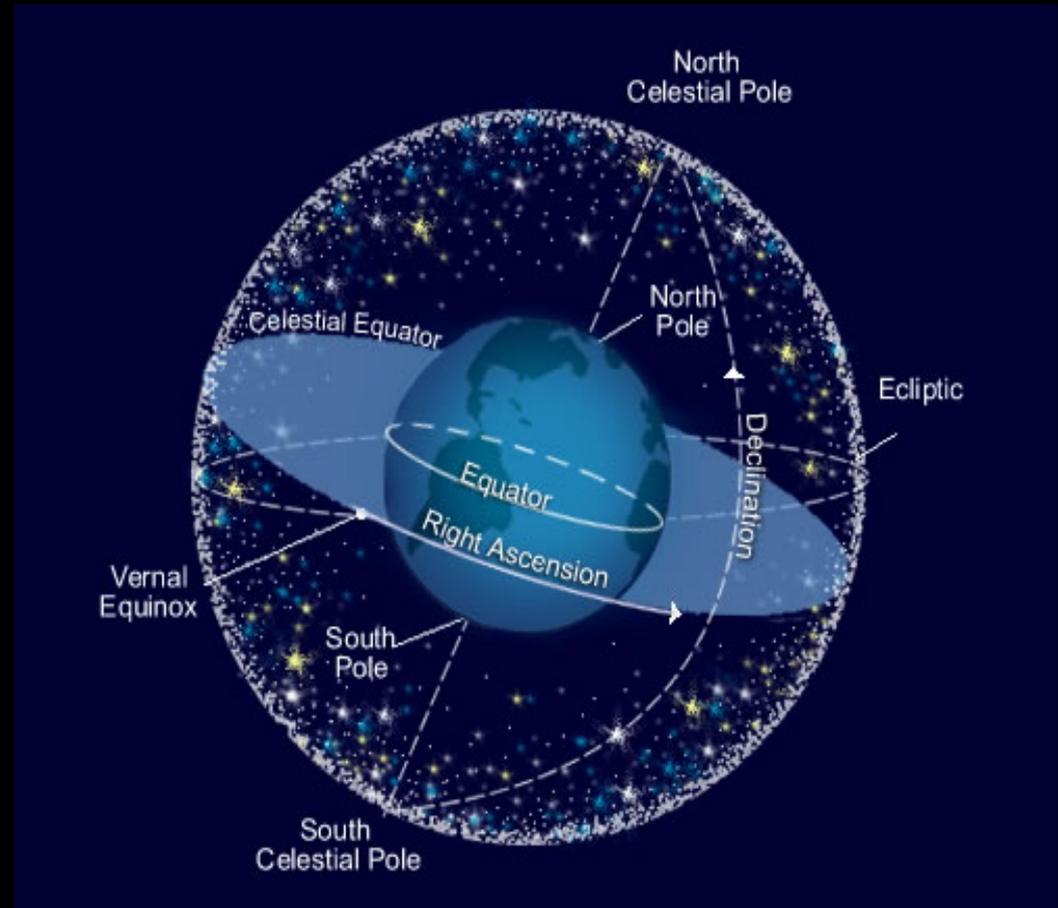


A esfera celeste

Com o passar das horas, os astros se movem, nascendo a leste e se pondo a oeste.

Impressão que a esfera celeste está girando de leste para oeste

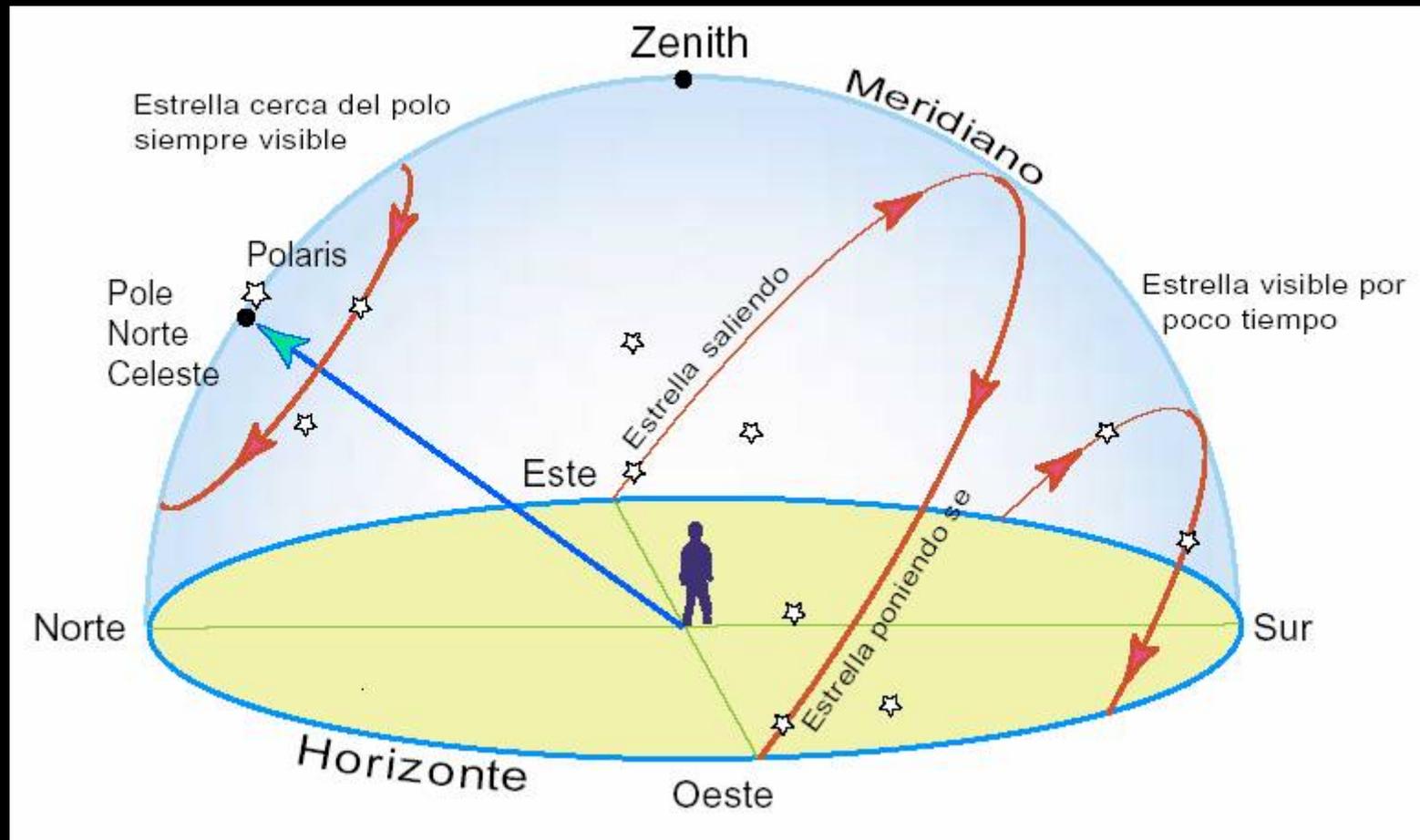
Movimento diurno



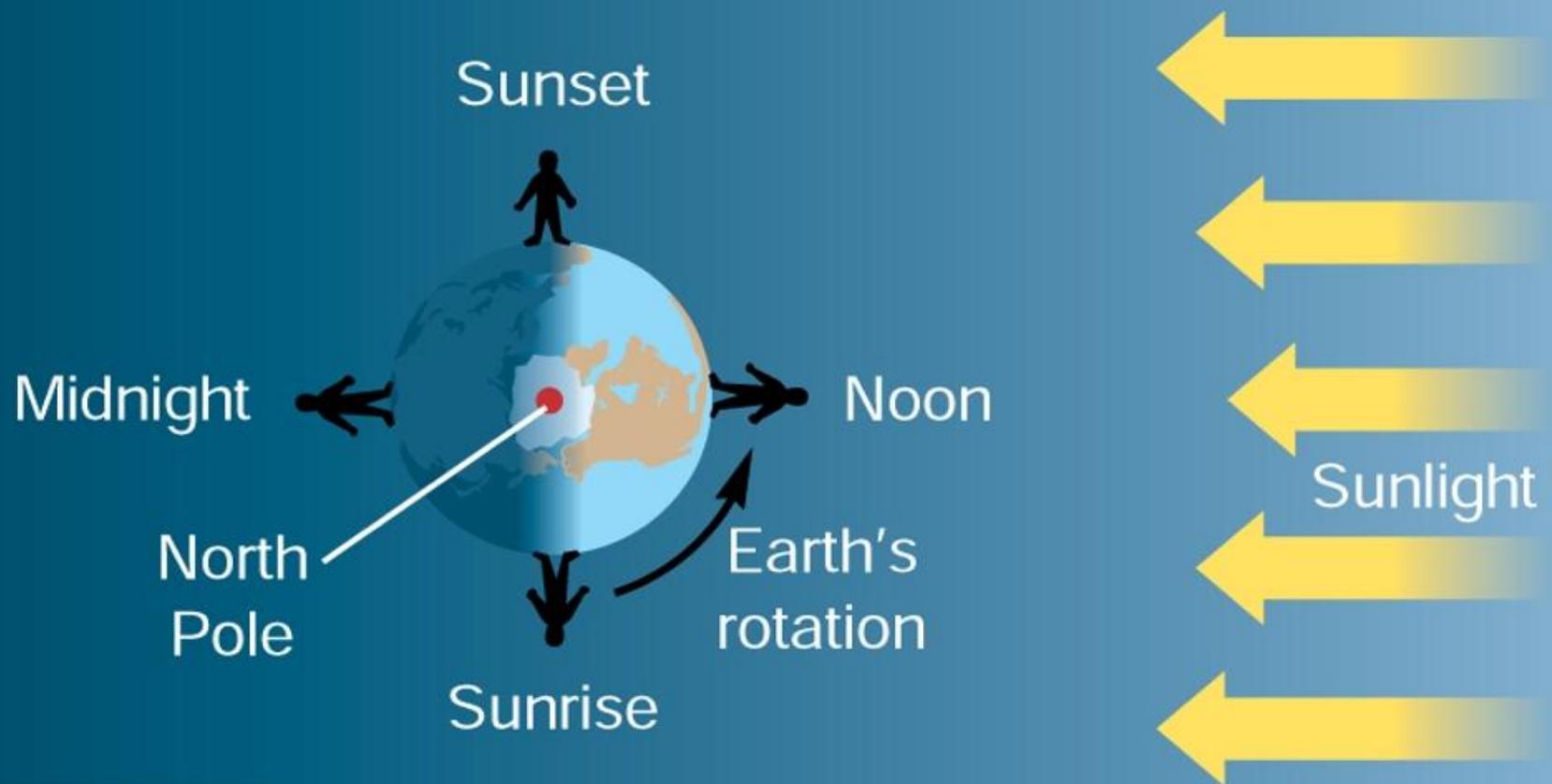
Movimento diurno

Movimento diurno: resultado da rotação da Terra (oeste para leste)

O eixo de rotação da esfera celeste → prolongamento do eixo de rotação da Terra



Dia e noite



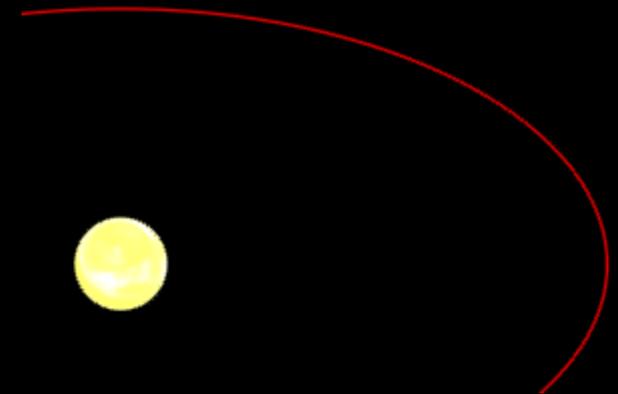
Principais movimentos da Terra

Rotação: giro de um objeto em torno de si mesmo.

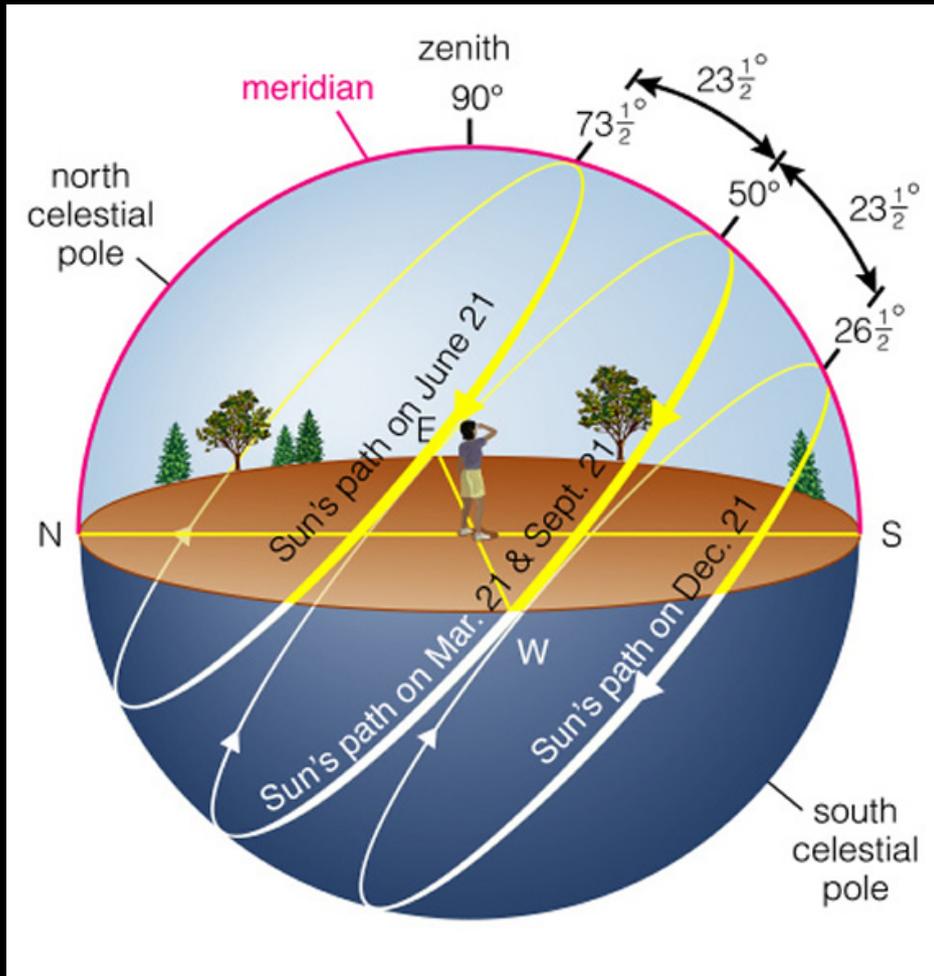
A Terra completa uma rotação por dia (uma vez a cada 24 horas).

Revolução (ou Translação): movimento de um objeto ao redor de um outro.

A Terra completa uma revolução completa em torno do Sol a cada 365.26 dias.



Movimento diurno



O movimento de rotação da Terra faz crer que sejam as estrelas e demais corpos celestes que se movam em torno desta.

Movimento diurno

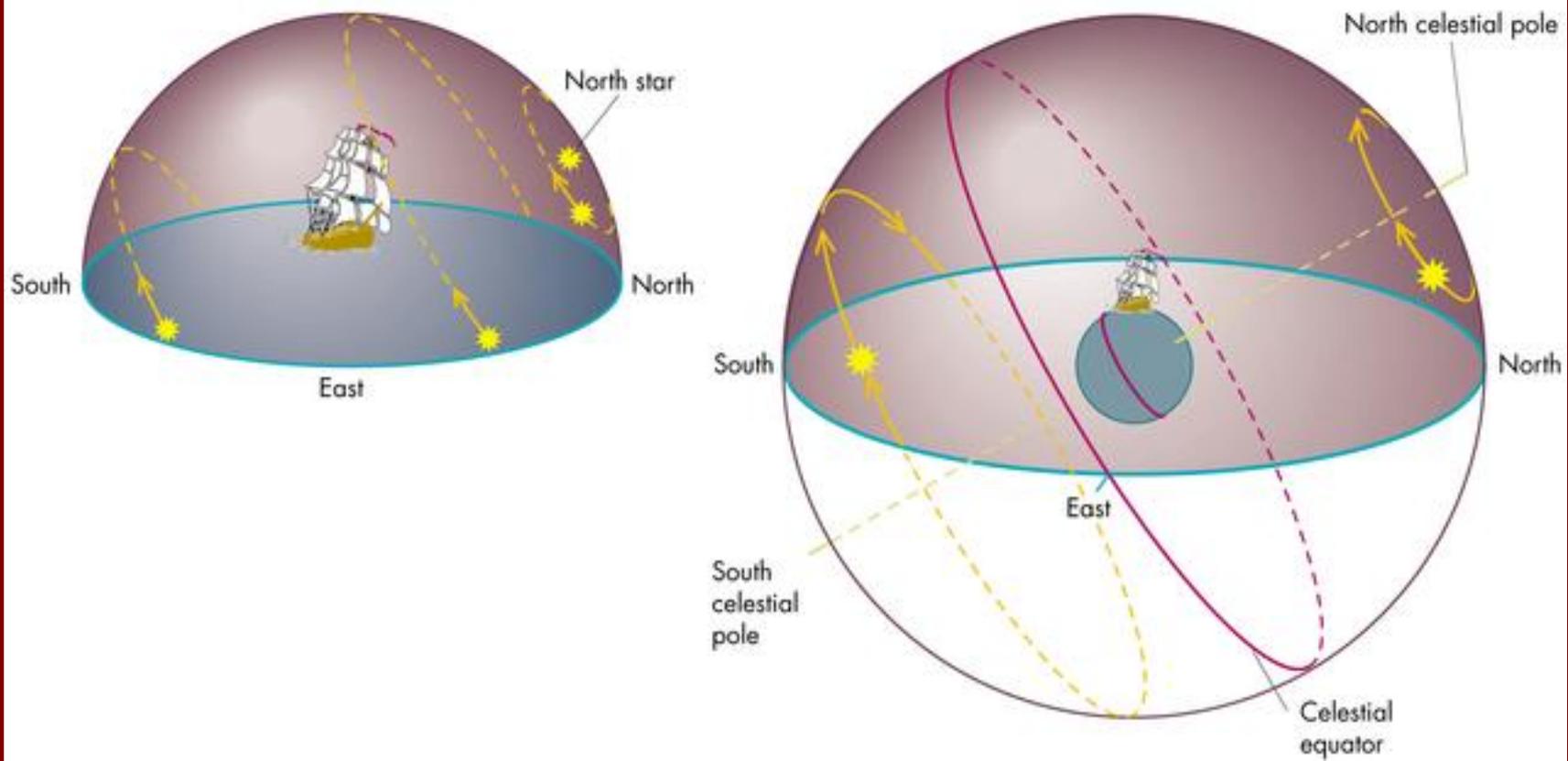
Ao observarmos o céu noturno podemos constatar que as estrelas surgem no leste, movem-se pelo céu, e põe-se no oeste (assim como faz o Sol).

Para os antigos o nascer e por das estrelas era explicado pela rotação da esfera celeste em torno de nós. Atualmente, é claro para nós que é o movimento de rotação da Terra que causa o surgimento dos astros no leste, e seu movimento para oeste.

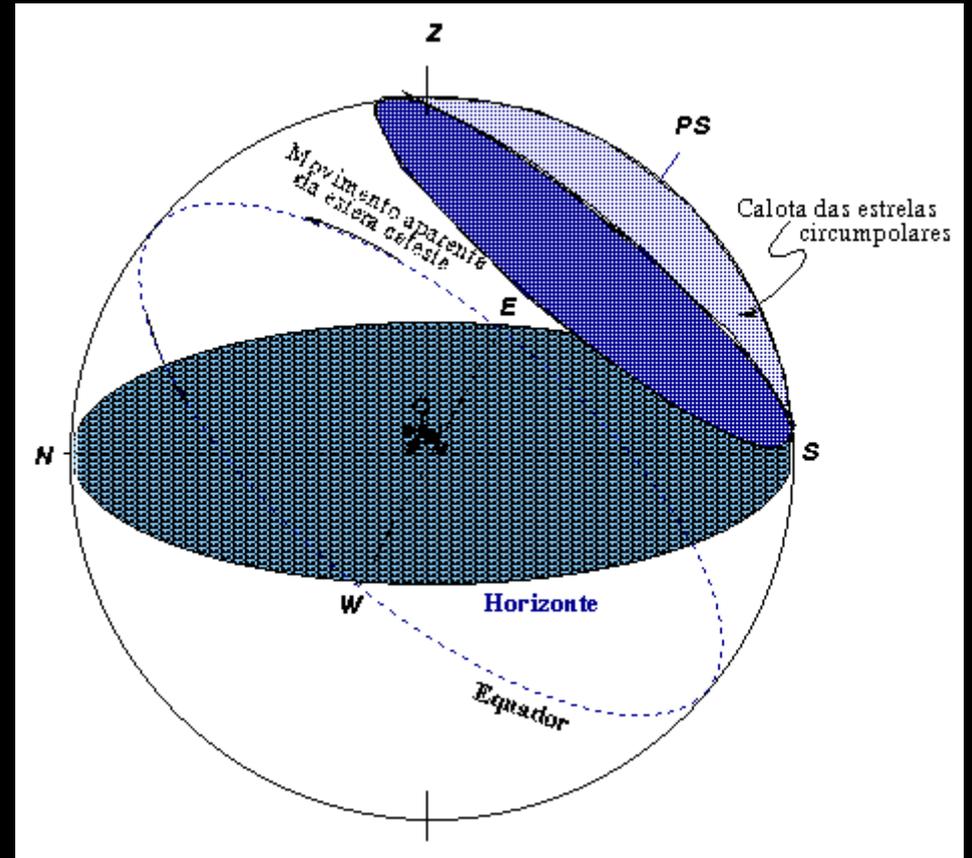
Na esfera celeste podemos imaginar alguns marcadores, como os pólos norte e sul celestes, além do equador celeste.

Estes marcadores eram muito úteis para navegadores.

Movimento diurno



Movimento diurno



Movimento aparente do Sol e estrelas

Movimento anual: novas constelações aparecem no leste, ao passo que outras desaparecem no oeste.

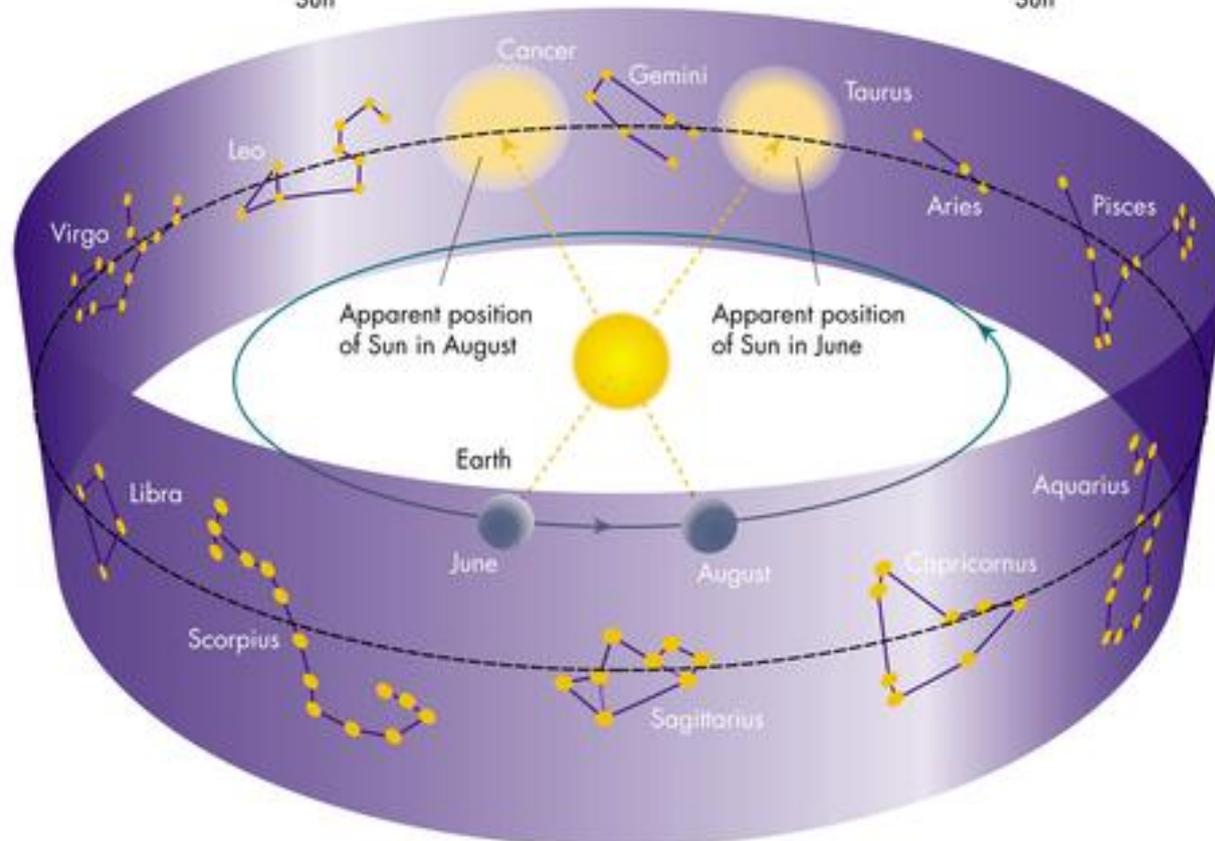
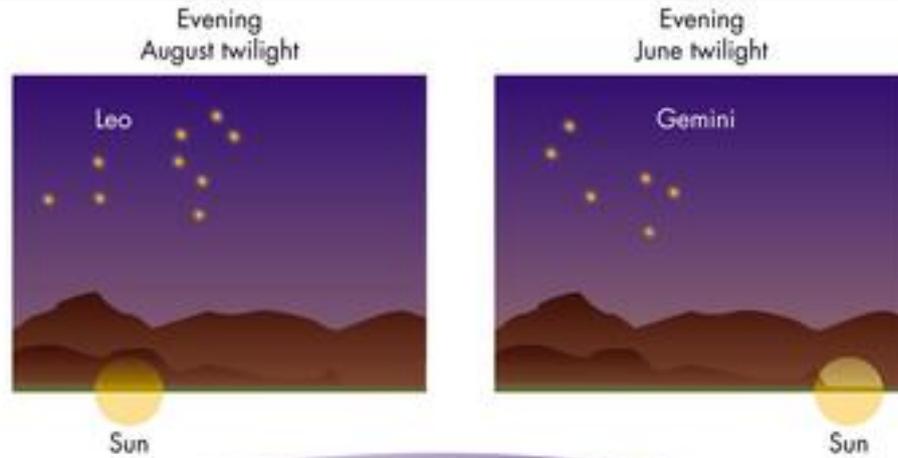
- A descoberta de que estrelas diversas são visíveis em épocas diferentes foi muito importante para a medida do tempo.

- Esta mudança nas estrelas visíveis ao longo do ano é causada pelo movimento da Terra em torno do Sol.

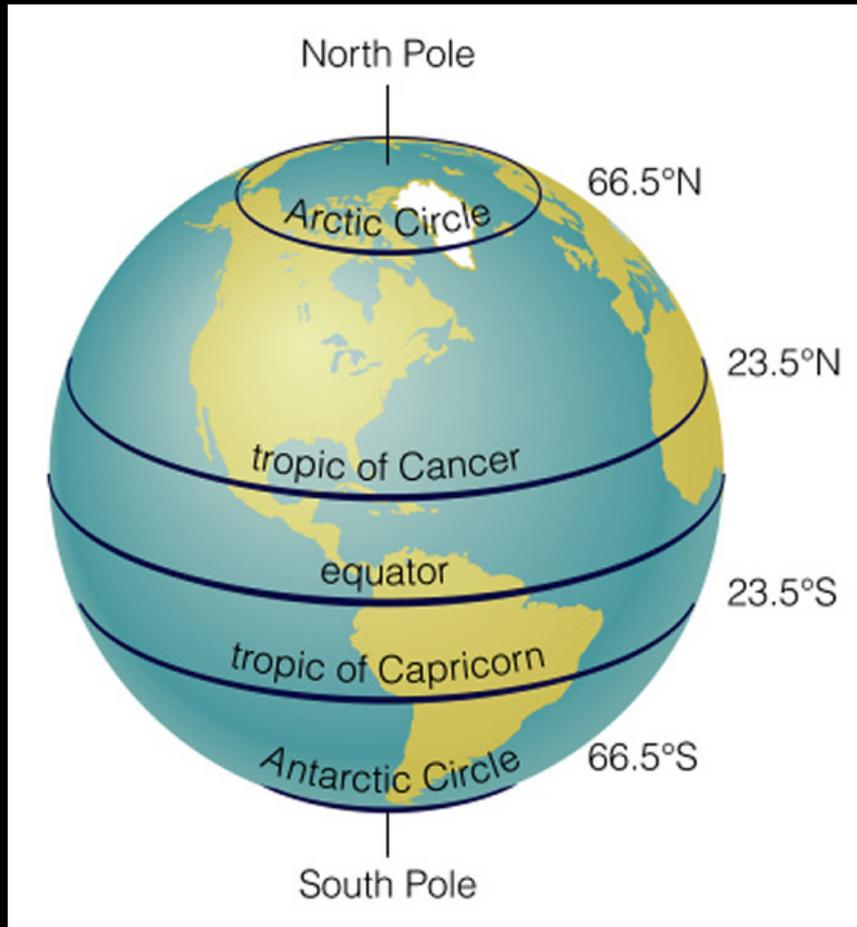
Movimento aparente do Sol e estrelas

- A cada mês temos uma parte do céu bloqueada;
- Nosso movimento planetário também faz com que uma dada estrela surja no céu 3 minutos e 56 segundos mais cedo a cada noite. Ao longo de um ano inteiro isso totaliza 24h, de forma que quando a Terra retorna ao mesmo ponto na órbita, o céu tem a mesma aparência que um ano antes.

Movimento aparente do Sol e estrelas

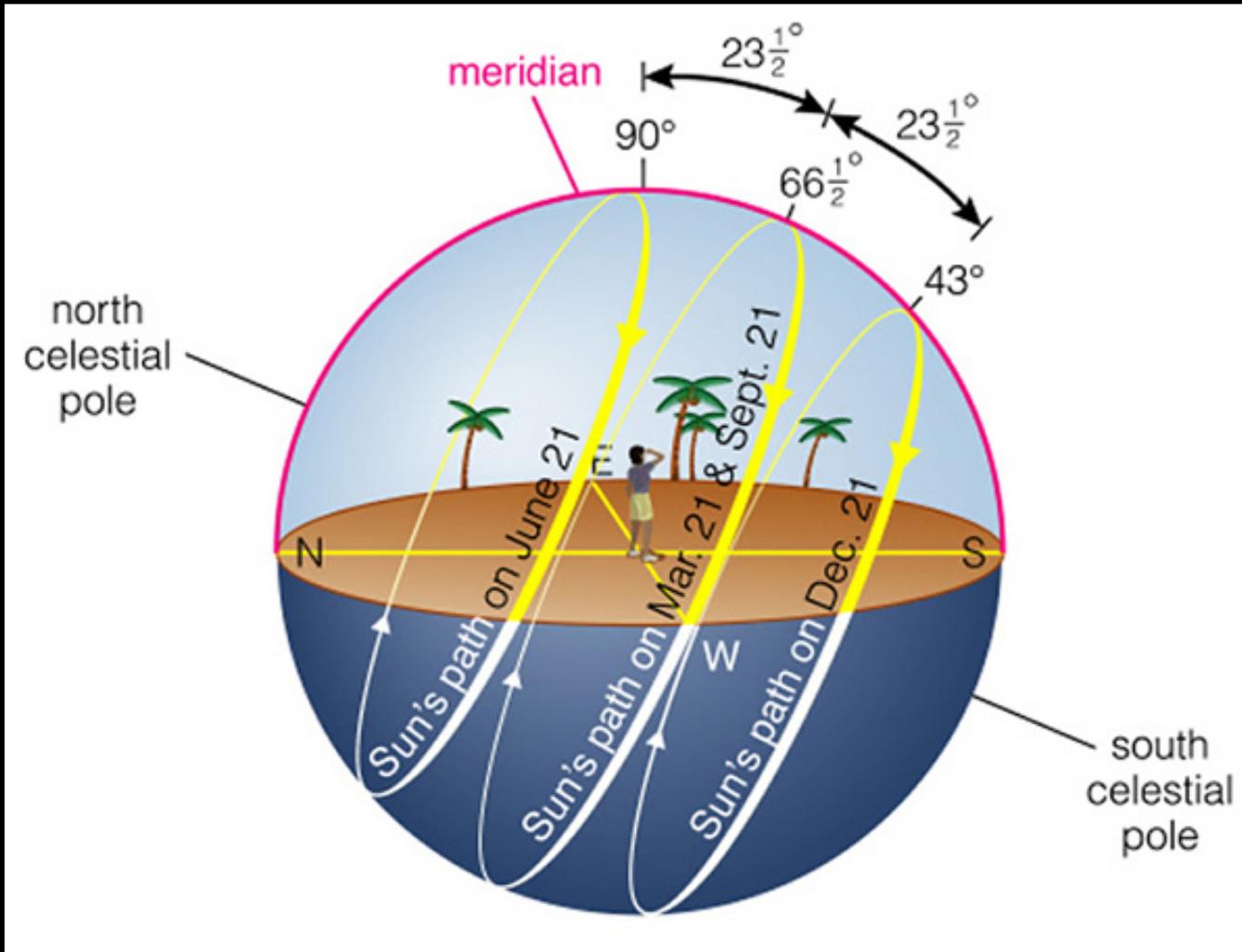


Trópicos e círculos polares

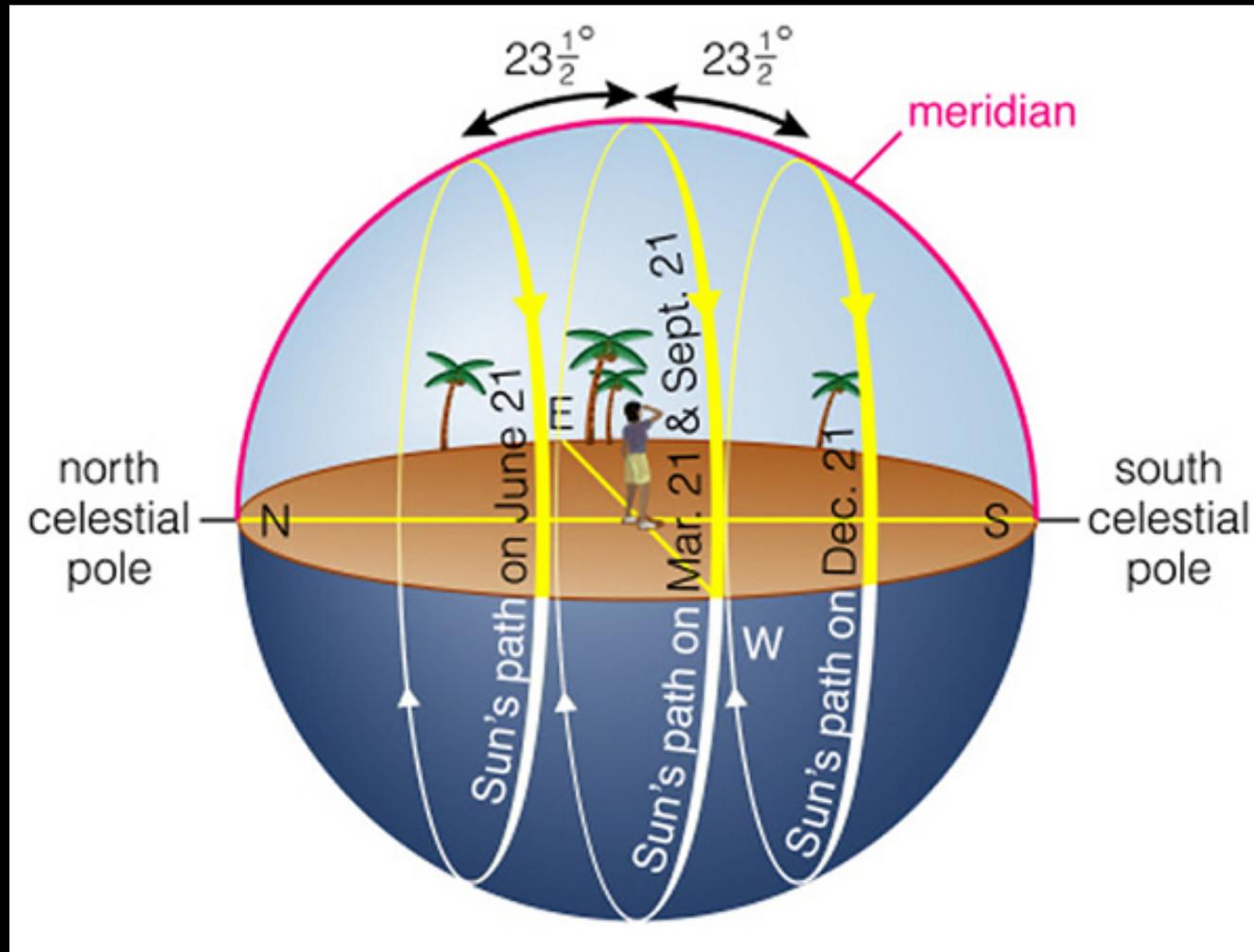


Os trópicos e os círculos polares são paralelos terrestres definidos com base no movimento aparente do Sol em torno da Terra.

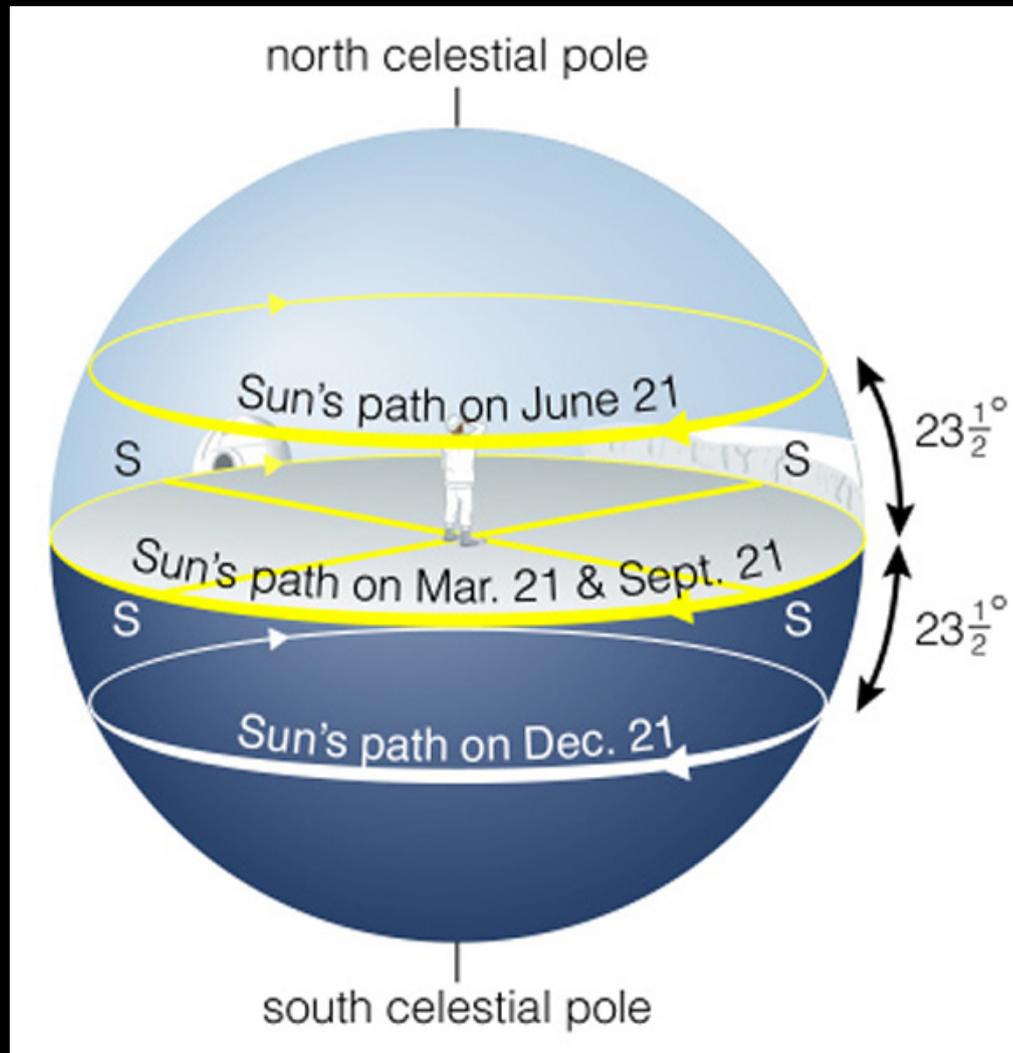
No Trópico de Câncer



Sobre o Equador



Enquanto isso, no pólo norte...



O Sol da meia-noite

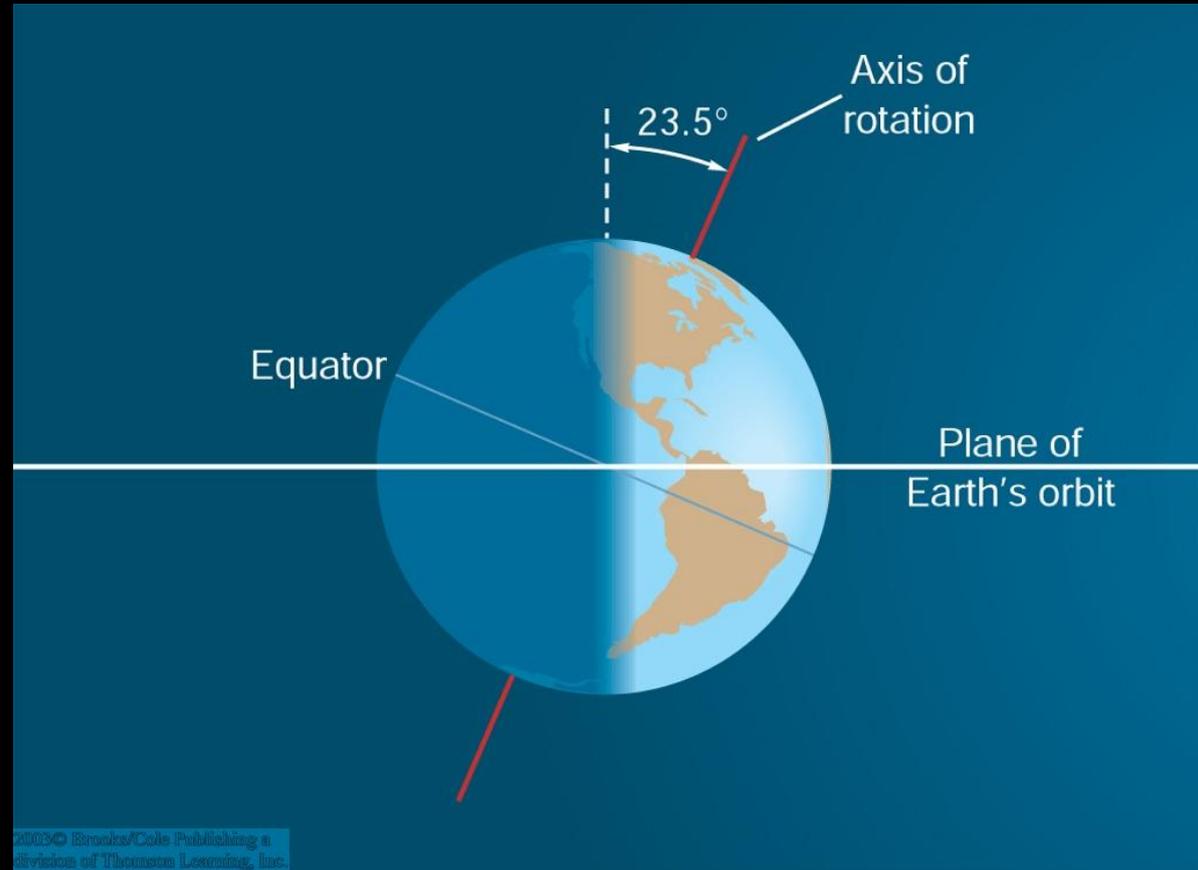


- The Midnight Sun -
© Anda Bereczky, 2005

Inclinação do eixo da Terra

O eixo de rotação da Terra está inclinado cerca de 23.5 graus com relação à eclíptica.

Qual a relação disso com os trópicos?

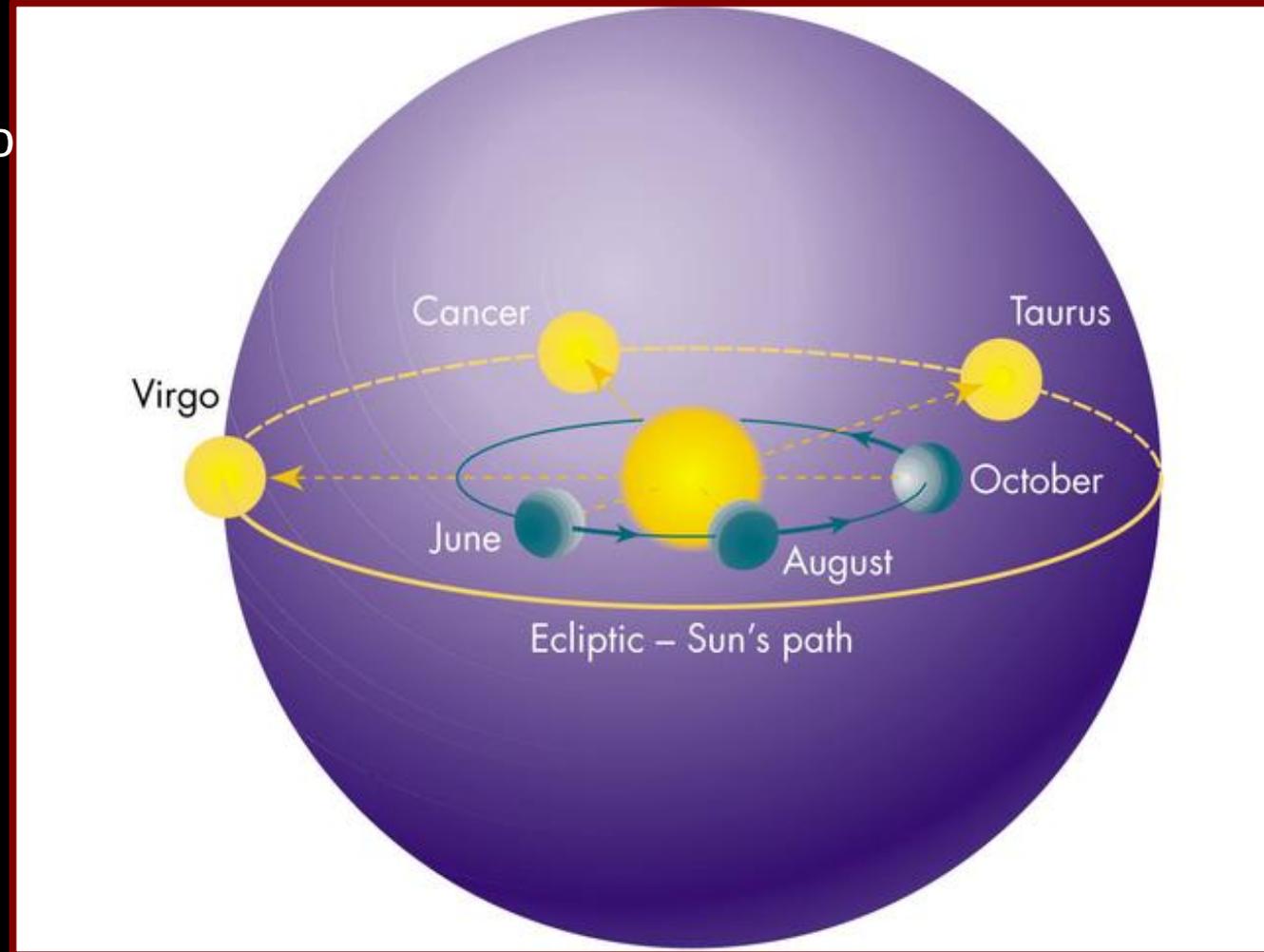


Eclíptica

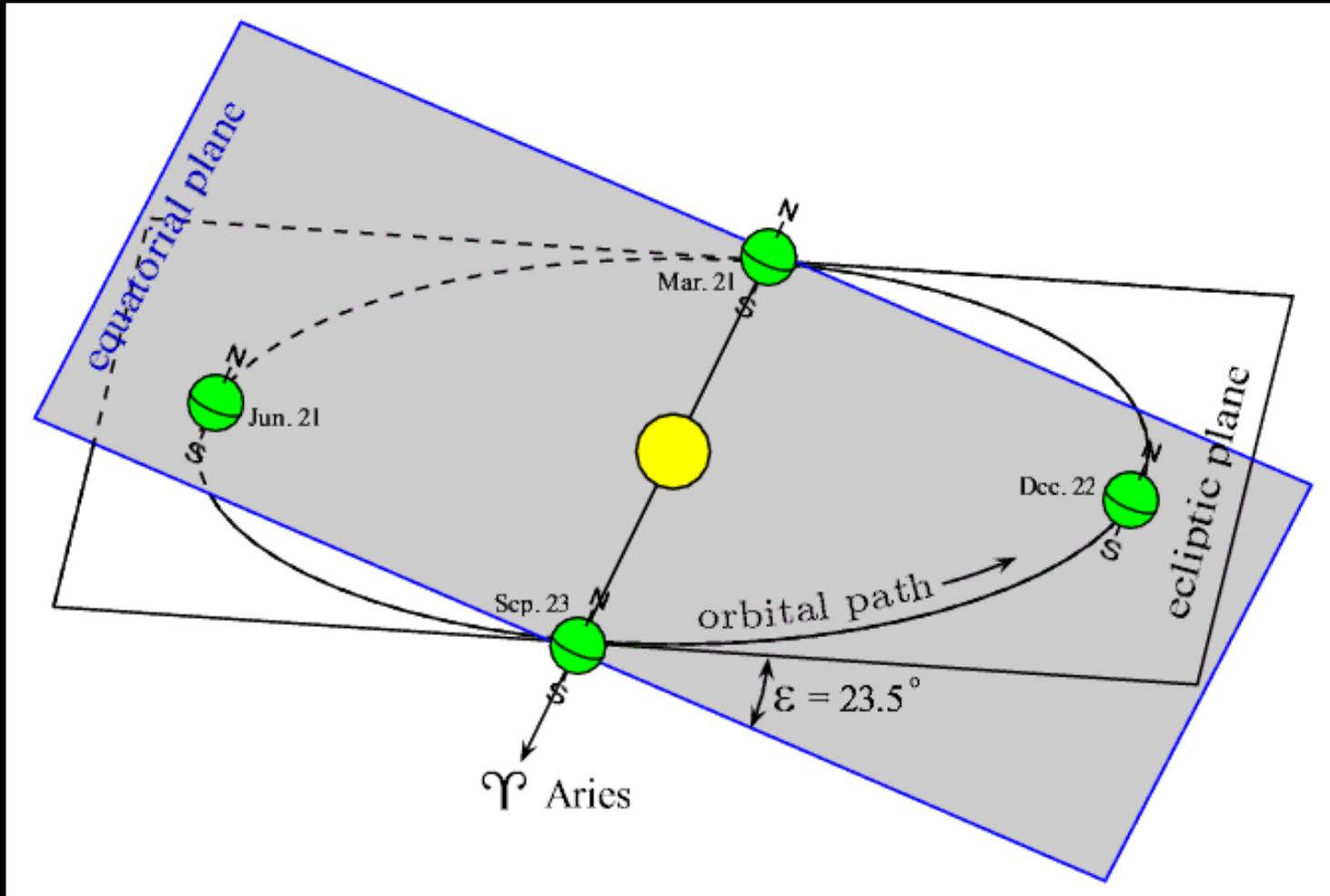
Eclíptica: A eclíptica marca o caminho *traçado* pelo Sol ao longo de um ano.

A eclíptica é a extensão da órbita terrestre na esfera celeste, da mesma forma que o equador celeste é a extensão do equador terrestre na esfera celeste.

O nome eclíptica vem do fato de que somente quando a Lua nova ou cheia cruza esta linha um eclipse pode ocorrer.



Obliquidade da Eclíptica

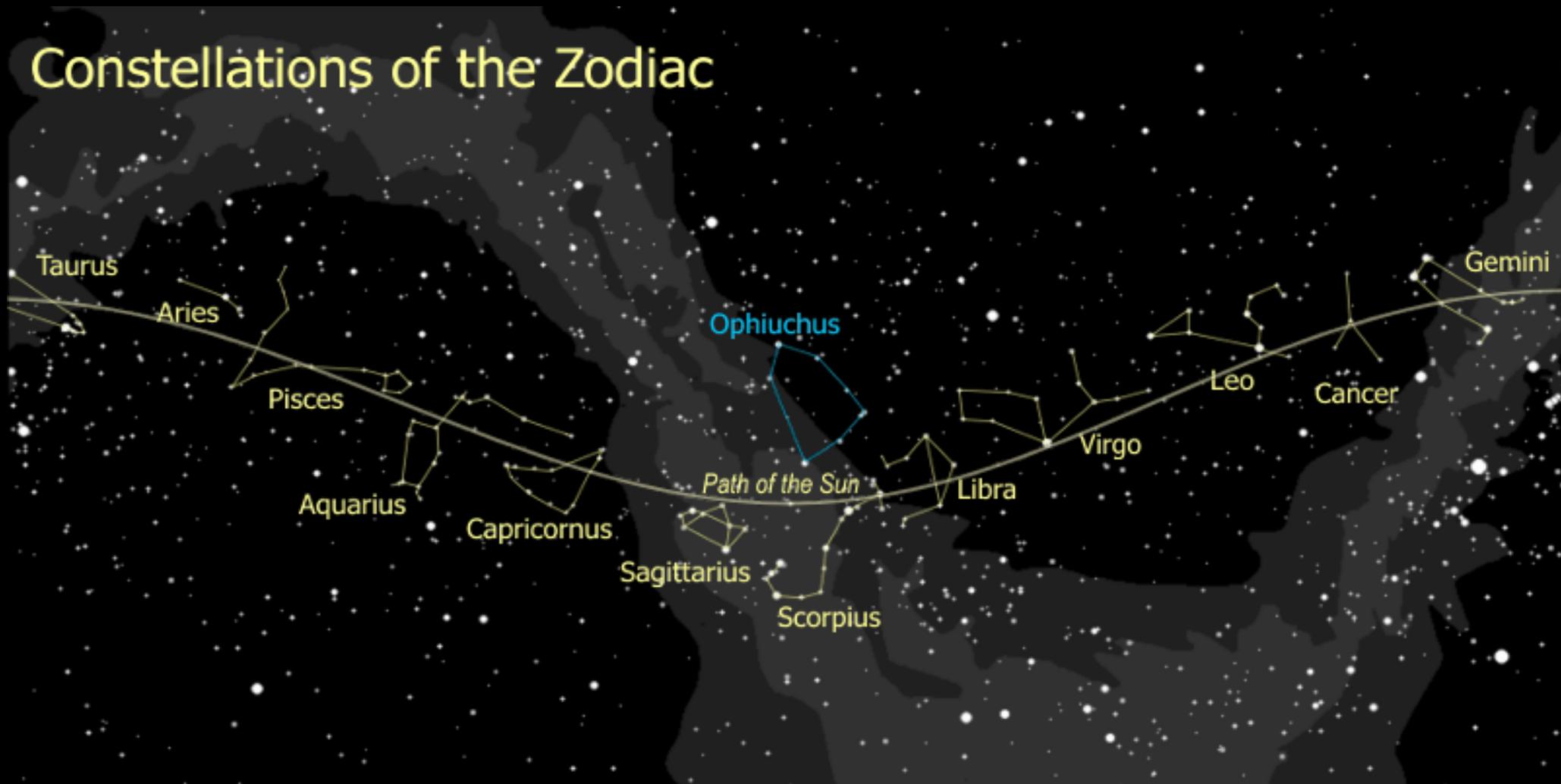


Zodíaco

A medida que a Terra revolve em torno do Sol, o Sol parece mover-se entre as estrelas, ao longo de um conjunto de constelações chamadas de Zodíaco (gr. Ζωδιακός).

O caminho aparente do Sol projetado na esfera celeste é chamado de eclíptica.

Constellations of the Zodiac

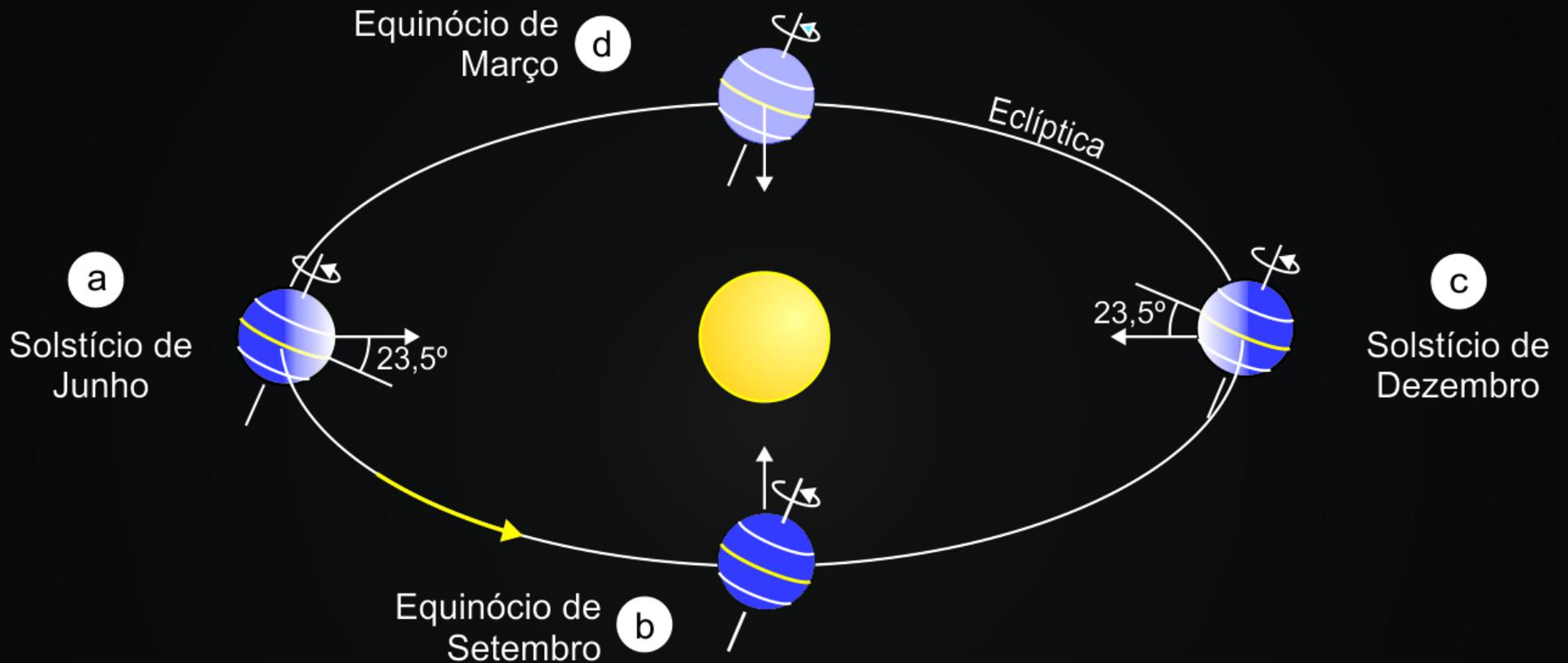


As estações

Ao longo de seu movimento orbital em torno do Sol, a Terra também gira em torno de seu eixo de rotação (uma linha imaginária que vai do Pólo Norte ao Pólo Sul terrestre).

O eixo de rotação terrestre não é perpendicular a sua órbita em torno do Sol, tendo uma inclinação de $23,5^\circ$ a partir da vertical.

Movimento Anual do Sol e as Estações do Ano



a
Trópico de Câncer
voltado para o Sol

b
Equador voltado
para o Sol.

c
Trópico de Capricórnio
voltado para o Sol.

d
Equador voltado
para o Sol.

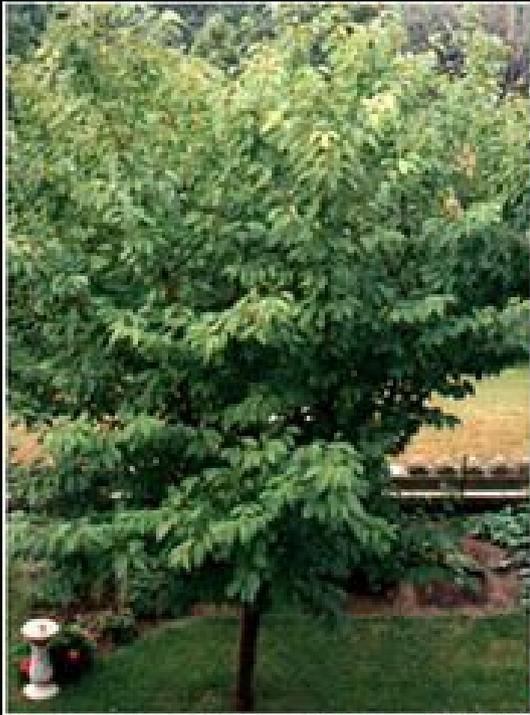
Equinócios e Solstícios

Equinócio de outono (~21 de Março): Ponto em que o Sol cruza o equador celeste, vindo do Hemisfério Sul para o Hemisfério Norte.

Solstício de Inverno (~21 de Junho): Sol está na máxima declinação norte, incidindo diretamente na região do Trópico de Câncer na Terra:

Equinócio de primavera (~21 de setembro): Ponto em que o Sol cruza o equador celeste, vindo do Hemisfério Norte para o Hemisfério Sul.

Solstício de Verão (~21 de dezembro): Sol está na máxima declinação sul incidindo diretamente na região do Trópico de Capricórnio na Terra



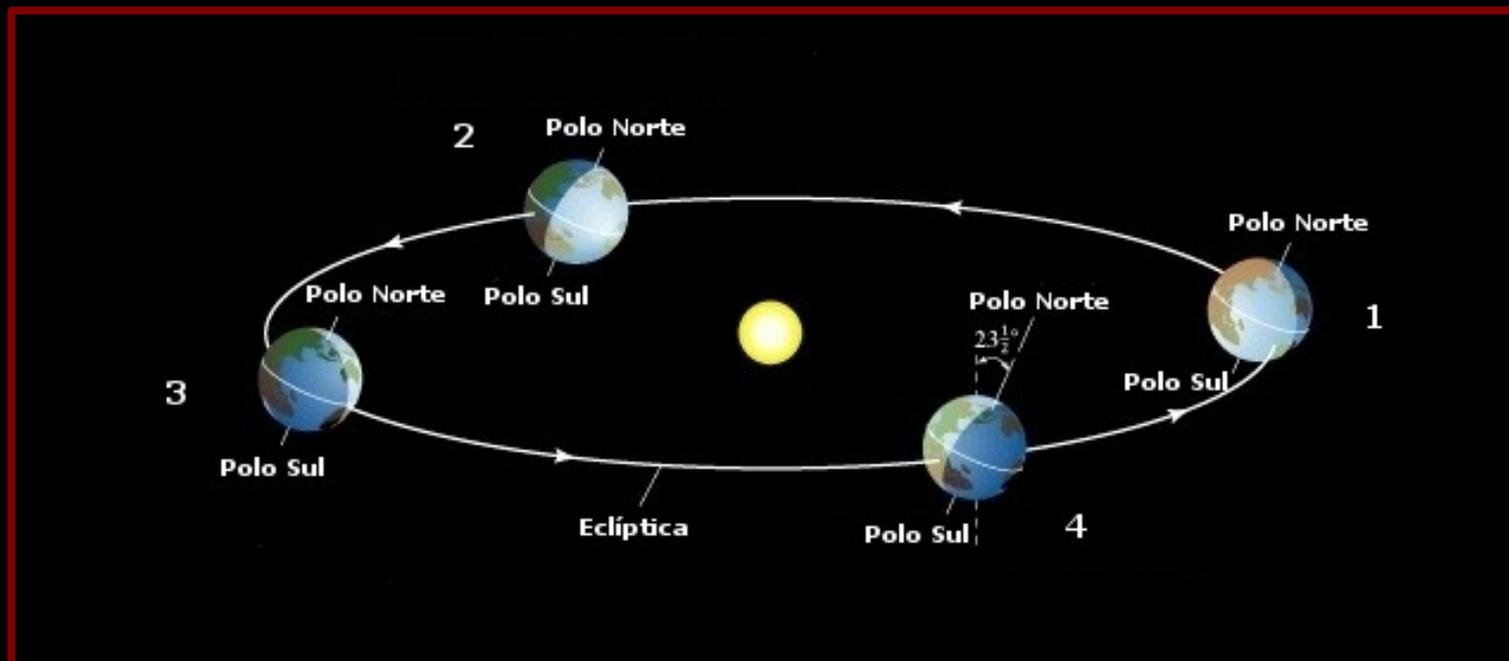
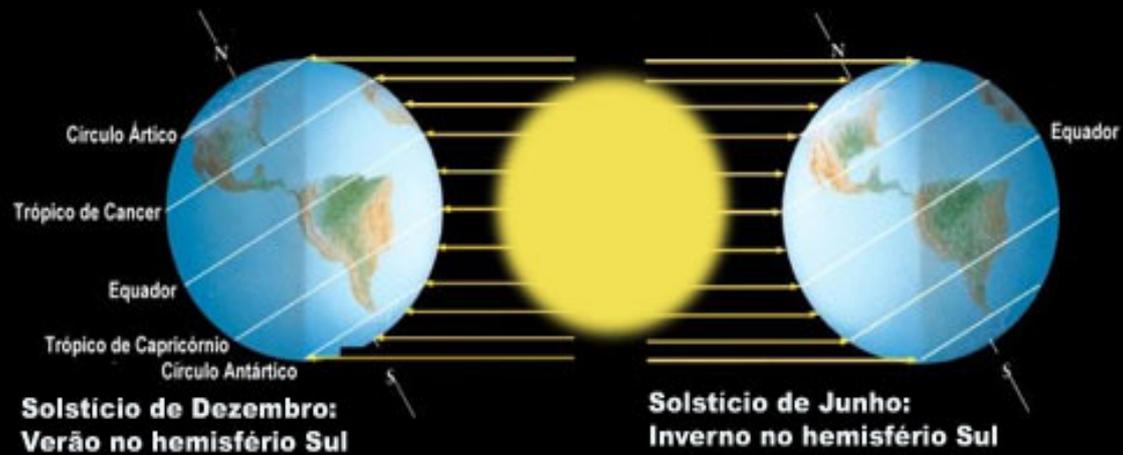
As estações

Ao longo do ano o eixo de rotação mantém aproximadamente a mesma direção e inclinação. Em função disso, a luz solar incide de forma mais direta no hemisfério norte por uma parte do ano, e mais diretamente no hemisfério sul na outra parte, causando uma variação na quantidade de calor recebida do Sol.

Uma superfície plana exposta diretamente ao Sol intercepta mais da radiação solar (e portanto calor) que uma mesma superfície quando inclinada.

Portanto, as estações são causadas pela inclinação do eixo de rotação da Terra, que também acarreta em mais horas diurnas no verão que no inverno.

As estações



As estações

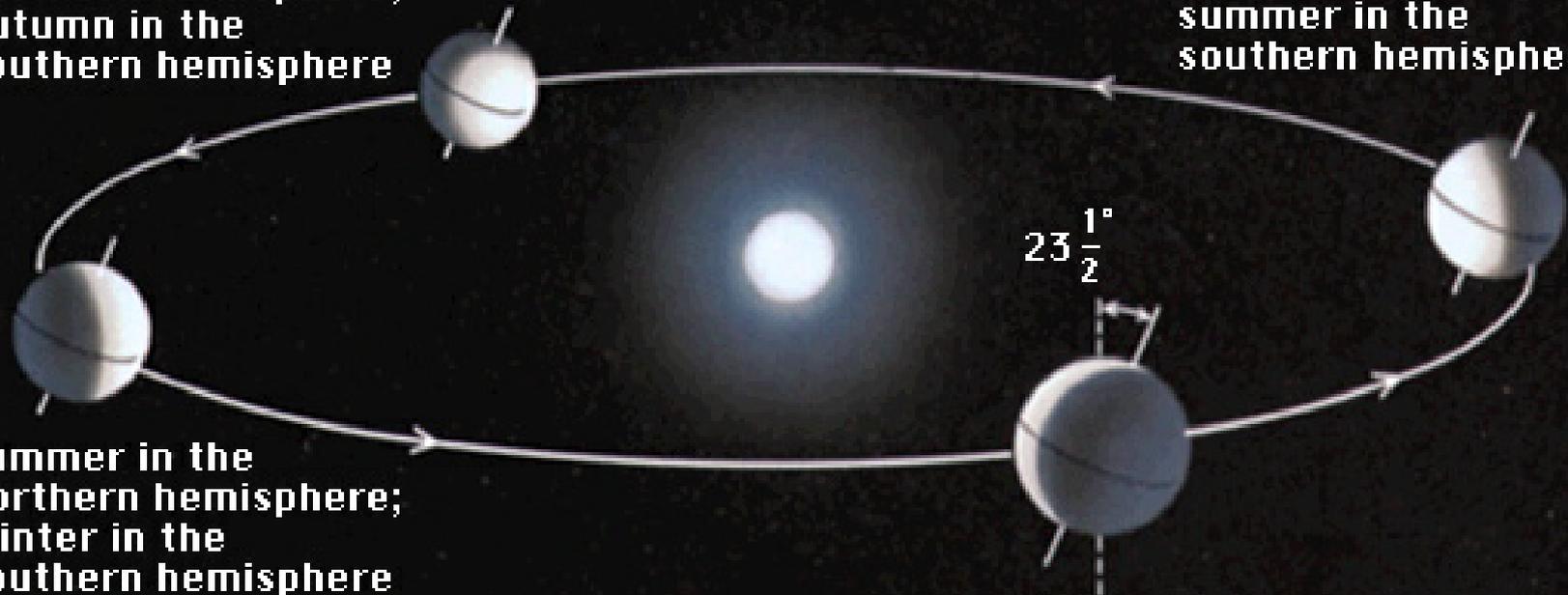
Spring in the
northern hemisphere;
autumn in the
southern hemisphere

Winter in the
northern hemisphere;
summer in the
southern hemisphere

Summer in the
northern hemisphere;
winter in the
southern hemisphere

$23\frac{1}{2}^{\circ}$

Autumn in the
northern hemisphere;
spring in the
southern hemisphere

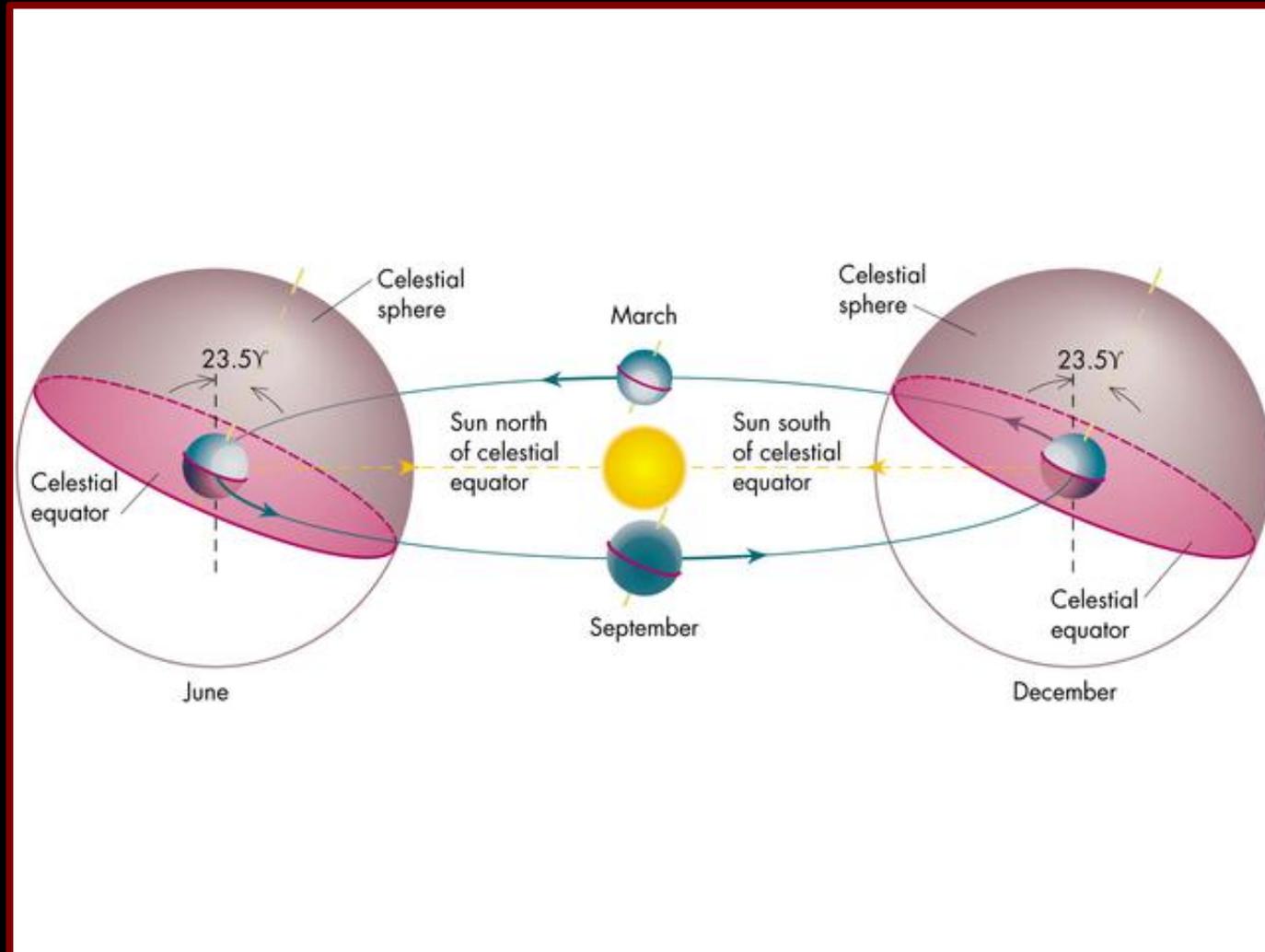


As estações

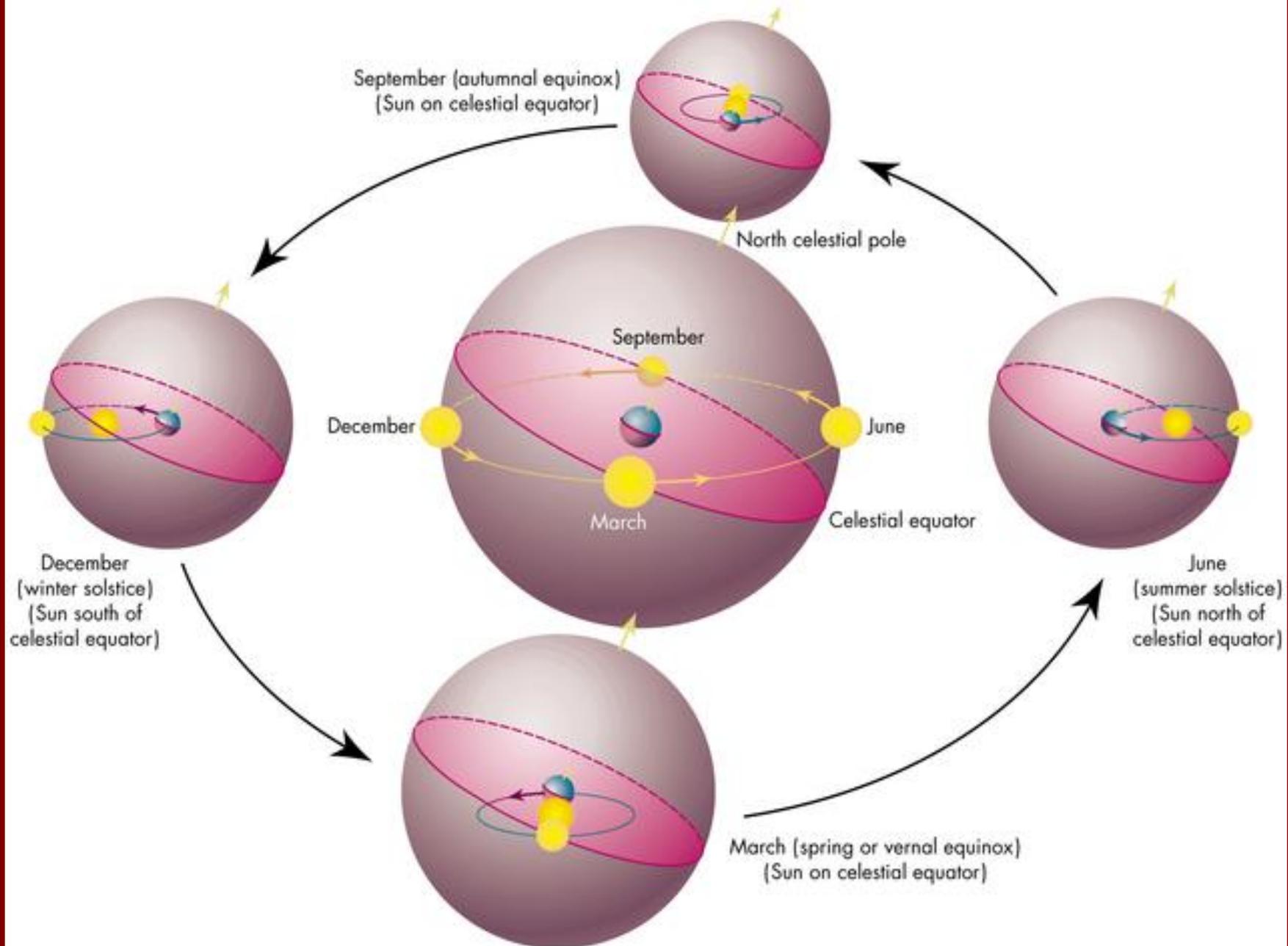
Além de causar as estações a inclinação do eixo de rotação terrestre explica a inclinação da eclíptica relativa ao equador celeste.

Em função disso, em junho o Sol está ao norte do equador celeste, enquanto em dezembro está ao sul do equador celeste.

Por isso o Sol aparecer tão alto no céu no verão e tão baixo no inverno.



As estações



As estações

Solstícios e Equinócios: A inclinação da eclíptica também significa que, ao longo do ano, os pontos no horizonte onde o Sol nasce e se põe não são, em geral, exatamente leste e oeste.

Ao longo do ano o Sol nasce primeiro ao norte do leste e depois ao sul.

Em função disso, em junho o Sol está ao norte do equador celeste, enquanto em dezembro está ao sul do equador celeste.

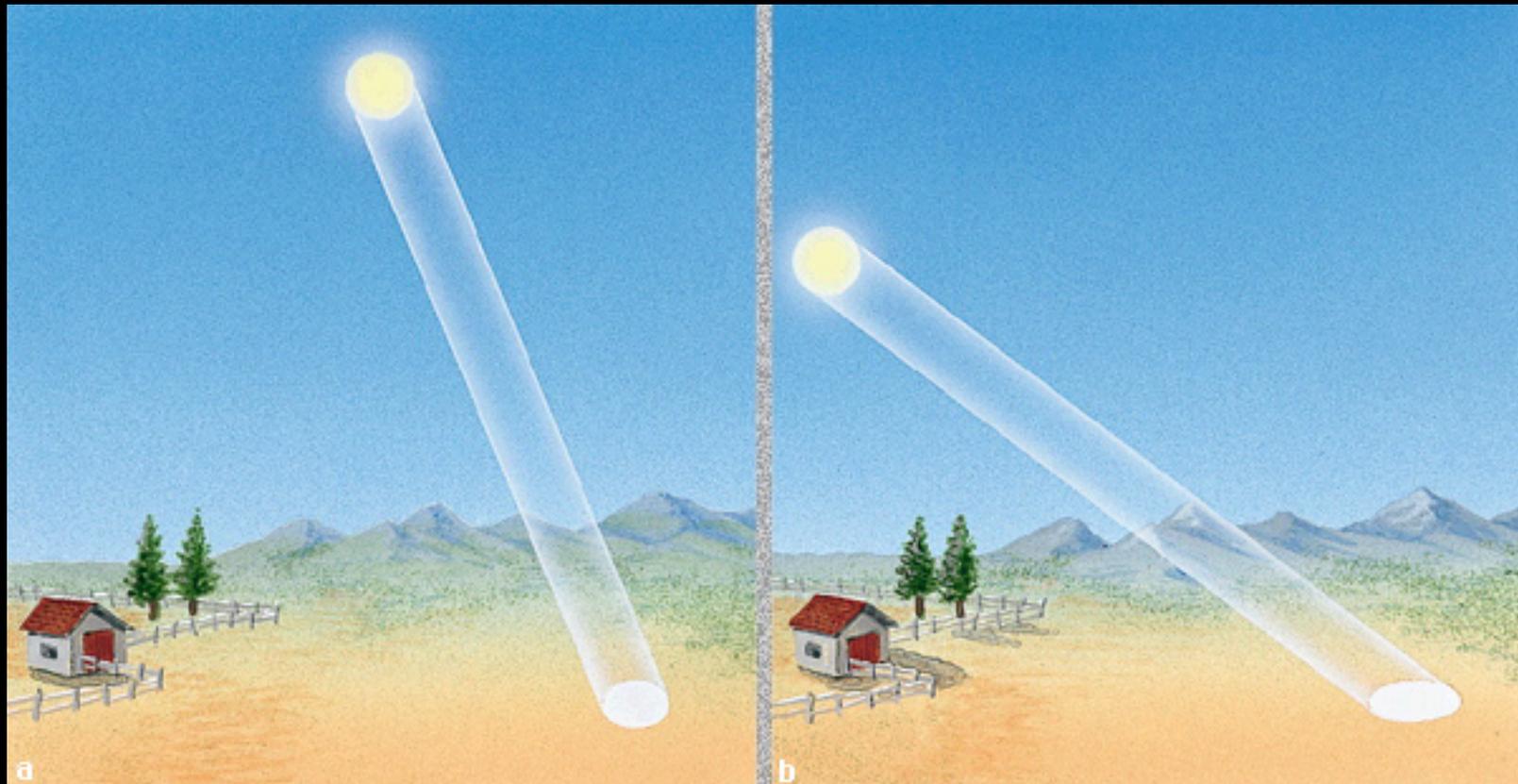
Essa é também a explicação para o Sol aparecer tão alto no céu no verão e tão baixo no inverno.

As estações

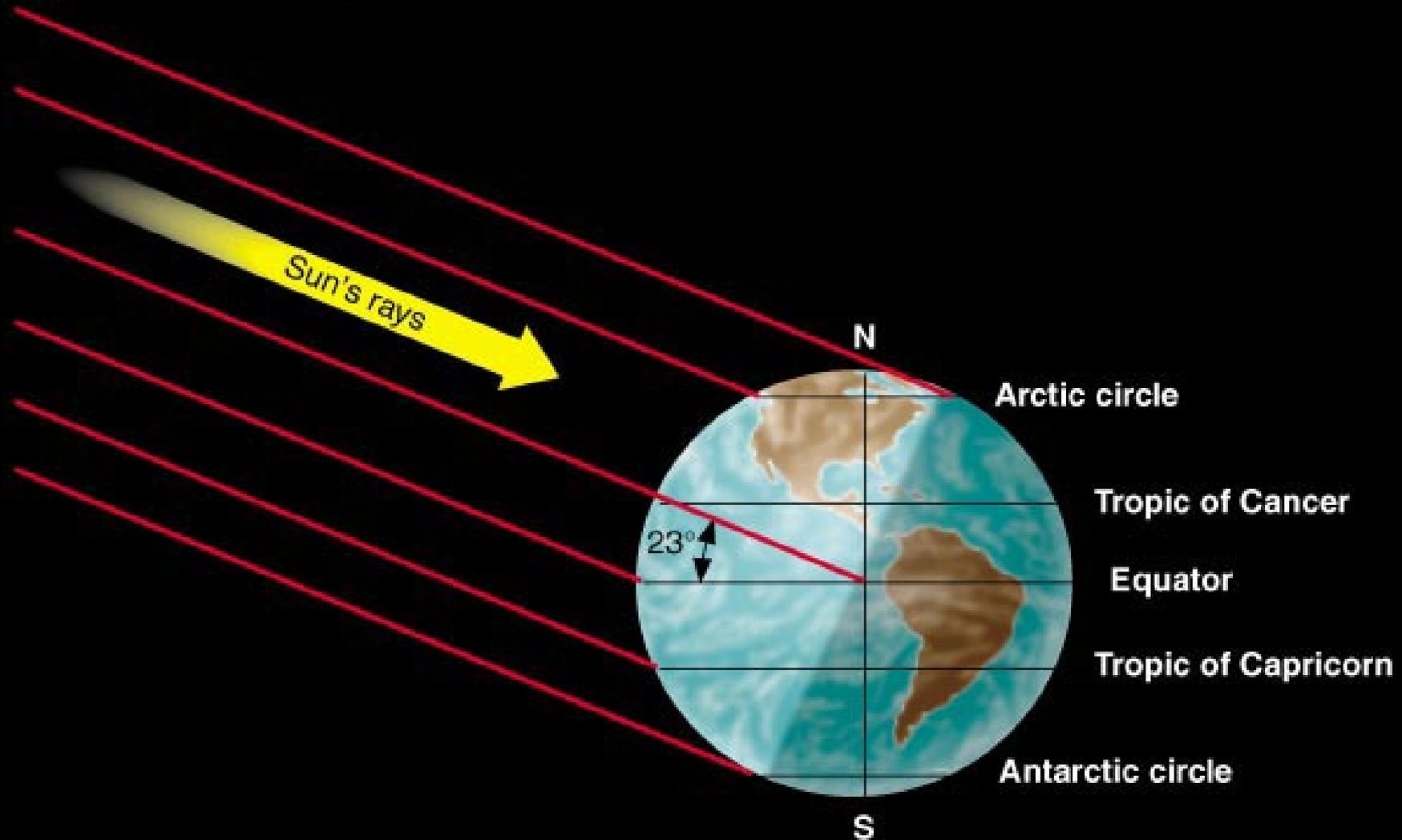
A posição do Sol quando ocorre mudança de estações recebe nomes específicos. A primavera e outono ocorrem quando o Sol *cruza* o equador celeste. Nestas épocas do ano dias e noites tem durações iguais (aproximadamente), de forma que são chamadas de equinócios. Estes ocorrem em torno de 21 de março e 23 de setembro.

O início do verão e inverno são chamados de solstícios, quando o Sol muda o sentido de seu movimento norte-sul. Estes ocorrem em torno de 21 de dezembro e 21 de junho.

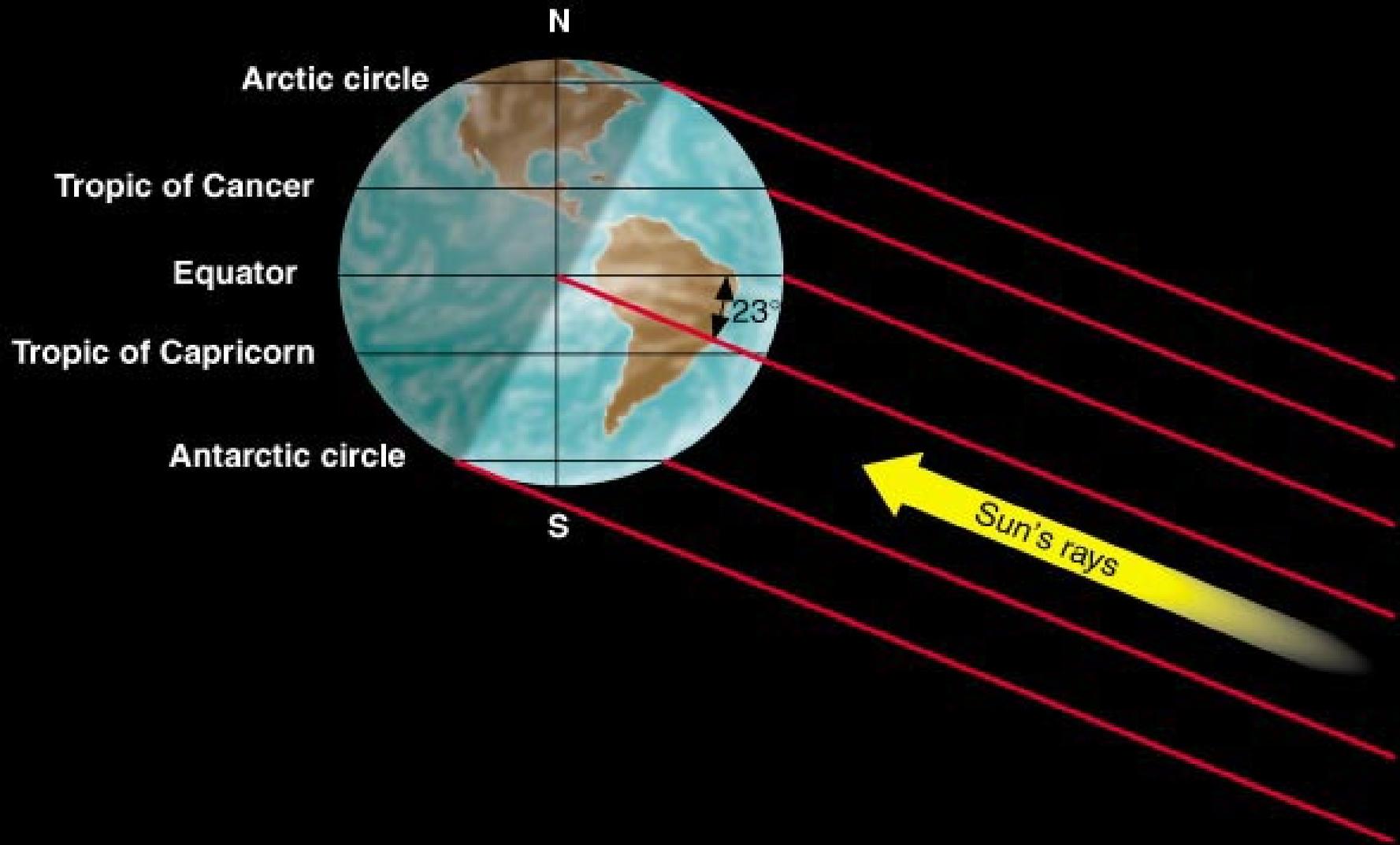
Iluminação solar



Solstício de inverno



Solstício de verão

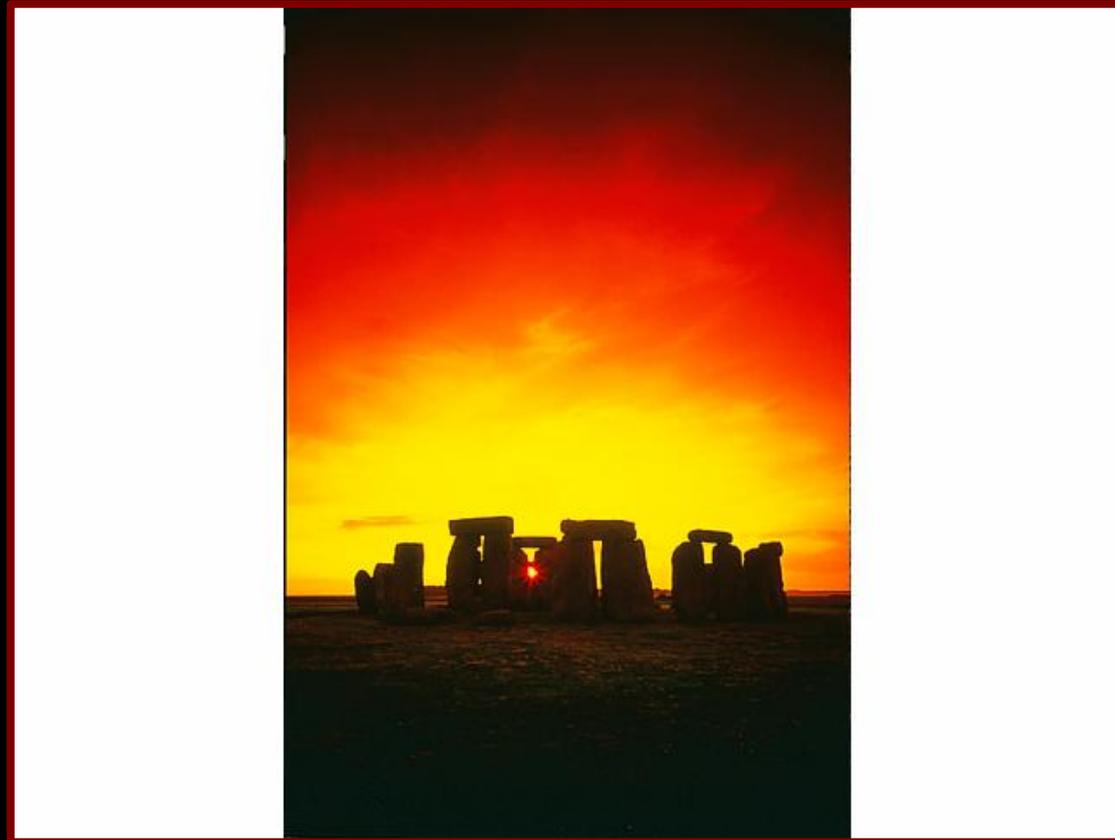


As estações

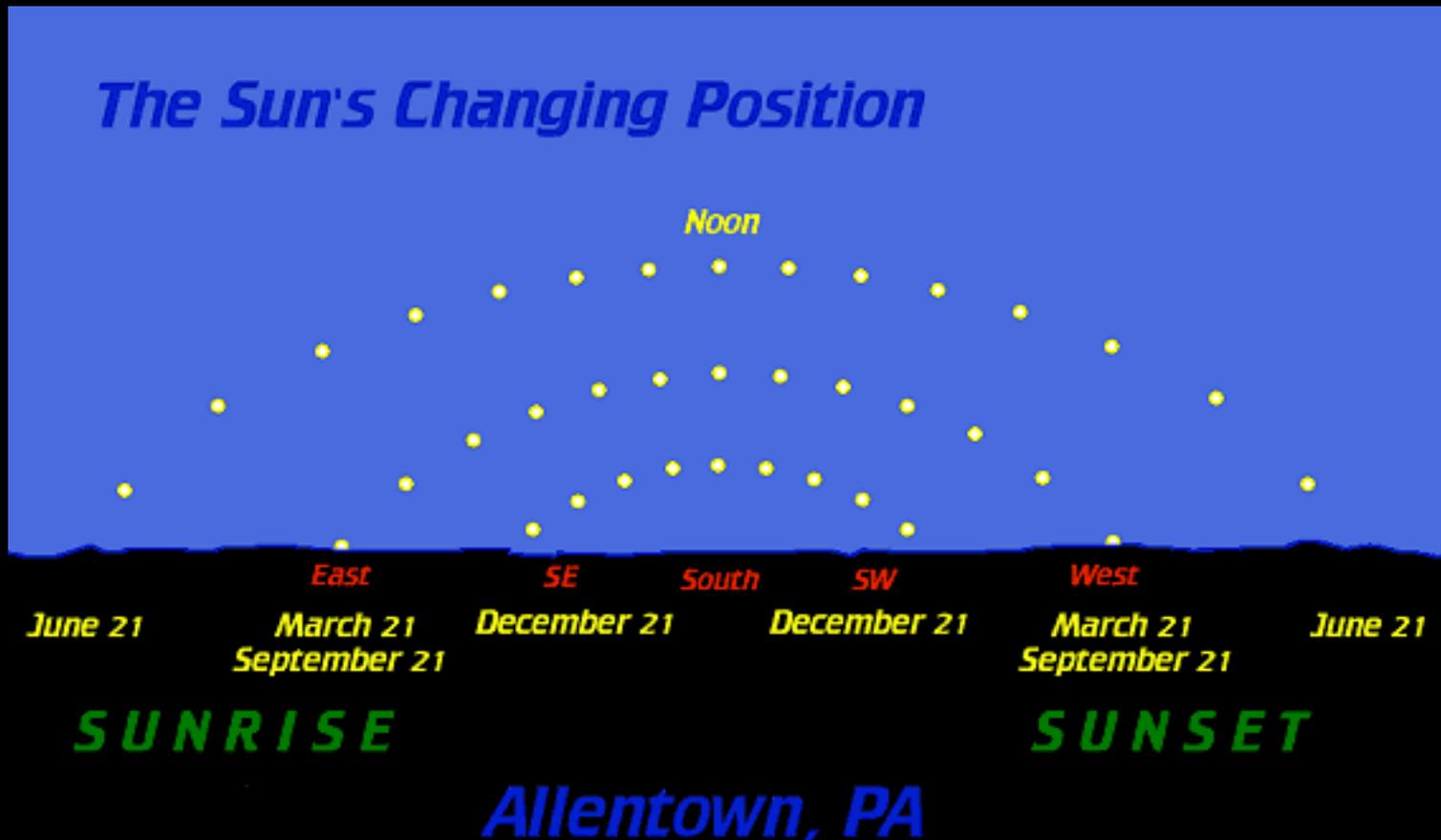
Solstícios e Equinócios: Da mesma forma que a posição do Sol em relação as constelações pode ser usada para indicar as estações, também pode-se usar a posição do nascer e por do Sol.

Um exemplo é o monumento de Stonehenge na Inglaterra, que parece marcar as mudanças sazonais pela posição do nascer e por do Sol.

Na figura temos o sol nascente no solstício de verão localizado em um dos arcos de Stonehenge.



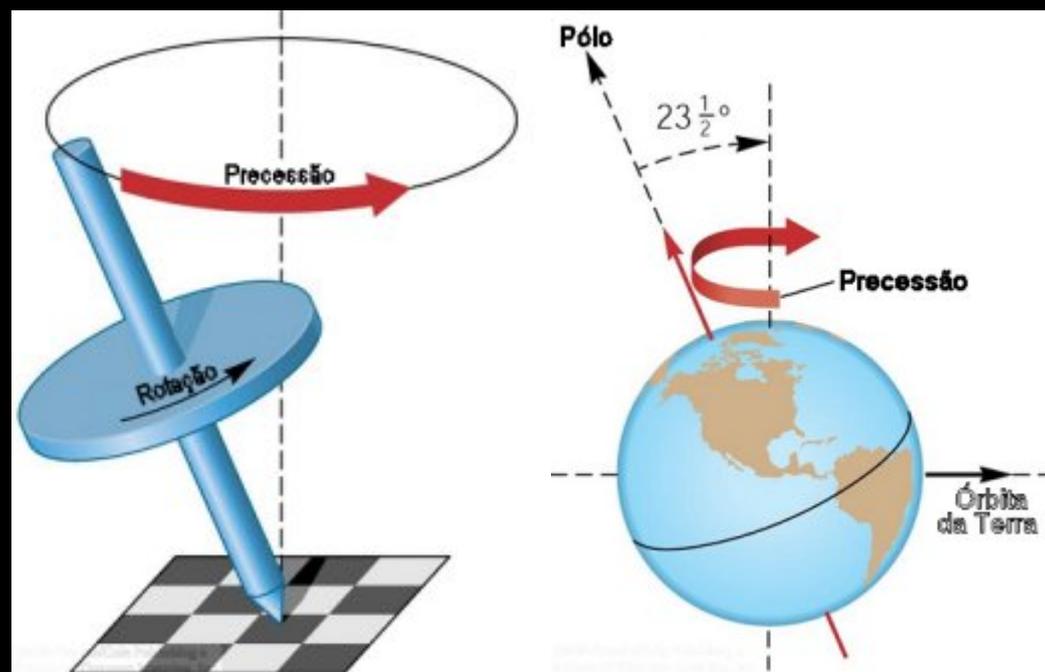
Variação na posição aparente do Sol



Gary A. Becker

Um efeito das forças diferenciais do Sol e da Lua na Terra, além das marés, é o movimento de **precessão** da Terra

Precessão



Precessão

O eixo de rotação da Terra gira em torno de outro eixo, como um pião.

O período desse giro é 25725 anos.

Devido a esse fenômeno, os pólos norte e sul celestes movem-se no céu, com relação às constelações.

O mesmo fenômeno leva ao deslocamento dos signos (astrológicos) em comparação com as constelações (astronômicas) e ao conceito das chamadas Eras (de Peixes, de Aquário, etc)

Precessão

A Terra não é perfeitamente esférica → achatada nos pólos e bojuda no equador.

Seu diâmetro equatorial é cerca de 40 km maior do que o diâmetro polar.

Plano do equador terrestre → inclinação $\sim 23^\circ$ em relação ao plano da eclíptica

Plano da eclíptica → inclinado $5^\circ 8'$ em relação ao plano da órbita da Lua.

Precessão

