

A organização das esferas e os círculos celestes do primeiro céu e do primeiro móvel: uma análise da obra *Ouranographia* de Adriaan van Roomen

Zaqueu Vieira Oliveira

Resumo

Adriaan van Roomen (1561-1615), matemático e médico renascentista, escreveu alguns trabalhos sobre astronomia, dentre eles a obra Ouranographia sive caeli descriptio (1591). Essa obra está dividida em três livros: o primeiro traz uma descrição geral da máquina celeste, discussões sobre a quantidade e a ordem das esferas celestes e a definição de círculos celestes; no segundo e terceiro livros descreve os círculos celestes presentes nas duas esferas mais externas do sistema ptolomaico, o primeiro céu e o primeiro móvel, respectivamente. Nesses dois livros, van Roomen descreve a origem e os diversos usos na astronomia de tais círculos celestes, muitas vezes, recorrendo a citações de filósofos, poetas e astrônomos desde a Antiguidade até seus contemporâneos

Palavras-chave: *Adriaan van Roomen; Esferas Celestes; Círculos Celestes.*

Abstract

Adriaan van Roomen (1561-1615), mathematician and physician of renaissance, wrote several works on astronomy, including the work Ouranographia sive caeli descriptio (1591). This book is divided into three books: the first provides an overview of the heaven machine, discussions about the quantities and order of the celestial spheres and the definition of celestial circles; in the second and third books describes the celestial circles present in the two outer spheres of the Ptolemaic system, the first heaven and the first mobile, respectively. In these two books, describes the origin and the various uses in astronomy of the celestial circles, often using quotes from philosophers, poets and astronomers from antiquity to his contemporaries.

Keywords: *Adriaan van Roomen; Celestial Spheres; Celestial Circles*

Este artigo teve como base a dissertação de mestrado intitulada “As Relações entre a Matemática e a Astronomia no Século XVI: tradução e comentários da obra *Ouranographia* de Adriaan van Roomen” que teve financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2009/12574-6.

INTRODUÇÃO

Adriaan van Roomen nasceu em Louvain em 29 de setembro de 1561 e faleceu em Mainz em 4 de maio de 1615; estudou matemática e filosofia no colégio dos jesuítas em Colônia e, em seguida, estudou medicina primeiro em Colônia e depois em Louvain e Bolonha. Dentre suas atividades, foi professor de matemática e medicina na Universidade de Louvain e professor de medicina em Wurceburgo. Além disso, escreveu obras sobre matemática, medicina e diversas áreas da ciência.

Sobre astronomia, van Roomen escreveu alguns trabalhos, dentre eles a obra *Ouranographia sive caeli descriptio*, ou em português, *Uranografia ou a descrição do céu*, a qual foi publicada em 1591 em Antuérpia. Esse trabalho é dividido em três partes: o *liber primus* traz uma descrição geral da máquina celeste, descrevendo a essência e qualidades dos corpos celestes e o número e a ordem das esferas celestes; o *liber secundus* e o *liber tertius* trazem explicações acerca dos círculos presentes no primeiro céu e no primeiro móvel, respectivamente, a origem dos nomes de cada círculo e quais são os seus diferentes usos na astronomia.

Neste artigo, discutiremos brevemente, na seção 2, as explicações dadas por van Roomen para a quantidade e a ordem das esferas celestes aceitas até então, em seguida, na seção 3, descreveremos as definições e os tipos de círculos celestes segundo a visão do autor. Nas seções 4 e 5, trataremos dos círculos presentes no primeiro céu e no primeiro móvel, respectivamente. Na última seção, traremos alguns apontamentos a título de considerações finais.

A QUANTIDADE E A ORDEM DAS ESFERAS CELESTES

Segundo van Roomen, no decorrer da história, foram vários os astrônomos que tentaram buscar explicações precisas para os movimentos dos corpos celestes a fim de dar esclarecimentos sobre tais movimentos. Na Antiguidade, muitos desses estudiosos acreditavam na existência de esferas celestes rígidas nas quais se encontravam as

estrelas e os planetas. Esse pensamento perdurou por muitos séculos, entretanto, o número e a ordem dessas esferas foi motivo de muitas discussões durante a história.

Platão e Aristóteles, filósofos da Antiguidade, tiveram grande importância para os estudos astronômicos por muitos séculos. Seus trabalhos influenciaram uma grande geração de astrônomos, pois, dentre diversos assuntos, tratavam da composição dos corpos celestes: para Platão todo o universo, inclusive os corpos celestes, seria composto pelos quatro elementos – fogo, ar, terra e água; enquanto que para Aristóteles os corpos supralunares seriam compostos por um quinto elemento, diferente dos quatro elementos que compõem os sublunares. Platão acreditava também que as influências exercidas pelos corpos celestes nos acontecimentos terrenos ocorriam justamente por eles serem compostos pelos mesmos elementos, enquanto que para Aristóteles os corpos supralunares possuíam o movimento circular, eterno, que não tem início nem fim, que não possui contrário, características divinas o que tornaria tais corpos diferentes dos terrenos, de forma que eles deveriam ser compostos por um elemento diferente, perfeito e incorruptível.

Um dos astrônomos mais conhecidos da história foi Ptolomeu, quem estabeleceu um sistema de mundo com oito esferas concêntricas a Terra, todas girando circularmente – de baixo para cima as esferas eram as seguintes: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter, Saturno e o firmamento, nome dado à esfera das estrelas fixas. Ao seu sistema foram atreladas as ideias aristotélicas de movimento, dentre as quais van Roomen enfatiza o fato de que cada esfera pode realizar um único movimento por si. Caso sejam percebidos mais de um movimento em um único astro, tais movimentos devem ser atribuídos às esferas superiores, pois uma esfera superior pode mover e arrastar a inferior, porém nunca o contrário acontece.

Ptolomeu percebeu que as estrelas fixas possuíam outros movimentos além do diurno – movimento que as estrelas realizam diariamente de leste para oeste – porém não conseguiu provas suficientes

para comprová-los. Durante a Idade Média e no Renascimento, vários estudiosos buscaram aprimorar este sistema de mundo e foram acrescentadas outras esferas ao sistema ptolomaico para justificar a existência desses outros movimentos.

Segundo o autor, alguns dos astrônomos de seu tempo, como Petrus Apianus, acreditavam que existissem onze esferas:

(...) os céus podem ser de dois tipos: ou empíreo, ou etéreo. O céu empíreo, imóvel e o mais alto de todos os céus, é aquele que segundo a *Cosmographia* de Petrus Apianus é a "habitação de Deus e de todos os eleitos". O céu etéreo é dividido em primeiro e segundos móveis. O primeiro móvel é aquele no qual se observa o primeiro movimento, o movimento diurno, que é distribuído para todas as esferas inferiores. Os segundos móveis estão logo abaixo do primeiro móvel e possuem além do movimento diurno, outro

movimento normalmente contrário a esse. Os segundos móveis, por sua vez, podem ser divididos ainda em dois tipos: cristalino ou estrelado. Os segundos móveis estrelados podem ser das estrelas fixas ou das errantes. Destes, somente um é o orbe atribuído às estrelas fixas, pois elas realizam seu movimento similarmente umas em relação às outras, e os outros sete são das estrelas errantes, pois elas realizam movimentos diferentes das fixas e das demais¹.

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .

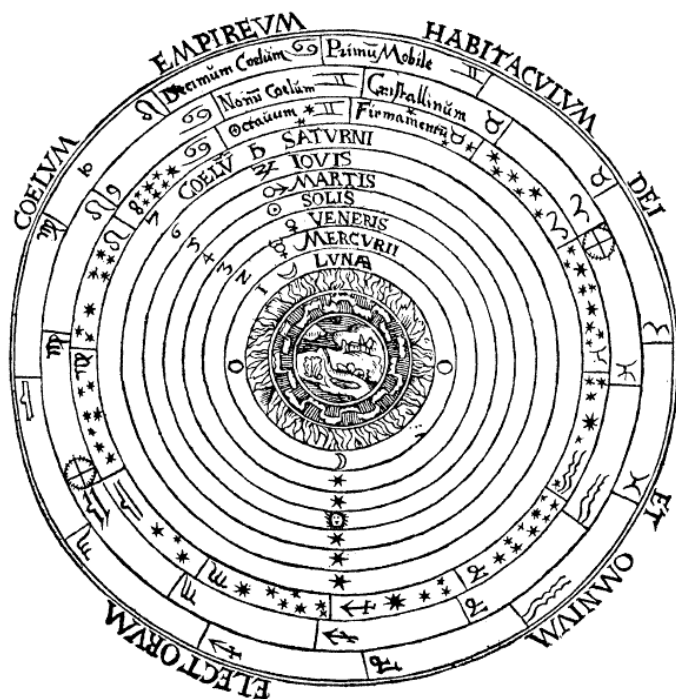


Figura 1: Organização das esferas celestes presente na obra *Cosmographia* de Petrus Apianus.

A ordem dessas onze esferas de baixo para cima seria a seguinte: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol,

¹ Zaqueu Vieira Oliveira, "As Relações entre a Matemática e a Astronomia no Século XVI: tradução e comentários da obra *Ouranographia* de Adriaan van Roomen" (dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2011), 208.

Marte, Júpiter, Saturno, o firmamento, o cristalino, o primeiro móvel e o primeiro céu (Figura 1).

Nas esferas do primeiro céu e do primeiro móvel existiam ainda diversos círculos imaginários atribuídos pelos astrônomos para auxiliar na descrição dos movimentos de cada esfera, na contagem do tempo e nas atividades terrestres. Além disso, muitos buscavam nas esferas celestes, nos seus movimentos e em seus círculos explicações astrológicas como características psicológicas das pessoas por exemplo.

OS CÍRCULOS CELESTES

Segundo van Roomen, podemos definir os círculos de dois modos diferentes:

1. De uma primeira maneira, o círculo “é alguma linha circular descrita na superfície da esfera” e ele a divide em duas partes que podem ser iguais ou desiguais²;
2. Em uma segunda acepção, o círculo seria uma superfície cujo perímetro é o limite com uma esfera. Deste modo, o círculo também pode ser entendido como “plano do círculo”.

Segundo van Roomen, o ponto localizado no centro dessa figura, tanto do primeiro quanto do segundo modo, é chamado de centro do círculo (Figura 2).

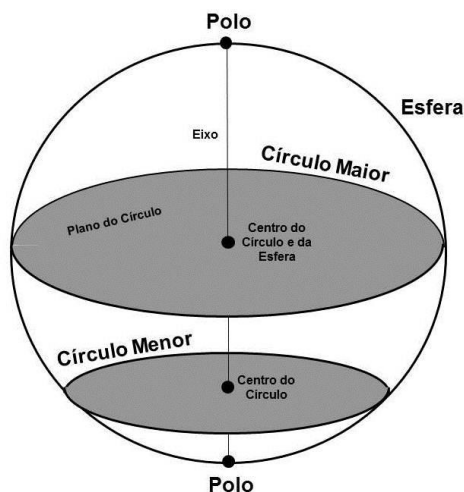


Figura 2: Eixo, polos e centro da esfera. Plano e centro do círculo. Diferença entre círculo maior e menor.

Além disso, “o eixo [da esfera] é uma linha que atravessa pelo centro do círculo, que corta seu plano em ângulos retos”. As extremidades dessa linha que toca na esfera são chamadas de polos da esfera (Figura 2)³.

Dependendo do modo como os círculos dividem uma esfera, eles podem

² Ibid., 119.

³ Ibid., 119.

ser distinguidos de outros dois modos:

1. Círculos maiores: São aqueles que dividem a esfera em duas metades iguais de modo que o centro círculo coincida com o centro da esfera (Figura 2);
2. Círculos menores: São aqueles que dividem a esfera em duas metades diferentes (Figura 2).

Além disso, o estudioso escreve que podemos comparar os tamanhos entre dois círculos dados e isso pode ser feito de três modos:

1. Pela magnitude da esfera: [Ou seja, pelo tamanho da esfera] em que estão, pois no sistema ptolomaico as esferas celestes são concêntricas, então, necessariamente um círculo maior de uma esfera mais externa necessariamente deverá ser maior do que um círculo maior de uma esfera mais interna;
2. Pela força: Aqui força é entendida como alguma potência que pode ser transmitida às esferas inferiores ou aos seres existentes nelas. Como está escrito no próprio exemplo de van Roomen, o círculo (ou faixa) do zodíaco localizado no primeiro móvel governa a vida de todos os seres vivos aqui da Terra. [Essa crença astrológica está ligada a algum tipo de força que as esferas influenciam as demais esferas e os acontecimentos terrenos.];
3. Pelo tamanho do diâmetro ou da circunferência. Deste modo, é fácil perceber a diferença de tamanho, pois um círculo é maior quando o seu plano passa pelo centro da esfera, enquanto um círculo menor é aquele que não passa pelo centro da esfera, contudo, os círculos menores também podem ser comparados entre si⁴.

O PRIMEIRO CÉU

O primeiro céu é a esfera mais externa, imóvel, concêntrica ao mundo, a qual os cristãos costumam chamar de empíreo, morada de Deus, dos anjos e dos santos⁵.

⁴ Ibid., 221, colchetes nossos.

⁵ Ibid., 123.

Segundo o autor, os círculos presentes nessa esfera seriam divididos em duas categorias: (i) os anônimos, “que devem ser representados com uma certa condição”, são aqueles círculos particulares atribuídos por um estudioso a fim de explicar um fenômeno específico e tais círculos não foram descritos e estudados por van Roomen em sua obra; (ii) famosos, aqueles círculos conhecidos por todos os astrônomos e estudiosos dos céus⁶. Por sua vez, os círculos famosos podem ser subdivididos da seguinte maneira:

1. Absolutos: aqueles que independem de outro círculo para serem definidos e são somente dois: o equador e o horizonte;
2. Relativos: aqueles que dependem de outro círculo para serem definidos e eles podem ser:
 - a. Primários: Eles são únicos em relação a algum círculo absoluto e são três, o meridiano, o vertical e o reitor;
 - b. Secundários: São vários em relação a algum absoluto ou a algum relativo primário e podem ser os menores paralelos, os maiores transpolares e os maiores contingentes.

O Equador

Dos dois círculos absolutos, o Equador é um círculo imóvel do primeiro céu, ou seja, ele não muda sua posição com relação ao primeiro céu mesmo que o observador esteja em lugares diferentes. Já o horizonte é móvel, mudando-se de acordo com a localização que o observador esteja na Terra.

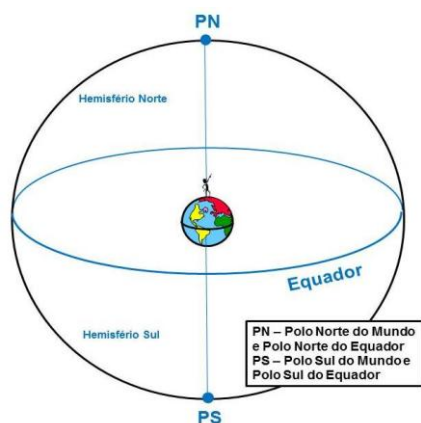


Figura 3: Eixo, polos e hemisférios do equador.

O Equador é um círculo maior que divide a esfera do primeiro móvel em duas metades iguais, os hemisférios norte e sul. O centro desse círculo é o centro do mundo, ou seja, o seu centro coincide com o centro

⁶ Ibid., 125.

da Terra. Além disso, o eixo e os polos dele são os mesmos que o eixo e os polos do mundo (Figura 3).

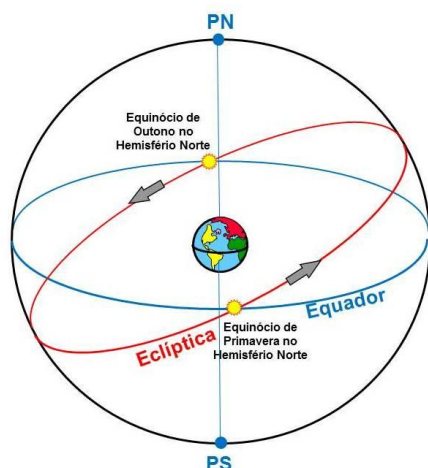


Figura 4: Trajetória anual do Sol.

Ele recebe este nome, pois quando Sol, em sua trajetória anual – também conhecida como eclíptica – passa por ele, ocorrem os equinócios, dias em que a duração do dia e da noite é igual em toda a Terra (Figura 4). Pelo mesmo motivo, recebeu ainda os seguintes nomes: igualador do dia e da noite, equinocial, *equidiale*, *equidium*, linha da igualdade do dia, linha da distribuição do dia, orbe da

distribuição do dia e círculo do alto solstício. Este último nome foi dado por Marco Aneu Lucano (39 d.C-65 d.C) e é bem explicado neste trecho do *Tratado da Esfera* de Johannes de Sacrobosco (1195-1256):

Havemos de saber que os que vivem debaixo da equinocial tem o Sol na cabeça duas vezes no ano, convém, a saber: quando [o Sol] está no princípio de Áries e quando está no princípio de Libra; e tem nestes tempos dois solstícios altos porque lhes passa o Sol diretamente por cima de sua cabeça (...). E daqui teremos declaração por aqueles versos de Lucano em que dizia: “Sabido temos ser este o lugar no qual o círculo do alto solstício corta em duas metades o círculo dos signos” (Pharsalia IX, 531-532). Chama Lucano nestes versos círculo do alto solstício a equinocial, na qual se fazem dois altos solstícios aos que vivem debaixo dela, e chama círculo dos signos o zodíaco, ao qual a equinocial divide em duas metades⁷.

Por passar pelo centro da Terra, Plínio, o velho (23 d.C-79 d.C), chamou-o de “centro da Terra” e por dividir o primeiro céu em duas metades também foi denominado “cintura do primeiro céu”.

⁷ Johannes de Sacrobosco, *Tratado da Esfera* (São Paulo: Editora da UNESP, 1991), 59, colchetes nossos.

A utilidade do equador seria medir as distâncias horárias de uma estrela. Um círculo horário é aquele que passa pelos polos do equador e o corta em ângulos retos. Dessa forma, o ângulo horário de uma estrela é medido sobre o equador entre o círculo horário que passa pelo ponto γ – um dos dois pontos onde a eclíptica cruza o equador – e o círculo horário onde se encontra a estrela que se quer determinar a distância horária (Figura 5).

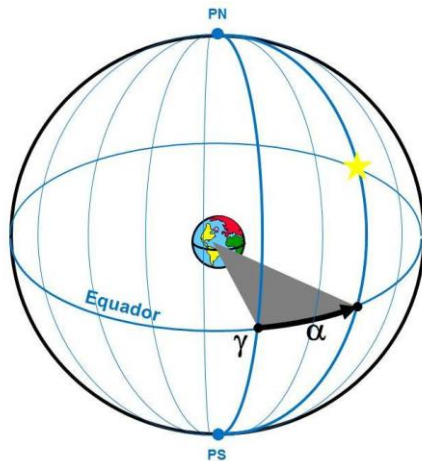


Figura 5: Ascensão reta de uma estrela.

Atualmente, o ângulo horário é chamado de ascensão reta (α) de uma estrela. Sua medida é realizada no sentido anti-horário quando vista pelo polo norte e pode variar de 0° a 360° ; contudo, pode-se utilizar também a medida angular em horas, tendo por definição que 1h é igual à 15° , podendo o ângulo horário variar de 0h a 24h⁸.

Segundo van Roomen, o equador é o lugar onde os demais céus etéreos se encaixam ao primeiro céu. Além disso, as funções do círculo mediador do primeiro móvel (que será abordado posteriormente) são iguais as do equador, pois de certo modo, o mediador “não é nada senão o equador do [primeiro] móvel”⁹.

O Horizonte

O horizonte é um círculo maior que divide o primeiro céu em duas partes iguais, a parte visível pelo observador, também chamada de hemisfério superior, e a parte não visível do céu, o hemisfério inferior (Figura 6). O horizonte é um círculo variável, pois muda de acordo com a posição em que o observador estiver sobre a Terra.

O eixo do horizonte é aquela linha que atravessa o corpo do observador e seus polos são as extremidades do eixo que tocam o primeiro céu. O eixo acima de nossa cabeça é denominado ponto vertical

⁸ Roberto Boczko, *Conceitos de Astronomia* (São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1984), 56-57.

⁹ Vieira Oliveira, 127.

ou zênite e aquele abaixo de nossos pés, o qual não é possível ser observado, é o nadir (Figura 6).

Segundo van Roomen, outro nome atribuído ao horizonte é “limite do céu”, pois alguns acreditavam que abaixo do horizonte não existia céu, mas somente água onde os planetas e as estrelas mergulhavam no poente e emergiam no nascente. Um dos antigos que acreditava nesse pensamento foi Ambrósio Teodósio Macróbio.

O horizonte pode ser entendido de dois modos:

1. Horizonte sensível ou artificial: Aquele que é percebido pelo sentido da visão. Esse não corta o céu em partes iguais, pois normalmente se observam barreiras naturais, como montanhas e florestas, ou mesmo por construções humanas, o que diminui a parte visível do céu;

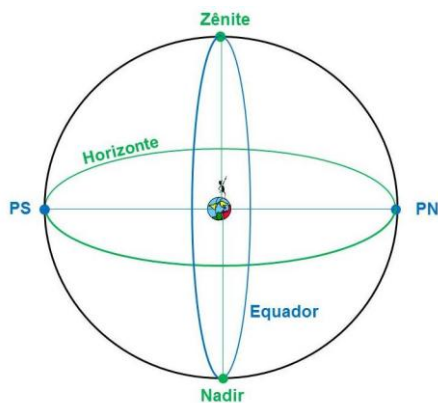


Figura 7: Horizonte reto.

2. Horizonte racional ou natural: Aquele círculo imaginário que não leva em conta as barreiras naturais e divide a esfera celeste em duas partes iguais, a visível e a invisível.

Além disso, van Roomen afirma que o horizonte pode ser de dois tipos, embora alguns autores afirmem que, na verdade, sejam três:

1. Reto: Para um observador que esteja no equador terrestre, a esfera celeste é denominada esfera reta; dessa forma, o plano do horizonte de tal observador conterá o eixo e os polos do mundo (que coincidem com os pontos cardeais norte e sul) e os círculos formados pelo movimento das estrelas farão um ângulo reto como o horizonte (Figura 7);

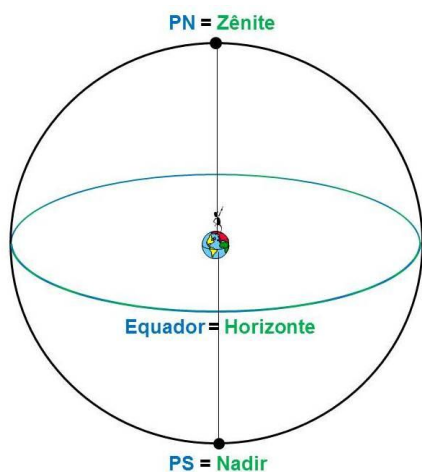


Figura 8: Horizonte paralelo.

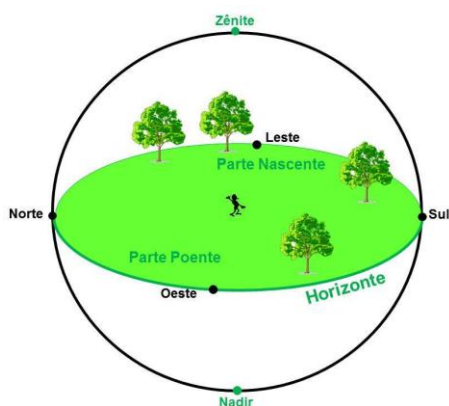


Figura 9: Parte nascente e poente.

Além de separar a parte visível do céu da invisível e de mostrar o nascer e o ocaso dos astros, o horizonte serve como ponto de referência para se determinar o que van Roomen chama de gênero das estrelas, que podem ser de três tipos (Figura 10):

1. As estrelas de aparição perpétua: São aquelas estrelas que sempre estão acima do horizonte e pelo fato de sempre estarem girando ao redor do polo celeste e nunca se porem sob o horizonte, são chamadas atualmente de estrelas circumpolares¹⁰;

2. Paralelo: É aquele horizonte observado por alguém que esteja em um dos polos do mundo e é chamado dessa forma pois o movimento das estrelas é paralelo ao horizonte do observador. Esse tipo de horizonte não é tratado na *Uranografia* (Figura 8);

3. Oblíquo: É o horizonte observado por quem esteja em qualquer ponto da Terra, exceto o equador e os polos, pois para esses, o movimento das estrelas é planetas, oblíquo em relação ao horizonte (Figura 6).

O horizonte pode ser dividido ainda em duas partes (Figura 9):

1. Parte nascente: O lado voltado para onde os astros nascem;
2. Parte poente: O lado voltado para onde os astros se põem.

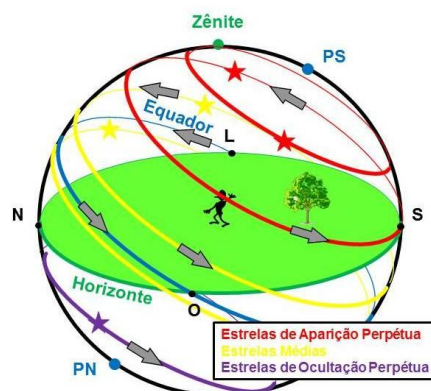


Figura 10: Gênero das estrelas.

¹⁰ Boczko, 90.

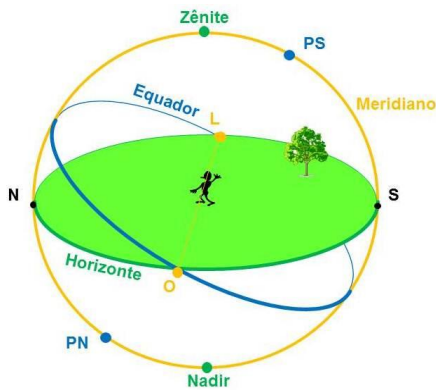


Figura 11: Eixo e polos do mediador.

abaixo dele.

O Meridiano

O meridiano é um círculo maior que passa pelos polos do mundo e do horizonte e corta o horizonte do observador com ângulos retos dividindo a esfera celeste em duas partes, a ocidental e a oriental. Como o meridiano e o horizonte fazem ângulos retos entre si, o eixo do meridiano está sobre o plano do horizonte na direção leste-oeste, de modo que seus polos indicam os pontos cardeais leste e oeste (Figura 11). A parte do meridiano que está no hemisfério superior é denominada meio, cume ou fastígio do céu, enquanto que a parte inferior é chamada fim do céu.

O meridiano possui este nome, pois quando o Sol em qualquer lugar da Terra e em qualquer época do ano passa por ele, faz-se meio-dia. Também é denominado pelos antigos de círculo do meio dia, meio do céu ou lança real.

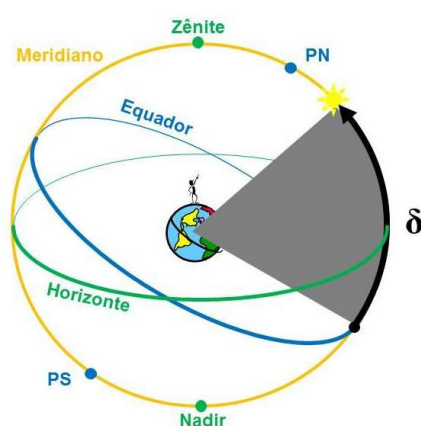


Figura 12: Declinação de uma estrela.

2. As estrelas de ocultação perpétua: Aquelas que sempre estão abaixo do horizonte e nunca podem ser vistas pelo observador. Elas também são circumpolares, pois sempre estão girando ao redor do polo invisível para o observador;

3. As estrelas médias: São aquelas que ora estão acima do horizonte, ora estão

Van Roomen comenta ainda que os meridianos são mais constantes do que os horizontes, pois os polos do mundo sempre estão contidos nele, de modo que para aqueles observadores que estão numa mesma longitude, mas em latitudes diferentes, estes terão um mesmo meridiano, embora não tenham o mesmo horizonte.

O meridiano tem quatro usos:

1. Serve para dividir ao meio os espaços diurno e noturno do céu. Ele divide o diurno em um tempo antemeridiano e pós-meridiano e o noturno no tempo que antecede e que sucede a meia-noite;
2. Marca o início do dia astronômico que se inicia quando o Sol passa por ele;
3. Mostra a declinação das estrelas quando elas estão no meio dia. A declinação de uma estrela – que atualmente é denotada por δ e será abordada mais a frente – é o ângulo entre o equador e a estrela medido sobre o meridiano (Figura 12);
4. Indica a longitude do observador.

O Vertical

O vertical é um círculo maior que passa pelos polos do horizonte e do meridiano e divide a esfera celeste em duas partes iguais, a austral e a setentrional. O eixo do vertical está sobre o plano do horizonte e seus polos indicam os pontos cardeais norte e sul. O vertical e o horizonte são interceptados por ângulos retos e os pontos onde eles se cruzam são os pontos cardeais leste e oeste (Figura 13).

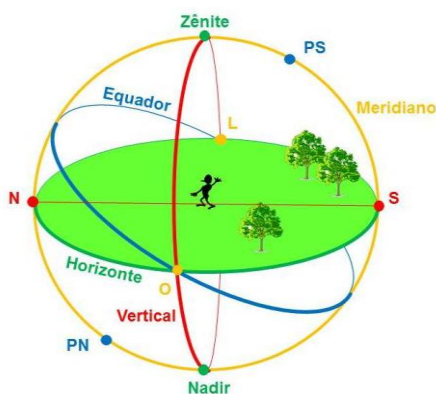


Figura 13: Eixo e polos do vertical

O vertical recebe este nome porque, necessariamente, passa pelo ponto acima de nossa cabeça.

Van Roomen afirma ainda que os verticais podem ser retos ou oblíquos determinados de modo semelhante aos horizontes reto e oblíquo citados anteriormente.

O vertical indica a latitude do lugar onde o observador se encontra. Essa coordenada é obtida pelo cálculo do ângulo entre o equador e o vertical. Atualmente, essa medida também é feita de outro modo, pelo cálculo do ângulo sobre o meridiano entre o

horizonte e o polo celeste visível do lugar (Figura 14). Atualmente, a latitude de um lugar é notada pelo símbolo ϕ .

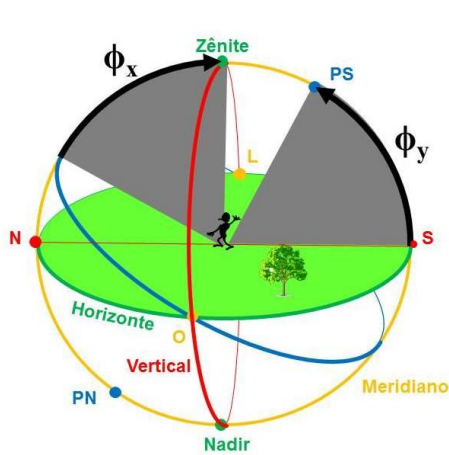


Figura 14: Latitude do observador.

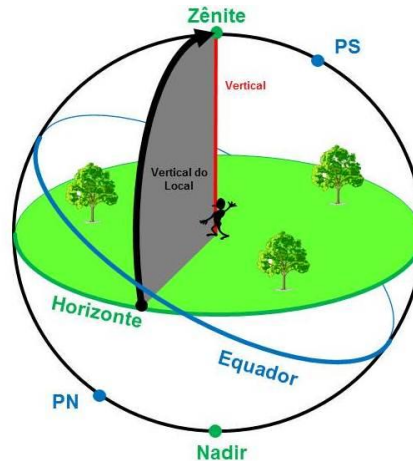


Figura 15: Vertical utilizando os conceitos atuais.

A prova que qualquer dos dois métodos sejam válidos e de que a medida obtida é a mesma é a seguinte: a distância angular ϕ_x entre o vertical e o equador é igual à distância angular ϕ_y entre os polos destes mesmos círculos. Como os polos do vertical estão sobre o horizonte do lugar, então a distância ϕ_x entre o vertical e o equador deve ser igual a distância ϕ_y entre o horizonte (onde passam os polos do vertical) e o polo celeste visível (Figura 14).

Van Roomen afirma que o vertical não dever ser chamado de círculo dos azimutes como dizem alguns. Contudo, atualmente, azimute é a medida sobre o plano do horizonte desde a direção norte no sentido leste até o vertical onde se encontra o astro. Além disso, o sentido atual da palavra vertical não é o mesmo abordado por van Roomen, chamamos de vertical ao eixo do horizonte e qualquer semiplano definido pelo vertical é denominado de vertical do local (Figura 15).

O Reitor

O reitor é um círculo maior que passa pelos polos do mundo e pelos polos do meridiano. Os polos do reitor distam em 90° dos pólos, tanto do equador quanto do meridiano, e seu eixo está no plano do equador (Figura 16).

O reitor poderia ser chamado também horizonte igualado, pois

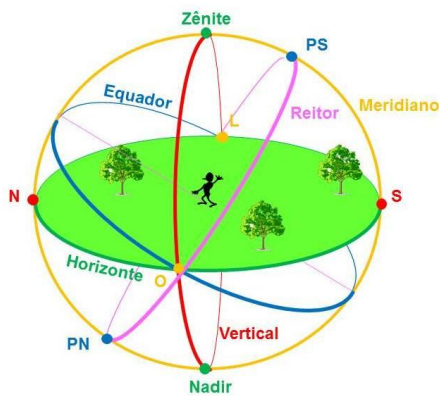


Figura 16: Eixo e polos do reitor

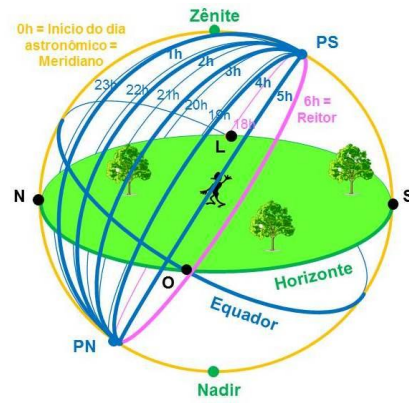


Figura 17: Círculos horários das seis horas antes e depois do meio-dia

mostra o horizonte reto para aquele observador que esteja em uma localidade de horizonte oblíquo, de modo que “o horizonte reto sempre coincide com seu reitor”¹¹.

O reitor também é chamado de círculo da hora sexta, pois ele mostra o momento em que uma estrela passa pela sexta hora antes ou depois do meio-dia (Figura 17).

Os Círculos Paralelos

Os paralelos são círculos menores que distam igualmente de algum círculo maior. A princípio poderiam ser atribuídos paralelos a qualquer círculo maior, contudo, comumente, são utilizados somente os paralelos do equador e do horizonte. O eixo e os polos de um paralelo são os mesmos que os do círculo ao qual ele é paralelo (Figura 18).

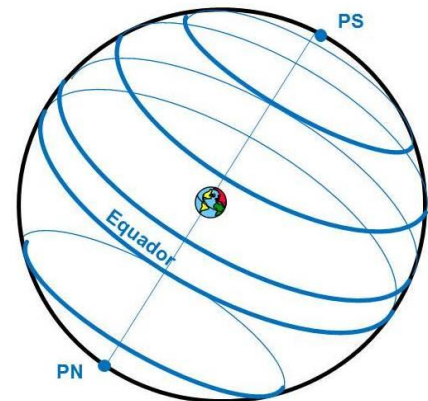


Figura 18: Eixo, polos e paralelos do equador.

Segundo van Roomen, os nomes de cada paralelo são dados a partir da distância em graus contada a partir do círculo ao qual é paralelo. O autor relata ainda que “de modo geral, são atribuídos somente 90

¹¹ Vieira Oliveira, 137.

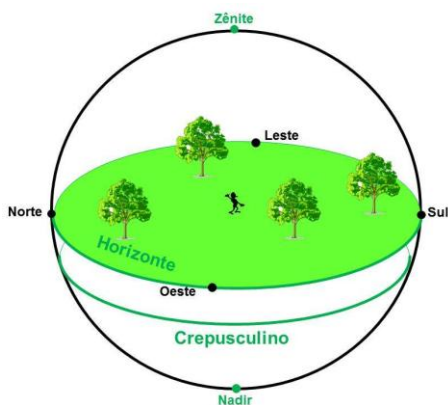


Figura 19: Crepusculino.

paralelos na direção de um polo do círculo maior – e outros 90 paralelos na direção do outro polo – um para cada um dos 90° que dista do círculo maior”, entretanto, “a quantidade de paralelos poderia ser muito mais numerosa se fossem considerados cada minuto de grau”¹².

Os círculos paralelos do horizonte são denominados de círculos da altitude e da profundidade ou, em árabe, *almocântara*. O único paralelo do horizonte famoso é o crepusculino que está localizado 18° abaixo horizonte e recebe este nome, pois quando o Sol está entre ele e o horizonte, ocorre o crepúsculo (Figura 19).

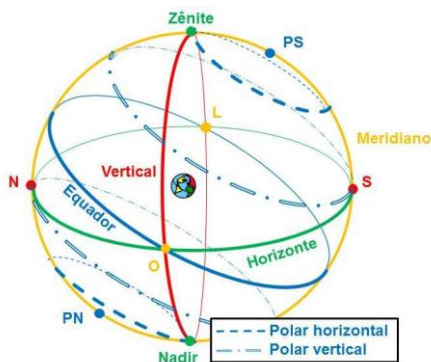


Figura 20: Polares horizontal e vertical.

Os círculos paralelos do equador são chamados paralelos do equador, paralelos do mundo ou, simplesmente, paralelos. Aqueles círculos paralelos que atualmente conhecemos como paralelos do equador – círculos polares e trópicos – naquele período, eram atribuídos ao mediador, um círculo maior do primeiro móvel que será abordado posteriormente.

Assim como os círculos maiores podem ser variáveis ou invariáveis, também os paralelos o serão. Desse modo, os paralelos do horizonte são variáveis, pois o horizonte é um círculo variável, porém os paralelos do equador são invariáveis. Contudo, existem alguns paralelos do equador que são variáveis, chamados de polares e podem ser de dois tipos (Figura 20):

1. O círculo polar horizontal ou polar do horizonte é aquele paralelo ao equador que passa pelo polo do horizonte tangente ao vertical. Dentre seus usos, serve para mostrar as estrelas (i) boreais –

¹² Ibid., 231.

aquelas que estão entre o polo ártico e o círculo polar horizontal próximo, pois estas sempre estão na parte boreal da esfera celeste – (ii) austrais – aquelas que estão entre o polo antártico e o círculo polar horizontal próximo, pois estas sempre estão na parte austral da esfera – e (iii) as comuns – aquelas que estão entre os dois círculos polares horizontais – ora estão na parte boreal, ora na austral;

2. O círculo polar vertical ou polar do vertical é aquele círculo paralelo ao equador que passa pelo polo do vertical tangente ao horizonte. Ele tem dois usos astronômicos. Dentre seus usos, serve para mostrar as estrelas de (i) aparição perpétua – aquelas que estão entre o polo visível e o círculo polar do vertical próximo, as quais sempre estão acima do horizonte – e as de (ii) ocultação perpétua – aquelas que estão entre o polo não visível para o observador e o círculo polar do vertical próximo, as quais sempre estão ocultas sob o horizonte.

Além disso, de acordo com a posição em que o observador esteja na Terra, a distância entre o equador e seus polares pode ser relacionada da seguinte maneira:

1. Observador no equador terrestre: Para tal observador, o horizonte é reto. A distância entre o seu horizonte e o polar horizontal será de 90° , de modo que, o polar do horizonte será somente um ponto que coincide com os polos do mundo. Além disso, para esse mesmo observador, o círculo polar do vertical coincidirá com o equador celeste;
2. Observador nos polos: Para tais habitantes, a distância entre o seu vertical e o polar do vertical será de 90° , de modo que, o polar do vertical será somente um ponto. Além do mais, para esse mesmo habitante, o seu horizonte coincidirá com o equador;
3. Observador há 45° dos polos ou do equador: Para esse observador, um círculo polar (tanto do horizonte, quanto do vertical) dista do polo do mundo em 45° , conseqüentemente, o

outro polar (do vertical ou do horizonte, respectivamente) também distará do polo em 45° .¹³

Ainda existem alguns outros círculos paralelos do equador em relação aos círculos do primeiro móvel que são variáveis, porém eles serão abordados mais adiante.

Os Círculos Transpolares

Um círculo transpolar é um círculo maior conduzido por um polo daquele círculo do qual é transpolar e por um ponto qualquer dado. Ele passa pelo círculo do qual é transpolar, com ângulos retos, e seus polos estão no círculo do qual é transpolar e vice-versa.

Os transpolares do equador são chamados de círculos horários ou horários retos (Figura 21). Estes círculos, como dito anteriormente, servem para indicar o ângulo horário de uma dada estrela e sua diversidade é atribuída de três maneiras:

1. Por um ponto qualquer: É um círculo transpolar do equador que passa por um ponto qualquer dado;
2. Por uma hora inteira: “Os círculos das horas inteiras são círculos transpolares do equador, dos quais dois são o reitor e o meridiano, que cortam o equador e quaisquer paralelos em vinte e quatro partes iguais”, cada uma destas partes equivale a 15° . “Tais círculos são doze, daí vinte e quatro semicírculos, que mostram as vinte e quatro horas do dia, dos quais os limites são os polos do mundo”¹⁴. Van Roomen descreve que existem quatro pontos que podem ser tomados como ponto de partida para a contagem das horas: o lugar

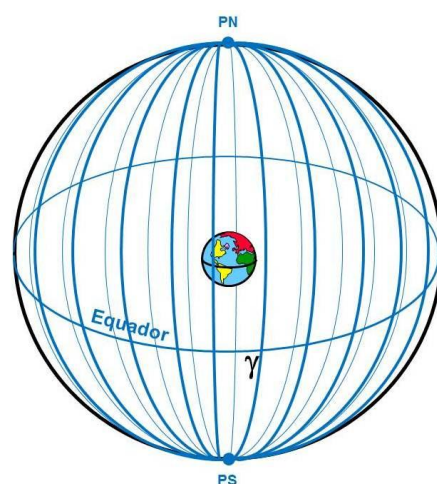


Figura 21: Círculos horários retos.

¹³ Ibid., 233.

¹⁴ Ibid., 143.

onde o equador se encontra com o semicírculo superior ou o inferior do meridiano e com o semicírculo oriental ou ocidental do reitor;

3. Por uma parte de hora: São adicionadas partes de hora aos círculos das horas inteiras, por exemplo, meia hora equivale a $7,5^\circ$.

Van Roomen descreve, brevemente, ainda, os transpolares do horizonte, do meridiano, do vertical e do reitor.

Os Círculos Maiores Contingentes

Van Roomen diz que os círculos maiores contingentes são aqueles círculos maiores que cruzam obliquamente o círculo do qual são contingentes. Em sua obra, trata somente dos círculos horários oblíquos que são círculos contingentes do equador. Correspondem a círculos maiores que cruzam obliquamente o equador e tocam o

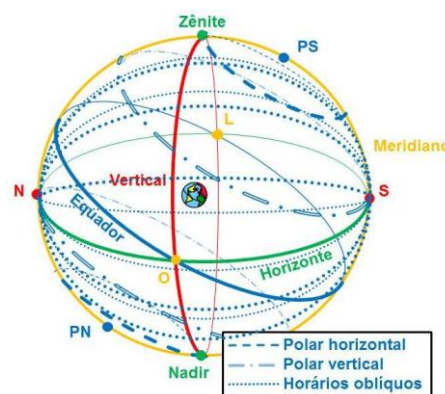


Figura 22: Círculos horários oblíquos.

polar vertical e seus polos são pontos do polar horizontal (Figura 22). Desse modo, o próprio horizonte é um círculo horário oblíquo. Estes círculos são definidos da mesma forma que os círculos transpolares, ou seja, sua diversidade é atribuída por um ponto qualquer, por uma hora inteira ou por uma parte de hora.

O PRIMEIRO MÓVEL

O primeiro móvel é o céu móvel mais externo de todos os móveis. Ele é chamado de primeiro móvel, pois é responsável pelo primeiro movimento. Como van Roomen esclarece, neste céu não há estrelas, mas somente o movimento que é transmitido às esferas inferiores. “Tal movimento não é qualquer, mas simples, circular (...) e dá um giro completo em 24 horas (...), é realizado do nascente para o poente e, além disso, é uniforme e regular, pois não muda de velocidade nem direção ao longo do tempo”. Quão mais distante um corpo celeste está deste orbe,

mais lentamente se moverá. Seu eixo “é o mesmo eixo do mundo, ou seja, é o mesmo eixo do primeiro céu” estudado anteriormente¹⁵.

Van Roomen traz em um diagrama que os círculos do primeiro móvel podem ser divididos em dois tipos:

1. Primários: São únicos e somente dois, o mediador e o zodíaco. Veremos que este último não é um círculo, mas uma faixa que contém outro círculo, a eclíptica. Sobre isso, van Roomen cita o Comentário ao Sonho de Cipião de Ambrósio Teodósio Macróbio dizendo: “A natureza dos círculos celestes de Cipião é uma linha incorpórea, a qual assim se forma com a mente, de forma que seja avaliada somente com a longitude, não pode ter largura. Mas no zodíaco a capacidade dos signos exigia uma latitude”¹⁶. Neste trecho, Macróbio explica que os círculos celestes de qualquer esfera são incorpóreos e imaginários, além de que eles não possuem largura, somente comprimento;
2. Secundários: Aqueles que são múltiplos e podem ser círculos maiores como os transpolares e menores como os paralelos.

O Mediador

O mediador é um círculo maior que divide o primeiro móvel em duas partes iguais, o hemisfério norte e o hemisfério sul (Figura 23). Ele se distancia igualmente dos dois polos do mundo e, como dissemos, as funções e usos do mediador são os mesmos do equador do primeiro céu; por isso, ele poderia ser chamado de equador móvel, pois difere do equador do primeiro céu somente com relação à mobilidade. Porém, recebe este nome porque as esferas inferiores estão ligadas ao primeiro céu mediante ele.

¹⁵ Ibid., 234-235.

¹⁶ Ibid., 159.

Estando em um determinado lugar da Terra, onde se conhece a latitude e a longitude, pode-se determinar a localização de qualquer astro. Para isso, utiliza-se a declinação, ou seja, o ângulo entre o mediador e a estrela medido sobre o círculo horário onde se encontra a estrela e a mediação – atualmente chamada de ascensão reta – que é a medida

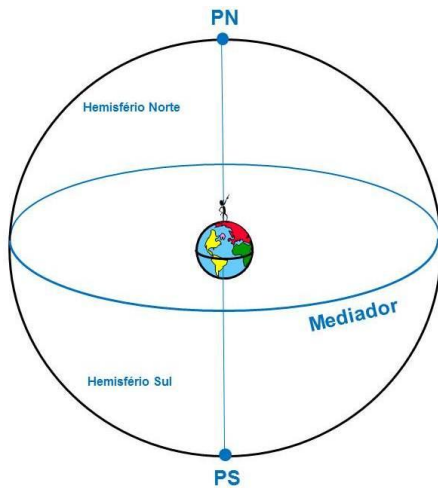


Figura 23: Eixo, polos e hemisférios do mediador.

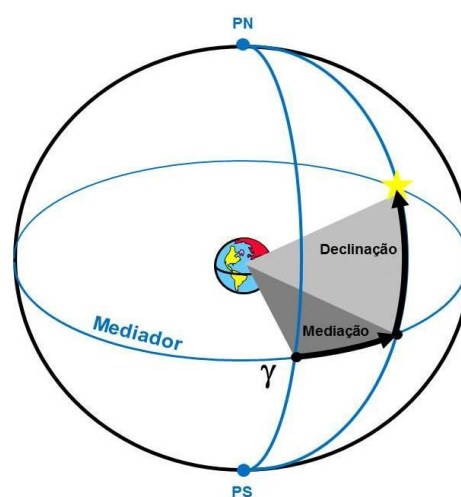


Figura 24: Declinação e mediação de uma estrela..

sobre o mediador entre o círculo horário onde se encontra estrela e o círculo horário que passa pelo ponto γ (Figura 24). Tendo estas duas coordenadas, pode-se dizer a localização celeste de qualquer astro. Van Roomen afirma ainda que a declinação pode ser designada como altitude acima do equador, porém o termo altitude normalmente é utilizado para se referir a distância angular entre o astro e o horizonte.

O Zodíaco, a Eclíptica e os Signos

Van Roomen escreve que “o zodíaco é um círculo maior, largo” onde por círculo largo deve-se entender que o zodíaco é uma faixa e não um círculo propriamente dito. Além disso, ele está “situado entre os polos do mundo obliquamente e divide o mediador em [duas] partes iguais, o qual uma metade inclina para a região setentrional e a outra para a região austral”¹⁷ (Figura 25).

¹⁷ Ibid., 161.

O nome zodíaco provém do grego e, segundo van Roomen, pode ter dois significados possíveis: um relacionado à vida, pois “as coisas inferiores têm sua vida a partir do movimento dos planetas [que estão] sob este círculo”; e outro ligado aos animais, pois cada uma de suas doze partes – os signos – tem nome de algum animal, exceto a sétima. Essas partes recebem nomes de animais ou porque suas configurações parecem com animais ou porque tais partes possuem as qualidades encontradas nos animais. Van Roomen traz, ainda, diversas citações com outros nomes atribuídos ao zodíaco, dentre eles: o círculo oblíquo, em latim *signífero*, pois os signos são carregados por ele, cinturão estrelado, faixa circular dos signos e em árabe *nitach*¹⁸.

Van Roomen não se detém em tratar de questões astrológicas do zodíaco escrevendo rapidamente sobre as influências que os signos podem exercer sobre os seres humanos e tal influência só pode ser mudada se a posição de algum planeta impedir.

Como dissemos, o zodíaco possui uma obliquidade em relação ao mediador e ela pode ser causada ou porque os planetas se inclinam, ora para regiões setentrionais, ora para austrais, ou, então, para que os planetas e os signos possam ora vagar sobre a região austral, ora sobre a região setentrional, para que haja diferenciação das estações em cada época do ano. Devido a sua obliquidade, seu eixo e seus polos distam em $23^{\circ}31'25''$ do eixo e dos polos do mundo, mas diversos autores simplificam para $23,5^{\circ}$. Atualmente, a medida mais exata desta inclinação é de $23^{\circ}26'21,418''$ ¹⁹.

O zodíaco pode ser imaginado de diversos modos, um deles seria “como um queijo achatado ou uma pedra de moinho”; ou ainda como três círculos, um ao meio que é a trajetória anual do Sol – a eclíptica – e os outros dois um mais ao norte e outro mais ao sul incorporando o caminho de todos os planetas²⁰ (Figura 25).

¹⁸ Ibid., 161.

¹⁹ Kepler de Souza Oliveira Filho & Maria de Fátima Oliveira Saraiva, *Conceitos de Astronomia* (São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004).

²⁰ Vieira Oliveira, 165.

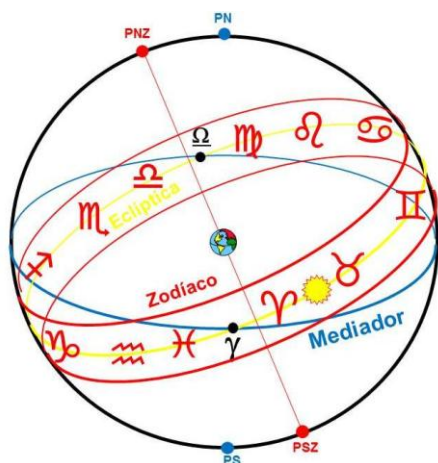


Figura 25: Eclíptica e eixo, polos e signos do zodíaco.

A eclíptica recebe este nome porque os eclipses solares e lunares ocorrem somente quando os dois corpos estão sob este círculo. Também é chamado de caminho, órbita ou trajetória do Sol, lugar eclíptico ou círculo solar. Todas as esferas inferiores se ligam ao primeiro móvel através da eclíptica.

O fato de o zodíaco ser uma faixa e não um círculo é justamente incorporar todos os planetas e a medida desta faixa é justamente a distância máxima da eclíptica que os planetas podem vagar. Van Roomen, embasando-se em astrônomos da Antiguidade, afirma que o zodíaco é uma faixa de doze graus, seis ao norte da eclíptica e outros seis ao sul. Mas, afirma também que os astrônomos de seu tempo já observaram que Vênus e Marte algumas vezes ultrapassam estes seis graus, chegando perto de oito graus.

O zodíaco também é dividido em doze partes chamadas signos e o autor diz que estas partes podem ser assumidas de igual tamanho ou de tamanhos diferentes de acordo com o tamanho da imagem aparente no céu (Figura 25). Recebem o nome de signos, pois de acordo com o local da trajetória do Sol parecem servir para assinalar o tempo até na Terra. Os nomes dos doze signos são: Áries, Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Libra, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário e Peixes.

Van Roomen, utilizando como fonte o Tratado da Esfera de Johannes de Sacrobosco, descreve que os signos podem ser imaginados de quatro modos: (i) são quadriláteros de lados $30^\circ \times 12^\circ$; (ii) são corpos piramidais cujas bases são os signos do primeiro modo; (iii) são as superfícies formadas pela extensão dos quadriláteros do primeiro modo até os polos do zodíaco; (iv) são os corpos formados pelos signos do terceiro modo que se estendem até o eixo do zodíaco.

Os signos podem ser distinguidos de dois modos:

1. Setentrionais: aqueles que estão situados entre o mediador e o polo setentrional e são Áries, Touro, Gêmeos Câncer, Leão e Virgem; Austrais: aqueles que estão situados entre o mediador e o polo austral e são Libra, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário e Peixes;
2. Móveis ou cardinais: são os que sucedem os quatro pontos cardinais, são Áries, Câncer, Libra e Capricórnio, estes podem ser subdivididos em equinociais e solsticiais; Firmes, fixos ou sólidos: estão próximos aos cardinais e, quando o Sol está sob eles percebemos mais fortemente o calor, o frio, a secura e a umidade do que quando está sob os signos cardinais, são Touro, Leão, Escorpião e Aquário; Comuns, médios ou bicorpóreos e escolhem como qualidade para si alguma daquelas dos signos anteriores, são Gêmeos, Virgem, Sagitário e Peixes.

Dentre os usos astronômicos do zodíaco, ele indica o caminho por onde os planetas vagam, a eclíptica especificamente indica a trajetória anual do Sol e mostra também o lugar onde ocorrem os eclipses , o lugar onde todas as esferas inferiores se prendem ao primeiro móvel, os signos servem para marcar o tempo e a obliquidade do zodíaco o que causa a diversidade de duração dos dias e noites na Terra.

Os Círculos Paralelos

Os círculos menores do primeiro móvel são os paralelos os quais distam igualmente do círculo do qual são paralelos. Os mais importantes para a astronomia são os paralelos do mediador os quais podem ser definidos avançando até noventa graus para o setentrião e noventa graus para o austro.

Contudo, são bastante utilizados os paralelos do mediador definidos a partir da eclíptica. Os paralelos que passam pelos princípios dos signos solsticiais são chamados de trópicos e são dois: trópico de Câncer que também é dito do verão, pois quando o Sol está sob ele inicia-se o verão no hemisfério norte; e o trópico de Capricórnio que também é chamado do

inverno, pois quando o Sol está sob ele inicia-se o inverno no hemisfério norte (Figura 26). Os trópicos também são chamados de círculos solsticiais, pois os solstícios ocorrem quando o Sol passa sob eles.

Além dos trópicos, existem dois paralelos do mediador que são descritos pelo movimento diurno dos polos da eclíptica, daí

também são chamados polares da eclíptica: o círculo polar ártico, ou simplesmente círculo ártico, e o círculo polar antártico, ou círculo antártico (Figura 26).

Os paralelos do mediador servem, principalmente, para marcar a quantidade do dia e da noite nas diferentes regiões da Terra e distinguem as cinco regiões climáticas da Terra.

Os Círculos Transpolares

Van Roomen finaliza sua obra descrevendo os transpolares do mediador e da eclíptica. Um transpolar é um círculo maior conduzido por um polo daquele círculo do qual é transpolar e por um ponto qualquer dado.

Os transpolares do mediador podem ser chamados de círculos das declinações, porém os mais conhecidos são os dois coluros. Eles são círculos maiores que se interceptam nos polos do mundo dos quais um deles, o coluro equinocial, passa pelos princípios de Áries e de Libra e faz ângulos oblíquos com a eclíptica e o outro, o coluro solsticial, passa pelos princípios de Câncer e de Capricórnio, passa pelos polos da eclíptica e faz ângulos retos com ela (Figura 27).

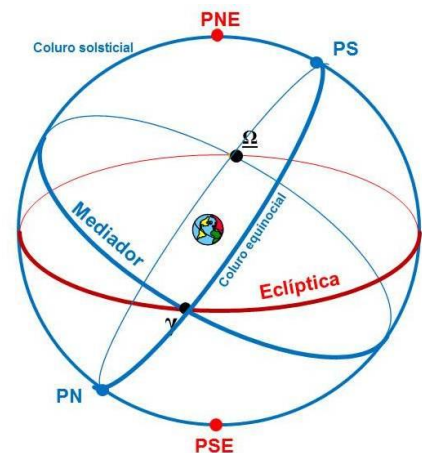


Figura 27: Os dois coluros.

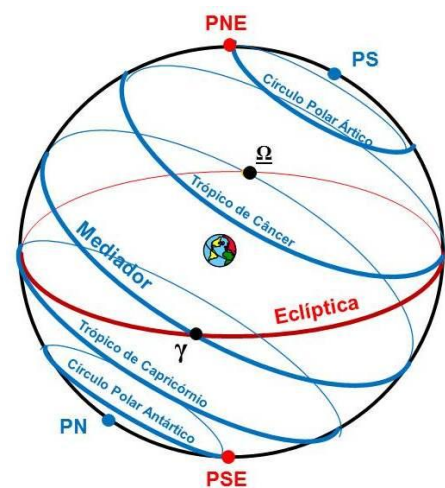


Figura 26: Trópicos e círculos polares.

Os transpolares do mediador servem para conter a declinação e determinar a mediação de um astro. Os coluros dividem o mediador e a eclíptica em duas partes iguais e mostram os pontos equinociais e solsticiais.

Os transpolares da eclíptica são conhecidos como círculos das latitudes, pois contém a latitude eclíptica dos astros celestes e seis deles mostram o começo e o fim dos signos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como vimos na Introdução, o trabalho de van Roomen tem como objetivo trazer uma descrição geral da organização celeste (no primeiro livro) e as explicações sobre os círculos presentes no primeiro céu e no primeiro móvel (no segundo e terceiro livros, respectivamente). Para isso, percebemos que o autor sempre recorre a autores da Antiguidade, da Idade Média e de seu tempo, além de acrescentar comentários seus sobre cada assunto. Nos trechos abordados aqui predominam as questões de cunho astronômico, porém convém salientar que van Roomen trata dos céus a partir de diferentes pontos de vista, trazendo citações de trabalhos teológicos, poéticos e filosóficos, fazendo uma compilação de nomes e trabalhos referente às esferas e círculos celestes dos quais citamos apenas alguns.

Partindo desse ponto de vista, o estudo da obra de van Roomen se mostra interessante para entender um pouco da história da astronomia não só do ponto de vista dos trabalhos astronômicos, mas também daquelas obras literárias e poéticas. Além disso, é possível perceber como os alguns dos astrônomos de seu tempo estudavam as esferas e círculos celestes. Dizemos alguns, pois no ano em que a *Ouranographia* foi publicada, em 1591, havia já quase cinquenta anos que a obra *De revolutionibus orbium coelestium* havia sido publicada. Esse fato mostra que a aceitação de um sistema geocêntrico foi gradativa e naquele tempo ainda existiam homens de saber que rejeitavam o “novo sistema”.

Também podemos acrescentar que o uso desta obra para o ensino da astronomia é muito interessante, pois as descrições que o autor traz sobre a origem dos nomes de cada círculo servem para justificar aos estudantes o porquê de tais nomes terem sido dados e serem utilizados até hoje. Os usos astronômicos de muitos daqueles círculos ainda se mostram muito parecidos com os utilizados atualmente na Astronomia Posicional.

SOBRE O AUTOR:**Zaqueu Vieira Oliveira**

Doutorando em Educação Matemática na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, *campus* de Rio Claro

(e-mail: z.zaqueu@yahoo.com.br)