

## O universo de Platão

Platão viveu entre 427 a.C.-347 a.C., uma época política bastante conturbada em Atenas. Ele viu com tristeza a "democracia" ateniense, que substituiu a tirania que havia até então governado essa cidade-estado, perseguir Sócrates, seu professor e amigo.

No entanto, foi a restauração da "democracia" em Atenas que levou às primeiras cosmologias especulativas tanto dos filósofos gregos mais antigos como dos clássicos.

Platão foi o primeiro filósofo que formou uma escola, a primeira universidade. Como ela estava no terreno que tinha uma vez pertencido a um lendário grego chamado Academus, o nome dessa escola passou a ser "Academia".

Platão mostrou sua maneira de entender o mundo à sua volta na sua famosa "alegoria da caverna": imagine que crianças são acorrentadas desde o nascimento em uma caverna, e devem permanecer quietas olhando em uma única direção. Um fogo aceso atrás delas lança as sombras dos objetos sobre as paredes da caverna que estão a sua frente. Sem terem acesso a qualquer outro tipo de experiência, essas crianças crescerão aceitando as sombras como realidade. Para Platão essa prisão na caverna corresponde à parte do mundo revelada pelos nossos sentidos. Somente o uso da inteligência nos permite escapar dessa caverna e alcançar o mundo real do conhecimento.

Para Platão o tempo teve um início e surgiu junto com o universo em um instante de criação. Para ele o universo foi criado por um "artesão" usando como seu modelo o mundo das formas. O Universo foi criado com arquitetura premeditada por Deus (Dermiugo) a partir de um caos primordial (posição anti-atomista).

Platão acreditava que os corpos celestiais exibiam formas geométricas perfeitas. Baseado nisso ele procurou associar os quatro elementos essenciais de Empédocles à sua concepção do universo baseada nos sólidos regulares considerados perfeitos.



Existem cinco, e somente cinco, sólidos regulares possíveis. Cada um desses sólidos tem faces equivalentes com todas as linhas e ângulos iguais. Todos os seus lados são iguais, seus ângulos são os mesmos e todas suas faces são idênticas. Em cada vértice de tais sólidos vemos o encontro do mesmo número de superfícies. A esses sólidos, perfeitamente regulares, damos o nome de "sólidos Platônicos". Existem somente cinco sólidos platônicos: o tetraedro, o hexaedro, o octaedro, o dodecaedro e o icosaedro. Para Platão, quatro destes cinco sólidos regulares representavam os quatro elementos, ar, fogo, água e terra. Um deles representava o universo como um todo.

Estes sólidos e suas regularidades foram descobertos pelos Pitagóricos e foram originalmente chamados de "sólidos Pitagóricos". Mais tarde o filósofo grego Platão os descreveu em detalhes no seu livro "Timaeus" e os associou à concepção Platônica do mundo. Por esse motivo hoje estes sólidos são conhecidos sob o nome de "sólidos Platônicos".

São os seguintes os "sólidos platônicos":

<p>tetraedro</p> 	<p>o tetraedro possui quatro lados que são triângulos equiláteros. Ele tem o menor volume para sua superfície e representa a propriedade de secura, falta de chuva. O tetraedro corresponde ao <b>fogo</b>.</p>
<p>hexaedro</p> 	<p>O hexaedro possui seis lados que são quadrados. Como o hexaedro (ou cubo) pode permanecer firmemente sobre sua base, corresponde à <b>Terra</b> estável.</p>
<p>octaedro</p> 	<p>O octaedro possui oito lados que são triângulos equiláteros. Quando seguro por dois vértices opostos, o octaedro pode girar livremente. O octaedro corresponde ao <b>ar</b>.</p>
<p>dodecaedro</p> 	<p>O dodecaedro possui 12 lados que são pentágonos equiláteros. O zodíaco é formado por 12 signos, que correspondem às doze faces do dodecaedro. Por esse motivo o dodecaedro corresponde ao <b>universo</b>.</p>
<p>icosaedro</p> 	<p>O icosaedro possui 20 lados que são triângulos equiláteros. Ele tem o maior volume para a sua área superficial. O icosaedro representa a propriedade de umidade, umedecimento e, por conseguinte, corresponde à <b>água</b>.</p>

Platão notou que esses sólidos podem ser construídos a partir de unidades mais básicas como por exemplo, suas faces podem ser construídas a partir de triângulos. Isso fez com que ele sugerisse, baseado nessa geometria, explicações para algumas transformações da natureza. Por exemplo, a água se transforma em vapor porque o icosaedro da água se transformaria em dois octaedros de ar e um tetraedro de fogo.

### **Eudoxus (de Cnidus)**

Foi na época de Platão, século 4 a.C., que surgiu o modelo que descrevia o universo por meio de esferas. Este modelo tornou-se popular e consistia de uma Terra esférica colocada no seu centro, circundada por uma esfera externa formada por estrelas. Entre estas duas esferas os planetas se moviam de um modo não determinado. O "Timeu" escrito por Platão nos mostra que os gregos já distinguiam dois tipos de movimentos descritos pelos corpos celestes. Um deles era o movimento da esfera de estrelas fixas, compartilhado por todos os corpos celestes e o outro eram os movimentos independentes apresentados pelo Sol, Lua e planetas no céu.

Platão propôs, então, aos seus discípulos a seguinte questão: o que são os movimentos uniformes e ordenados descritos pelos planetas no céu?

A resposta a esta pergunta viria a ser elaborada por Eudoxus (de Cnidus), antigo aluno de Platão.

Eudoxus nasceu entre 408 e 390 a.C. em Cnidus, nas costas do Mar Negro, e morreu aos 53 anos. Ele foi um gênio da matemática, talvez o maior de todos os antigos matemáticos sendo superado apenas por Archimedes muitos anos depois.

Eudoxus foi o inventor de um método de análise conhecido atualmente como "método da exaustão". Ele também foi o descobridor do tratamento de quantidades incomensuráveis que está apresentado no quinto livro do grande geômetra grego Euclides.

Aos 23 anos Eudoxus frequentou a academia de Platão em Atenas com o objetivo de estudar filosofia e retórica. Anos mais tarde ele foi para o Egito aprender astronomia em Helopolis. No ano 365 a.C. Eudoxus retornou a Atenas com seus alunos e tornou-se colega de Platão. A astronomia grega alcançou um novo patamar científico, muito mais sofisticado, a partir dos trabalhos de Eudoxus.

Foi Eudoxus (de Cnidus), no século 4 a.C., quem forneceu a primeira importante resposta à pergunta de Platão citada acima. Ele foi o primeiro a propor que o movimento dos corpos celestes podia ser descrito por meio de uma série de esferas transparentes nos céus, que transportavam os corpos celestiais a diferentes velocidades em grupos encadeados, com centros que variavam ligeiramente.

Seu raciocínio era brilhante para a época:

- uma vez que não podemos medir as distâncias às estrelas é bastante razoável supor que elas estão à mesma distância de nós. Deste modo podemos considerar que elas estão situadas sobre uma grande esfera em cujo centro a Terra esférica permanecia em repouso.
- em torno deste centro existiam 27 esferas concêntricas em rotação.
- como não notamos nenhuma variação da distância entre a Terra e a Lua é natural supor que ela está se movendo sobre uma esfera.
- o mesmo ocorria para todos os outros corpos celestes conhecidos. Deste modo, as estrelas, o Sol, a Lua, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno estavam fixos a esferas sobre as quais eles se moviam.
- cada planeta exigia 4 esferas concêntricas:
  - uma para o seu movimento diurno junto com as estrelas fixas: a esfera externa girava com o movimento das estrelas fixas, de leste para o oeste em 24 horas.
  - uma para variações na longitude: a segunda esfera girava com a inclinação da eclíptica, representando o movimento aparente do planeta ao longo do zodíaco, movendo-se de oeste para leste
  - uma para variações na latitude
  - uma para levar em conta o movimento retrógrado

O movimento das duas esferas mais internas descrevia uma figura com a forma do algarismo "8", figura essa que era conhecida como "hipopédia". O eixo da terceira esfera era perpendicular ao da segunda esfera, enquanto que o eixo da quarta esfera é ligeiramente inclinado em relação ao eixo da terceira esfera, girando em sentido oposto com a mesma velocidade angular.

O Sol e a Lua pediam apenas três esferas concêntricas cada, uma vez que eles nunca mostravam movimento retrógrado.

- as esferas intermediárias, onde estavam os planetas, giravam com velocidades diferentes em torno de eixos inclinados diferentes.
- para Eudoxus a esfera das estrelas fixas era a mais externa de todas e girava diariamente com velocidade constante.

A grande conquista de Eudoxus foi propor um engenhoso conjunto de esferas que se relacionavam de tal forma que alguns importantes aspectos do movimento planetário eram reproduzidos por este conjunto.

Ao analisar a proposta de movimento dos corpos celestes sobre esferas os astrônomos modernos mostram que Eudoxus tinha condições de supor uma distância constante para o Sol e para as estrelas mas não para a Lua ou para os planetas. A distância ao Sol só foi corretamente deduzida em 1673 pelo astrônomo italiano Cassini. Nem mesmo Copérnico

ou Kepler conheciam seus valores corretos. Medir diferenças entre as distâncias às estrelas também estava fora do seu alcance pois a primeira distância a uma estrela só foi medida em 1838. Era razoável supor que o Sol e as estrelas estivessem a uma distância constante da Terra. No entanto, o diâmetro da Lua varia e isto pode ser facilmente observado. A razão entre o maior e o menor diâmetros aparentes é de 1,14 para 1, o que é perfeitamente detectável. Os discos dos planetas, que poderiam mostrar uma variação de distância à Terra, são difíceis de serem observados. No entanto Marte mostra uma variação de brilho muito intensa quando está mais próximo ou mais afastado da Terra. Marte chega a ser 25 vezes mais brilhante quando está mais próximo do nosso planeta. Esta observação levaria à conclusão de que a distância aos planetas é variável.

Por que Eudoxus fez esta suposição? Ninguém sabe e talvez jamais consiga saber. Todos os escritos de Eudoxus foram destruídos e o que conhecemos sobre ele provém de relatos feitos por outros filósofos ou historiadores da época.

O mais importante é que Eudoxus foi o primeiro a propor um modelo deste tipo, com esferas concêntricas, e que foi adotado por muitos filósofos do seu tempo.

Para fazer com que essas "esferas celestiais" agissem mais de acordo com o que pode ser observado no céu arranjos ainda mais complexos do que o proposto por Eudoxus foram necessários. Seu modelo foi melhorado por Callippus que logo viu a necessidade de serem introduzidas mais esferas. Mais tarde, no século 4 a.C., Aristóteles acreditou que tinha resolvido o problema de certos movimentos anômalos introduzindo algumas "esferas retrógradas". O modelo de Aristóteles exigia não menos do que 55 esferas transparentes.

No entanto, todas essas adições feitas ao modelo de Eudoxus não conseguiam explicar porque os astros variavam suas luminosidades, um fenômeno facilmente observável.