

Movimento nos céus: Estrelas, Sol, Lua e Planetas

Michael Fowler

Universidade de Virgínia, Departamento de Física

Introdução

O propósito deste texto é o de rever os diferentes movimentos dos astros visíveis no céu, de forma muito simples e direta. Ao longo do texto, para facilitar a compreensão, vamos simplificar os movimentos dos astros.

Pode ser bastante esclarecedor conhecer a forma como estes movimentos eram interpretados há alguns milénios e comparar esse ponto de vista com os nossos conhecimentos atuais. É óbvio que agora sabemos que a Terra orbita em torno do Sol, contudo, ao longo do texto explora-se o modelo da Terra fixa, sem movimento, e dos “céus que giram em torno dela”, para que possamos também conhecer o ponto de vista dos pensadores da Antiguidade Clássica.

Este será realmente um gigantesco exercício de visualização tridimensional, o que exigirá algum esforço! Mas sem esse esforço, não será capaz de apreciar alguns dos fenómenos mais importantes, como as fases da Lua, os eclipses e até as estações do ano. Deverá compreender o movimento da Terra em torno do Sol e, ao mesmo tempo, o movimento da Terra em torno de um eixo imaginário, inclinado face ao plano da órbita da Terra e sempre com a mesma direção à medida que a Terra se move em torno do Sol. Em seguida, deve ser capaz de compreender o movimento da Lua em torno da Terra com um período de aproximadamente um mês, com um plano de órbita inclinado 5 graus em relação ao plano de órbita da Terra. Depois disso deve ser capaz de compreender o movimento dos planetas...

Alguns dos tópicos discutidos são abordados por Michael J. Crowe no livro *Theories of the World: from Antiquity to the Copernican Revolution*.

Observar as estrelas

Há uma estrela que permanece imóvel no céu, quando vista de qualquer ponto do Hemisfério Norte. É a Polaris, a estrela do Norte ou Estrela Polar. Todas as outras estrelas têm movimento circular em torno da Polaris, com um período de 24 horas¹. Os primeiros pensadores observaram todo este movimento no céu e concluíram que as estrelas se encontravam ligadas à superfície interna de uma enorme esfera, uma “esfera celeste”, vista como a fronteira exterior do Universo e que continha tudo no seu interior.

É óbvio que o referido movimento das estrelas só é visível em parte durante a noite, pois com o “nascer” do Sol, a luz brilhante e dispersa do Sol – que origina o céu azul – ofusca a luz das estrelas. Se não existisse atmosfera, seríamos capazes de observar as estrelas em qualquer altura do dia, e ver os círculos completos executados por aquelas que permanecem constantemente acima da linha do horizonte.

Procure imaginar-se no interior desta grande esfera celeste com as estrelas fixas no seu interior, e procure visualizar as trajetórias das estrelas enquanto estas se movem. Procure imaginar que trajetórias teriam as estrelas caso as observasse a partir do Pólo Norte, do Equador ou do local onde se encontra.

Movimento do Sol

Diariamente, o Sol nasce a Este, move-se no céu, a Sul², e põe-se a Oeste. Se não existisse atmosfera, de modo a que fosse possível observar a Polaris a qualquer hora do dia, teria também o Sol uma trajetória circular centrada na Polaris, tal como as outras estrelas? A resposta é afirmativa (ou quase).

Se a meio do Verão se deitar no solo, no Pólo Norte, será capaz de ver o Sol a descrever um círculo no céu, no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio. O círculo estará centrado na Polaris, que se encontra imediatamente acima da sua posição, embora não seja capaz de a ver durante o Verão, já que não escurece o suficiente. Nas nossas posições atuais, somos capazes de ver o Sol durante algumas horas do dia, e a Polaris durante as restantes, e portanto não é completamente

¹ N. do T.: Este é um movimento aparente, parece que as estrelas têm movimento circular quando de facto é a Terra que tem movimento de rotação, dando a sensação de que são as estrelas que se movem.

² N. do T.: move-se sempre a Sul na perspetiva dos habitantes do Hemisfério Norte. Os habitantes do Hemisfério Sul observam o Sol a mover-se a Norte.

óbvio para nós que o Sol tenha movimento circular em torno da Polaris. Para nós o movimento ocorre no sentido direto³ ou retrógrado⁴? Depende da forma como olhamos para ele. No Inverno, quando o Sol está mais baixo na esfera celeste, tendemos a observá-lo de “cima”, pois este nasce a Este, move-se no céu ao longo de uma trajetória baixa no sentido Este-Oeste, o que parece ser um movimento no sentido dos ponteiros do relógio – exceto no caso de estar deitado de costas no solo.

Na realidade o Sol, a cada dia, move-se muito lentamente em relação à esfera celeste. Esse fenómeno seria óbvio de notar se não existisse atmosfera e fôssemos capazes de observar continuamente as estrelas. Ainda assim, há outra forma de perceber este movimento, tal como fizeram os Gregos e antes deles os Babilônios, ao estudar atentamente, logo após o pôr-do-Sol, a posição das estrelas a Oeste, comparando essa posição com a posição do Sol.

Conclui-se que o Sol se move quase exatamente um grau por dia em relação à esfera celeste e, passado um ano, regressa à posição em que se encontrava inicialmente. Isto não é coincidência – não há dúvida que foi este o motivo que levou os babilônios a escolherem como unidade angular o grau.

De qualquer modo, o Sol apresenta uma órbita circular que acompanha a esfera celeste e, ao mesmo tempo, apresenta um movimento lento em relação à esfera celeste. À trajetória do Sol ao longo deste movimento lento em relação à esfera celeste dá-se o nome de eclíptica.

Se considerarmos a Polaris como o Pólo Norte da esfera celeste, e em seguida imaginarmos o equador desta esfera, a eclíptica é um círculo enorme, com uma inclinação de 23.5 graus em relação ao equador (da esfera celeste) O Sol move-se ao longo da eclíptica de Oeste para Este. (Imagine que a Terra não tinha qualquer movimento de rotação em relação às estrelas. Como seria o movimento do Sol ao longo do ano?)

O movimento do Sol em relação à esfera celeste é conhecido desde os Babilônios, e interpretado de diversas formas. Compare a noção atual de estrela, astros onde ocorrem reações termonucleares, com a visão dos primeiros povos (veja o apêndice *Hemisphaerium Boreale*, do livro *Greek Astronomy*, de Thomas Heath).

Os primeiros povos acreditavam, com vários graus de profundidade, que existiam espíritos nos céus e que a disposição das estrelas se assemelhava à forma de animais e até de pessoas.

A trajetória do Sol em relação à esfera celeste, a eclíptica, que continuamente se repete ano após ano, e o conjunto das *constelações* (a palavra significa grupo de estrelas) bem como os animais que estas representam constituem o Zodíaco⁵. Conhecido o signo de determinada pessoa, e de acordo com o zoo do Zodíaco, onde estava o Sol no dia em que essa pessoa nasceu?

³ N. do T.: Sentido contrário ao dos ponteiros do relógio.

⁴ N. do T.: Sentido dos ponteiros do relógio.

⁵ N. do Autor: “zo” é a palavra grega para animal e que é utilizada por exemplo em “Zoo”.

Hemisphaerium Boreale



Imagem 1: as constelações do Zodíaco

Repare que a imagem mostra a trajetória do Sol visível a partir do Hemisfério Norte. A posição mais a norte (mais próxima da Polaris) ocupada pelo Sol ocorre a 21 de Junho, quando este passa por Cancer, e se encontra sobre o trópico de Cancer, 23.5 graus a norte do Equador.

Por outras palavras, a superfície esférica da Terra e a imaginária esfera celeste têm o mesmo centro, e portanto quando o Sol, no seu movimento em relação à esfera celeste, se encontra por cima do trópico da esfera celeste, também se encontra sobre o trópico correspondente da Terra, que se encontra imediatamente abaixo do trópico da esfera celeste.

Eis mais um exemplo de um mapa do Zodíaco semelhante ao anterior: repare, por exemplo, na constelação “Ursa Maior”, com a cauda e o corpo do urso, e nos restantes animais do Zodíaco que fazem parte desta familiar coleção:



Imagem 2: as constelações do Zodíaco (imagem disponível em <http://www.atlascoelestis.com/5.htm>)

Movimento da Lua em relação à esfera celeste

Em relação à esfera celeste, o Sol dá uma volta completa a cada ano, mas a Lua dá uma volta completa a cada mês. Será que a Lua segue a mesma trajetória do Sol no seu movimento em relação à esfera celeste?

A resposta é não, embora as trajetórias estejam próximas. A trajetória da Lua tem uma inclinação de aproximadamente 5 graus face à eclíptica, e por isso percorre as mesmas constelações. De facto, as “casas” – os signos do Zodíaco – foram definidas de modo a conter as estrelas que se encontram a não mais do que 8 graus da eclíptica para ambos os lados, o que é suficiente para conter as trajetórias do Sol, da Lua e dos restantes planetas.

Como interpretar o movimento da Lua de acordo com a nossa perspetiva atual? Se a Terra, a Lua e o Sol se encontrassem sobre o mesmo plano ou, por outras palavras, se o plano da órbita da Lua em torno da Terra fosse semelhante ao plano da órbita da Terra em torno do Sol, a trajetória do movimento da Lua corresponderia à eclíptica. Na realidade, o plano da órbita da Lua em torno da Terra está 5 graus inclinado face ao plano da órbita da Terra em torno do Sol. Este facto explica o motivo pelo qual os eclipses lunares (e solares) não ocorrem mensalmente, tal como seria de esperar caso os planos da

órbita da Lua e da Terra fossem coincidentes. Na realidade, os eclipses só ocorrem quando a trajetória da Lua cruza a eclíptica, daí o nome atribuído a esta linha⁶.

Observe a representação tridimensional, publicada por Cellarius⁷ em 1627, e repare na banda que representa o Zodíaco:

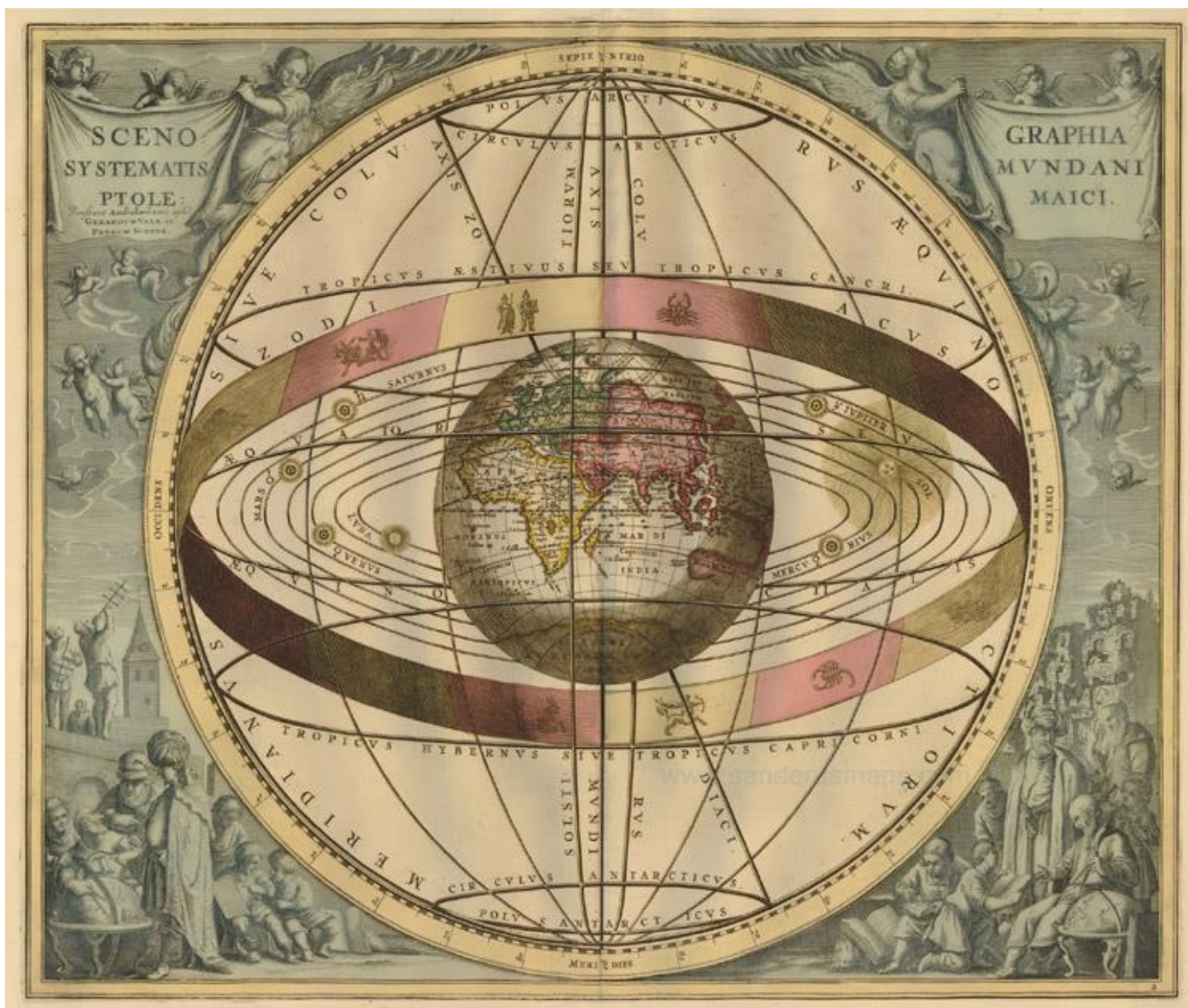


Imagem 3: representação tridimensional do planeta Terra e da esfera celeste, publicada em 1627 por Cellarius (disponível em <http://www.atlascoelestis.com/Cell%2009.htm>)

Movimento dos Planetas

Desde que o Homem observa os céus que reparou no movimento peculiar de cinco “estrelas” que “atravessam” o céu noturno: Mercúrio, Vénus, Marte, Júpiter e Saturno. A estes astros foi-lhes dado o nome de “planetas”, termo que significa “viajantes”. Estarão as suas trajetórias em relação à esfera celeste também relacionadas com a eclíptica? A resposta é sim.

⁶ N. do T.: O termo “eclíptica” provém de “eclipse”, uma vez que só ocorrem eclipses quando a Lua cruza a eclíptica.

⁷ N. do T.: Andreas Cellarius (1596 - 1625) foi um cartógrafo alemão que ficou conhecido aquando da publicação da sua obra “Harmonia Macrocosmica”, em 1660. “Harmonia Macrocosmica” é um atlas das estrelas onde se podem encontrar ilustrações baseadas nos modelos de Ptolomeu, de Copérnico e de Tycho Brahe.

Todos eles se mantêm dentro de um intervalo de 8 graus face à eclíptica e é por esse motivo que se define “Zodiaco” como a região do céu cujo afastamento à eclíptica é, no máximo, de 8 graus.

Será que estes planetas executam uma volta completa em relação à esfera celeste? Sim, mas Mercúrio nunca se afasta mais do que 28 graus do Sol, e Vénus não se afasta mais do que 46 graus do Sol. Deste modo, à medida que o Sol se move ao longo da eclíptica estes dois planetas oscilam, ora num sentido ora no outro, em torno do Sol.

Os restantes planetas não estão “ligados” ao movimento do Sol da mesma forma que Mercúrio e Vénus, mas também apresentam comportamentos notáveis – em particular, ocasionalmente invertem o sentido do seu movimento durante algumas semanas antes de voltarem ao seu movimento constante.

Nota Cultural: foi feita uma tentativa, por Julius Schiller⁸, de substituição dos primitivos símbolos do Zodíaco pelos doze apóstolos, *mas a moda não pegou*:



Imagem 4: substituição, por Julius Schiller, dos símbolos do Zodíaco pelos doze apóstolos (disponível em <http://www.atlascoelestis.com/epi%20schiller%20cellario.htm>)

© Michael Fowler, Universidade de Virgínia

Casa das Ciências 2013

Tradução/Adaptação de Nuno Machado e Manuel Silva Pinto



⁸ N. do T.: Julius Schiller (1580 - 1627) publicou, no ano da sua morte, um atlas das estrelas onde substituiu todos os símbolos pagãos associados às constelações por figuras do Cristianismo. Schiller substituiu inclusivé os planetas, o Sol e a Lua por figuras bíblicas.