



UFRGS



# *Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe*

## **Exposição**

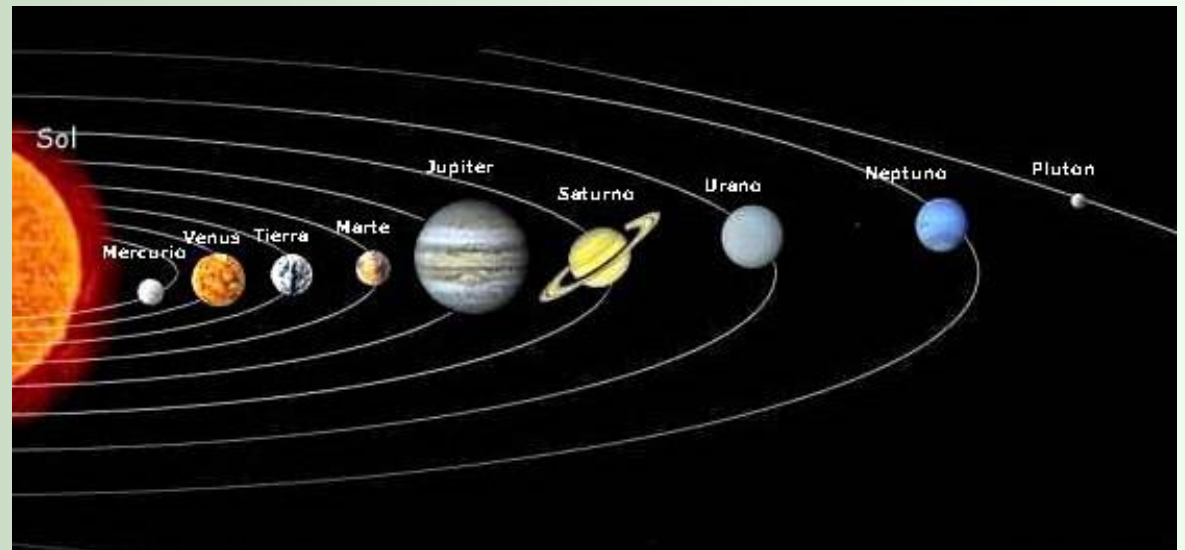


Ministério  
da Cultura



# *Astronomia*

## *Magia, Religião ou Ciência*



**Sistema Solar**

**Urânia – Musa da Astronomia**

*Período:*

*01/10/2009 a 30/11/2009*

*Departamento de Geodésia*

*Instituto de Geociências*

*UFRGS*

# *Realização*

*Museu de Topografia*

*Prof. Laureano Ibrahim Chaffe*

*Departamento de Geodésia*

*Instituto de Geociências*

*UFRRGS*

# OS PRIMEIROS ASTRÔNOMOS

O homem primitivo pode ser considerado o **primeiro astrônomo** pois o mesmo observava os acontecimentos que se repetiam no céu, como as fases da Lua ou as diversas posições dos planetas e das estrelas. Os primeiros seres humanos, reunidos à noite em torno das fogueiras, foram os primeiros a indagar sobre os pontos luminosos que existem no céu e se questionaram sobre a origem e significado dos mesmos.



**Sociedades Primitivas**



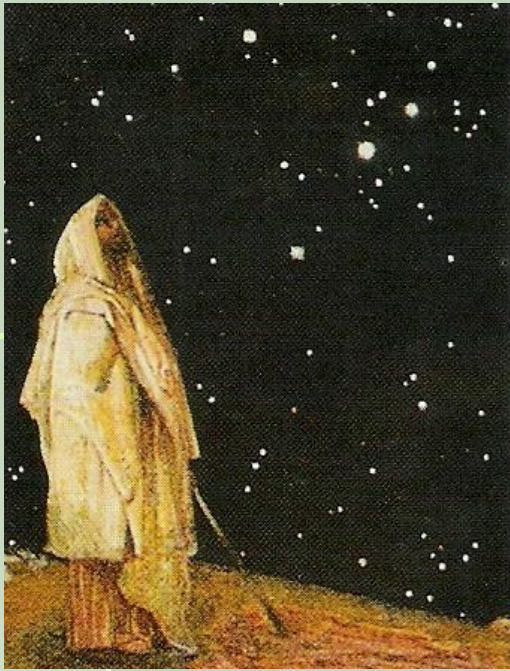
A história da Astronomia está intimamente ligada à história do próprio **Homo Sapiens**, enquanto espécie capaz de estruturar sociedades e de construir conhecimento a partir da transmissão de informação de geração para geração.

Os comerciantes marítimos navegavam pelas **estrelas**, as comunidades agrícolas usavam-nas para saber quando deviam semear as suas culturas, sistemas ideológicos associavam determinados objetos celestes a eventos cíclicos que associavam, quer a entidades terrenas como divinas, e começaram a existir algumas técnicas preditivas de determinados eventos, como por exemplo, **os eclipses**.

A palavra Astronomia vem de uma combinação de dois vocábulos gregos: **astron** (estrela) e **nemein** (nomear), o que vem a dizer “dar nome as estrelas”.



**Navegação pelas Estrelas**



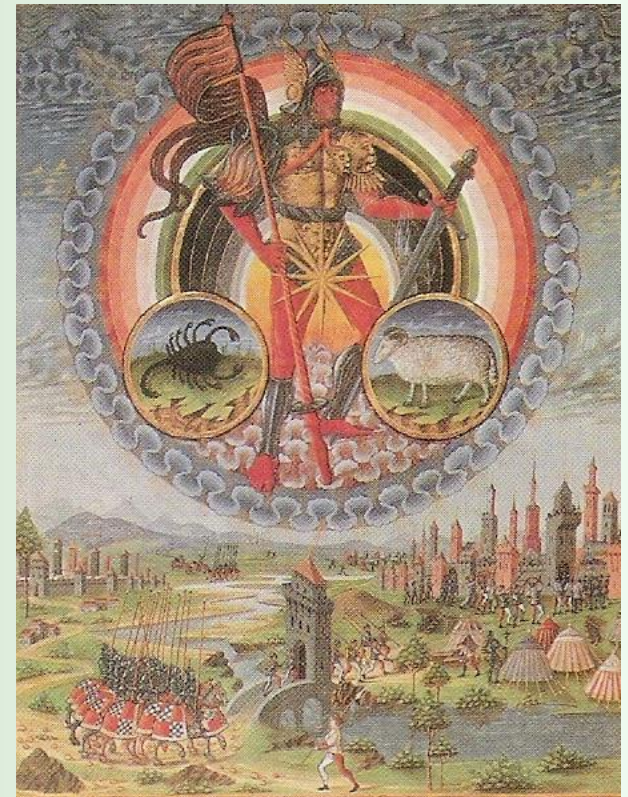
## OBSERVANDO O CÉU

Os primeiros astrônomos eram pastores que observavam o céu à procura de sinais de mudança das estações. As noites claras teriam dado a eles a oportunidade de reconhecer padrões familiares e movimentos dos corpos celestes mais brilhantes.

## DA SUPERSTIÇÃO À CIÊNCIA

A ciência da astronomia surgiu da crença na **astrologia**, que afirmava a existência, nos planetas e nas estrelas, de poderes que afetavam a vida na Terra.

Acreditavam que cada planeta representava um Deus com seus poderes. Marte determinava a guerra, a peste, a fome e a morte violenta.



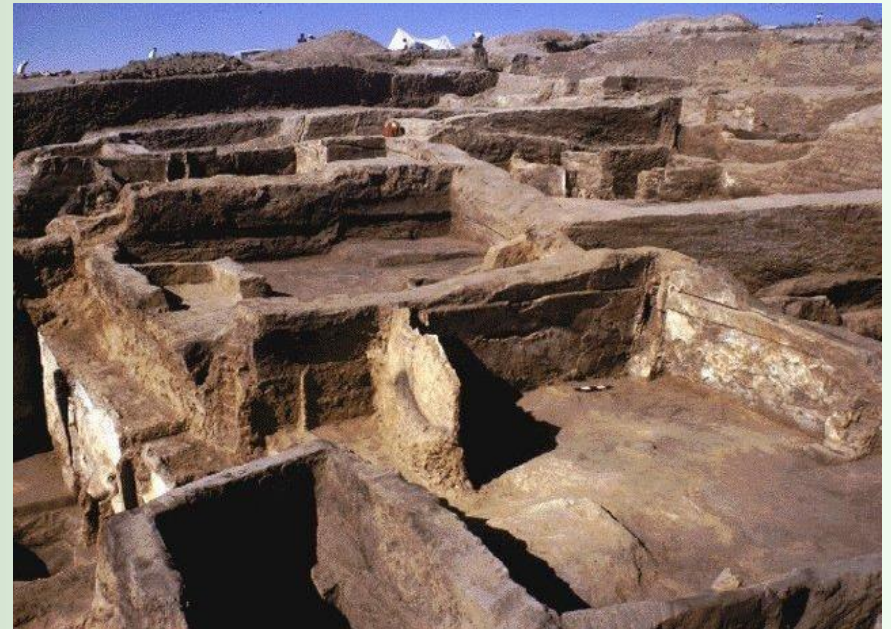


Afirmar que a **Astronomia** desempenhou um papel fundamental no nascimento das primeiras cidades causa uma certa estranheza inicial. Porém, sua contribuição foi inestimável para que tal fato ocorresse.

No princípio, os homens antigos agiam basicamente por instinto: eram caçadores e coletores nômades. Com o tempo, seu comportamento foi evoluindo até que passaram à prática agrícola. A partir desse momento, eles começaram a criar assentamentos de forma a proteger sua produção de saqueadores. Assim surgiram os primeiros vilarejos. Alguns desses assentamentos foi **Jericó**, na Palestina, com cerca de 10.500 anos, e **Çatalhöyük**, na Turquia, com aproximadamente 9.000 anos de existência.



**Jericó**



**Çatalhöyük,**



# A ASTRONOMIA NO ANTIGO EGITO

Os egípcios observaram que as estrelas realizam um giro completo em pouco mais de 365 dias. Ademais este ciclo do Sol concorda com o das estações, e já antes de 2.500 a.C. os egípcios usavam um **calendário** baseado nesse ciclo, pelo que cabe supor que utilizavam a observação astronômica de maneira sistemática, desde o quarto milênio.

O **ano civil egípcio** tinha 12 meses de 30 dias, mais 5 dias chamados **epagômenos**. A diferença era de  $\frac{1}{4}$  de dia em relação ao ano solar. Não utilizavam os anos bissextos: 120 anos depois se aumentava um mês, de tal forma que 1.456 anos depois, o ano civil e o astronômico voltavam a coincidir novamente.

O **Nilo** iniciava seu período de cheias mais ou menos no momento em que a estrela **Sothis**, nossa **Sírio**, (ou *Sepedet para os egípcios*), podia ser vista novamente, pois se encontrava abaixo da linha do horizonte, pouco antes do nascer do Sol.



**Aton, o Deus sol**

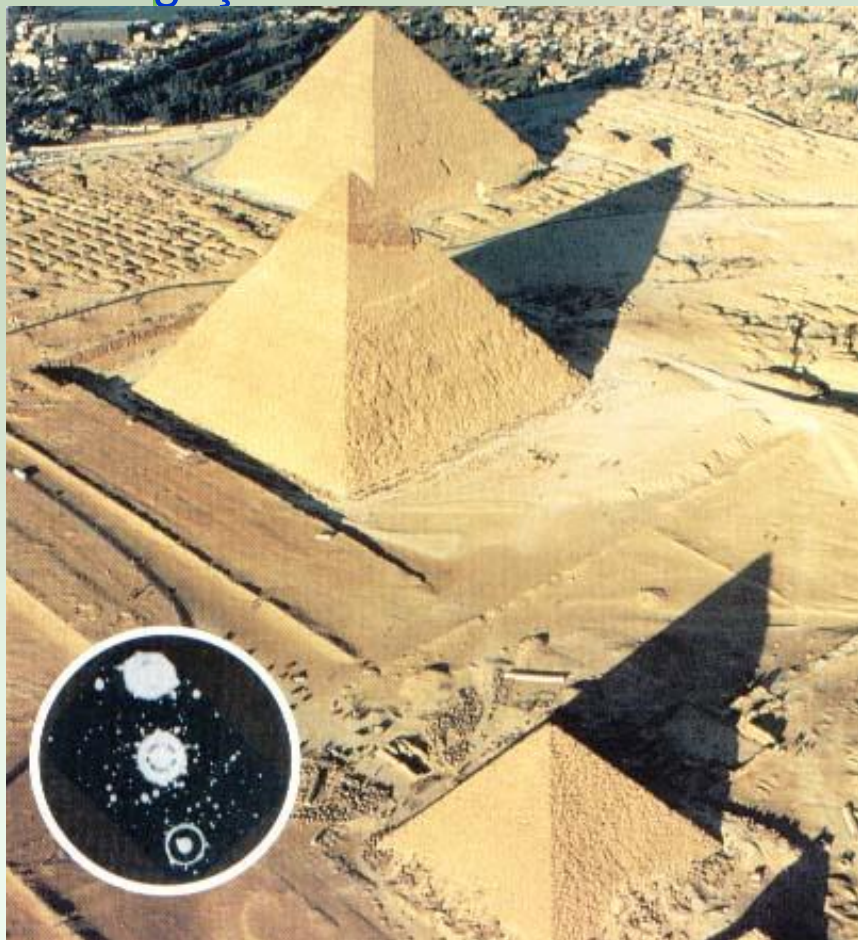
Do final da época egípcia (144 d.C.) são os chamados papiros de **Carlsberg**, aonde se descreve um método para determinar as fases da Lua, procedente de fontes muito antigas. Nele se estabelece um ciclo de 309 lunações por cada 25 anos egípcios, de tal forma que estes 9.125 dias se dispõem em grupos de meses lunares de 29 e 30 dias. O conhecimento deste ciclo permitia aos sacerdotes egípcios situar, no calendário civil, as festas móveis lunares.



**Papiro de Carlsberg**



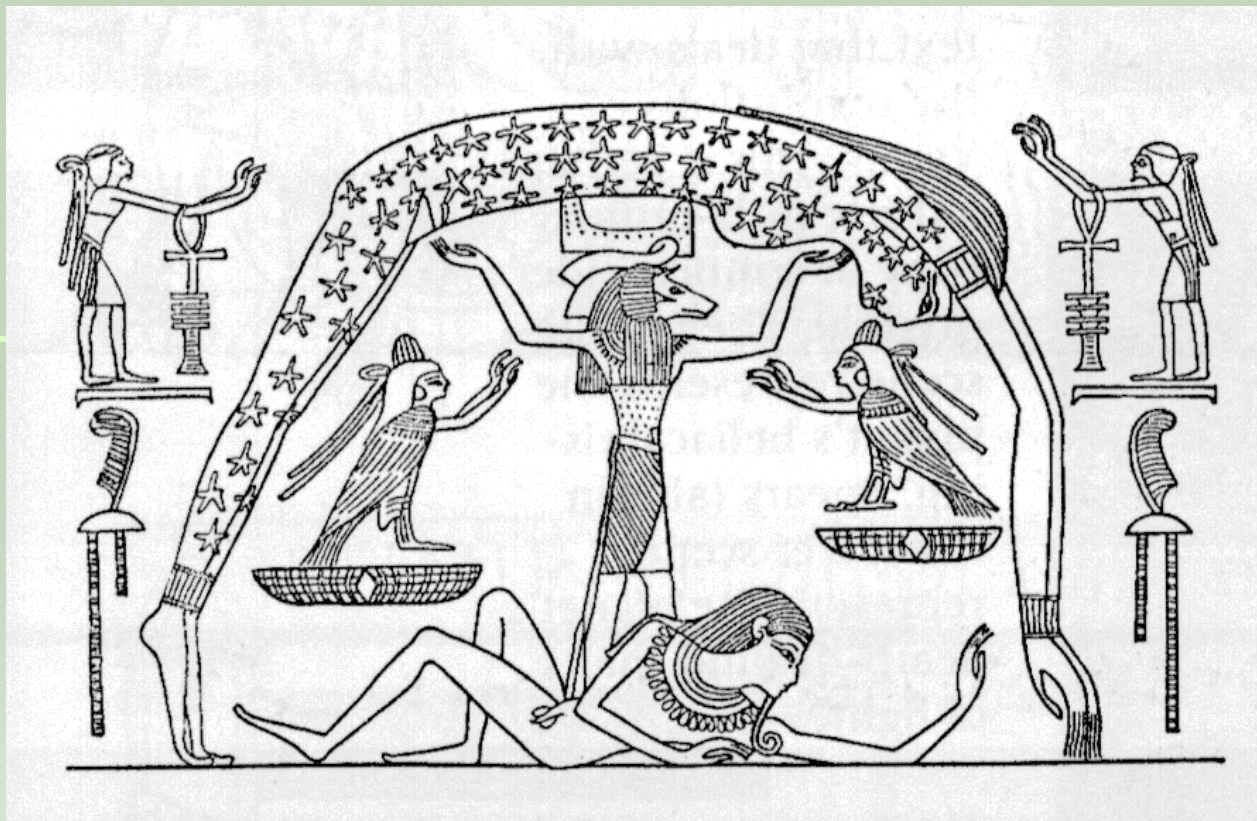
A **orientação de templos e pirâmides** é outra prova do tipo de conhecimentos astronômicos dos egípcios: Se construíram pirâmides como a de **Gize**, com as faces alinhadas com a estrela polar, com a qual era possível determinar o início das estações usando para isso a posição da sombra da pirâmide. Também utilizaram as estrelas para guiar a navegação.



O legado da astronomia egípcia chega até nossos dias na forma do **calendário**. Heródoto, em suas Histórias disse: "*os egípcios foram os primeiros de todos os homens que descobriram o ano, e diziam que o determinaram a partir dos astros*".

**As Pirâmides e as Estrelas de Órion, mesmo alinhamento**





**A deusa egípcia  
Nut (o firmamento)  
suportada pelo  
deus Shu e  
separada do seu  
amante (a Terra)**

Os astros, para os egípcios, tinham um significado muito importante em termos de misticismo e crenças, em especial o nosso astro rei o “Sol”, que para eles era conhecido como o Deus Rá. Para os sacerdotes egípcios, o sol, os planetas e as estrelas mais brilhantes do céu, eram sagrados porque eles os consideravam como Deuses que embora os castigassem com secas no verão, quando surgia a estrela Sírius no céu, eles eram agraciados com as cheias do rio Nilo, que permitiam que eles pudessem plantar e colher grãos

# ASTRONOMIA NA BABILÔNIA

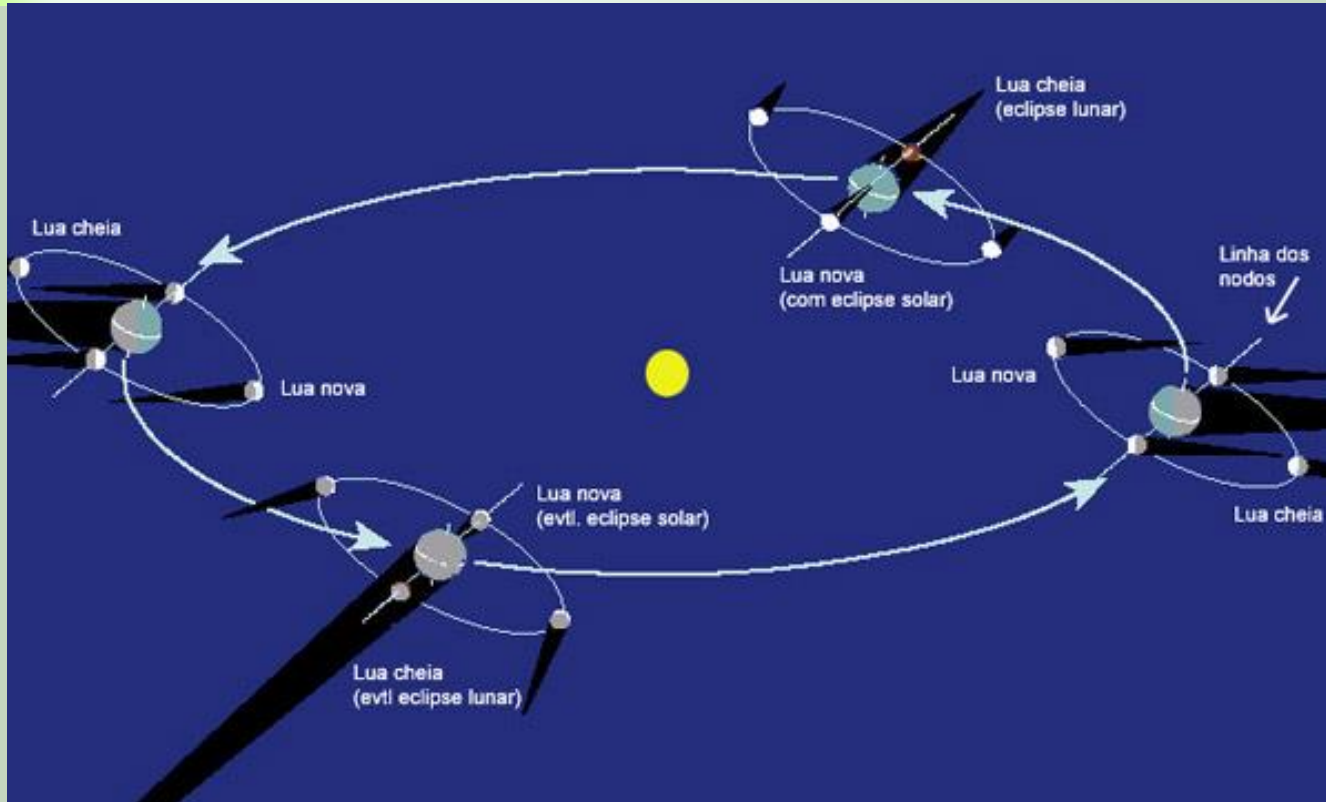


Os babilônios estudaram os movimentos do **Sol** e da **Lua** para aperfeiçoar seu calendário. Designaram como o início de cada mês o dia seguinte ao da lua nova, quando aparece o primeiro quarto lunar. Em princípio este dia se determinava mediante a observação, porém depois os babilônios trataram de calcular o mesmo, antecipadamente.

As primeiras **atividades astronômicas** que se conhece dos Babilônios datam do século VIII a.C.. Estes mediram com precisão o mês e a revolução dos planetas.

A observação mais antiga de um **eclipse solar** procede também dos Babilônios e se remonta ao dia 15 de junho de 763 a.C. Os babilônios calcularam a periodicidade dos eclipses, descrevendo o ciclo de **Saros**, o qual ainda hoje se utiliza. Construíram um **calendário lunar** e dividiram o dia em 24 horas.

Por volta de 400 a.C. comprovaram que os movimentos aparentes do **Sol** e da **Lua**, ao redor do **zodiaco**, não tem uma velocidade constante. Parece que estes corpos se movem com velocidade crescente durante a primeira metade de cada revolução até um máximo absoluto e então sua velocidade diminui até o mínimo originário.



A Terra em órbita do Sol e a Lua em órbita em torno da Terra. Para que os eclipses no topo da imagem se repita, será necessário atingir a mesma configuração dos astros. Por sinal, isto acontece aproximadamente cada 18 anos, a este período é denominado Ciclo de Saros



Da mesma forma, os Babilônicos calculavam as posições planetárias, tanto em seu movimento em direção a Leste como em seu movimento retrógrado. Os arqueólogos encontraram tábuas cuneiformes que mostram estes cálculos. Algumas destas tábuas, que têm sua origem nas cidades de Babilônia e Uruk, as margens do rio Eufrates, levam o nome de **Naburiannu** (491 a.C.), ou **Kidinnu** (379 a.C.), astrólogos que deviam ser os inventores dos sistemas de cálculo.



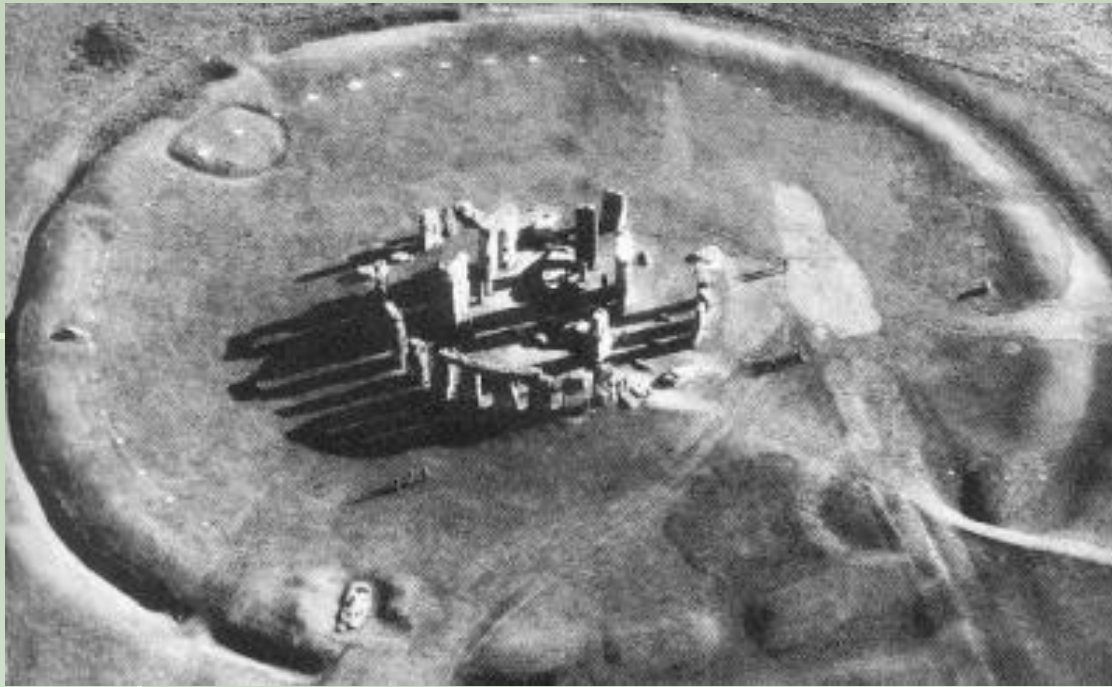
**Tábuas com a lista dos eclipses entre 518 e 465 a.C., mencionando a morte do rei Xerxes – (Kidinnu)**

# MONUMENTOS DA ASTRONOMIA ANTIGA

**Stonehenge** (que significa “*pedra pendurada*”) fica localizado no sul da Inglaterra, e trata-se de um misto de **observatório** e **calendário** pois, a partir de observações de objetos celestes, era possível se obter informações a respeito de determinadas épocas do ano, como por exemplo, os dias de **equinócio** e **solstício**. Segundo estudos arqueológicos, esse monumento levou aproximadamente 1.500 anos para ser construído, num processo que teve várias fases distintas.

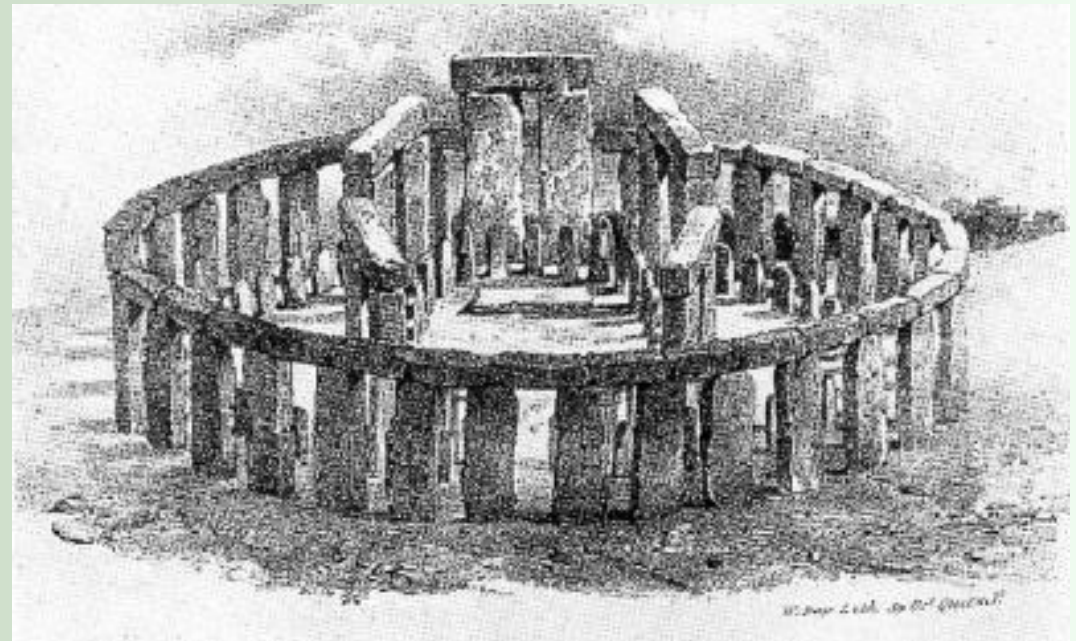


**Stonehenge**



**Stonehenge vista  
do alto. Crédito:  
Hoskins, 1997**

**Reconstituição do que  
terá sido o aspecto de  
Stonehenge no  
segundo milênio antes  
de Cristo. Crédito:  
North, 1994**

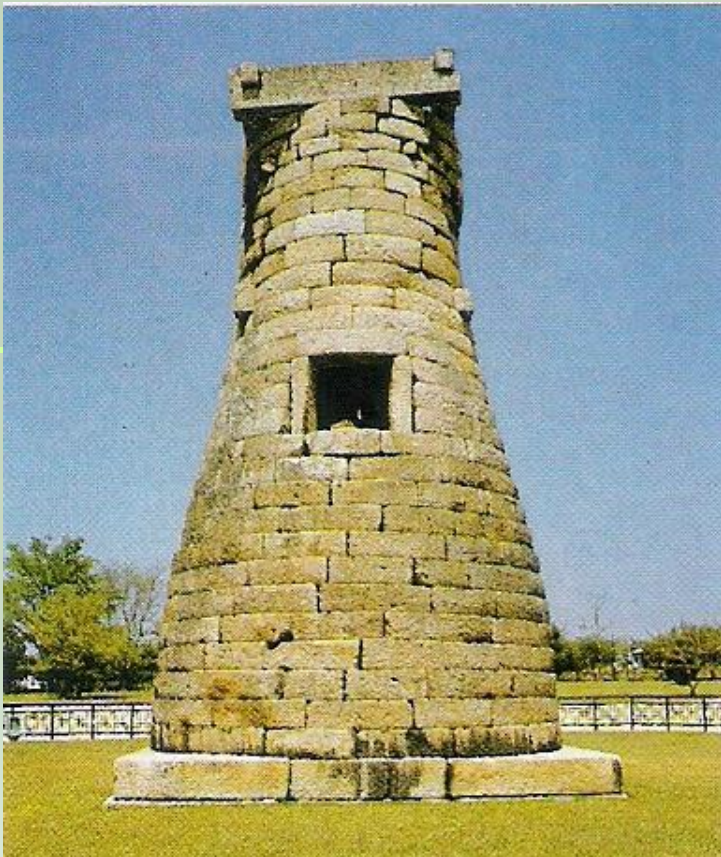




Em Portugal, existe um monumento megalítico deste tipo, próximo de Évora: o **Cromeleque dos Almendres**. Este constitui a maior planta neolítica da Península Ibérica, com 92 menires parcialmente trabalhados formando círculos e alinhamentos relacionados com efeméride.



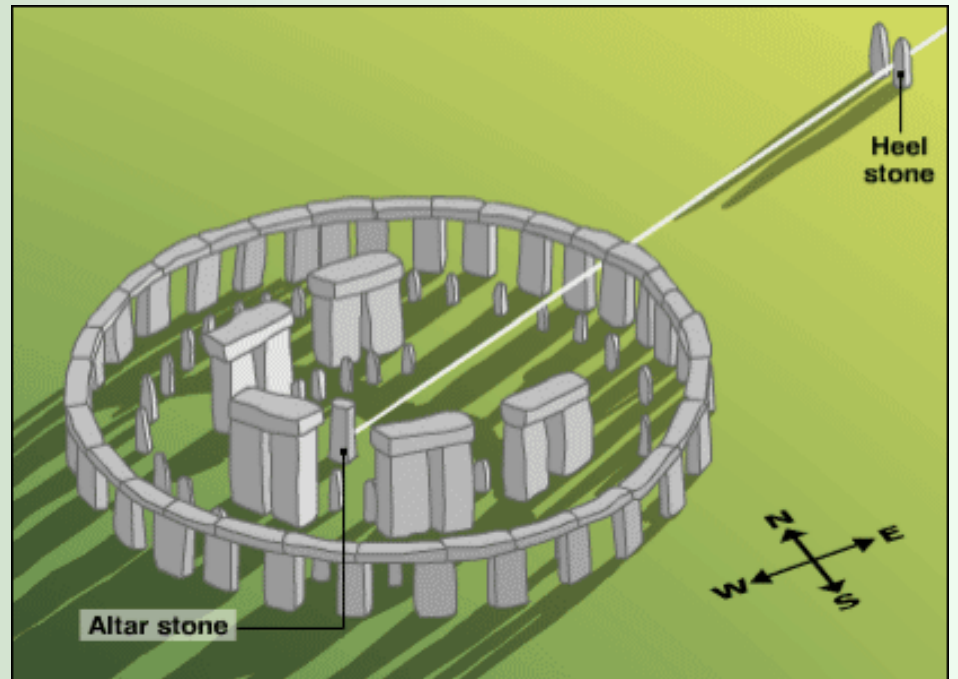
**Cromeleque de Almendres – Portugal**



O mais antigo sobrevivente dos velhos observatórios é o Chomsung Dae, na Coréia.

Consiste de uma estrutura simples em forma de colméia e uma abertura central no teto.

Maquete de Stonehenge





# O OBSERVATÓRIO MAIS ANTIGO DA AMÉRICA



O **Observatório de Chankillo** foi construído durante a queda de um dos maiores centros religiosos dos Andes, o **Chavín de Huántar**, entre o ano de 200 e 300 a.C. Localizado a 400 km de Lima (Perú), **Chankillo** está formado por uma fortaleza estrategicamente localizada no alto de um cerro, com três grossas muralhas de pedras ovóides, concêntricas, (com cinco, quatro e três entradas respectivamente desde a exterior até a interior). Estes acesos nivelados dão entrada a uns elaborados corredores, cujos tetos são feitos com grossas madeiras. Rodeados por estes ciculos concêntricos se tem duas estruturas redondas e uma circular. Datações efetuadas por análises del C14 se estima a idade em uns 2.300 anos.



# A ASTRONOMIA NA MESOPOTÂMIA

O primeiro registro escrito com o nome de um objeto celeste data de cerca de 2500 a.C.: *Mul-Mul* (“estrela”, para os sumérios), e foi feito em alusão ao aglomerado estelar atualmente conhecido como **Plêiades**.

Já no século XVII a.C., durante o reinado de Amnisaduga, as primeiras observações sobre Vênus também foram registradas. Com os dados obtidos, foi possível calcular o ciclo do planeta como sendo de 587 dias (*valor próximo ao correto que é de 584 dias; algo deveras surpreendente*).



O aglomerado das Plêiades

Uma prática relativamente comum e que merece destaque por ter ajudado os estudiosos a reconhecer as imagens de algumas constelações clássicas, era a representação desses agrupamentos em pedras chamadas **kudurru** (*“fronteira, território”, em acadiano*). Esses marcos eram uma espécie de escritura que transferia o direito de posse sobre uma propriedade para uma pessoa ou um grupo de pessoas, e que recebia as figuras das constelações como forma de garantia de autenticidade



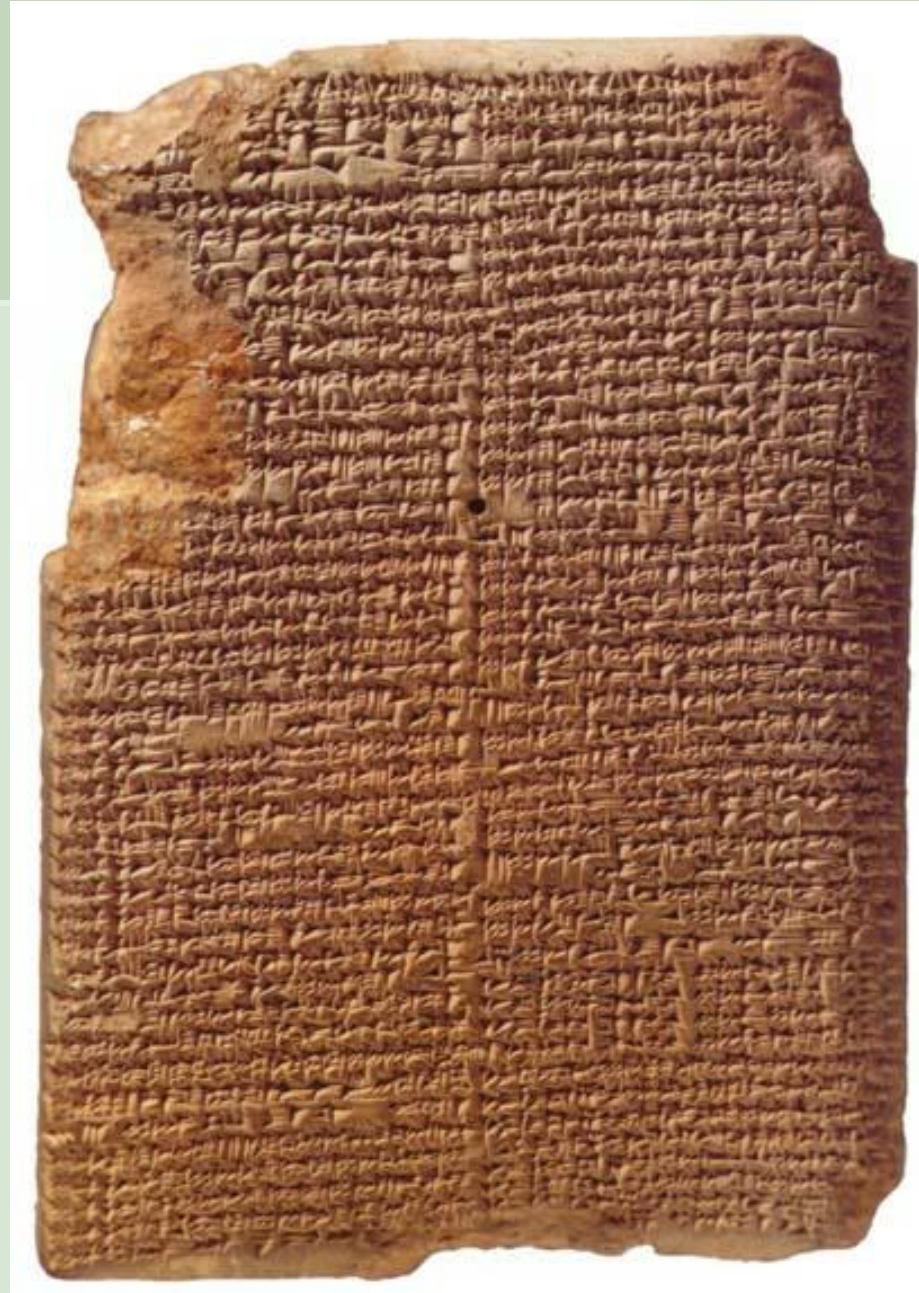
**Kudurru da época de Nabucodonossor I**



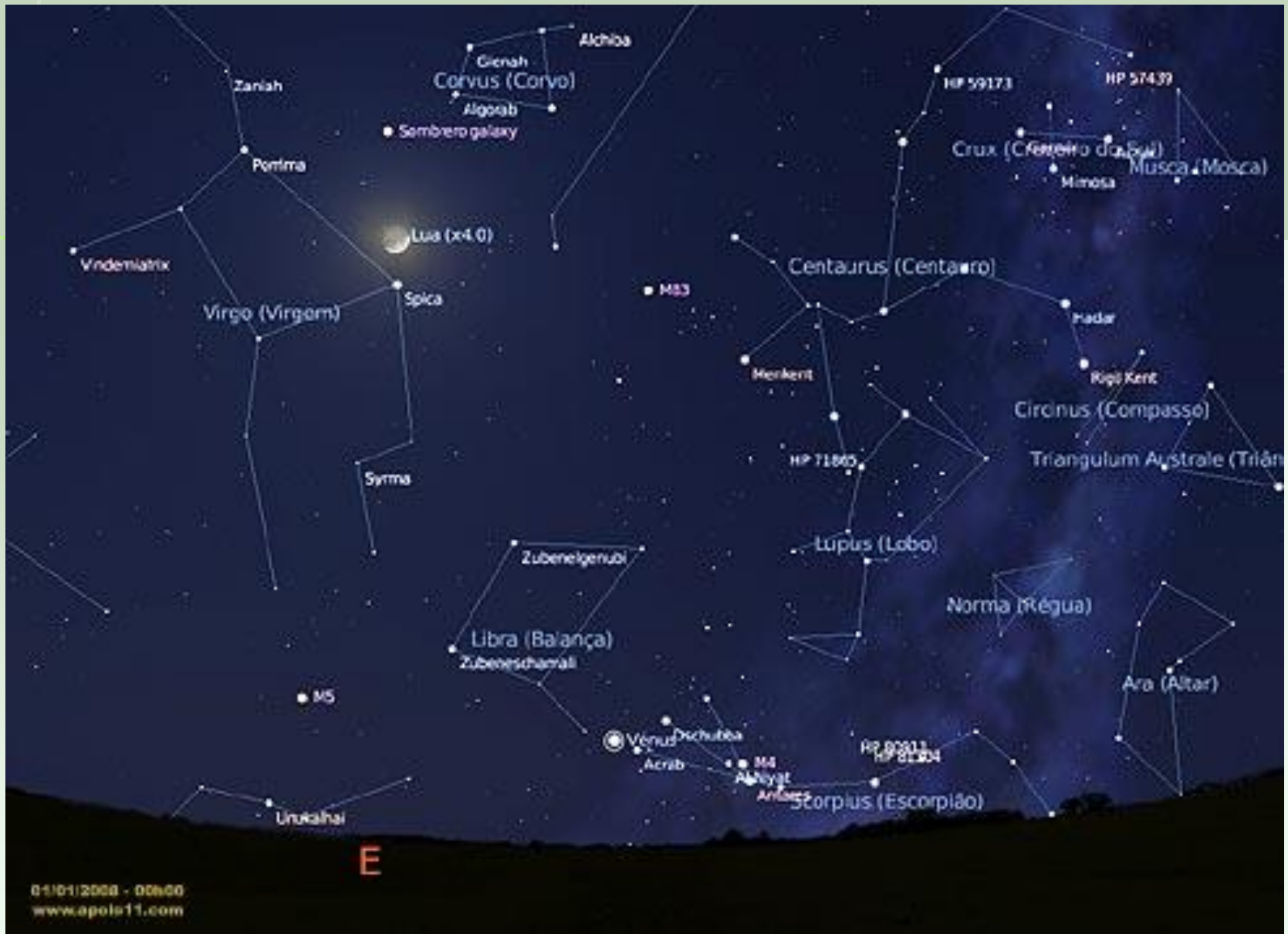


Durante o período em que os assírios dominaram a Mesopotâmia, grande parte do conhecimento acumulado até então foi reunido na biblioteca de Assurbanipal, localizada na cidade de Nínive, no século VII a.C.. Uma das principais peças desse acervo eram as tábuas **Mul.Apin** (o prefixo, quer dizer “**estrela**”, e acompanhava todos os nomes de constelação, e a segunda palavra significa “**o arado**”, e se refere ao asterismo formado pelas sete estrelas mais brilhantes da constelação boreal hoje chamada de **Ursa Maior**).

## As tábuas Mul.Apin

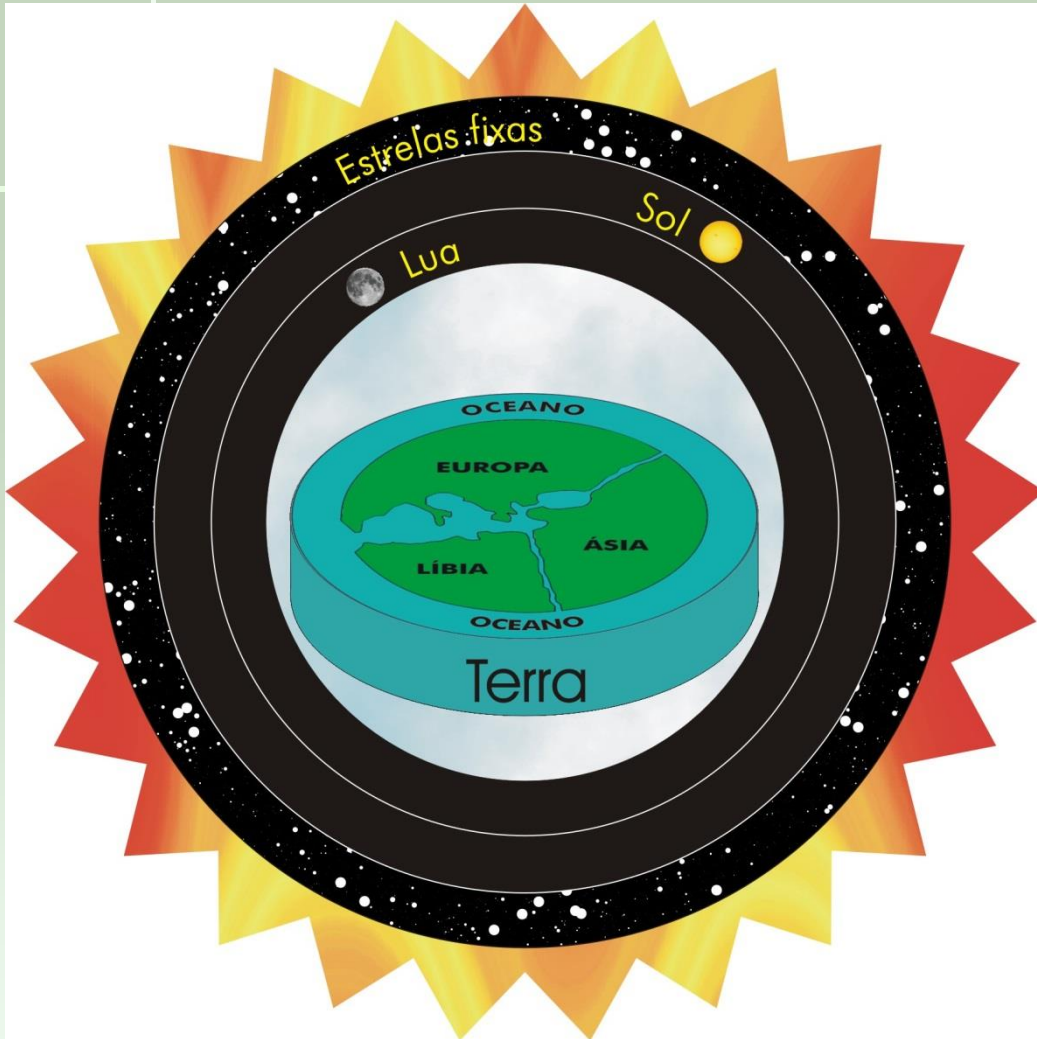






Vista da Lua e de algumas constelações

# ASTRONOMIA NA ANTIGA GRÉCIA

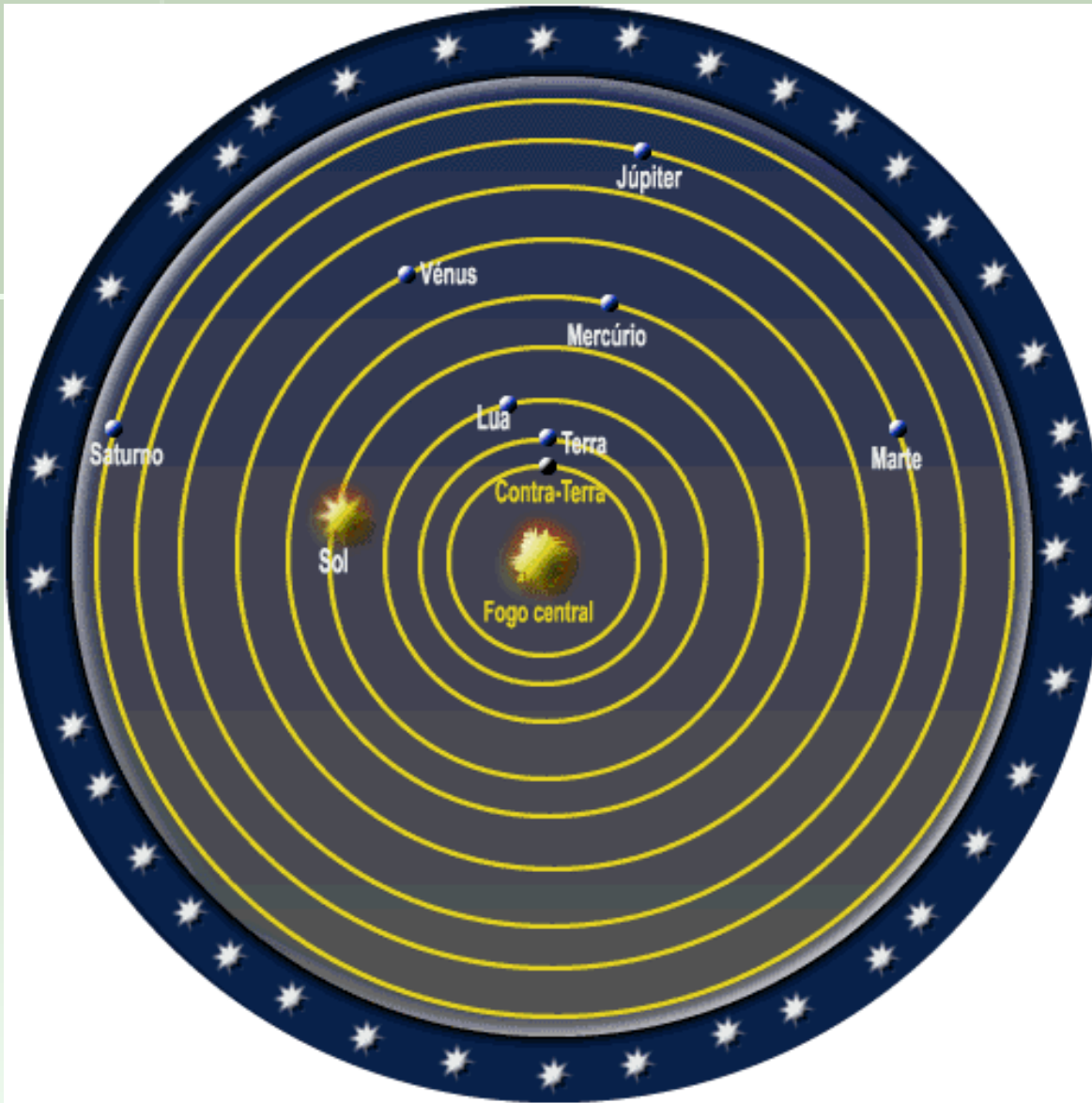


Teve início na **Grécia** o que hoje conhecemos como **astronomia ocidental**. No início da história da Grécia, se considerava que a terra era um **disco** em cujo centro se encontrava o **Olimpo** e ao seu redor o **Okeanos**, o mar universal. As observações astronômicas tinham como fim primordial, servir como guia para os agricultores, para o que se trabalhou intensamente na elaboração de um calendário que fosse útil para estas atividades.

**A Terra na forma de um disco, imaginada pelos Gregos**

Por volta do ano de 450 a.C., os gregos começaram um frutífero estudo dos movimentos planetários.

**Filolao** (século V a.C.), discípulo de Pitágoras, acreditava que a Terra, o Sol, a Lua e os planetas giravam todos ao redor de um **fogo central** oculto por uma “**contra-terra**” interposta. De acordo com sua teoria, a revolução da Terra ao redor do fogo a cada 24 horas, explicava os movimentos diários do Sol e das estrelas.



A concepção do Universo por Filolao

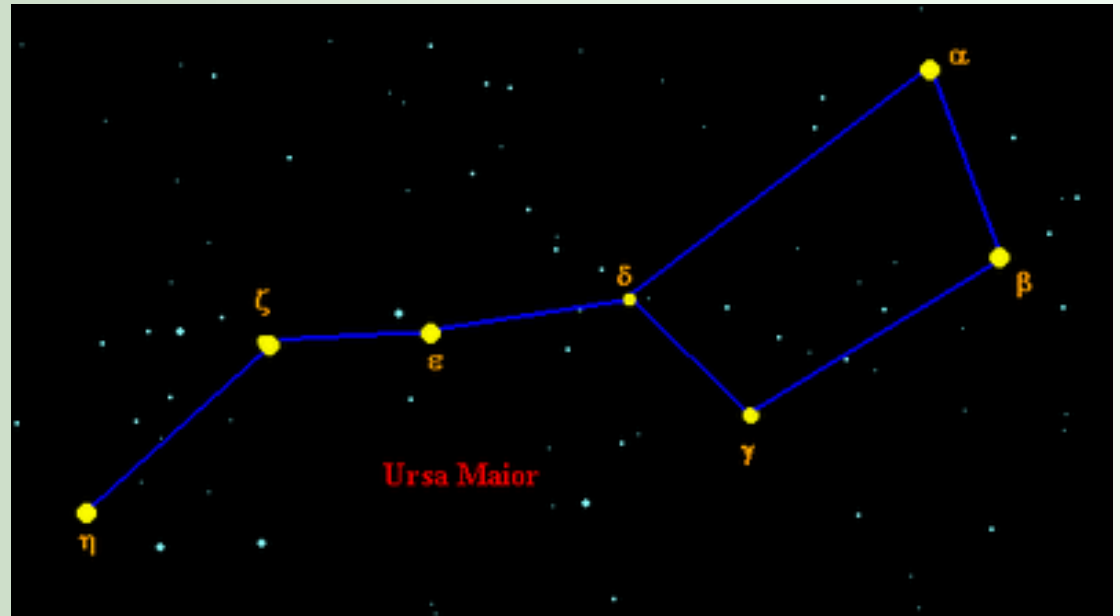


**Eudoxo** (408-355 a.C.), foi o primeiro em conceber o universo como um conjunto de 27 esferas concêntricas que rodeiam a Terra, a qual por sua vez também era uma esfera. **Platón** e um de seus mais destacados alunos, **Aristóteles** (384-322 a.C.), mantiveram o sistema idealizado por **Eudóxo** agregando-lhe não menos de cinquenta e cinco esferas em cujo centro se encontrava a Terra imóvel.



**Universo Geocêntrico  
de Eudóxo**

As referências astronômicas mais comuns eram as constelações do **Órion** e da **Ursa Maior**, os aglomerados estelares **Plêiades** e **Híades**, e as estrelas **Sirius** (da constelação do *Cão Maior*) e **Arturus** (da constelação do *Boieiro*).



**Constelação de Órion e a Constelação da Ursa Maior**

É de **Tales** a autoria de algumas idéias bastante ousadas para o seu tempo. Ele foi o primeiro a propor que tudo que existia teria se originado de uma única substância: **a água**. Para muitos, este é considerado o primeiro princípio físico, o de um elemento primordial no Universo. Ainda segundo Tales, a **Terra** seria um **disco plano** que flutuaria num imenso oceano. Em 585 a.C., **Tales** teria anunciado a ocorrência de **um eclipse solar**, fato que o tornou célebre



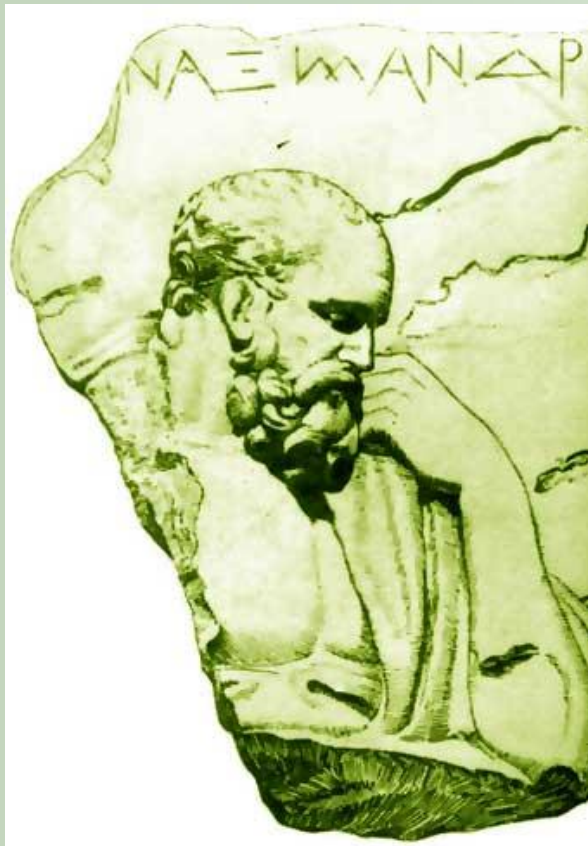
**Modelo proposto por Tales**



**Eclipse solar**

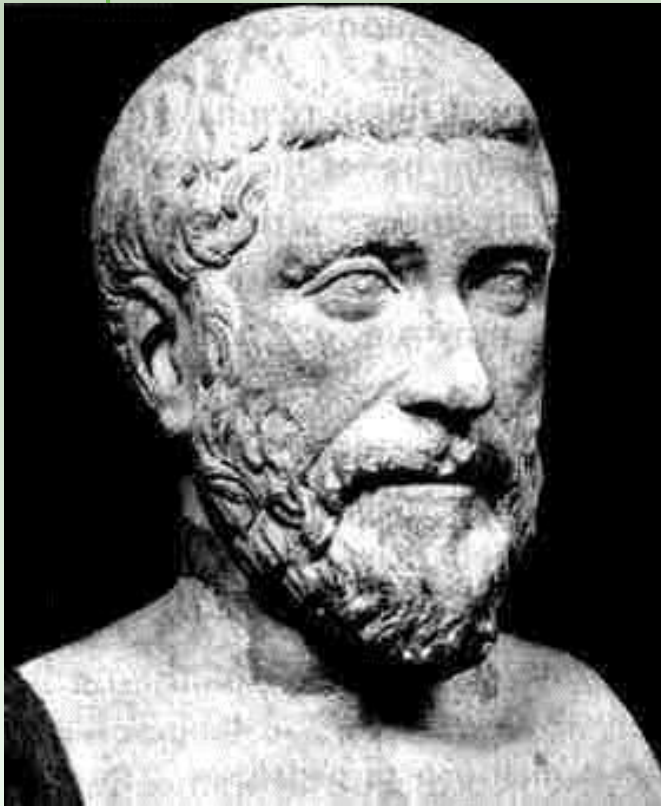


**Anaximandro de Mileto** (610-547a.C.), discípulo do próprio Tales, pré-socrático da Escola Jônica, certamente se inspirou na idéia de seu mestre para propor que tudo teria se originado de uma massa primordial que ele chamou de **infinito** (*apeíron*, em grego). Anaximandro é conhecido ainda por ter confeccionado aquele que se acredita ser o primeiro **mapa do mundo antigo**.



**Anaximandro de Mileto e o Primeiro Mapa do Mundo Antigo**

Entre os astrônomos gregos, acredita-se que **Pitágoras** tenha sido o primeiro a perceber que os astros brilhantes conhecidos como ***phosphorus*** (*estrela matutina*) e ***hesperus*** (*estrela vespertina*) tratavam-se do mesmo objeto celeste: o planeta **Vênus**.

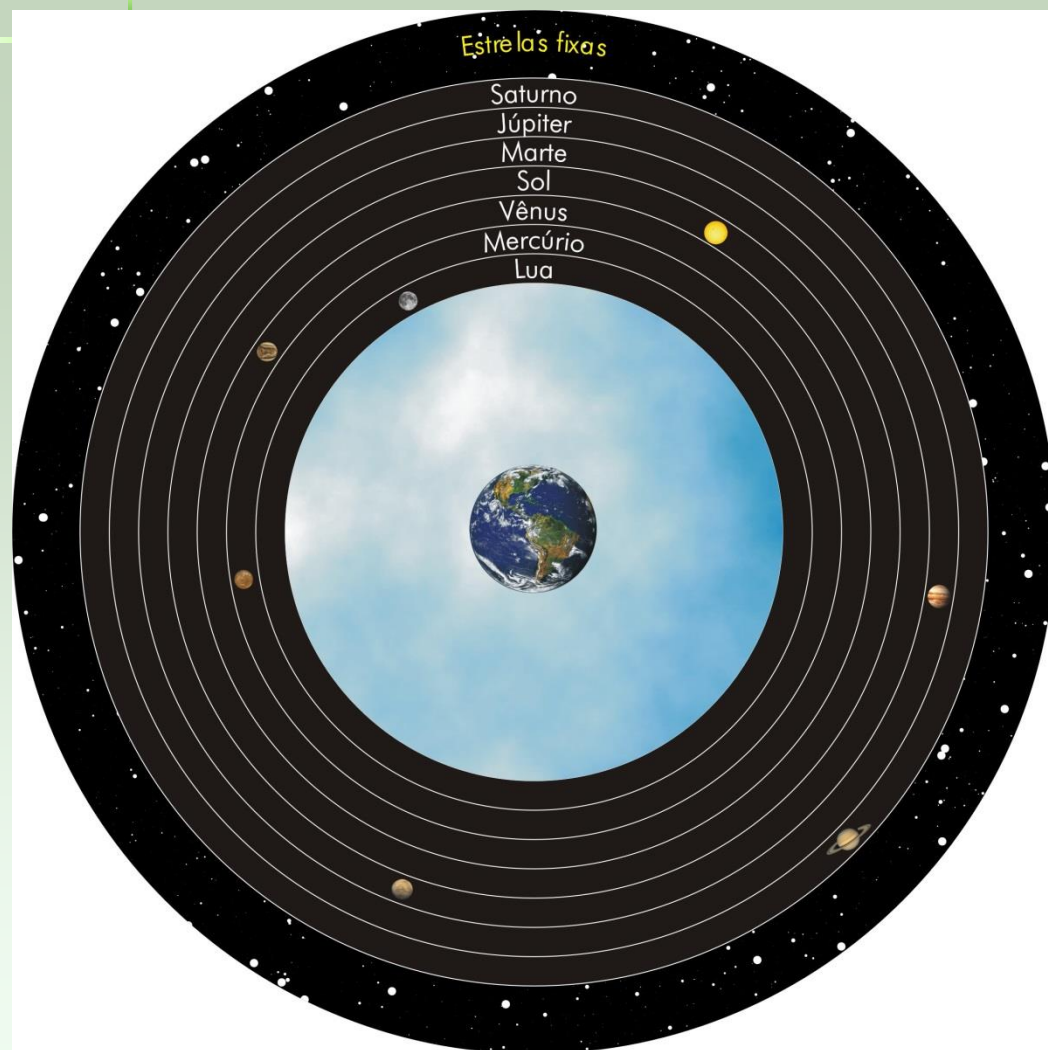


**Pitágoras**



**A Lua e a Estrela Matutina  
(Planeta Vênus)**

Observar o céu permitiu a **Pitágoras** vislumbrar a existência de uma ordem no Universo. Com base nesta premissa, ele cunhou o termo **cosmos**, que até hoje é utilizado como sinônimo de Universo, e em grego significa exatamente o objeto de sua busca: **ordem**.



**Modelo de Pitágoras com a Terra esférica no centro e os planetas em suas órbitas respeitando a ordem de afastamento**



O sistema proposto por **Filolau** foi lançado em sua obra intitulada *O Tratado do Céu* e, de acordo com ele, no centro do Cosmos estaria o que chamou de “**fogo central**”, chamado também de fogo d’Héstia, em homenagem a deusa Héstia, que abençoava o fogo e trazia conforto aos homens nas noites frias do inverno. Ao redor deste fogo central haveria nove astros, dispostos em ordem de afastamento da seguinte maneira: **Antiterra, Terra, Lua, Sol, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno**.

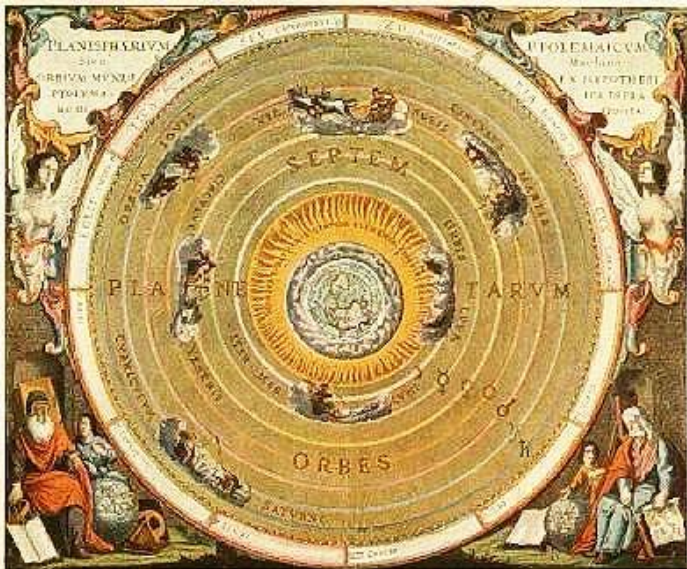
**Modelo proposto por Filolau**



# A ASTRONOMIA NA ALEXANDRIA

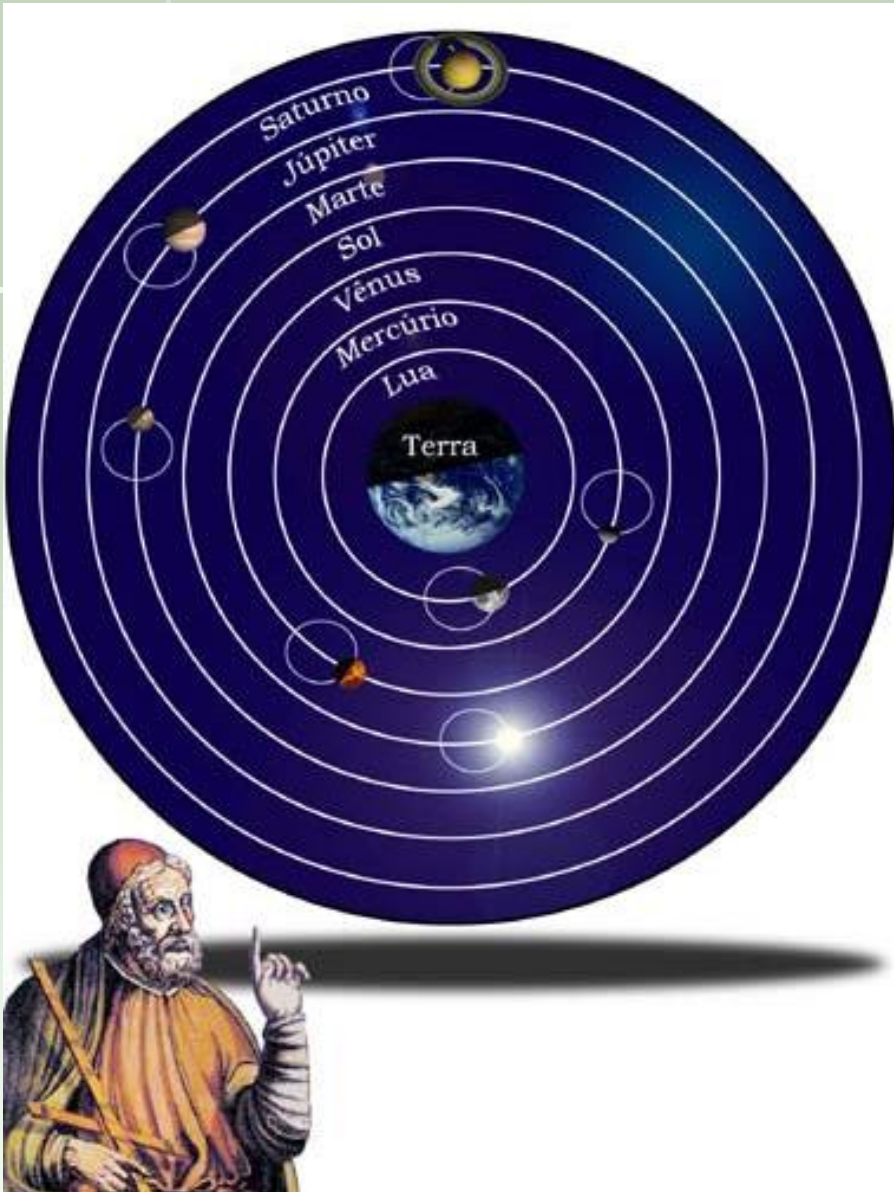
Os astrônomos **Hiparco de Nicéa** e **Ptolomeu** determinaram as posições de umas 1.000 estrelas brilhantes e utilizaram este mapa estelar, como base para medir os movimentos planetários.

**Ptolomeu** compilou o saber astronômico de sua época nos treze tomos do «**Almagesto**». Expôs um sistema onde a Terra, no centro, estava rodeada por esferas de cristal dos outros 6 astros conhecidos. A terra não ocupava exatamente o centro das esferas e os planetas tinham um **epiciclo** (*sistema criado por Apolônio de Pergamo e aperfeiçoado por Hiparco*), cujo eixo era a linha da órbita que girava ao redor da terra chamada **deferente**.



O Almagesto





**Claudio Ptolomeu** adotou e desenvolveu o sistema de Hiparco. O número de movimentos periódicos conhecidos naquele momento era bastante grande: faltavam uns oitenta círculos para explicar os movimentos aparentes dos céus. O próprio Ptolomeu chegou à conclusão de que tal sistema não podia ter realidade física, considerando-o uma conveniência matemática. Entretanto foi o que se adotou até o **Renascimento**.

**Modelo cosmológico de Ptolomeu**

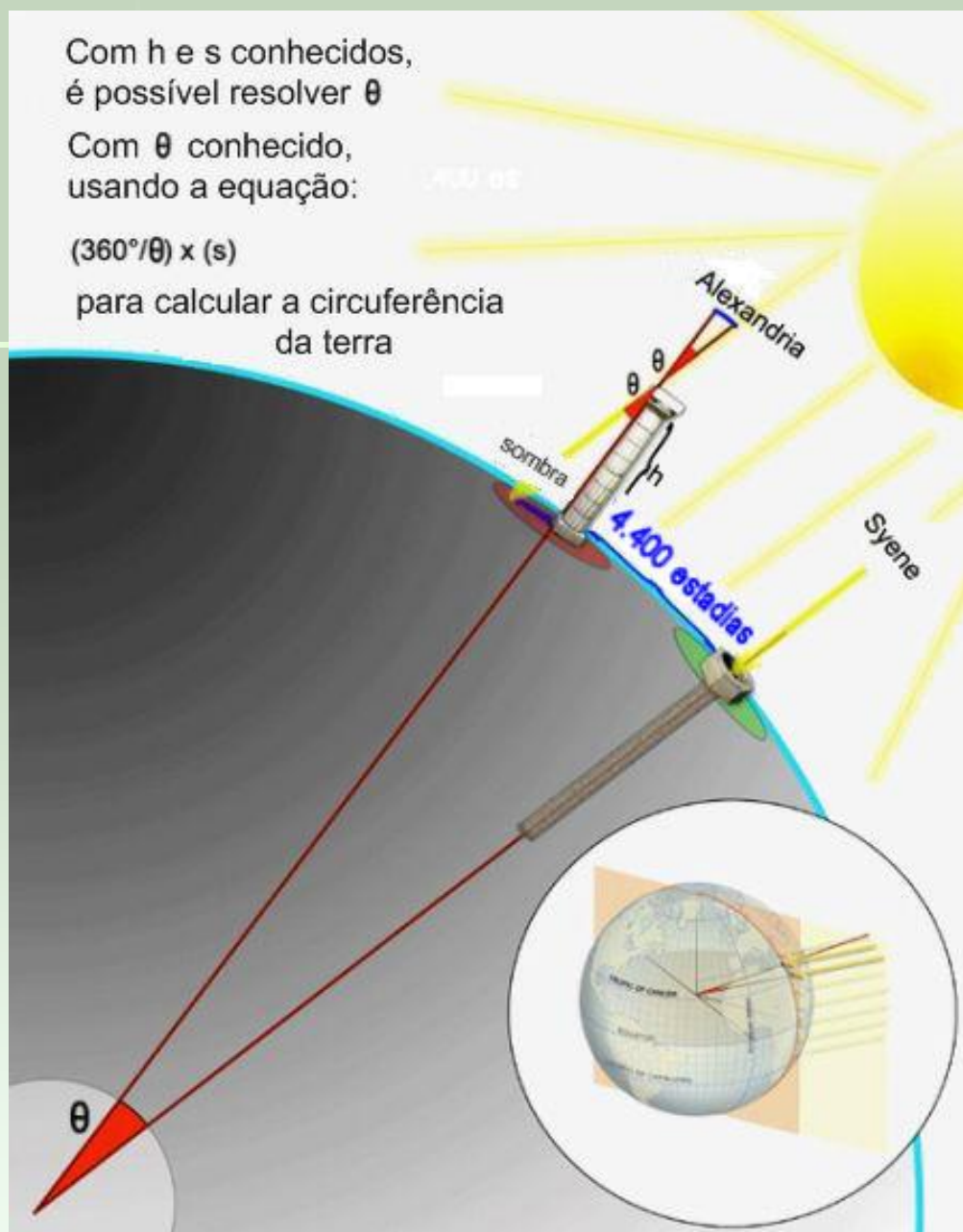


Com  $h$  e  $s$  conhecidos,  
é possível resolver  $\theta$

Com  $\theta$  conhecido,  
usando a equação:

$$(360^\circ/\theta) \times (s)$$

para calcular a circunferência  
da terra



Outros logros da Astronomia na Alexandria foram o cálculo da circunferência da terra por **Eratóstenes** e as primeiras medições das distâncias ao Sol e a Lua. Foram desenhados catálogos estelares como os de Hiparco de Nicéa e o descobrimento da **precessão dos equinócios**.

**Determinação da circunferência da Terra por Eratóstenes**

# A ASTRONOMIA EM ROMA

O **império Romano**, tanto em suas épocas pagã como cristã, deu pouco ou nenhum impulso ao estudo das ciências. Roma era uma sociedade prática que respeitava a técnica, porém considerava a ciência tão pouco útil como a pintura e a poesia.

Os conhecimentos **astronômicos**, durante este período, são os que já se conheciam na época Helênica, isto é, algumas teorias geocêntricas (*Aristotélicas*) e a existência dos planetas visíveis, a vista desarmada, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, com especial menção ao nosso satélite natural, a Lua conhecida desde sempre e considerada como uma Deusa.

Não podemos deixar de mencionar o filósofo romano **Lucrecio**, do século I a.C., e sua famosa obra "***De Rerum Natura***", na qual encontramos uma concepção do Universo, muito próxima à moderna, em alguns sentidos, e estranhamente retrógrada, em outros.



# A ASTRONOMIA ÁRABE

Os **Árabes** foram os que, após a decadência dos estudos Gregos e a entrada do ocidente em uma fase obscura, durante os séculos X a XV, continuaram com as investigações em astronomia, deixando um importante legado: traduziram o **Almagesto** e catalogaram muitas estrelas com os nomes que se utilizam ainda hoje, como **Aldebaram**, **Rigel** e **Deneb**.

Entre os astrônomos árabes mais destacados se encontram **Al Batani**, **Al Sufi** e **Al Farghani**, uma autoridade no sistema solar que calculou que a distância a Saturno era de 130 milhões de km (*sua distância é 10 vezes maior*).



**Manuscrito Árabe do Século XIV  
mostrando um astrolábio sendo  
usado**



No ano 829 **Al-Mamúm** fundou o observatório astronômico de Bagdá, onde se desenvolveram estudos sobre a **obliquidade da eclíptica**. Por sua parte, **Al-Farghani** confecciona, pouco depois, "*El libro de reunión de las estrellas*", um extraordinário catálogo com medidas muito precisas das estrelas.

**Al-Battani**, efetuou medições sobre a **obliquidade da Eclíptica e Precessão dos Equinócios** as quais foram mais exatas que as de Claudio Ptolomeo.

Em 1080 **Azarquiel** elaborou as "**Tablas Toledanas**", utilizadas por mais de um século, para estabelecer o movimento dos planetas.



**Astrolábio Árabe do ano de 1140**

# A ASTRONOMIA NA IDADE MÉDIA



**Astrônomo da Idade Média**

Durante este período, na Europa, dominaram as teorias **geocentristas** promulgadas por Ptolomeo e não se apresentou nenhum desenvolvimento importante da astronomia. Somente **Johannes Müller** (*chamado Regiomontanus*) começou a realizar e reunir novas medições e observações.

No século XV começaram a surgir dúvidas sobre a teoria de Ptolomeu: o filósofo e matemático alemão **Nicolas de Cusa** e o artista e científico italiano **Leonardo da Vinci**, questionaram os suportes básicos da posição central e a imobilidade da Terra. Havia iniciado o Renascimento.

# A ASTRONOMIA NA ANTIGA CHINA

Os **chineses** consideravam o universo como uma laranja que pendia da estrela polar ficando suas 284 constelações em 28 segmentos ou casas em que dividiam o universo. A antiga astronomia estelar chinesa difere muito da babilônica e da ocidental. O equador celeste se dividia em 28 «casas» e o número de constelações ascendia ao final a 284.



Igual que na Babilônia, o antigo **calendário chinês**, do principio do século II a. C., é um ano luni-solar, com ciclos bissextos de 19 anos. A obra "**Calendário de três ciclos**", escrita no principio de nossa era e cujo autor é **Liu Hsin**, descreve a história da astronomia chinesa desde o terceiro milênio.





**Astrônomos Chineses**



**O círculo branco, neste antigo mapa chinês, marca a posição da supernova de 1054 que deu origem à nebulosa do caranguejeiro**

# A ASTRONOMIA MAIA



Na América, durante a época pré-colombiana, se desenvolveu um estudo **astronômico** bastante extenso. Algumas observações **Maias** são bem conhecidas, como a **eclipse lunar** de 15 de Fevereiro de 3.379 a.C. Tinham seu próprio **calendário solar** e conheciam a periodicidade dos eclipses. Inscreveram em monumentos de pedra fórmulas para prever eclipses solares e a saída heliaca de Vênus.

**Observatório Maia de Chichen-Itzá**





**Calendário Maia**

O **calendário solar** maia era mais preciso que o que hoje utilizamos. Todas as cidades do período clássico estão orientadas em respeito ao movimento da abóboda celeste. Muitos edifícios foram construídos com o propósito de representar fenômenos celestes na Terra, como “***El Castillo de Chichén Itzá***”, aonde se observa a descida de **Kulkán**, serpente formada pelas sombras que se criam nos vértices do edifício durante os solstícios. As quatro escadas do edifício somam 365 degraus, os dias do ano. No Códice Dresde e em numerosas estelas se encontram os cálculos dos ciclos lunar, solar, venusiano e as tabelas de periodicidade dos eclipses.



# A ASTRONOMIA INCA



É precisamente em **Cuzco**, onde muitos investigadores têm encontrado documentos de colonizadores espanhóis que descrevem o **Templo do Sol**, do qual irradiavam quarenta e um eixos denominados **ceques**, cuja disposição implicava lineamentos **geomânticos** ou astronômicos, que definiam o vale em 328 **huacas** as quais cumpriam funções rituais e políticas.

# A ASTRONOMIA ASTECA

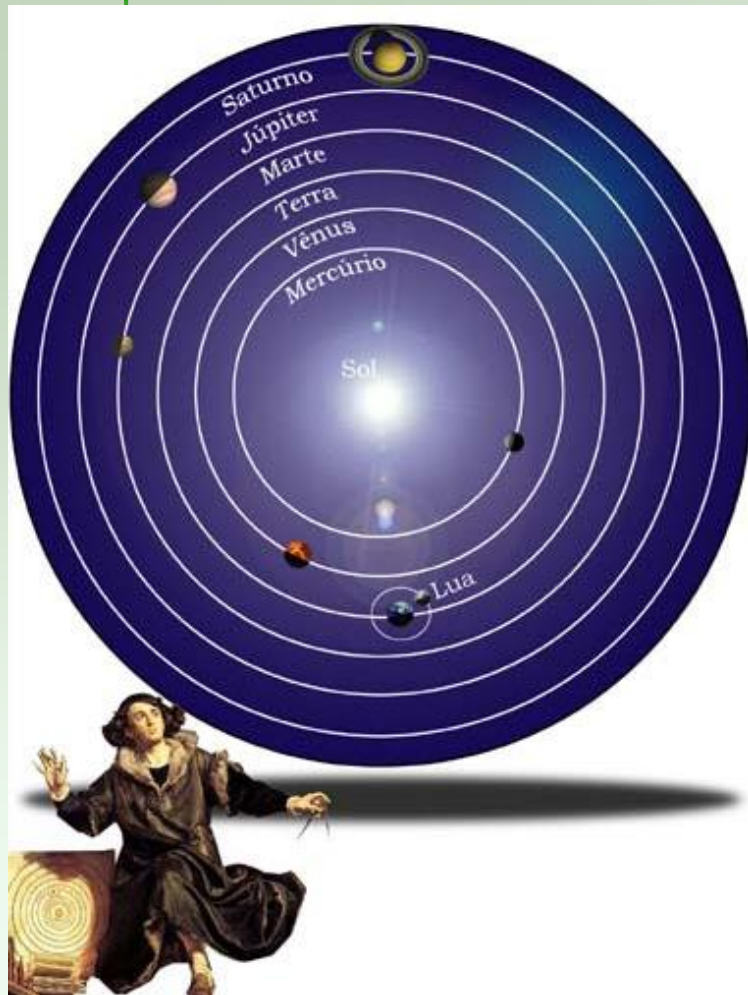


O Calendário  
Asteca

O calendário asteca, ou pedra do Sol, é o monólito mais antigo que se conserva da cultura pré-hispânica. Se acredita que foi esculpido por volta do ano de 1479. Se trata de um monólito circular com quatro círculos concêntricos. No centro se distingue o rosto de **Tonatiuh** (*Deus Sol*), adornado com Jade e sustentando uma faca na boca. Os quatro sois ou eras anteriores, se encontram representados por figuras de forma quadrada que circundam o quinto sol, no centro. O círculo exterior está formado por 20 áreas que representam os dias de cada um dos 18 meses que constavam no calendário asteca

# A ASTRONOMIA NO RENASCIMENTO

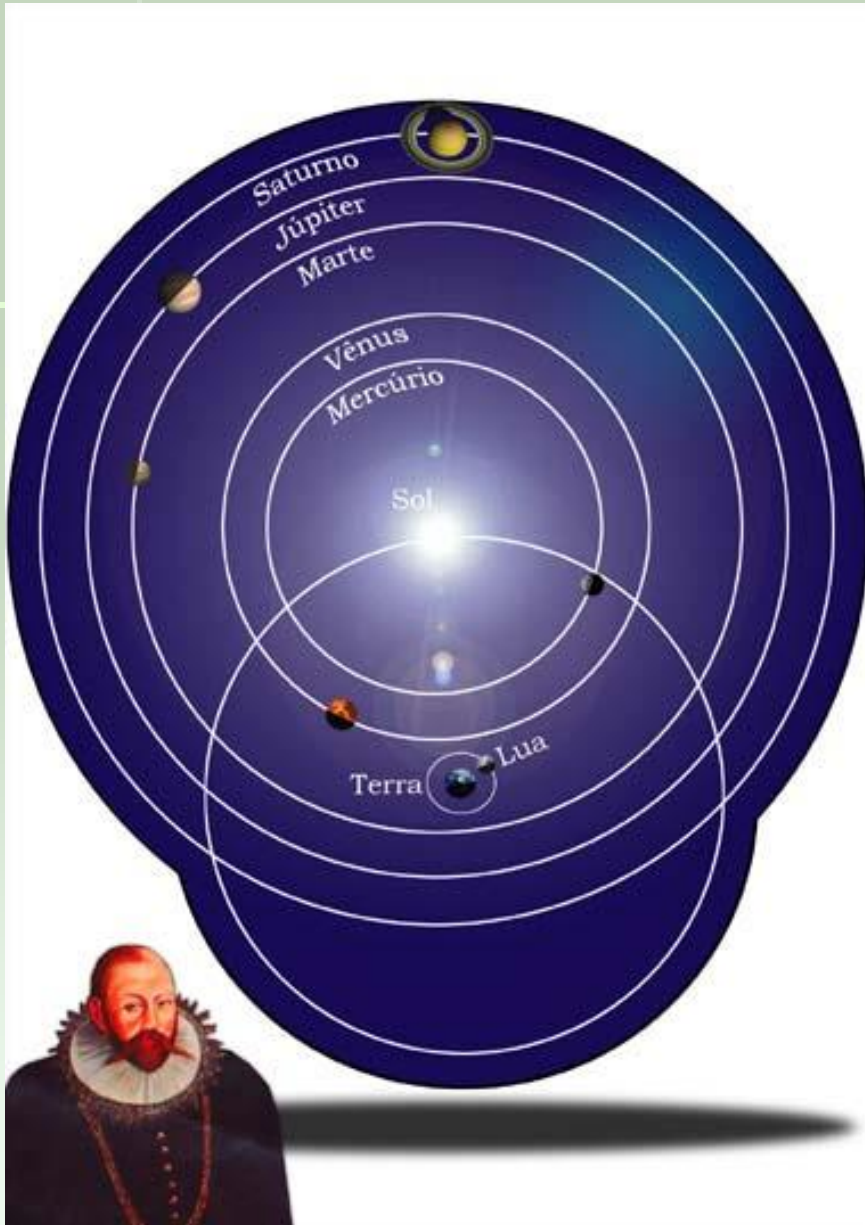
Na astronomia, as contribuições de **Nicolau Copérnico** ocasionaram uma mudança radical e um novo impulso para uma ciência que estava adormecida



No início não foi dada muita atenção ao sistema de Copérnico (*heliocêntrico*) até que **Galileo** descobriu provas sobre o movimento da Terra quando se inventou o telescópio na Holanda. Em **1609** construiu um pequeno telescópio de refração, o dirigiu para o céu e descobriu as fases de Vênus, o que indicava que este planeta gira ao redor do Sol. Também descobriu quatro luas girando ao redor de Júpiter.

**A teoria cosmológica de Copérnico**





O observador mais importante do século XVI foi **Ticho Brahe**, que tinha o dom da observação e o dinheiro para construir os equipamentos mais avançados e precisos de sua época. Desde 1580 até 1597, Ticho observou o Sol, a Lua e os planetas em seu observatório situado em uma ilha próxima de Copenhague e depois na Alemanha

**Modelo híbrido de Tycho Brahe**

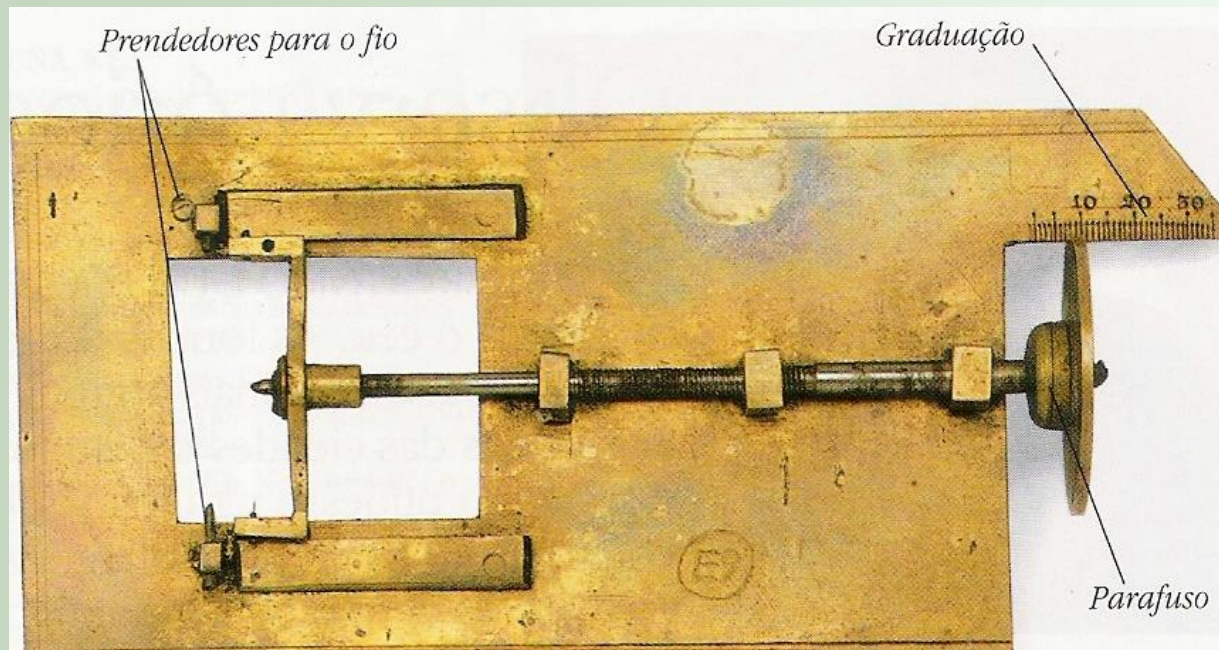
# QUADRANTE ASTRONÔMICO



Os primeiros telescópios eram montados sobre **quadrantes astronômicos** e, para estabilizar o telescópio, o quadrante era geralmente montado sobre um muro, de onde provêm o nome deste tipo de telescópio: **Quadrante Mural**. Como estava pendurado sobre uma única articulação, sua ocular podia ser movida ao longo da escala graduada do arco do quadrante. Graças a isso os astrônomos podiam medir com precisão a altura das **estrelas** que estavam observando.

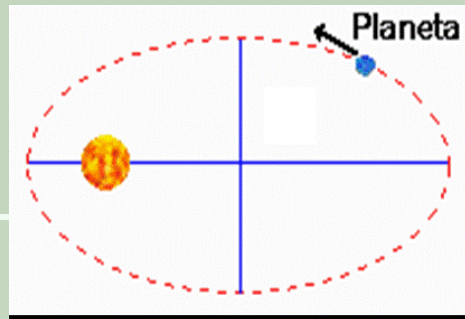
# A MEDIÇÃO DE GRANDES DISTÂNCIAS INTERESTELARES

Quanto maior for o telescópio, mais extensa será sua escala. Isso significa que as medições irão se tornar cada vez mais grosseiras. Pode-se instalar um **micrômetro** para fornecer gradações extremamente pequenas, um recurso necessário quando se mede distâncias entre duas estrelas que se acham muito afastadas uma da outra. Este **micrômetro** foi inventado por William Herschel. Para localizar com grande precisão o posicionamento de uma estrela, um delgado fio de cabelo era rosqueado entre dois prendedores, os quais eram ajustados por meio de um parafuso lateral que podia ser girado com precisão.

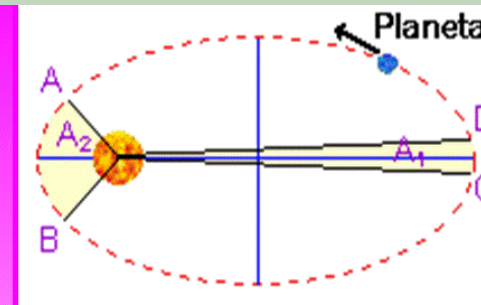




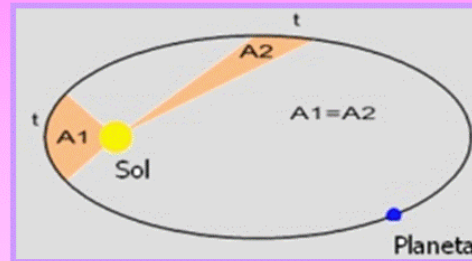
# A ASTRONOMIA MODERNA



1ª Lei de Kepler



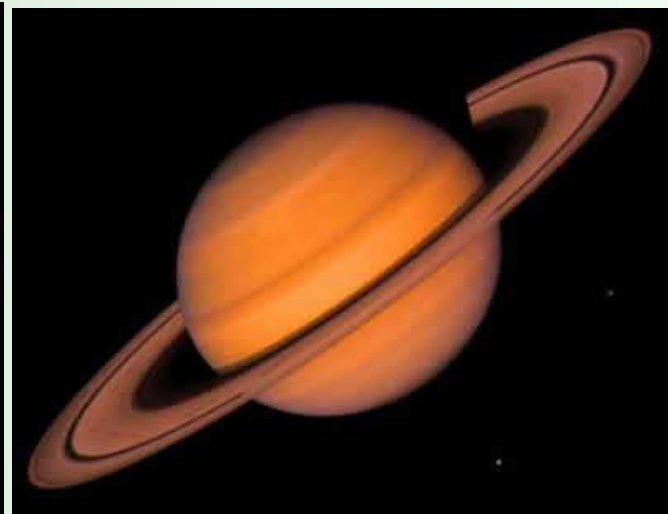
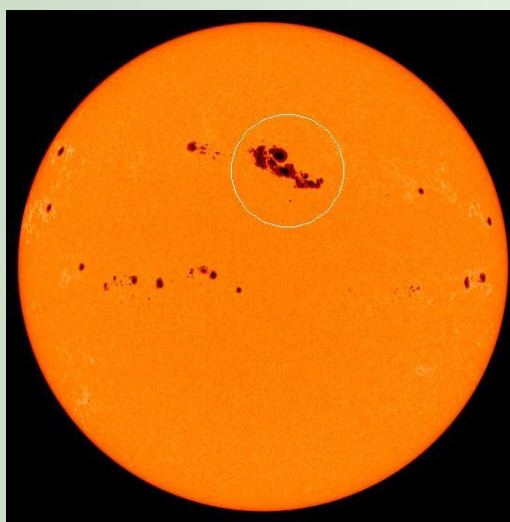
2ª Lei de Kepler



3ª Lei de Kepler

Utilizando os dados recopilados por Brahe, seu ajudante, **Johannes Kepler**, formulou as leis do movimento planetário, afirmando que os planetas giram ao **redor do Sol** e **não em órbitas circulares** com movimento uniforme, se não em **órbitas elípticas** a diferentes velocidades, e que suas distâncias relativas, com respeito ao Sol, estão relacionadas com seus períodos de revolução.

No Século XVII esta grande revolução deu a conhecer a grandes astrônomos que foram construindo a astronomia moderna e atual: **Simon Marius** (*detectou a Nebulosa de Andrômeda em 1612*), **Christoph Scheiner** (*Estudou as manchas solares em 1630*), **Johannes Hevelius** (*Realizou precisas observações da lua e cometas desde seu observatório em Dantzing*), **Christian Huygens** (*descobriu o anel de Saturno e seu satélite Titã*), **Giovanni Domenico Cassini** (*descobriu 4 satélites de Saturno*), **Olaus Römer** (*determinou a velocidade da luz a partir dos eclipses dos satélites de Júpiter em 1676*) e **John Flamsteed** (*fundou o Observatório de Greenwich em 1675 e realizou um grande catálogo celeste*).



**\*Nebulosa de Andrômeda - Manchas Solares - Anéis de Saturno\***

Um dos problemas que os astrônomos sempre tiveram de enfrentar é o dos cálculos aparentemente intermináveis que são necessários para determinar com precisão as posições verdadeiras das estrelas e dos planetas.

Em 1614, o escocês **John Napier** (1550-1617) publicou o primeiro conjunto de **tábuas logarítmicas**. Em 1617 ele inventou uma série de roletes gravados com números de maneira tal que podiam ser colocados lado a lado e utilizados para efetuar multiplicações e divisões complexas. Os roletes, feitos de marfim ou osso, logo ficaram conhecidos como “**ossos de Napier**”

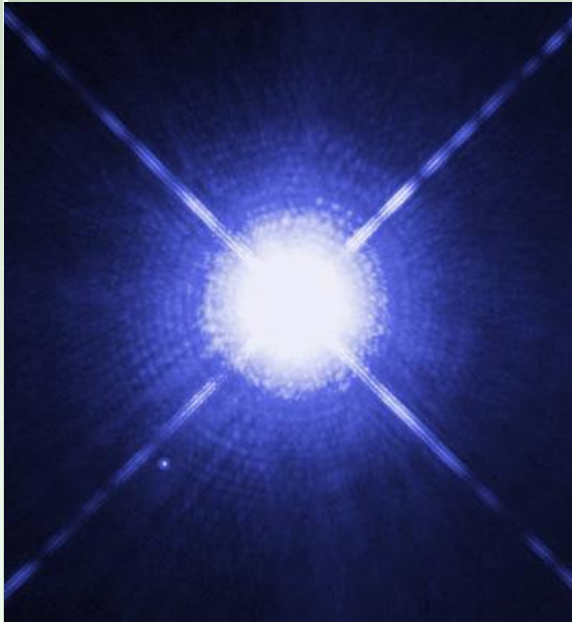


**Ossos de Napier**



# A ASTRONOMIA NO SÉCULO XVIII

Em 1718 o astrônomo inglês **Edmund Halley** (*que já havia calculado a órbita elíptica de "seu" cometa, em 1682*), descobriu que três das estrelas mais brilhantes - **Sírio**, **Proción** e **Arturo** - não se encontravam na posição registrada pelos astrônomos gregos. Halley chegou à conclusão de que as estrelas não se achavam fixas no firmamento, senão que se moviam de uma forma independente. O movimento é muito lento e tão imperceptível que, até que se pode utilizar o telescópio, pareciam encontrar-se fixas.



**Estrela Sírio**



**Astrolábio Persa do Séc. XVIII**

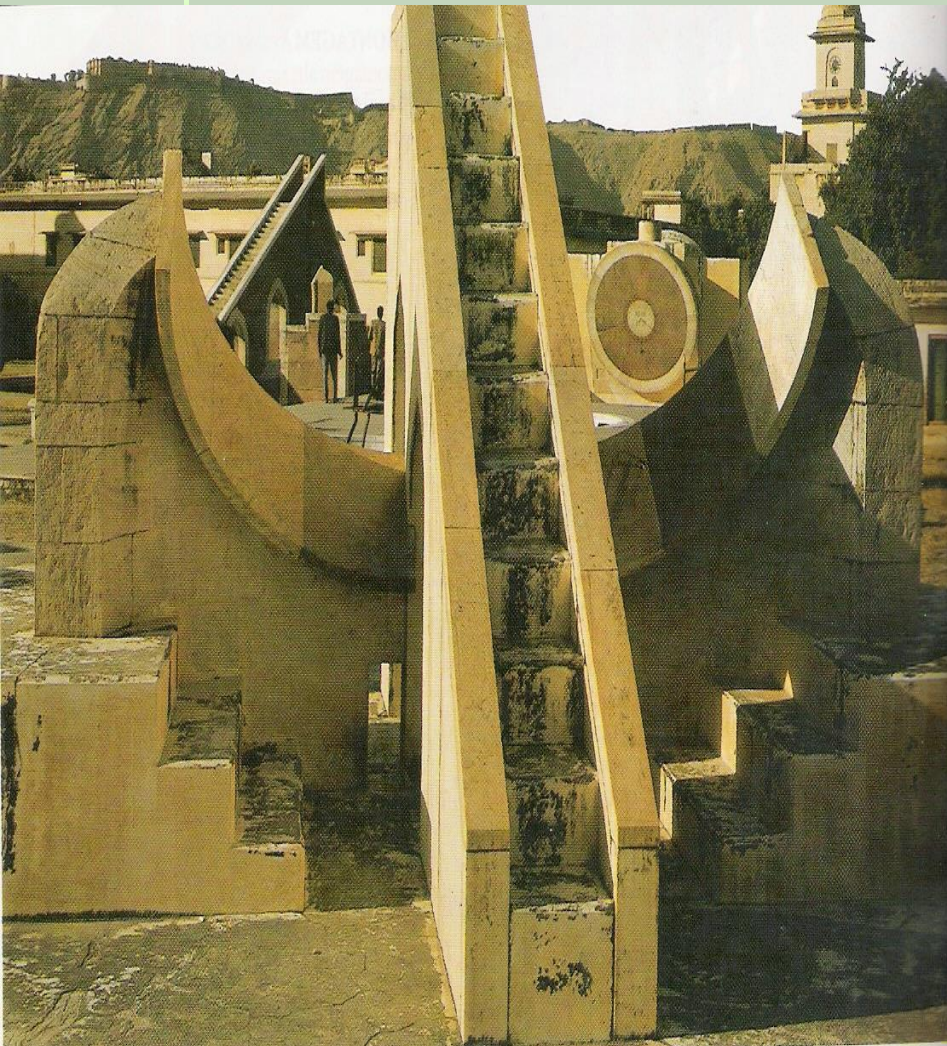
Em 1785, **Herschel** sugeriu que as estrelas se encontravam dispostas de forma lenticular no firmamento. Se contemplamos a **Via Láctea**, vemos um enorme número de estrelas; porém quando olhamos o céu em ângulos retos a esta roda, observamos relativamente um menor número delas. **Herschel** deduziu disso, que os corpos celestes formavam um sistema achatado, com o eixo longitudinal em direção a **Via Láctea**. Hoje sabemos que, dentro de certos limites, esta idéia é correta, e chamamos a nosso sistema estelar de Galáxia, outro termo utilizado para designar a **Via Láctea** (*galáxia, em grego, significa «leite»*).



**Via Láctea**



# OBSERVATÓRIO DE JAIPUR - ÍNDIA



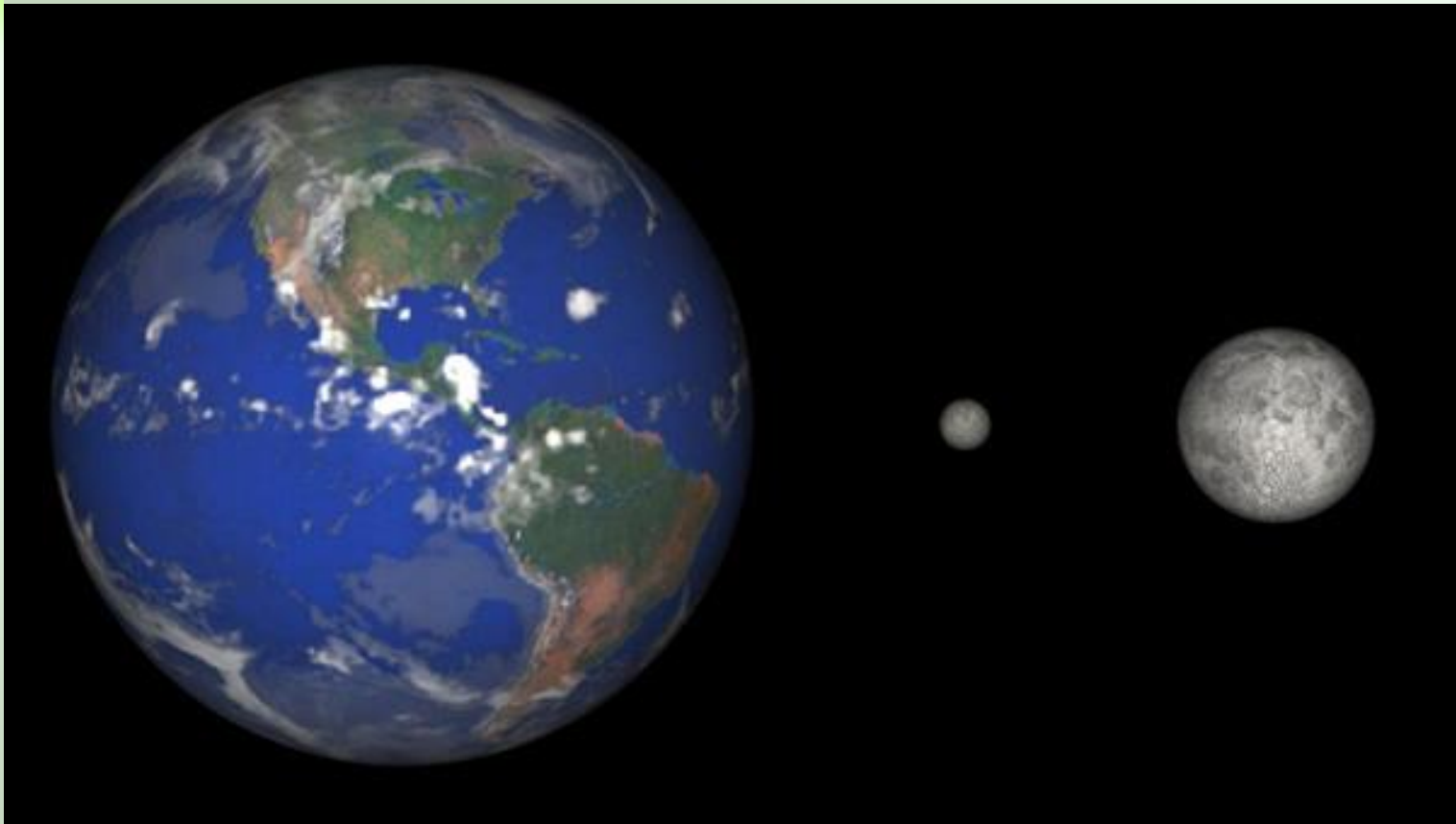
O **Observatório de Jaipur**, em Rajasthan, na Índia, foi construído pelo Marajá Jai Singh, em 1726. Seus monumentos incluem um enorme **relógio de sol**, o Samrat Yantra, e um **gnômon** inclinado de  $27^\circ$ , que fornece a latitude de Jaipur e a altura da Estrela Polar. Há também um grande **sextante astronômico** e uma **câmara meridiana**.

As primeiras observações eram feitas a olho nu no topo das estruturas arquitetônicas.



# A ASTRONOMIA DO SÉCULO XIX

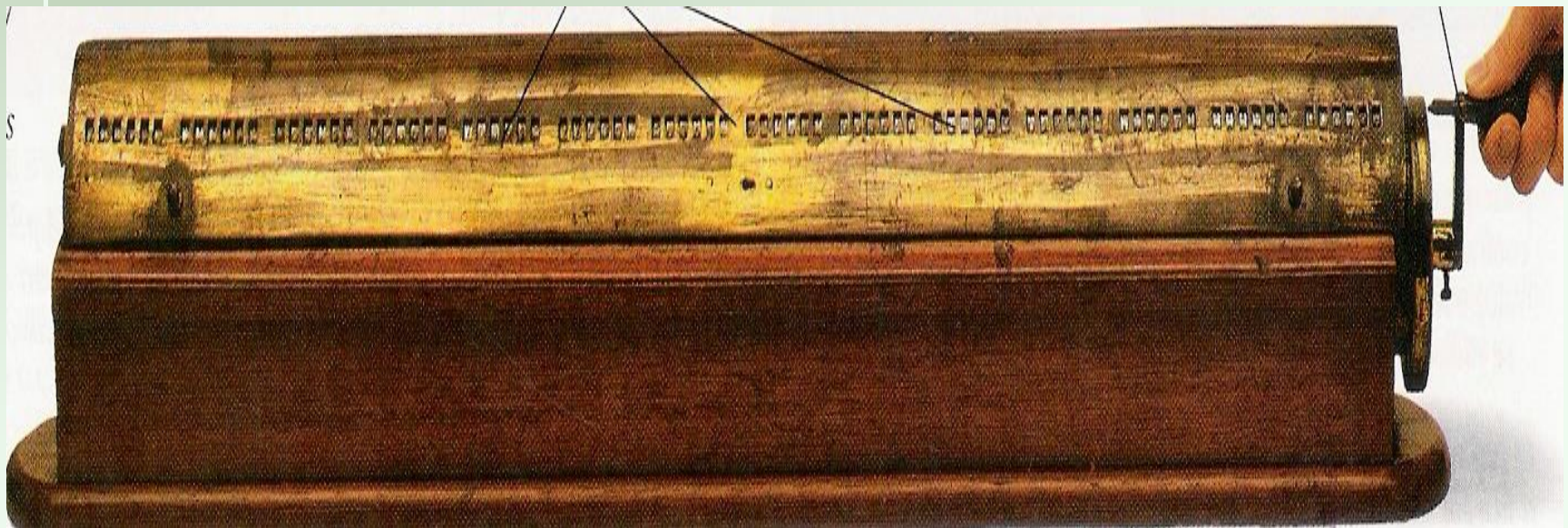
**Giuseppe Piazza** descobriu na noite de fim de ano 1800/1801, no espaço entre Marte e Júpiter, o primeiro pequeno planeta batizado com o nome de **Ceres**. Numerosos pequenos planetas (*asteróides*, *planetóides*) foram descobertos a continuação.



O Planeta Ceres, em comparação de tamanho, entre a Terra e a Lua

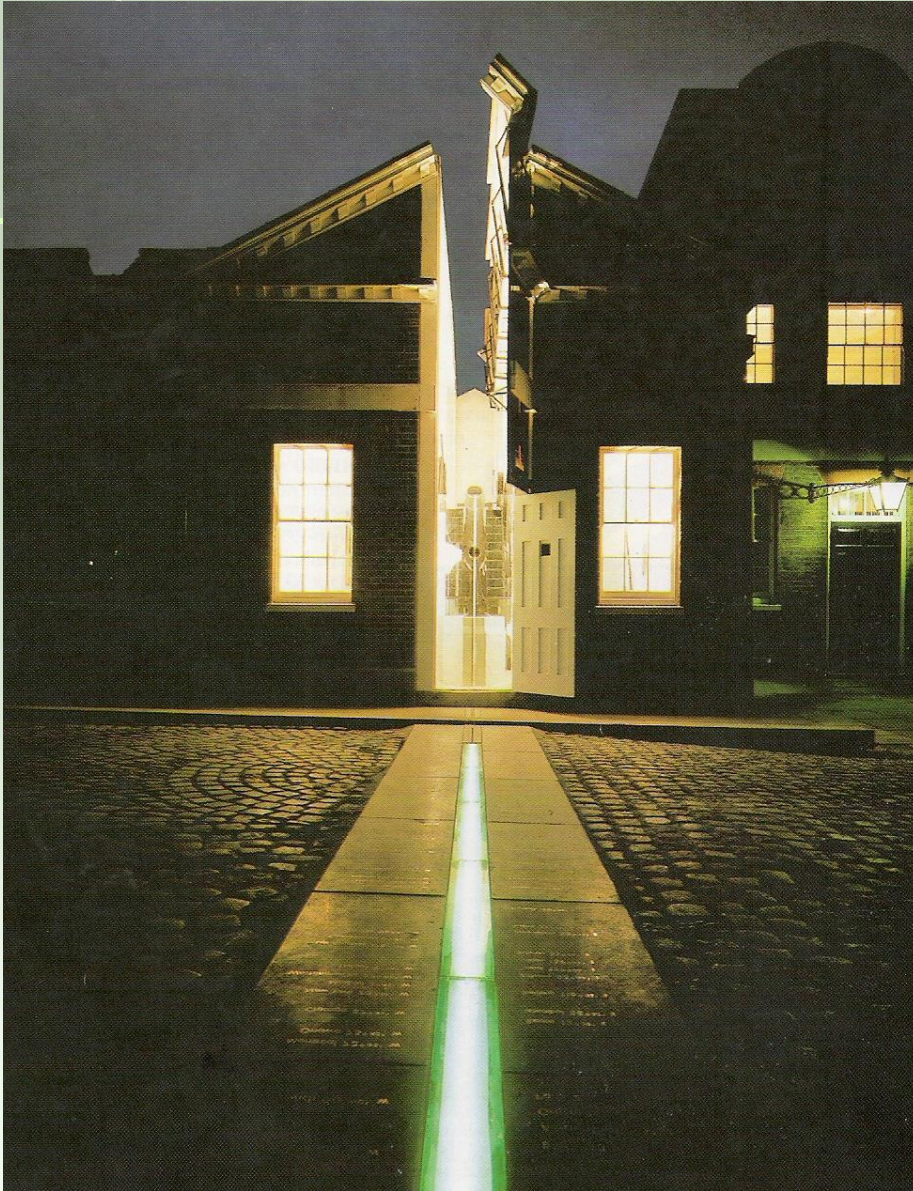
# CALCULADORA ASTRONÔMICA

No século XIX, os fabricantes de instrumentos começaram a construir **calculadoras mecânicas** que trabalhavam com funções matemáticas complexas, muitas vezes, repetitivas. Com um giro da manivela, essa calculadora pode fornecer uma cifra com até 42 algarismos.





# MERIDIANO DE GREENWICH



Em 1850, o 7º Astrônomo Real da Grã-Bretanha, Sir George Biddle Airy (1801-1892), decidiu que queria um novo telescópio. Ao construí-lo, ele deslocou o **Meridiano Zero** anterior em direção a Inglaterra, 5,75m para leste. O **Meridiano de Greenwich** é assinalado por uma linha iluminada que divide em dois o Circulo Meridiano de Airy, no velho Observatório Real (hoje Museu).



# OBSERVATÓRIO DE GREENWICH



A montagem equatorial de um telescópio costuma ser a preferida. Um dos eixos do telescópio é alinhado com a estrela Polar (hemisfério Norte), que aparece estacionária. O telescópio pode se mover ao redor deste eixo, seguindo automaticamente as trilhas das estrelas no céu, à medida que circulamem torno da estrela Polar. A montagem polar foi utilizada neste refrator de 71cm, instalado no **Observatório de Greenwich**, em 1893.





## **CALISTO**

É a segunda maior lua de Júpiter e a mais densamente coberta de crateras, não diferindo muito de nossa Lua, exceto pelo fato de que as crateras são feitas de gelo. São elas as áreas brilhantes sobre a foto.

## **GALÁXIA DE ANDRÔMEDA**

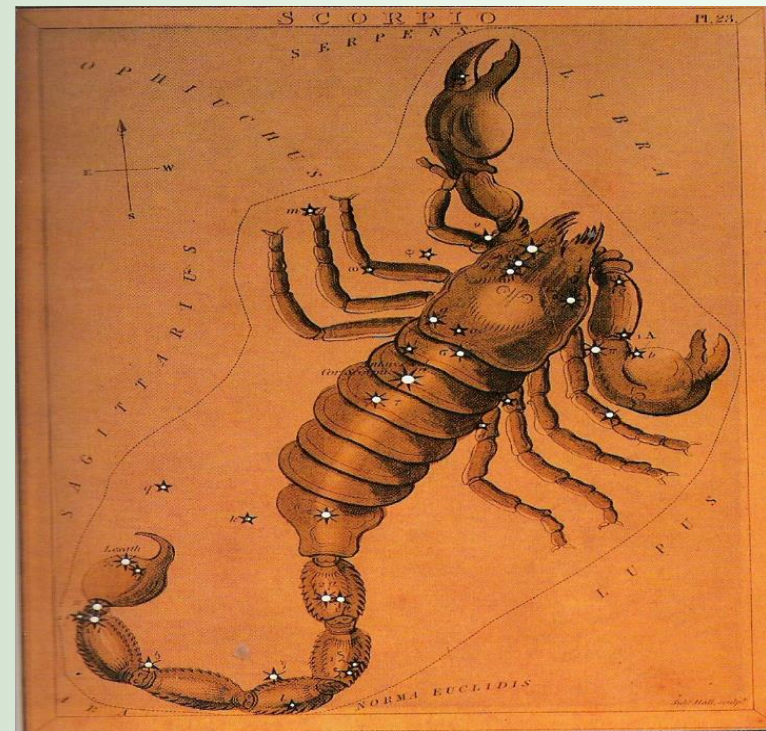
Andrômeda é uma galáxia em espiral, que tem a forma da Via Láctea e cerca da metade de sua massa. É o objeto mais distante visível a olho nu. Tem como companheira duas pequenas galáxias em espiral.







Estas cartas do século XIX, mostra a constelação de **Leão**, e a constelação de **Escorpião**. Astrologicamente, cada signo zodiacal possui propriedades específicas, amizades e inimizadas dentro do círculo zodiacal. Cada signo é regido por um planeta que também tem suas próprias características





# A ASTRONOMIA NO SÉCULO XX

Os avanços na astronomia durante o século XX superaram as de todos os séculos anteriores.

Em trabalhos independentes a princípios do século XX **Albert Einstein** propôs sua **Teoria da Relatividade Geral** na que se deduz que o universo não deve ser estático senão que se encontra em expansão, entretanto, isto não coincidia com o que se acreditava. Desta maneira Einstein introduziu em sua fórmula a constante cosmológica para adequá-la as teorias vigentes.



Observatório da Universidade de Telaviv



**Eclipse solar ocorrida em 10/06/2002, sobre o Oceano Pacífico. Esta foi parcialmente visível em parte da América do Norte. Estas múltiplas exposições de imagens foram obtidas a intervalos de aproximadamente 12-14 minutos, tendo iniciado às 17:10h e terminando às 19:20h.**

## Cometa representado em antigo tapete medieval francês



Vista do cometa Hale-Bopp em março de 1997, na Croácia. Repare nas duas caudas: a cauda azul, feita de gás, aponta na direção oposta do Sol; e na cauda branca, mais forte, feita de poeira





# **ASTRONOMIA NO BRASIL**

Tudo começou há mais de quinhentos anos. Enquanto Colombo e Vasco da Gama tinham feito suas viagens com apenas três caravelas, **Pedro Álvares Cabral** recebeu treze embarcações e 1500 homens, a maior expedição jamais vista em terras portuguesas.



**Dia 2 de maio a expedição rumo para a Índias e uma caravela retorna à Portugal com as cartas que oficializaram a descoberta**

Em **23 de abril**, o dia seguinte ao avistarem novas terras, a expedição desembarcou e no local hoje conhecido como **Baía de Cabrália**, o **Mestre João** realizou os primeiros trabalhos para determinação da latitude. Foi ali que ele vislumbrou um conhecido asterismo da constelação do Centauro, cuja extraordinária beleza se destacou em forma de **cruz**.



**Mestre João efetuando as primeiras medidas da Latitude no Novo Mundo**



**A constelação de Centauro com o Cruzeiro do Sul**



O **Imperial Observatório do Brasil** havia sido criado por decreto em 1827, no Rio de Janeiro, mas só começara a funcionar quase vinte anos depois. **D. Pedro II** deu forma e alma a instituição, cedendo os próprios instrumentos que utilizava em seu observatório particular na Quinta da Boa Vista, para que o **Imperial Observatório** pudesse iniciar suas atividades.



**D. Pedro II é o Patrono da  
Astronomia no Brasil**



**Observatório Astronômico do Rio de Janeiro\***





**Imperial Observatório, no Morro do Castelo, Rio de Janeiro, como era em 1881. Adaptação de uma gravura de Rubens de Azevedo**

Foi preciso esperar um longo tempo. O primeiro presidente republicano a iniciar os trabalhos de reconstrução dos observatórios brasileiros foi **Emílio Garrastazu Médici**. Começou aí, ainda que timidamente, a recuperação do tempo perdido.



**Edifício sede do  
Observatório Nacional  
construído no início do  
século XX**

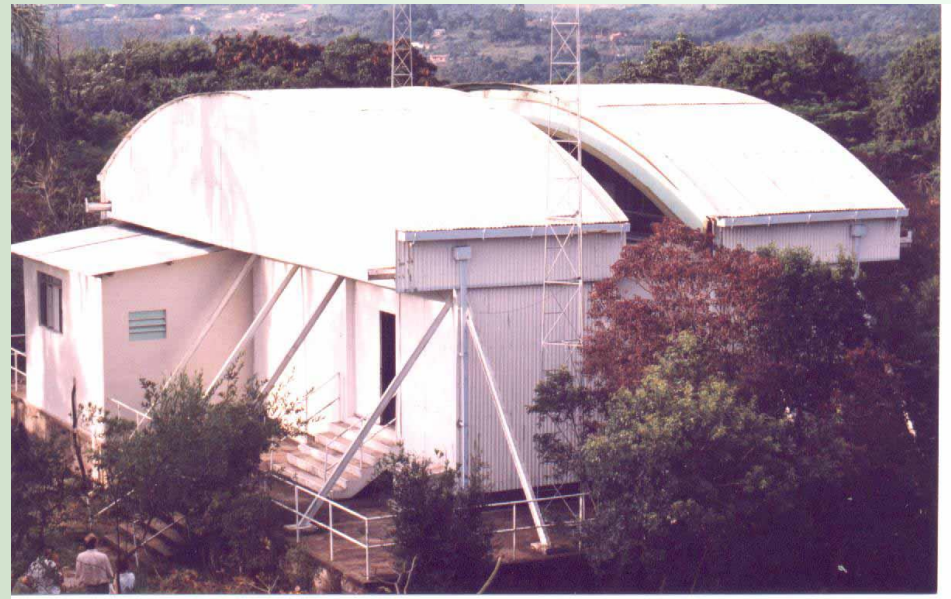
**Observatório do Valongo-UFRJ**





**Observatório do Instituto  
Tecnológico da Aeronáutica-  
São José dos Campos**

**Observatório Abraão  
de Moraes em  
Valinhos**





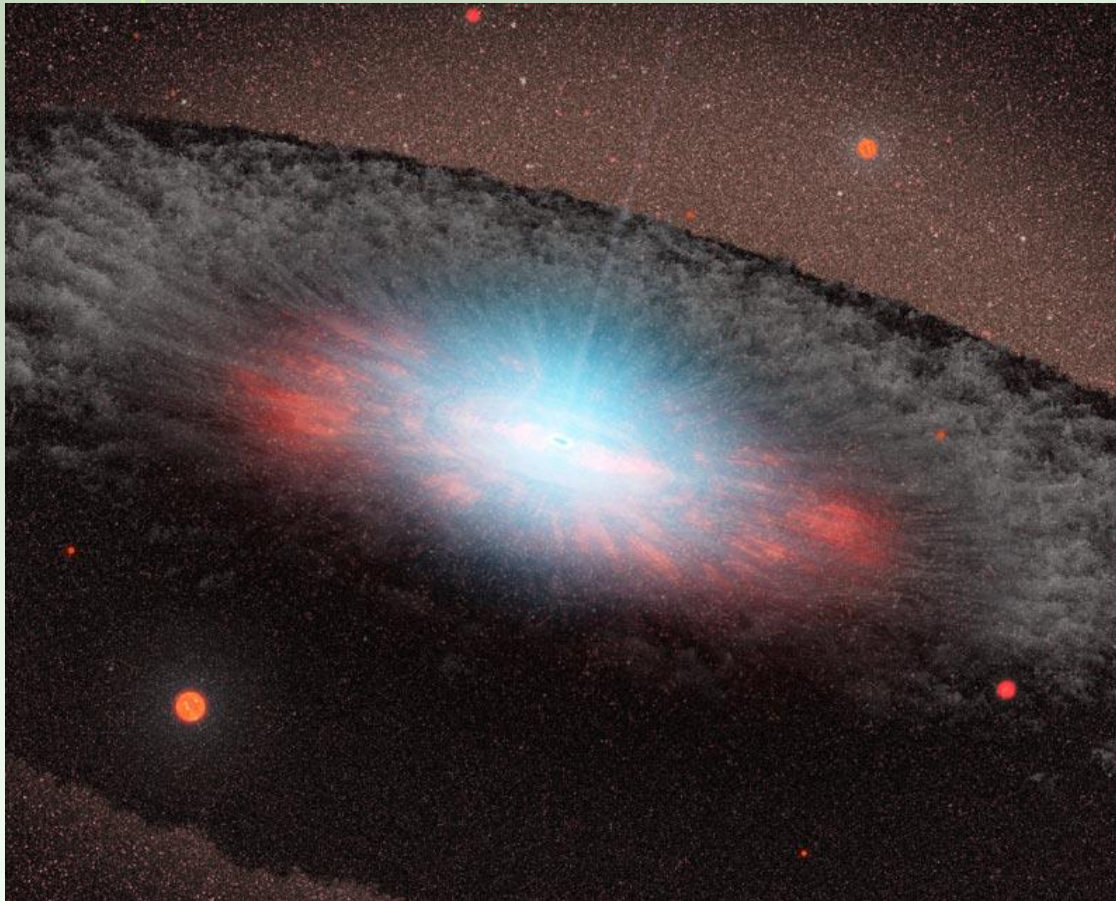


**Observatório da UFRGS**

**Observatório Frei Rosário  
UFMG**



O conhecimento dos corpos celestes não parou de crescer desde o século XVIII, até a recente descoberta de objetos como os **quasares** ou os **buracos negros**, cuja complexidade e dimensões seriam inconcebíveis para os astrônomos que lançaram os alicerces a partir dos quais se desenvolveu o estudo científico do universo.



**O maior Quasar conhecido**