

ASTRONOMIA NA ANTIGUIDADE

Caroline Maia (7159942)
Enzo Moriyama (5898130)
Fabio Romero (5451163)
Vítor Trumpis (8538710)

O início da astronomia

A astronomia é classificada como uma das ciências mais antigas, pois descobertas arqueológicas têm fornecido evidências de que observações astronômicas eram feitas por povos pré-históricos. Desde que o homem parou de ser nômade, o céu vem sendo usado como mapa, calendário e relógio. Os registros astronômicos mais antigos datam de aproximadamente 3.000 a.C..

Os astros eram estudados com objetivos práticos, como medir a passagem do tempo (calendários), para prever a melhor época para o plantio e a colheita, ou com objetivos astrológicos, para fazer previsões do futuro, já que acreditavam que os deuses tinham o poder da colheita, da chuva e sobre a vida das pessoas.

A astronomia na Mesopotâmia

Os sumérios foram os primeiros a desenvolver a astronomia. Desta forma são considerados os patronos da astronomia e da astrologia. No princípio, observavam os astros por motivos místicos, mas com o decorrer do tempo, trocaram a ideia mística por uma ideia mais científica, passando de astrólogos para astrônomos.

Essa mudança ocorre no primeiro milênio antes de Cristo. Surgem assim, as primeiras aplicações matemáticas para exprimir as variações observadas nos movimentos da Lua e dos planetas. A matemática na astronomia foi um avanço fundamental para a ciência na Mesopotâmia.

A Astronomia Chinesa

A astronomia na China, como na Mesopotâmia, foi essencialmente religiosa e astrológica. Há dificuldade de reconstituir todo o conhecimento astronômico chinês, pois no ano 213 a.C. todos os livros foram queimados por decreto imperial. O que existe de mais antigo em matéria de astronomia remonta ao século IX a.C. Os chineses previam os eclipses, pois conheciam sua periodicidade. Usavam um calendário de 365 dias. Deixaram registros de

anotações precisas de cometas, meteoros e meteoritos desde 700 a.C. Mais tarde, também observaram as estrelas que agora chamamos de novas.

A Astronomia entre os Egípcios

É importante registrar o papel desempenhado pelo Egito na difusão das idéias e conhecimento mesopotâmicos. Foi por intermédio dos egípcios que os astrólogos e os astrônomos babilônicos chegaram ao Ocidente. A astronomia egípcia, contudo, era bastante rudimentar, pois a economia egípcia era essencialmente agrícola e regida pelas

enchentes do Nilo. Por esse motivo o ritmo de sua vida estava relacionado apenas com o Sol. As descrições do céu eram quase nulas e o zodíaco que conheciam era uma importação do criado pelos babilônicos.

A Astronomia Grega

O ápice da ciência antiga se deu na Grécia, de 600 a.C. a 400 d.C., a níveis só ultrapassados no século XVI. Do esforço dos gregos em conhecer a natureza do cosmos, e com o conhecimento herdado dos povos mais antigos, surgiram os primeiros conceitos de Esfera Celeste, uma esfera de material cristalino, incrustada de estrelas, tendo a Terra no centro. Desconhecedores da rotação da Terra, os gregos imaginaram que a esfera celeste girava em torno de um eixo passando pela Terra. Observaram que todas as estrelas giram em torno de um ponto fixo no céu e consideraram esse ponto como uma das extremidades do eixo de rotação da esfera celeste.

Os Astrônomos da Grécia Antiga

Tales de Mileto (624-546 a.C.) introduziu na Grécia os fundamentos da geometria e da astronomia, trazidos do Egito. Conta-se que em uma das viagens ao Egito, Tales impressionou o Faraó, medindo a altura das pirâmides pela observação do comprimento das sombras, no momento em que a sombra de um bastão vertical é igual à sua altura. Foi o primeiro astrônomo a explicar o eclipse do sol, ao verificar que a Lua é iluminada por este astro. O que parece mostrar e provar que as suas idéias eram, não somente conhecidas, mas também largamente compartilhadas e discutidas.

Tales aprendeu no Egito a teoria dos eclipses do Sol e da Lua, ou, pelo menos, que esses fenômenos se repetem dentro de um ciclo tal que sua previsão se torna possível. Previu assim em 585 a.C. um eclipse solar que até hoje é discutido entre historiadores se foi um fato verídico ou algo inventado para engrandecer ainda mais os suas obras.

Pitágoras de Samos (572-497 a.C.) acreditava na esfericidade da Terra, da Lua e de outros corpos celestes. Achava que os planetas, o Sol, e a Lua eram transportados por esferas separadas da que carregava as estrelas. Foi o primeiro a chamar o céu de cosmos.

Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) explicou que as fases da Lua dependem de quanto da parte da face da Lua iluminada pelo Sol está voltada para a Terra. Explicou, também, os eclipses; argumentou a favor da esfericidade da Terra, já que a sombra da Terra na Lua durante um eclipse lunar é sempre arredondada. Afirmava que o Universo é esférico e finito. Aperfeiçoou a teoria das esferas concêntricas de Eudoxus de Cnidus (408-355 a.C.), propondo em seu livro *De Caelo*, que "o Universo é finito e esférico, ou não terá centro e não pode se mover."

Heraclides de Pontus (388-315 a.C.) propôs que a Terra girava diariamente sobre seu próprio eixo, que Vênus e Mercúrio orbitavam o Sol, e a existência de epiciclos.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) foi o primeiro a propor que a Terra se movia em volta do Sol, antecipando Copérnico em quase 2.000 anos. Entre outras coisas, desenvolveu um método para determinar as distâncias relativas do Sol e da Lua à Terra e mediu os tamanhos relativos da Terra, do Sol e da Lua.

Eratóstenes de Cirere (276-194 a.C.), bibliotecário e diretor da Biblioteca Alexandrina de 240 a.C. a 194 a.C., foi o primeiro a medir a circunferência da Terra. Ele notou que, na cidade egípcia de Siena (atualmente chamada de Asuan), no primeiro dia do verão, ao meio-dia, a luz solar atingia o fundo de um grande poço, ou seja, o Sol estava incidindo perpendicularmente à Terra em Siena. Já em Alexandria, situada ao norte de Siena, isso não ocorria; medindo o tamanho da sombra de um bastão na vertical, Eratóstenes observou que em Alexandria, no mesmo dia e hora, o Sol estava aproximadamente sete graus mais ao sul. A distância entre Alexandria e Siena era conhecida como de 5.000 estádios. Um estádio era uma unidade de distância usada na Grécia antiga. Como 7 graus corresponde a 1/50 de um círculo (360 graus), Alexandria deveria estar a 1/50 da circunferência da Terra ao norte de Siena e a circunferência da Terra deveria ser 50×5.000 estádios. Infelizmente, não é possível se ter certeza do valor do estádio usado por Eratóstenes, já que os gregos usavam diferentes tipos de estádios. Se ele utilizou um estádio equivalente a 1/6 km, o valor está a 1% do valor correto de 40.000km.

Hiparco de Nicéia (160-125 a.C.), considerado o maior astrônomo da era pré-cristã, construiu um observatório na ilha de Rodes, onde fez observações durante o período de 160 a 127 a.C. Como resultado, ele compilou um catálogo com a posição no céu e a magnitude de 850 estrelas. A magnitude, que especificava o brilho da estrela, era dividida em seis categorias,

de 1 a 6, sendo 1 a mais brilhante, e 6 a mais fraca visível a olho nu. Hiparco deduziu corretamente a direção dos pólos celestes, e até mesmo a precessão, que é a variação da direção do eixo de rotação da Terra devido à influência gravitacional da Lua e do Sol, que leva 26.000 anos para completar um ciclo. Para deduzir a precessão, ele comparou as posições de várias estrelas com aquelas catalogadas por Timocharis e Aristyllus 150 anos antes (cerca de 300 a.C.). Estes eram membros da Escola Alexandrina do século III a.C. e foram os primeiros a medir as distâncias das estrelas de pontos fixos no céu (coordenadas eclípticas). Foram, também, dos primeiros a trabalhar na Biblioteca de Alexandria, que se chamava Museu, fundada pelo rei do Egito, Ptolémée Sôter Ier, em 305 a.C. Hiparco também deduziu o valor correto de $8/3$ para a razão entre o tamanho da sombra da Terra e o tamanho da Lua e também que a Lua estava a 59 vezes o raio da Terra de distância; o valor correto é 60. Ele determinou a duração do ano com uma margem de erro de 6 minutos.

Ptolomeu (90-160 d.C.), Claudius Ptolemaeus foi o último astrônomo importante da antiguidade. Ele compilou uma série de treze volumes sobre astronomia, conhecida como o Almagesto, que é a maior fonte de conhecimento sobre a astronomia na Grécia. A contribuição mais importante de Ptolomeu foi uma representação geométrica do sistema solar, geocêntrica, com círculos e epiciclos, que permitia prever o movimento dos planetas com considerável precisão e que foi usado até o Renascimento, no século XVI.

Ptolomeu de Alexandria

Ptolomeu de Alexandria foi um astrônomo grego que viveu por volta de 90 a 160 d.C. na região de Alexandria. Ele é considerado o último astrônomo importante da Antiguidade. Seus trabalhos também estavam na área de Matemática e Geografia, o que era comum para a época.

Suas produções demonstram ter fortes influências de Hiparco e Theon.

Além disso, ficou conhecido pelo seu sistema planetário geocêntrico, que usava epiciclos para descrever as órbitas dos planetas.

Tal sistema foi apresentado em sua grande obra, o Almagesto.

Almagesto

O Almagesto é a principal obra de Ptolomeu e, junto de “Elementos” de Euclides, foi a obra que mais perdurou em uso.

O título original era “Mathematike Syntaxis”, mas a obra foi difundida pelos árabes sob o título de “Al-majisti”, que acabou se tornando o Almagesto. A tradução literal da língua árabe para a inglesa seria “The Greatest”.

Interessante ressaltar que sua obra ainda foi muito utilizada no ocidente, mesmo depois do sistema geocêntrico ser refutado pela comunidade científica, por causa de outros resultados apresentados nele, inclusive na área de Geometria.

Dividida em treze volumes, esse trabalho aborda desde a Matemática necessária para que se apresente as teorias presentes até estudos das órbitas de cada um dos cinco planetas visíveis a olho nu.

- Livros I e II: introduzem o trabalho, defendendo a visão aristotélica do modelo geocêntrico e sua metodologia, colocando a “ciência dos céus” (Astronomia) no plano da Matemática, onde as observações e percepções físicas não poderiam intervir e, portanto, tudo deveria ser rigorosamente demonstrado. Apresentou também a Matemática empregada nos treze livros, incluindo uma teoria semelhante à nossa atual trigonometria, com uma “tabela de cordas”, que tabulou valores que seriam correspondentes às tangentes de diferentes arcos. Vale ressaltar que ele usou uma base sexagesimal para apresentar os arcos e medidas das cordas. Além disso, abordou a obliquidade da eclíptica e começou a falar dos movimentos dos corpos celestes.
- Livro III: o foco desse volume foi praticamente o movimento do Sol. Abordou as durações dos anos e das estações. Tudo a partir de medições detalhadas de seu predecessor Hiparco. A duração do dia, que posteriormente foi relacionada ao nome de Equação dos Tempos, e os modelos geométricos a serem empregados também se faziam presentes nessa unidade.
- Livro IV e V: foram praticamente todos dedicados ao movimento da Lua.
- Livro VI: tratava dos eclipses solar e lunar.
- Livro VII e VIII: havia um catálogo de constelações e estudava o que era chamado de “estrelas fixas”. Esse catálogo de constelações trouxe diversas contribuições posteriores, já na Era Moderna.
- Livros IX a XI: dedicado a descrever e mostrar matematicamente modelos planetários de Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno ,que são os cinco planetas vistos a olho nu.
- Livros XII e XIII: Finalizou a obra descrevendo o modelo geocêntrico dos planetas, que explicaria o movimento retrógrado dos planetas.

A genialidade de Ptolomeu se encontrava exatamente nesse modelo por epiciclos, que aproximaram muito bem a descrição de todos movimentos, sem descartar a hipótese do geocentrismo.

Considerações Finais

Como vimos, a Astronomia surgiu a partir do momento em que foi necessário contar o tempo e estudar “ciclos temporais”, como as estações do ano. Ela ainda era considerada parte da Matemática, por conta de sua “pureza e perfeição”, que não podia ser abalada pelas imperfeições do mundo físico.

Apesar da ausência de tecnologia, os gregos obtiveram medições e teorias bastante avançadas, comparadas com sua instrumentação, muito pela desenvolvida Geometria que possuíam.

Então, suas contribuições foram essenciais para a ciência do período moderno e renascentista, embora todas elas tenham sido mais desenvolvidas e modificadas.

Referências Bibliográficas

EVES, H. *Introdução à História da Matemática*. Campinas: Editora da Unicamp, 1995.

GRASSHOFF, G. *The history of Ptolemy's star catalogue*. Nova York: Springer-Verlag, 1990.

PTOLOMEU, C. *Almagesto*. Trad.: Catesby Taliaferro. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952.

TOOMER, G.J. *Ptolomy's Almagest*. Princeton: Princeton University Press, 1998.

ZANETIC, João. *Notas de aula de Gravitação*. versão 2017. São Paulo: Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2017.