

# CONCEITOS BÁSICOS EM ASTRONOMIA DE POSIÇÃO

Roberto Ortiz

Neste ponto, vamos iniciar o estudo da localização e do movimento dos astros no céu. A parte da Astronomia dedicada à determinação da posição e do movimento dos astros é denominada “Astronomia de Posição” (Boczko, 1984). Apresentaremos alguns elementos básicos que nos permitirão compreender os movimentos da Terra, do Sol, da Lua e demais corpos celestes.

Chamamos de **esfera celeste** a representação (imaginária) de uma esfera onde se acham situadas as estrelas e demais corpos celestes. Seu raio é infinitamente grande e seu centro coincide com o centro da Terra, considerada esférica. A figura 4.1 ilustra a esfera celeste e um observador situado na superfície da Terra. Por possuir um raio infinitamente grande, a direção de uma estrela observada pelo observador da figura e outro, situado hipoteticamente no centro da Terra, é a mesma.

O ponto da esfera celeste situado exatamente acima do observador é denominado **zênite** (Z). Ele é diametralmente oposto ao **nadir** (N). Denominamos ainda **horizonte astronômico** (H.A.) o conjunto de pontos da esfera celeste situados a  $90^\circ$  do zênite ou do nadir. O **horizonte astronômico** divide a esfera celeste em 2 partes de igual tamanho, ou hemisférios. Dá-se o nome de **círculo máximo** a qualquer circunferência que divida a esfera celeste em duas partes idênticas, portanto o **horizonte astronômico** é um dos círculos máximos da esfera celeste.



Figura 4.1: Alguns elementos básicos da esfera celeste: o zênite, o nadir e o horizonte astronômico.

Na prática, a direção do zênite e nadir pode ser obtida por meio de um “fio de prumo”, como aquele utilizado por pedreiros. O **horizonte astronômico** geralmente não coincide com o horizonte identificado pelas pessoas como “a interface entre terra e céu”, ou o que poderíamos chamar de “horizonte popular”, pois as direções desse último estão sujeitas a elementos da paisagem, tais como montanhas, árvores ou prédios vizinhos. Por outro lado, as direções do **horizonte astronômico** podem ser obtidas na prática observando-se, por exemplo, paralelamente a uma lâmina de água, tal como aquela produzida em uma jarra ou copo d'água (figura 4.2).



Figura 4.2: Como obter as direções do Horizonte Astronômico: observe rasante a uma lâmina d'água.

#### 4.1- O movimento “diurno” da esfera celeste

O movimento “diurno” do Sol é bem conhecido por todos: ele nasce no horizonte leste, ganha altura ao longo do dia e no final da tarde põe-se no horizonte oeste<sup>1</sup>. No entanto, poucas pessoas percebem que as estrelas também descrevem trajetórias no céu, de leste para oeste, de modo semelhante ao Sol e a Lua. Entre os meses de abril e junho, a constelação do “Cruzeiro do Sul” pode ser facilmente avistada por observadores do hemisfério Sul, no início da noite. A figura 4.3 ilustra a posição dessa constelação em dois instantes do dia 15 de maio. Como a direção leste está à esquerda da figura, podemos concluir que o Cruzeiro do Sul movimentava-se da esquerda para a direita. Na primeira posição, pode-se ver claramente que o braço maior da cruz não aponta para o Sul, mas para uma direção à direita deste; após algumas horas ele inclina-se para o outro lado, realizando uma lenta rotação enquanto desloca-se para o oeste, mas novamente observamos que ele não aponta para o sul. A partir dessas observações, concluímos que: (1) a constelação do “Cruzeiro do Sul” ganha altura aproximadamente na direção sudeste, atinge altura máxima ao passar sobre o ponto cardeal Sul e perde altura ao aproximar-se do horizonte sudoeste, descrevendo um arco de circunferência no céu; (2) simultaneamente, ela executa um giro, durante o qual parece apontar sempre para a mesma direção do céu. A observação (real) desses dois aspectos do movimento diurno executado pelas estrelas é importante para que o leitor compreenda corretamente o fenômeno.



Figura 4.3: A posição da constelação do Cruzeiro do Sul, em dois instantes de uma noite de maio separados por cerca de 5 horas. Note que o prolongamento do braço maior do Cruzeiro do Sul nem sempre indica a posição do ponto cardeal Sul. Créditos: Ciência Hoje das Crianças, 135/2003. Gráfico: Nato Gomes.

<sup>1</sup> Por que se fala “horizonte leste/oeste” e não “ponto cardeal leste/oeste”? Discuta isso no fórum, ou então... veja de encontra a resposta no conteúdo da próxima semana.

O movimento que descrevemos acima não se restringe à constelação do “Cruzeiro do Sul”: todas as estrelas do céu descrevem arcos de circunferência. A figura 4.4 é uma fotografia do céu de longa exposição, tirada logo após o pôr do Sol. Os círculos concêntricos da imagem são resultantes do movimento aparente das estrelas, de leste para oeste. Observe que o centro das trajetórias aparentes das estrelas está abaixo do horizonte. Essa direção coincide com aquela do eixo de rotação da Terra.



Figura 4.4: A trajetória aparente das estrelas é registrada por meio de uma fotografia de longa exposição, na qual o obturador da câmera permanece aberto durante alguns minutos ou até horas. A imagem acima foi obtida nas proximidades do telescópio Gemini, no Havaí. As estrelas parecem descrever trajetórias concêntricas de leste para oeste. Note que o centro dos arcos de circunferência descritos pelas estrelas dessa constelação está abaixo do horizonte (disponível em <http://www.wainscoat.com/astronomy/>).

A figura 4.5 é análoga à figura 4.4 e ilustra a trajetória aparente das estrelas visíveis na direção sul ao longo de algumas horas. Nela podemos observar os arcos de circunferência descritos pelas estrelas e constatamos que todos possuem o mesmo centro, situado acima do horizonte. Denominamos Polo Celeste Sul (PCS) o ponto da esfera celeste, em torno do qual as estrelas na região sul do céu descrevem arcos de circunferência ao longo do tempo. Em contrapartida, o Polo Celeste Norte (PCN) é o ponto da esfera celeste em torno do qual as estrelas (do hemisfério celeste norte) descrevem suas trajetórias aparentes. Para um observador situado no hemisfério Sul, o PCS situa-se verticalmente acima do ponto cardinal Sul enquanto o PCN situa-se na direção diametralmente oposta, abaixo do horizonte. Note que os polos celestes são distintos dos polos terrestres: enquanto os primeiros pertencem à esfera celeste, os últimos estão localizados sobre a superfície terrestre. O prolongamento do eixo de rotação terrestre na direção norte fornece a direção do polo celeste norte enquanto se prolongarmos o eixo de rotação da Terra na direção oposta encontraremos a direção do polo celeste sul.



Figura 4.5: Fotografia da área do céu nas imediações do Polo Celeste Sul. Trata-se de uma fotografia de longa exposição, feita com o obturador da câmara deixado aberto durante algumas horas. Cada arco de circunferência foi descrito por uma estrela, percorrido no sentido horário. Foto tirada no telescópio anglo-australiano de New South Wales, Austrália, em 15.julho de 2000. Créditos: Anglo-Australian Observatory.

Neste ponto da nossa exposição, cabe a seguinte pergunta: a que se deve o movimento diurno da esfera celeste? Na antiguidade acreditava-se que a Terra ocupava o centro do Universo, uma concepção denominada Geocentrismo (*Geos* = Terra). Segundo essa teoria, a Terra estaria imóvel e em torno dela giraria a esfera celeste, de Leste para o Oeste, incluindo o Sol, a Lua, as estrelas e os demais corpos celestes. Entretanto, durante séculos a observação do céu através de telescópios tem revelado a existência de um enorme número de outros sistemas estelares e planetários e essas observações têm nos mostrado que nosso lugar no Universo é bastante modesto. Portanto, não parece razoável, diante de tantas evidências, que o Universo inteiro, composto por mais de 100 bilhões de galáxias - cada uma delas contendo, em média, centenas de bilhões de estrelas semelhantes ao Sol - gire em torno deste pequeno planeta denominado Terra!

Uma vez abandonado o geocentrismo, é natural concluir que o movimento diurno da esfera celeste é uma consequência do movimento de rotação da Terra. Para compreender a simplicidade dessa constatação, imagine-se (ou coloque-se) sentado em uma cadeira giratória. Ao redor, você pode ver a “paisagem”, composta de móveis, o chão, o teto, o próprio assento da cadeira e assim por diante. Ao colocarmos a cadeira em rotação, digamos da esquerda para a direita, observamos que todos os elementos da paisagem parecem girar da direita para a esquerda. Mais interessante ainda é observar, por exemplo, lâmpadas no teto: elas parecem descrever circunferências, da direita para a esquerda. Já um objeto situado no chão, quando observado da cadeira em rotação, também parece descrever uma circunferência, no sentido da direita para a esquerda (figura 4.6). A semelhança entre a rotação aparente dos objetos da sala e o movimento diurno da esfera celeste não é mera coincidência e os dois fenômenos possuem a mesma causa: a rotação do observador em relação aos objetos de observação, considerados fixos. Observe também que o centro das trajetórias aparentes descritas pelos objetos da sala quando a cadeira é posta em rotação coincide com a direção do eixo (imaginário) de rotação da cadeira. Portanto, de maneira análoga, podemos concluir que o centro das trajetórias aparentes das estrelas no céu coincide com a direção do eixo de rotação da Terra, ou seja, é a direção dos polos celestes. Vimos que, enquanto as estrelas situadas no lado sul do céu parecem descrever circunferências em torno do Polo Celeste Sul, as estrelas situadas na região

norte do céu parecem descrever arcos de circunferência em torno de um ponto abaixo do horizonte, o Polo Celeste Norte. Esta é a situação típica de um observador situado no hemisfério sul terrestre. Por outro lado, um observador localizado no hemisfério norte observaria o polo celeste norte acima do horizonte, enquanto o polo celeste sul encontrar-se-ia abaixo do horizonte. Por conseguinte, pode-se concluir que um observador situado no equador terrestre observaria ambos os polos celestes exatamente sobre o horizonte, nas direções norte e sul. Na seção 4.2 estudaremos a relação entre a altura do polo celeste e a latitude do observador.

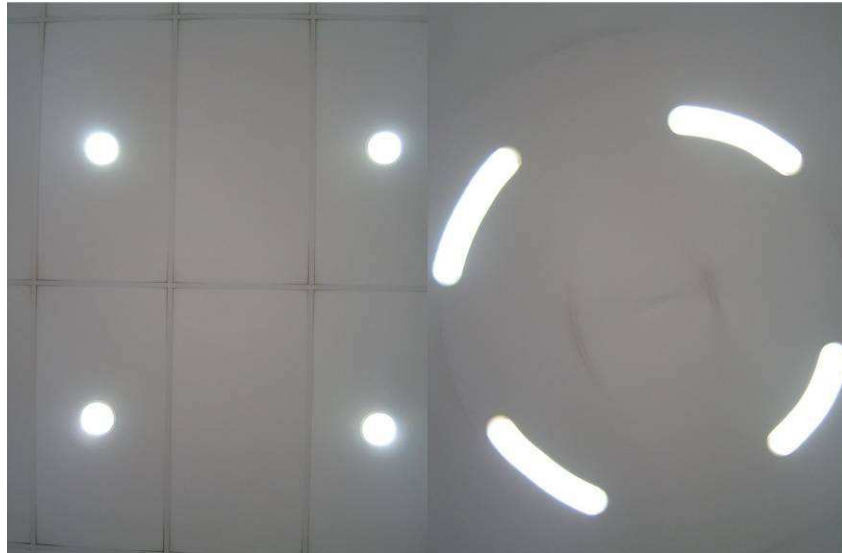


Figura 4.6: Um observador, posto em uma cadeira giratória, observa lâmpadas no teto. À esquerda, sem giro; à direita, a cadeira em rotação. As lâmpadas parecem girar em torno de um ponto, que coincide com a direção do eixo (imaginário) de rotação da cadeira. Efeito semelhante pode ser observado nos elementos do piso. Compare a figura acima com as trajetórias aparentes das estrelas em torno do polo celeste, mostrada na figura 4.5. Créditos: do autor.

Há outra conclusão muito importante que pode ser obtida a partir da observação do movimento diurno das estrelas. Conforme já descrito anteriormente, a rotação do observador em um sentido faz com que os objetos ao seu redor aparentemente descrevam uma rotação no sentido oposto. Portanto, já que a esfera celeste parece girar de Leste para Oeste, podemos concluir que a Terra gira de Oeste para Leste. Além disso, podemos medir o seu período de rotação. Para isto, basta fixar um ponto do céu e medir o tempo decorrido entre duas passagens de uma estrela por esse ponto. As observações mostram que esse período é de 23 horas, 56 minutos e 4 segundos, cerca de 4 minutos a menos que a duração do “Dia Solar”, 24 horas. A razão desta discrepância, nada desprezível, será explicada oportunamente, no tópico “Interações Sol-Terra-Lua”.

## **4.2- A determinação dos pontos cardeais e da latitude do observador**

Conforme vimos na seção anterior, o **Polo Celeste Sul** (PCS) dá a direção do eixo de rotação terrestre e é o ponto da esfera celeste em torno do qual as estrelas situadas no lado sul do céu descrevem arcos de circunferência. Analogamente, o **Polo Celeste Norte** (PCN) é o ponto da esfera celeste em torno do qual circulam as estrelas situadas no lado norte do céu. Se



um observador estiver situado no hemisfério Sul da Terra, o PCS estará acima do horizonte, enquanto o PCN encontrar-se-á abaixo deste. Por outro lado, se o observador se encontrar no hemisfério Norte, ele notará a situação inversa. Infelizmente não há nenhuma estrela brilhante próxima à posição do PCS e sua localização no céu pode ser apenas estimada. Para isto, prolonga-se o braço maior do “Cruzeiro do Sul” a uma distância correspondente a 4,5 vezes o seu tamanho e esta será a posição aproximada do PCS (fig. 4.7). Por outro lado, existe uma estrela localizada praticamente na posição do PCN: a estrela *Polar*. Portanto, os habitantes do hemisfério norte podem localizar o PCN com muito mais facilidade do que aqueles situados no hemisfério Sul. Além disso, o “Cruzeiro do Sul” não é visível durante o ano todo do Brasil, e nos meses próximos a novembro, não existe uma maneira prática de se localizar o PCS, ao passo que a estrela *Polar* é visível durante todo o ano no hemisfério Norte.

Neste ponto, o leitor poderá se perguntar: “*Por que é útil conhecer a posição dos polos celestes?*” Como resposta, podemos citar pelo menos dois motivos: a determinação dos pontos cardeais e da latitude do observador. Conforme já vimos, o “Cruzeiro do Sul” não aponta para o ponto cardeal sul (ou sul Geográfico), mas para o PCS. Além disso, uma bússola (magnética) aponta para a direção do Norte Magnético (NM), que não coincide com a direção do Norte Geográfico. Na região sudeste do Brasil, a direção do norte geográfico (ou verdadeiro) situa-se a cerca de 20 graus à direita do norte magnético. Na prática, a determinação dos pontos cardeais de um habitante situado no hemisfério Sul pode ser feita da seguinte maneira. Localiza-se o PCS conforme já foi explicado; traça-se uma vertical imaginária passando por esse ponto; a intersecção entre essa vertical e o horizonte astronômico fornece a direção do ponto cardeal Sul (figura 4.7) o sentido oposto é a direção do ponto cardeal Norte (N); conta-se 90° à direita de N para obter-se a direção Leste (E); a direção oposta ao Leste será Oeste (O). Portanto, os quatro pontos cardeais estão localizados sobre o horizonte astronômico.

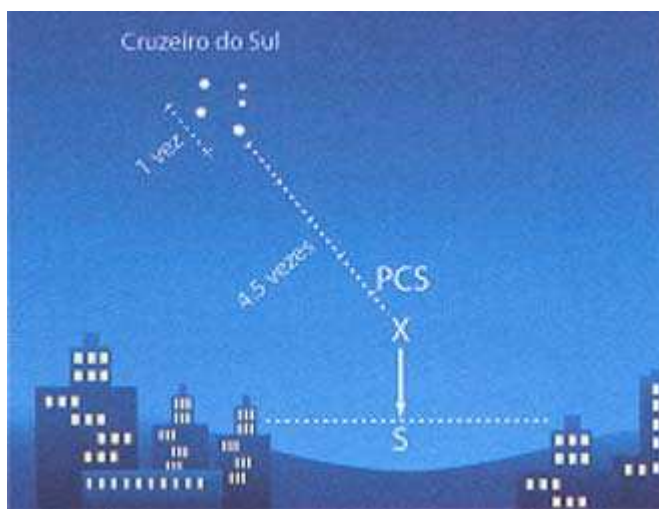


Figura 4.7: A determinação do Polo Celeste Sul (PCS) e da direção do ponto cardeal sul. Prolonga-se o eixo maior do “Cruzeiro do Sul” até uma distância correspondente a 4,5 vezes o seu tamanho para se encontrar o PCS. A partir dessa posição, traça-se uma linha vertical imaginária. A intersecção dessa linha com o horizonte astronômico dá a direção do Sul Geográfico. Créditos: <http://transpirando.com>.

A determinação da latitude de um observador também se dá a partir da posição do polo celeste correspondente. Para ilustrar o procedimento, a figura 4.8 ilustra o planeta Terra, seu eixo (imaginário) de rotação e um observador, situado à latitude  $\alpha$ , no hemisfério Norte, neste exemplo. É fácil concluir, utilizando elementos simples de geometria plana, que o polo celeste Norte estará localizado em um ângulo  $\alpha$  acima do ponto cardeal Norte.

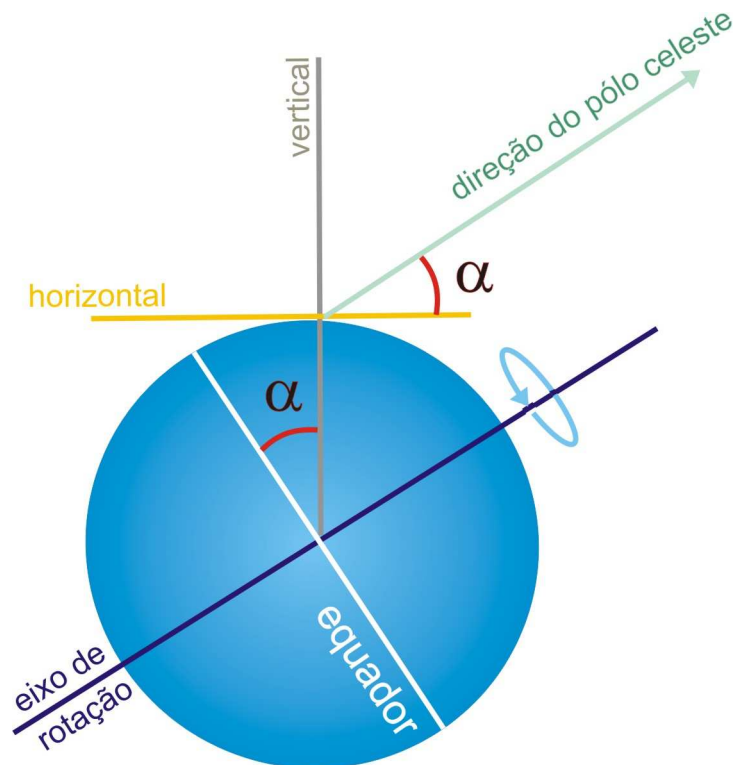


Figura 4.8: O ângulo do polo celeste e o horizonte astronômico. Observe que o ângulo  $\alpha$  na figura corresponde à latitude do observador. Créditos: <http://www.observatorio.ufmg.br>.

Portanto, a latitude  $\alpha$  de um observador pode ser prontamente conhecida medindo-se o ângulo entre o polo celeste e o horizonte. No hemisfério norte esse procedimento é bastante simples, bastando medir a altura da estrela polar com um instrumento denominado astrolábio.

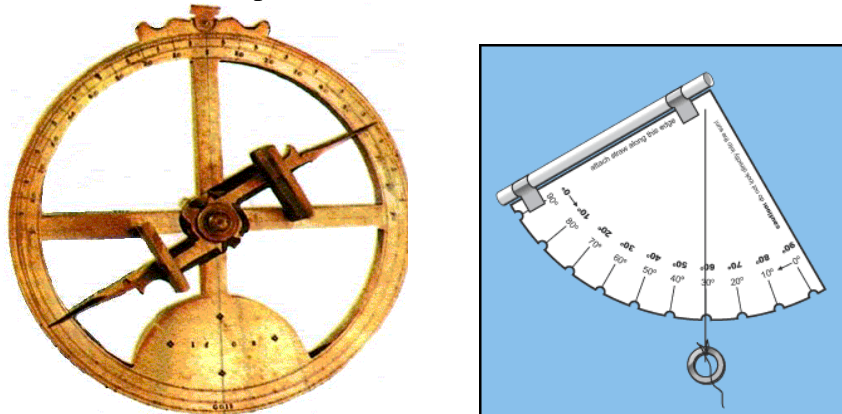


Fig. 4.9: Astrolábio náutico, à esquerda (<http://www.educ.fc.ul.pt/icm>), e uma versão didática, construída com papel, peso, canudo e linha, à direita (<http://www.tecnoclasta.com>).

### **4.3- Dois “novos” círculos máximos da esfera celeste: o meridiano astronômico local e o equador celeste**

Para compreendermos os conceitos de **culminação superior** (também denominado de **altura máxima**) e para estudar o movimento do Sol no decorrer do ano, precisamos antes introduzir os conceitos de “meridiano astronômico local” e de “equador celeste”.

Chamamos de **meridiano astronômico local** o círculo máximo da esfera celeste que intercepta o zênite, o nadir e os pontos cardeais norte e sul. A figura 4.10 mostra a disposição desses elementos. O meridiano astronômico local divide a esfera celeste nos hemisférios oriental (ou leste) e ocidental (oeste). Quando um determinado astro está localizado no hemisfério oriental, sua altura cresce continuamente com o tempo; ao cruzar o meridiano astronômico local sua altura será máxima (**culminação superior**); a partir desse instante, observamos sua altura diminuir até ocorrer o seu **ocaso** (quando ele intercepta o horizonte astronômico em trajetória descendente).

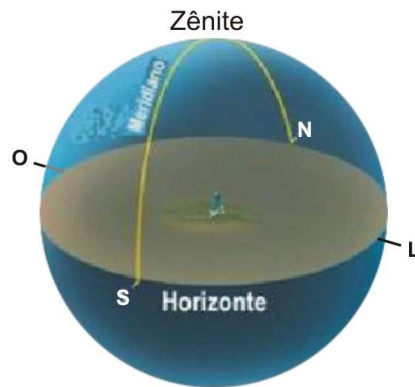


Figura 4.10: O meridiano astronômico local. Ele divide a esfera celeste entre os hemisférios oriental (ou leste) e ocidental (oeste). Um astro, ao cruzar o meridiano astronômico local de leste para oeste, atinge altura máxima ou culminação superior. Créditos: Kepler & Saraiva (2004).

Quando um astro cruza o meridiano astronômico local, sua altura é máxima. Se ele for bastante luminoso (caso do Sol e talvez da Lua), a sombra projetada por uma haste vertical terá o menor comprimento do dia. Portanto, ao observar-se a sombra de uma haste vertical produzida pelo Sol, pode-se determinar o instante de culminação superior, que ocorre quando a sombra da haste tem o menor comprimento do dia. Na prática, tais medidas são difíceis de serem obtidas com exatidão, mas se tomadas repetidas vezes (ao longo de diversos dias) acabam por indicar com razoável exatidão a direção norte-sul, dada pela sombra da haste no instante de culminação superior. Esse é um procedimento alternativo para se determinar a direção dos pontos cardeais durante o dia. Alguns diriam que o procedimento acima é desnecessário, pois determinar os pontos cardeais “é fácil”: “basta observar a direção que o Sol nasce... será o leste”. Essa concepção, ainda encontrada em muitos livros didáticos, é errônea! O Sol não nasce no ponto cardeal leste! (Ou, ao menos, quase nunca.) O movimento aparente do Sol ao longo do ano será estudado no próximo capítulo.

O **Equador Celeste** é outro conceito que será oportunamente útil para compreendermos o movimento do Sol e as estações do ano. Chamamos de Equador Celeste o círculo máximo localizado a  $90^\circ$  dos polos celestes. A figura 4.10 mostra a Terra, o equador e os polos terrestres. Na mesma figura observamos que as projeções desses elementos sobre a esfera celeste produzem seus correspondentes: o equador celeste e os polos celestes, respectivamente. A intersecção do equador celeste com o horizonte astronômico dá-se exatamente na direção dos pontos cardeais leste e oeste. Portanto, um astro que esteja situado sobre o equador celeste, a estrela  $\delta$  de *Orion* por exemplo (figura 3.2), irá nascer no leste e se por no oeste. Em algumas ocasiões do ano, o Sol cruza o equador celeste e somente nesses dias ele nasce no leste e se põe no oeste.



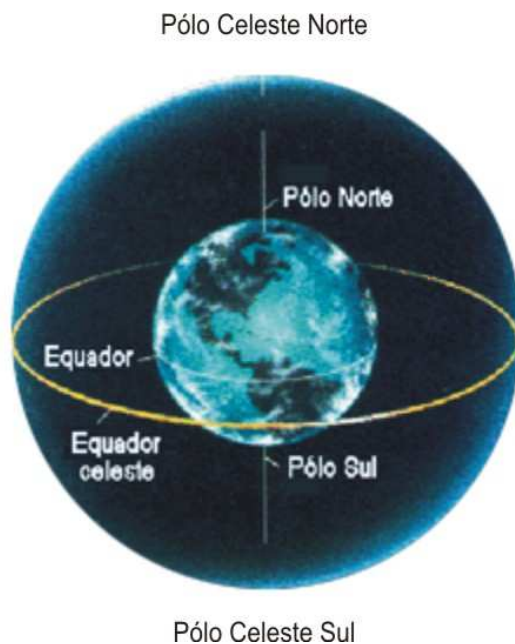


Figura 4.11: A projeção dos polos geográficos terrestres sobre a esfera celeste corresponde aos polos celestes. Analogamente, a projeção do equador terrestre produz o equador celeste. Créditos: Kepler & Saraiva (2004).

#### **4.4- Estrelas circumpolares**

Existem algumas estrelas que não exibem o fenômeno de nascer e ocaso e consequentemente estão sempre acima do horizonte. Essas estrelas são chamadas de circumpolares. Para compreender esse fenômeno, observe a trajetória aparente das estrelas na região próxima ao polo celeste sul, representada na figura 4.5. Conforme vimos na seção 4.1, o movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo faz com que as estrelas descrevam arcos de circunferência no céu, porém quando a estrela encontra-se próxima ao polo o arco torna-se uma circunferência completa, *i.e.* a estrela nunca se põe. Também vimos que, quando a estrela cruza o meridiano astronômico local de leste para oeste, ela exibe altura máxima, também denominada de culminação superior. Ocorre que após a Terra completar metade de um giro (cerca de 12 horas depois) a mesma estrela cruzará novamente o meridiano astronômico local, porém desta vez ela o fará de oeste para leste, ou seja, a uma altura menor que a do polo celeste sul. A figura 4.12 ilustra o fenômeno. As estrelas que estão localizadas na área do céu que aparece como uma “calota” pintada de azul são circumpolares. É fácil perceber que o tamanho dessa “calota” depende da latitude do observador pois, conforme vimos na seção 4.2, a altura de polo celeste é igual à latitude local, que neste caso coincide com o raio da “calota”. Portanto, quanto maior for a latitude (em módulo), maior será o raio da “calota” e consequentemente mais estrelas serão circumpolares naquela latitude. A figura 4.12 mostra também que a condição para que uma estrela seja circumpolar (a uma dada latitude) é que sua distância ao polo celeste seja menor do que a latitude local, em módulo. Por exemplo, na cidade de São Paulo, localizada à latitude de  $-23^\circ$ , são circumpolares todas as estrelas cuja distância ao polo celeste sul seja menor que  $23^\circ$ . A constelação do Cruzeiro do Sul, por exemplo, dista cerca de  $30^\circ$  do polo celeste sul. Portanto ela não é circumpolar para um observador localizado em São Paulo. Por outro lado, essa mesma constelação é circumpolar se observada de Buenos Aires (latitude =  $-34^\circ$ ).

As estrelas circumpolares podem ser vistas no céu durante o ano todo. Não é difícil perceber que a culminação superior de uma estrela dá-se a uma altura igual à soma da latitude

do observador (em módulo) com a distância da estrela ao polo celeste, em graus. Por outro lado, a culminação inferior ocorre a uma altura igual à diferença entre a latitude local (em módulo) e o ângulo entre a estrela e o polo celeste.

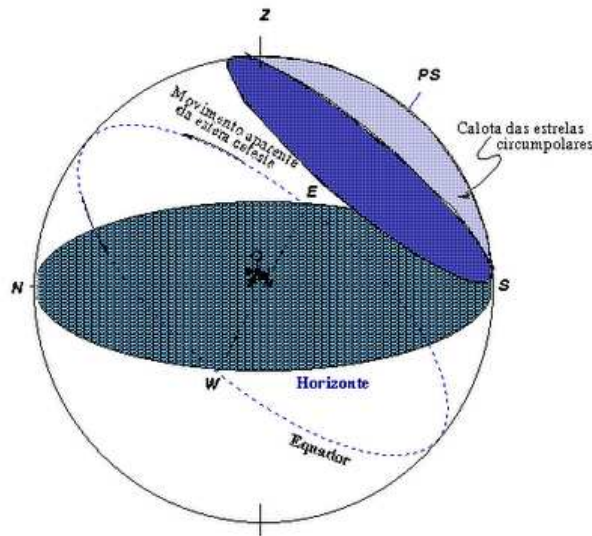


Figura 4.12: Estrelas circumpolares nunca se põem abaixo do horizonte. Créditos: O mensageiro das estrelas (<http://mensageirodasestrelas.blogspot.com>).

#### 4.5- O sistema de coordenadas celestes “altazimutal”

Em diversas ocasiões pode ser bastante útil determinar as coordenadas aparentes de um astro no céu. Suponha que você queira comunicar a uma pessoa que você observou um determinado fenômeno astronômico. É importante anotar a hora do fenômeno, bem como sua direção para que outro observador, de posse desses dados, possa reproduzir as suas observações.

O sistema de coordenadas altazimutal é o mais simples de todos, mas possui a desvantagem de ser “pessoal”, isto é, as coordenadas celestes referem-se a um observador situado em um determinado ponto do globo. Conseqüentemente, um observador localizado em outro lugar pode anotar coordenadas altazimutais diferentes para o mesmo fenômeno, mesmo se as observações feitas por esses dois observadores forem simultâneas. No entanto, essa diferença só será significativa se os dois observadores estiverem a uma grande distância entre si ou se as observações forem realizadas com o auxílio de instrumentos astronômicos de precisão.

Chamamos de altura ( $\eta$ ) de um astro, o ângulo entre a direção do astro e o horizonte astronômico. Para se determinar a altura, imagina-se uma linha vertical passando pelo astro; essa vertical irá interceptar o horizonte astronômico em um ponto **A**. O ângulo entre a direção do astro e o ponto **A** é a sua altura  $\eta$ . Dessa maneira, a altura dos astros situados sobre o horizonte astronômico é sempre  $\eta = 0^\circ$ ; por outro lado, o valor máximo da altura de um astro ocorrerá quando este estiver no zênite do observador, e é igual a  $\eta = +90^\circ$ . Os pontos da esfera celeste situados abaixo do horizonte astronômico possuem altura entre  $-90^\circ \leq \eta < 0^\circ$  e não são observados.

A segunda coordenada do sistema altazimutal é o azimute ( $\lambda$ ). Ele é igual ao ângulo entre a direção do ponto cardinal norte (**N**) e o ponto de intersecção (**A**) da vertical que passa pelo objeto e o horizonte astronômico. De uma maneira mais sintética, azimute é o ângulo entre as direções **N** e **A**. Por convenção, mede-se o ângulo de azimute de um astro a partir do

norte em direção a leste, ao longo do horizonte. É fácil concluir que o azimute deve estar no intervalo  $0^\circ \leq \lambda < 360^\circ$ .

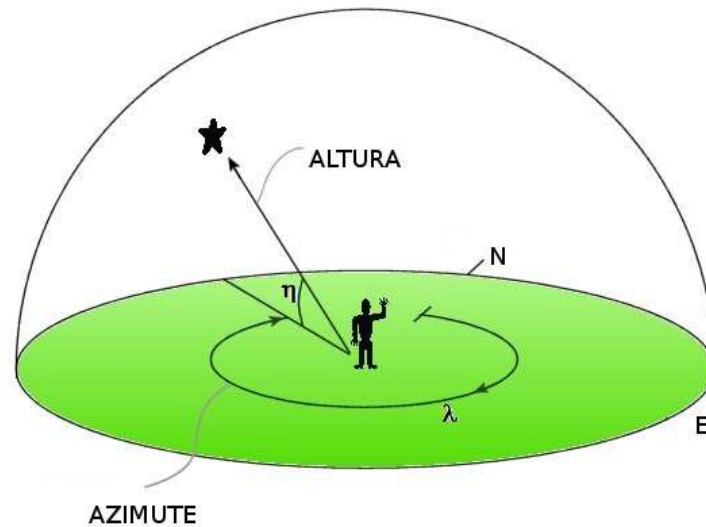


Figura 4.13: O sistema de coordenadas altazimutal. Note que o ângulo azimutal é contado de norte para leste. Adaptado de *National Maritime Museum*.

Uma vez definido o sistema altazimutal de coordenadas, podemos verificar a coordenada de alguns pontos particulares da esfera celeste. Por exemplo, a direção do ponto cardinal norte (**N**) é a origem desse sistema, isto é, **N** possui  $\eta = 0^\circ$  e  $\lambda = 0^\circ$ . A direção **E** possui  $\eta = 0^\circ$  e  $\lambda = 90^\circ$ , a direção **S**  $\eta = 0^\circ$  e  $\lambda = 180^\circ$ , e a direção **W** possui  $\eta = 0^\circ$  e  $\lambda = 270^\circ$ . A direção do polo celeste sul, visto por um observador situado a uma latitude  $\phi$  no hemisfério sul é  $\eta = +|\phi|$  e  $\lambda = 180^\circ$  e a direção do polo celeste norte visto por esse mesmo observador será de  $\eta = -|\phi|$  e  $\lambda = 0^\circ$ . O zênite e o nadir não possuem uma coordenada azimutal definida e são identificados unicamente por sua altura,  $\eta = +90^\circ$  e  $\eta = -90^\circ$  respectivamente.

As coordenadas altazimutais também podem ajudar a localizar as constelações no céu em uma determinada época do ano e hora. Por exemplo, observe a figura 4.3, que ilustra a trajetória aparente da constelação de *Cruzeiro do Sul*, em uma noite de outono. O ângulo entre essa constelação e a direção do polo celeste sul (**PCS**) é de aproximadamente  $30^\circ$ . Observe que, quando essa constelação estiver em sua culminação superior, suas coordenadas altazimutais serão aproximadamente  $\eta = (|\phi| + 30^\circ)$  e  $\lambda = 180^\circ$ . Se o observador estiver em Porto Alegre, por exemplo ( $\phi = -30^\circ$ ), então a culminação superior dessa constelação ocorrerá nas coordenadas  $\eta = 60^\circ$  e  $\lambda = 180^\circ$ .

---

**Para bibliografia e referências: consultar texto da semana 2.**