

## Capítulo 2

## Trigonometria Esférica e Posição do Sol

13 de Março

Revisão das Aulas Anteriores

## Introdução da Disciplina (21/2/2020)

Apresentação do Docente e do Pessoal de Apoio  
Definição das Regras  
Apresentação dos Objectivos  
Marcação das Datas das Avaliações  
Considerações Gerais:  
    Definição da Astronomia e Sua Importância  
    Diferença Entre a Astronomia e Astrologia  
    Classificação da Astronomia  
    Telescópio  
    Astronomia na Antiguidade  
    Constelações

## Esfera Celeste e o Sistema de Coordenadas (21/2/2020)

Nota: A seguir vão alguns vídeos que mostram algumas partes bem importantes relacionadas com as aulas anteriores (Observação Individual)

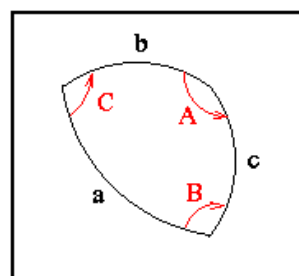
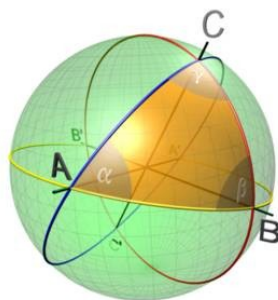
Os Tipos de Telescópios (<https://www.youtube.com/watch?v=UbbUqDJjqWs>)  
Astronomia na Antiguidade (<https://www.youtube.com/watch?v=QHVpAkW6jxU>)  
Constelações (<https://www.youtube.com/watch?v=5-cNSQt-BMA>)  
Esfera Celeste (<https://www.youtube.com/watch?v=4gatiSrcCGs>)  
Sistemas de Coordenadas (<https://pt.slideshare.net/meneguinha/sistemas-de-coordenadas-astronomicas>)

## Capítulo 2

## Trigonometria Esférica e Posição do Sol

13 de Março

- Definições básicas:
  - Se um plano passa pelo centro de uma esfera, ele a dividirá em dois hemisférios idênticos, ao longo de um **grande círculo**, ou **círculo máximo**. Qualquer plano que corta a esfera sem passar pelo seu centro a intercepta em um **círculo menor** ou **pequeno**.
  - Quando dois círculos máximos se interceptam em um ponto, formam entre si um **ângulo esférico**. A medida de um ângulo esférico é igual á medida do ângulo plano entre as tangentes dos dois arcos que o formam.
  
- Triângulos esféricos:
  - Um triângulo esférico não é qualquer figura de três lados sobre a esfera; seus lados devem ser arcos de *grandes círculos*, ou seja, arcos esféricos. Denotamos os ângulos de um triângulo esférico por letras maiúsculas (A, B, C), e os seus lados por letras minúsculas (a, b, c).



- o **Propriedades dos triângulos esféricos**

1) A soma dos ângulos de um triângulo esférico é sempre maior que 180 graus, e menor do que 540 graus, e não é constante, dependendo do triângulo. De fato, o excesso a 180 graus é directamente proporcional à área do triângulo.

2) A soma dos lados de um triângulo esférico é maior do que zero e menor do que 180 graus.

3) Os lados maiores estão opostos aos ângulos maiores no triângulo.

4) A soma de dois lados do triângulo é sempre maior do que o terceiro lado, e a diferença é sempre menor.

5) Cada um dos lados do triângulo é menor do que 180 graus, e isso se aplica também aos ângulos.

- **Solução de triângulos esféricos:**

- o Ao contrário da trigonometria plana, não é suficiente conhecer dois ângulos para resolver o triângulo. É sempre necessário conhecer no mínimo três elementos: ou três ângulos, ou três lados, ou dois lados e um ângulo, ou um ângulo e dois lados.

- o As fórmulas principais para a solução dos triângulos esféricos são:

- *Fórmula dos cossenos:*

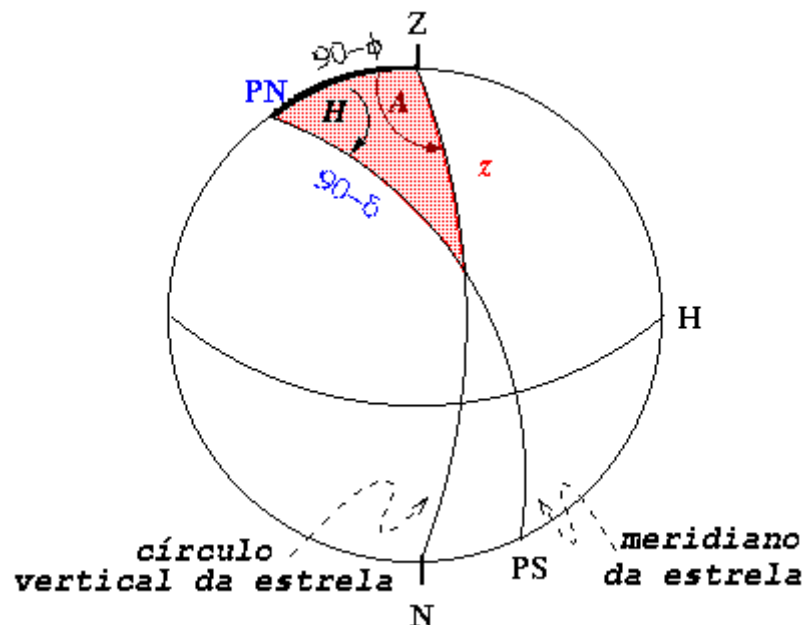
$$\cos a = \cos b \cos c, + \sin b \sin c \cos A$$

- e a *fórmula dos senos:*

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C},$$

- O Triângulo de Posição:

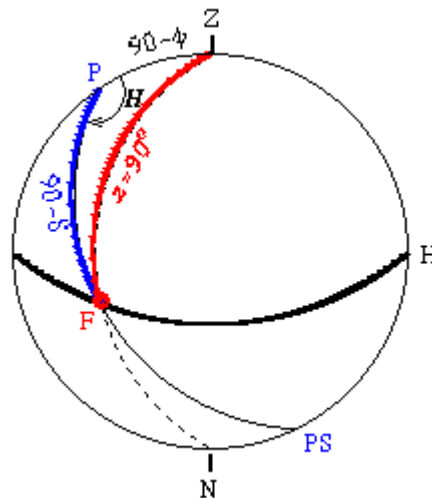
- o Denomina-se triângulo de posição o triângulo situado na esfera celeste cujos vértices são o pólo elevado, o astro e o zénite.



- Os lados e ângulos do triângulo de posição são:

- Arco entre o zénite e o pólo =  $90 \text{ graus} - |\phi|$
- Arco entre o zénite e astro =  $z$
- Arco entre o pólo e o astro =  $90 \text{ graus} - |\delta|$
- Ângulo com vértice no zénite =  $A$  (HN) ou  $A - 180 \text{ graus}$  (HS)
- Ângulo com vértice no pólo =  $H$

- Ângulo com vértice na estrela
- O triângulo de posição é usado para derivar as coordenadas do astro quando conhecida a posição geográfica do lugar, ou determinar as coordenadas geográficas do lugar quando conhecidas as coordenadas do astro, também permite fazer as transformações de um sistemas de coordenada para outro.
- Relações entre distância zenital ( $z$ ), azimute ( $A$ ), ângulo horário ( $H$ ), e declinação ( $\delta$ ) - TPC



- Pela fórmula dos cossenos, podemos tirar quatro relações entre os sistemas de coordenadas:

$$\cos z = \cos(90^\circ - \phi) \cos(90^\circ - \delta) + \sin(90^\circ - \phi) \sin(90^\circ - \delta) \cos H,$$

$$\sin \delta = \sin \phi \cos z + \cos \phi \sin z \cos A,$$

$$\cos H = \cos z \sec \phi \sec \delta - \tan \phi \tan \delta,$$

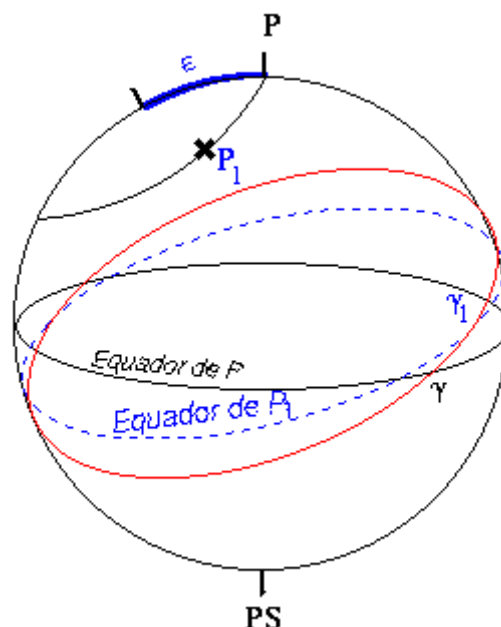
$$\cos A = \sin \delta \csc z \sec \phi - \tan \phi \cot z.$$

- Efeito da precessão dos equinócios na ascensão reta e declinação - TPC

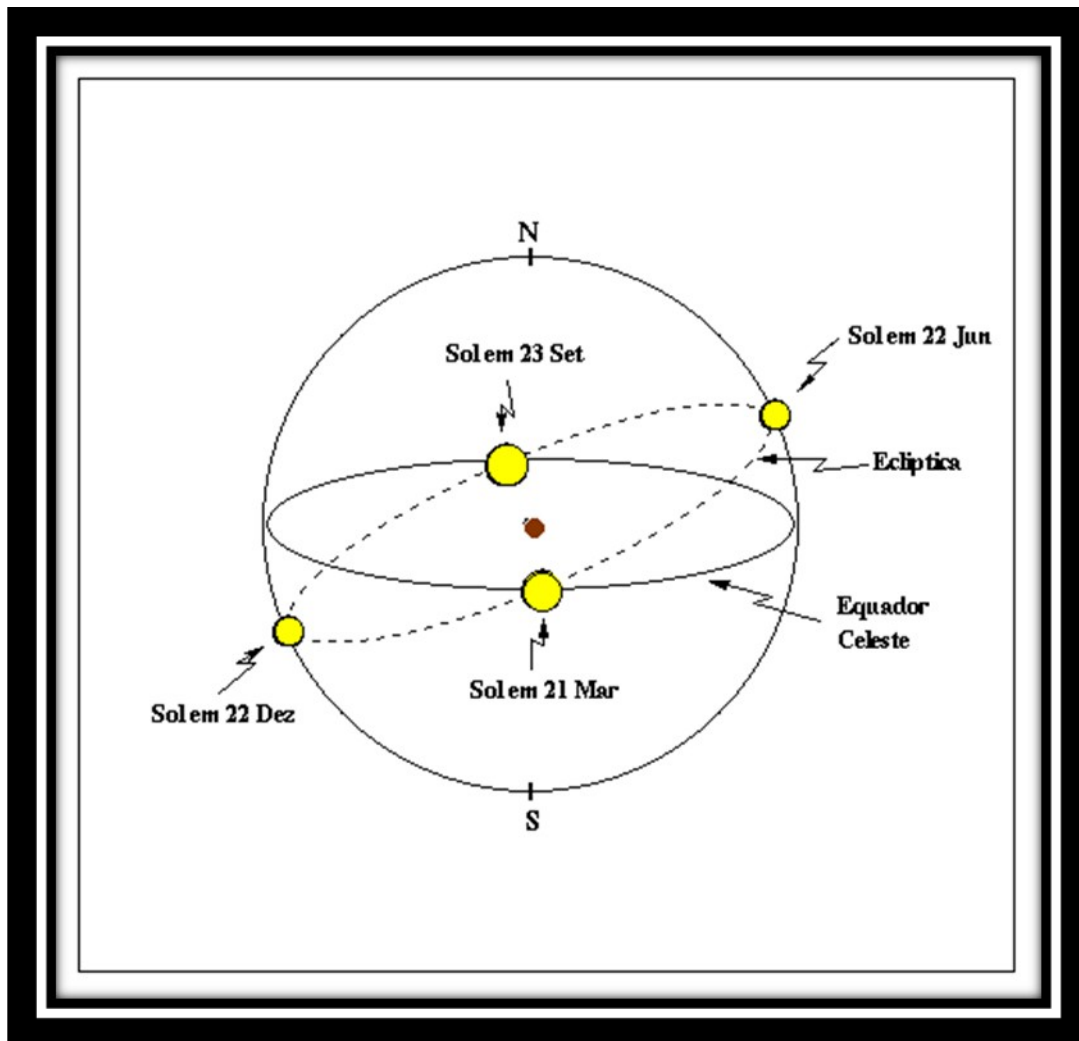
- Seja  $\epsilon = 23,5^\circ$  a obliquidade da eclíptica, e seja  $\Delta\lambda$  a variação da longitude eclíptica de uma estrela, pela mudança de  $\gamma$  para  $\gamma_1$ , devido à precessão do polo, de P para  $P_1$ :

$$\Delta\delta = \Delta\lambda \sin \epsilon \cos \alpha,$$

$$\Delta\alpha = \Delta\lambda [\cos \epsilon + \sin \epsilon \sin \alpha \tan \delta].$$



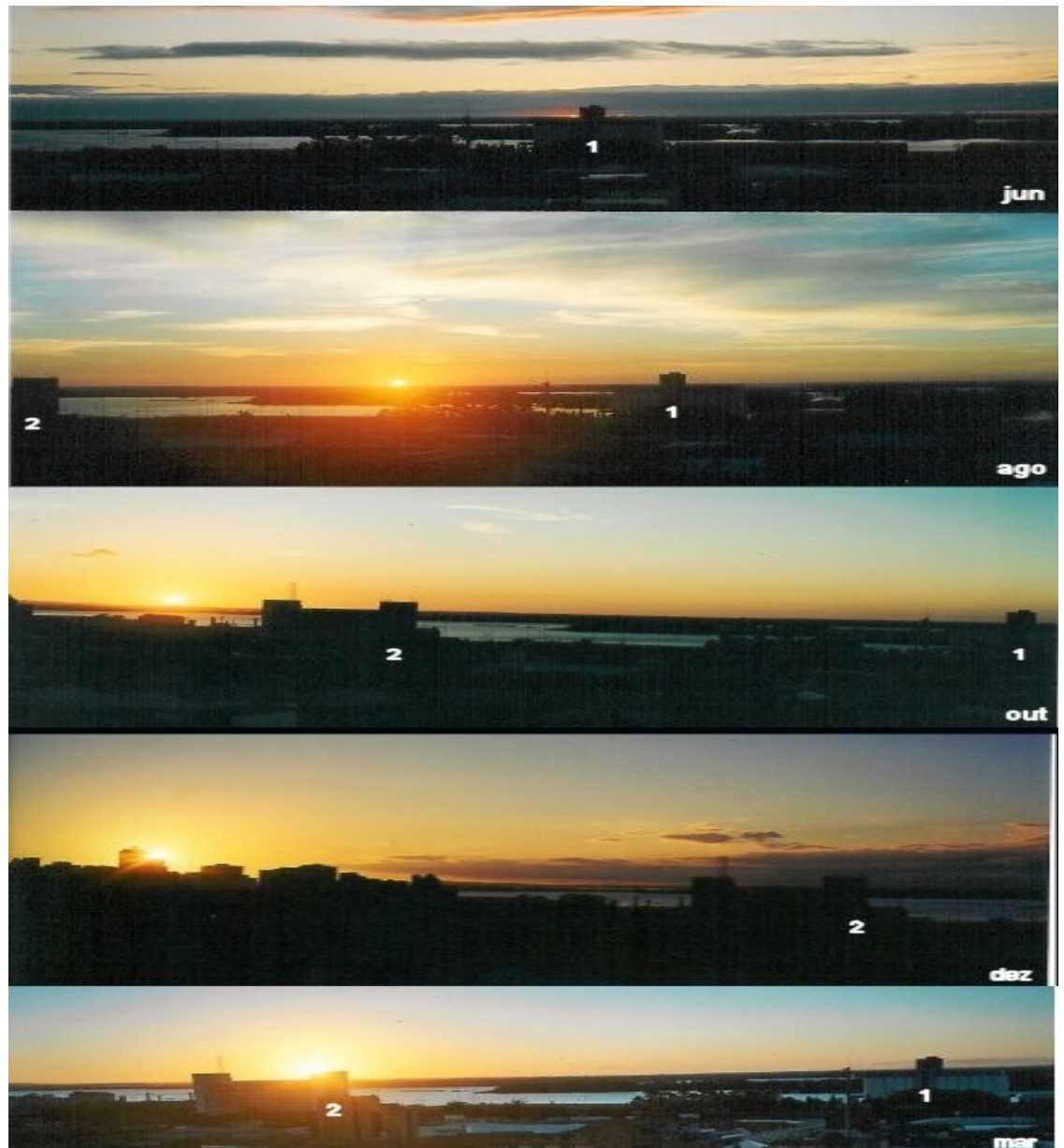
- Posições características do Sol



- Cerca de 21 Março: Sol **crusa o equador**, indo do Hemisfério Sul para o Hemisfério Norte:
  - $\alpha_{\odot} = 0^h$
  - $\delta_{\odot} = 0^{\circ}$
  - O dia e a noite duram 12hr em toda a Terra.
  - Nos pólos, 24hr de crepúsculo.
  - **Equinócio** (*lat: equi=igual+nox=noite*) de Outono no HS.
  - **Equinócio** de Primavera no HN.
- Cerca de 22 Junho: Sol está na **máxima declinação norte**, incidindo directamente na região do Trópico de Câncer na Terra:

- o  $\alpha_{\odot} = 6^h$
- o  $\delta_{\odot} = +23,5^\circ$
- o O dia mais curto do ano no HS, dia mais longo do ano no HN.
- o No pólo S, Sol sempre abaixo do horizonte.
- o No pólo N, Sol sempre acima do horizonte.
- o **Solstício** (*lat: Sol+sticium=parado*) de Inverno no HS.
- o **Solstício** de Verão no HN.





Fotos tiradas por Maria de Fátima Oliveira Saraiva entre 21 de Junho de 2003 e 21 Março de 2004, ao pôr-do-sol, mostrando que o Sol se põe em pontos diferentes do horizonte no decorrer do ano.

- Cerca de 23 Setembro: Sol **crusa o equador**, indo do Hemisfério Norte para o Hemisfério Sul:
  - $\alpha_{\odot} = 12^h$
  - $\delta_{\odot} = 0^\circ$
  - O dia e a noite duram 12hr em toda a Terra.

- o Nos pólos, 24hr de crepúsculo.
  - o **Equinócio** de Primavera no HS.
  - o **Equinócio** de Outono no HN.
- Cerca de 22 Dezembro: Sol está na **máxima declinação sul** incidindo directamente na região do Trópico de Capricórnio na Terra:
    - o  $\alpha_{\odot} = 18^h$
    - o  $\delta_{\odot} = -23,5^{\circ}$
    - o O dia mais longo do ano no HS, dia mais curto do ano no HN.
    - o No pólo S, Sol sempre acima do horizonte.
    - o No pólo N, Sol sempre abaixo do horizonte.
    - o **Solstício** de Verão no HS.
    - o **Solstício** de Inverno no HN.
- o A posição do Sol é importante até os dias de hoje, já que, além de orientação geográfica, se você quiser economizar energia, deve construir sua casa, no hemisfério sul, de modo que:
    - As janelas estejam direccionadas para o nordeste ou noroeste, para que a luz do Sol no inverno incida sobre elas, aquecendo o ambiente, pela manhã ou pela tarde.
    - Na direcção sudeste e sudoeste, devem se plantar árvores, para que façam sombras sobre as janelas no verão.
    - Da mesma maneira, os telhados devem, em princípio, ser inclinados para o norte, para aquecer durante o inverno.

Mas antes, vamos observar o Sol se o tempo permitir.

Próxima Aula

Estações do Ano e Insolação Solar

13/3/2020