

Índice

O Que é Astronomia	4
História da Astronomia	4
A Astronomia através dos tempos	4
A Astronomia Pré-Histórica	4
A Astronomia na Mesopotâmia	5
A Astronomia Chinesa	6
A Astronomia entre os Egípcios	6
A Astronomia Grega	7
A Astronomia no Médio Oriente	7
Pirâmides do Egito	11
Thales de Mileto (c.625-c.547 A.C.)	16
Anaximandro (c.610-c.545 A.C.)	16
Eratóstenes de Cirene	22
Ptolomeu	25
A Astronomia Moderna	29
Grandes descobertas feitas através de um telescópio	30
A Evolução da Astronomia Moderna	34
O Universo	35
Modelo Estático	35
Modelo Estacionário	36
Modelo Expansivo	36
Modelo Cíclico	37
Galáxia	38
As três galáxias que podemos ver a olho nu	38
Colisões entre galáxias	42
Fusão de galáxias e canibalismo galáctico	44
Quasares	46

Classificação morfológica de galáxias	48
Espirais (S)	49
Espirais Barradas	50
Elípticas (E)	51
Irregulares (I)	52
Nosso Sistema Solar	53
Sol	54
Mercúrio	58
Venus	59
Terra	60
Movimentos da Terra	62
Origem dos termos Equador, Bissexto e Trópico	63
Estações do Ano	64
Lua	67
Eclíipse da Lua	68
Eclíipse do Sol	69
Maré	70
O Aspecto da Lua se Modifica Diariamente	73
Nova	74
Crescente	75
Cheia	75
Minguante	75
Lado Oculto	76
Perigeu e Apogeu	77
Marte	79
Júpiter	80
Saturno	81

Urano	82
Netuno	83
Plutão	84
Comparação	86
Meteoritos	86
Asteroides	93
Cometas	95
Constelação	98
Zodíaco	101
Constelação do Cuzeiro do Sul	102
Sistema GPS	106

Voando Mais Alto - Astronomia

Definição de Astronomia

Astronomia é o estudo científico dos astros. Seu objeto é a observação e o estudo sistemático do universo sideral e dos corpos celestes, com o fim de situá-los no espaço e no tempo, explicar suas origens e os seus movimentos, sua natureza, sua constituição e suas características.

Astronomia, que etimologicamente significa "lei das estrelas" com origem grego: (ἀστρο + νόμος) povos que acreditavam existir um ensinamento vindo das estrelas, é hoje a ciência que se abre a categorias complementares aos interesses da física, da matemática e da biologia.

História da Astronomia

A Astronomia através dos tempos

A Astronomia é a mais antiga das ciências. Descobertas arqueológicas têm fornecido evidências de observações astronômicas entre os povos pré-históricos. Desde a antiguidade, o céu vem sendo usado como mapa, calendário e relógio. Os registros astronômicos mais antigos datam de aproximadamente 3000 a.C. e se devem aos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Naquela época, os astros eram estudados com objetivos práticos, como medir a passagem do tempo (fazer calendários) para prever a melhor época para o plantio e a colheita, ou com objetivos mais relacionados à astrologia, como fazer previsões do futuro, já que acreditavam que os deuses do céu tinham o poder da colheita, da chuva e mesmo da vida.

A Astronomia Pré-Histórica

Estudando os sítios megalíticos, tais como os de Callanish, na Escócia, o círculo de Stonehenge, na Inglaterra, que data de 2500 a 1700 a.C., e os

alinhamentos de Carnac, na Bretanha, os astrônomos e arqueólogos, chegaram à conclusão de que os alinhamentos e círculos serviam como marcos indicadores de referências e importantes pontos do horizonte, como por exemplo as posições extremas do nascer e ocaso do Sol e da Lua, no decorrer do ano. Esses monumentos megalíticos são autênticos observatórios destinados à previsão de eclipses na Idade da Pedra.

Em Stonehenge, cada pedra pesa em média 26 ton. e a avenida principal que parte do centro do monumento aponta para o local em que o Sol nasce no dia mais longo do verão.



Em Stonehenge, cada pedra pesa em média 26 toneladas e a avenida principal que parte do centro do monumento aponta para o local em que o Sol nasce no dia mais longo do verão.

Nessa estrutura, algumas pedras estão alinhadas com o nascer e o pôr do Sol no início do verão e do inverno. Os maias, na América Central, também tinham conhecimentos de calendário e de fenômenos celestes, e os polinésios aprenderam a navegar por meio de observações celestes.

A Astronomia na Mesopotâmia

Os sumerianos foram os primeiros a cultivar a astronomia. Parece justo reconhecê-los como fundadores da astronomia, apesar de terem sido também os criadores da astrologia. Realmente, a princípio, observavam os astros por motivos místicos, porém com o tempo, deixaram as suas

pretensões místicas para se limitarem a observar pela simples observação. Assim fazendo, passaram de astrólogos a astrônomos.

Tal mudança na análise dos fenômenos celestes ocorreu no primeiro milênio antes de Cristo. Surgem, assim, as primeiras aplicações de métodos matemáticos para exprimir as variações observadas nos movimentos da Lua e dos planetas. A introdução da matemática na astronomia foi o avanço fundamental na história da 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.

A Astronomia no Médio Oriente

Desde a Antiguidade até ao século XVII, a Astronomia teve dois objectivos relacionados um com o outro. Por um lado, mostrar que os movimentos dos planetas não eram aleatórios mas sim regulares e previsíveis e, por outro, ser capaz de prever esses mesmos movimentos com grande acuidade.

O primeiro dos dois objectivos foi definido pelos Gregos, tendo o esforço quanto ao rigor das primeiras medições sido primeiramente desenvolvido pela distinta civilização da Babilónia.

Quando Alexandre, o Grande, invadiu a Pérsia no século IV A.C., as duas formas de estudar o céu fundiram-se.

A cidade da Babilónia, situada na margem esquerda do rio Eufrates, 70 km a Sul da moderna cidade de Bagdad, foi, durante um período chamado Babilónia Antiga (provavelmente 1830-1531 A.C.), reinado pela dinastia Hamumurabi. A Babilónia foi então tomada pelos Hititas mas rapidamente

caíu nas mãos dos Cassitas, após o que se seguiu um longo período de dominação Assíria. Este período terminou com a destruição de Niniveh e a destruição da Grande Biblioteca em 612 A.C.. Após um período de independência, Babilónia caiu nas mãos dos Persas, até que em 331 A.C. foi tomada por Alexandre, o Grande, pelo que a partir desse momento as duas culturas ficaram directamente em contacto.

As tabelas em pedra que chegaram até nós desde esta época são mais importantes para a história da Matemática que para a história da Astronomia. No entanto, apresentam uma técnica fundamental para o desenvolvimento posterior da Astronomia: o emprego de uma notação numérica eficiente.

Para escrever o número 1, o escriba babilónico pressionava o escopro verticalmente sobre a pedra (); para marcar o 10 pressionava inclinado (). Combinações destas duas marcas eram usadas até 59. No entanto, para 60 era de novo usado o símbolo 1. Embora só tardiamente tivesse aparecido um símbolo para o zero, a notação babilónica permitia fazer cálculos sérios e elaborados com alguma facilidade.

A nossa divisão da hora em 60 minutos compostos por 60 segundos, e a divisão similar dos ângulos, reflecte esta notação babilónica.

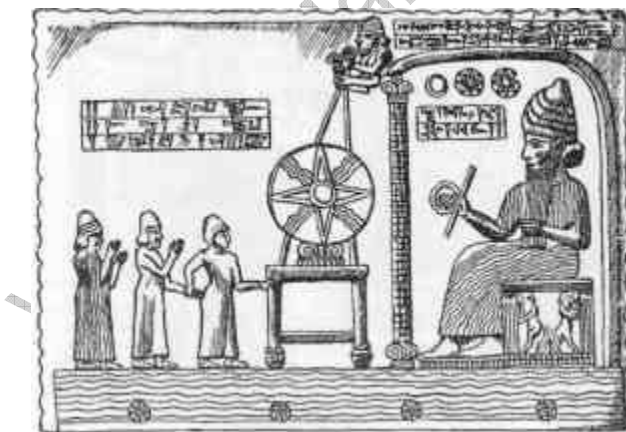
Os primeiros observadores celestes da Babilónia são muitas vezes encarados como astrólogos no sentido grego do termo, isto é, como estudiosos das consequências directas e inevitáveis para os indivíduos, como consequência da configuração dos corpos celestes. No entanto, esta visão não está correcta. Os babilónicos estavam extremamente alertas relativamente a quaisquer fenómenos ou ocorrências da Natureza em qualquer área do saber, tentando prevêê-las de forma a evitar eventuais desastres provocados pelas mesmas.

7000 interpretações de fenómenos estranhos (omens) foram acumuladas ao longo dos anos em 70 lâminas de pedra, conhecidas pelas suas palavras de abertura como Enuma Anu Enlil, tendo a sua versão final sido terminada cerca de 900 A.C..

O corpo celeste mais vezes citado no Enuma é a Lua; o calendário babilónico era lunar, pelo que o ciclo da Lua era de extrema importância.

Tendo os meses lunares cerca de 28 dias, o calendário das culturas, determinado pelo ano solar, tinha entre doze e treze meses. Durante muito tempo os babilónicos tiveram que fazer ajustes, mas por volta do século V A.C. descobriram que 235 meses lunares eram exactamente 19 anos solares. Assim, passaram a intercalar 7 meses em cada 19 anos de forma regular.

O calendário lunar da Babilónia foi o primeiro a ser dividido em quatro períodos correspondentes às quatro fases da Lua. Esta divisão em períodos de sete dias deu origem às semanas tal como as conhecemos hoje. De facto, como se pode ver da Tabela 1, o nome dos dias da semana advém do nome do objecto celeste adorado em cada dia na Babilónia.

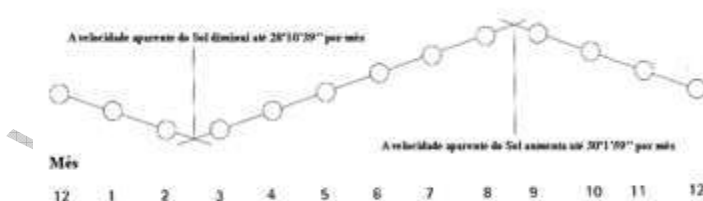


Parte de uma tableta Babilônica de Sippar, construída em 870 A.C., atualmente no British Museum. Um texto próximo evoca a restauração de uma imagem antiga do deus-Sol Shamash.

MESOPOTÂNIA	INGLÊS	FRANCÊS	ESPAÑHOL
Dia da Lua	Monday	Lundi	Lunes
Dia de Marte	Tuesday	Mardi	Martes
Dia de Mercúrio	Wednesday	Mercredi	Miercoles
Dia de Júpiter	Thursday	Jeudi	Jueves
Dia de Vénus	Friday	Vendredi	Viernes
Dia de Saturno	Saturday	Samedi	Sabado
Dia do Sol	Sunday	Dimanche	Domingo

Os babilônicos verificaram que o Sol na sua viagem aparente em relação ao céu de fundo não mantinha uma velocidade constante. Durante metade do ano a velocidade do Sol aumenta de forma constante até atingir um máximo e na outra metade do ano diminui até atingir um mínimo.

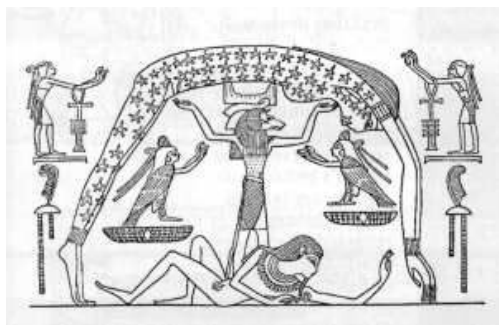
Como não possuíam as ferramentas matemáticas que lhes permitissem analisar completamente o movimento, assumiram que durante metade do ano a velocidade aumentava de forma constante e durante a outra metade diminuía de forma constante, como representado na Figura 2.



Uma representação em termos modernos dos dados apresentados numa lâmina datada de 133/132 A.C..

Não é claro se os astrônomos da Babilônia possuíam algum modelo do Universo ou não. O que sabemos é que transferiram para os gregos as suas

aritméticas envolvendo o tempo e distâncias angulares. Era isto precisamente que faltava aos gregos para transformar as suas cosmologias especulativas em modelos geométricos a partir dos quais se puderam determinar com elevada precisão as efemérides.



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

Os egípcios tinham um sistema dos mundos profundamente mitológico. No entanto, tinham noções observacionais muito concretas e correctas; de facto, verificaram que o céu possuía um movimento aparente em torno do Pólo Norte Celeste. Devido à precessão do eixo da Terra, a estrela polar era nessa altura a estrela "Thuban", na constelação do Dragão.

Para a construção das pirâmides era importante achar o alinhamento a Norte, pois uma das faces deveria ficar perfeitamente virada a Norte. Os Faraós, com a ajuda de uma sacerdotisa e de escravos, alinhavam estacas na direcção Norte, buscando-a com as guardas da Ursa Maior (que nesse tempo eram "Phecda" e "Megrez" e não "Dubhe" e "Merak") (Figura 4). O alinhamento obtido era então usado para construir as partes laterais da pirâmide, perpendicularmente às quais deveriam ficar os topos sul e norte (Figura 5).

Pirâmides do Egito

Antes de mais nada cabe um esclarecimento: existe um ramo bicéfalo entre Antropologia/Arqueologia e Astronomia chamado "Arqueo-Astronomia". Curiosamente, a Arqueo-Astronomia é mais relevante para o estudo de povos sem escrita, ou com escrita ainda por decifrar, mas que tenham registros gráficos. Este não é o caso dos egípcios, cujas diferentes escritas foram decodificadas.

Há dois fatos marcantes na civilização egípcia: sua continuidade e longevidade e a possibilidade de extrema centralização de administração que sua cultura e geografia permitiram.

As pirâmides (e elas são muitas: sem contar as secundárias, erguidas ao lado das principais e sempre de dimensões muito inferiores, elas somam cerca de meia centena) foram construídas nos períodos históricos denominados impérios antigo e médio (veja quadro abaixo). Estão construídas em pelo menos 15 sítios distintos ao longo do Nilo. Gizé, o mais famoso por conter as duas mais altas (Queops e Quefren), não é sequer o possuidor do maior número delas.

Pirâmides de Gizé	Altura Original	Área	Ângulo na Base	Período* (anos AC)
Queops	146 m	230 m ²	53 50' 35"	2551-2528
Quefren	143 m	214,5 m ²	53 07' 48"	2520-2494
Miquerinos	65,5 m	105 m ²	51 20' 25"	2590-2575
Pirâmides de Dashur	Altura Original	Área	Ângulo na Base	Período* (anos AC)
Sesostris III	78,5 m	105 m ²	56 18' 55"	1878-1844
Snefru	104 m	220 m ²	43 22' 00"	1878-1844
Amenehet III	81,5 m	105m ²	57 17' 50"	1844-1797

É um conceito corrente na literatura que as dimensões das pirâmides retratam antes de mais nada a capacidade de concentração de recursos de que era capaz em determinadas épocas a monarquia teocrática egípcia.

Em termos de elaboração de conhecimentos, o que ressalta dos registros egípcios é uma matemática, uma geometria e uma astronomia extremamente concretas e práticas. Por exemplo: não há registro de uma conta matemática em abstrato, todas estando referidos a problemas concretos (divisão de grãos, etc). Por outro lado, a continuidade cultural permite elaborações de longo prazo, como a construção de um calendário cujo ano possuía exatos 365 dias (12 meses de 30 dias + 5 dias). As pirâmides são fruto desta cultura prática e de longo prazo associada a uma administração centralizada. São construções simples, demandando muito mais trabalho braçal do que teoria. As grandes pirâmides de Queops e Quefren foram construídas mais de 400 anos após a unificação política. Os recursos necessários para a execução da pirâmide de Queops são algo em torno de 100.000 homens trabalhando ao longo de 23 anos. Algo que só a extrema concentração de poder em torno do faraó consegue explicar. Tendo sido uma das primeiras pirâmides erguidas após a técnica estar apurada, a conclusão é a de que uma tal mobilização de recursos não foi repetida ao longo da história. Ela pode muito bem ter significado exaustão econômica. Estes são, portanto, os determinantes quanto às dimensões das pirâmides. Eles são de caráter histórico e não astronômico. O único fato notável que as grande pirâmides de Gizé apresentam são o seu quase perfeito alinhamento com relação aos pontos cardeais. De fato, o maior desalinhamento perfaz pouco mais de 24' de arco.

E a pirâmide que possui este desvio não é nenhuma das três maiores de Gizé:

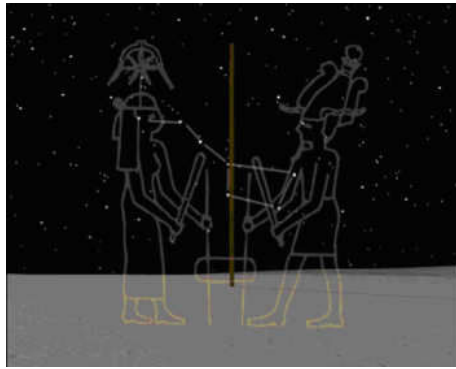
Pirâmide	Desvio Angular
Quéops	2' 28"
Quefren	2' 28"
Miquerinos	9' 12"

Para atingir esta precisão é necessário algum conhecimento astronômico? A princípio sim, mas não sabemos exatamente qual foi o utilizado. Provavelmente, a identificação observacional do polo de rotação terrestre em algum astro da época. Cabe observar que o primeiro cálculo de distâncias astronômicas foi feito por Aristarco de Samos, na Grécia, mais de um milênio depois da construção das pirâmides. Aristarco avaliou grosseiramente a distância Terra-Sol e Terra-Lua e chegou à conclusão que o Sol teria que ser muito maior que os outros dois. A sua conclusão heliocêntrica foi o que lhe valeu, de fato, renome.

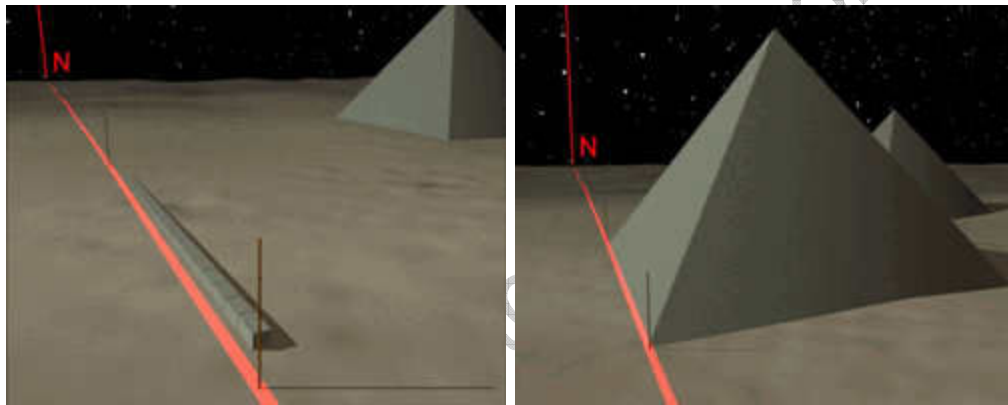
Por último, uma observação

Na sublitteratura sensacionalista sobre pirâmides é corrente a citação a uma coincidência entre a altura da Pirâmide de Queops e a distância Terra ao Sol dividida por um bilhão (a distância média é de aproximadamente 149,5 milhões de quilômetros). Pelo que foi exposto acima, acreditamos que seja muito mais plausível esta altura ter sido determinada pelo conjunto de recursos que foram mobilizados para sua construção. A pirâmide de Queops é a maior dentre um conjunto muito vasto, cujas outras alturas, determinadas por fatores conjunturais, nada significam em termos de distâncias no Sistema Solar. Tal fato é apenas uma grosseira coincidência.

Fonte: www.sab-astro.org.br



O alinhamento das pirâmides era efetuado pelo Faraó com a ajuda da sacerdotisa-mor



Durante a construção da pirâmide, primeiro eram alinhadas as faces Este e Oeste e as faces Sul e Norte eram alinhadas perpendicularmente às primeiras.

O fato da transmissão do conhecimento ser empírico, e não actualizado, faz com que as pirâmides do Egito, além de possuírem desfasamentos ligeiros relativamente ao Norte verdadeiro, tenham desfasamentos diferentes de pirâmide para pirâmide à medida que o eixo da Terra foi precedendo.

As primeiras observações da Grécia Antiga são melhor conhecidas pelo conjunto de lendas e mitos que até nós chegaram do que pela existência de documentos escritos.

De facto, os gregos observaram a maior parte dos movimentos aparentes do céu e documentaram-nos de forma por vezes não muito científica. Porém, sem sombra de dúvidas, rigorosa quanto às observações por eles efectuadas.

Quando dizemos que a forma como as observações eram documentadas não era muito rigorosa, não podemos esquecer que nos encontrávamos na fase do mito, em que as entidades divinas eram a explicação do inexplicável à luz dos conhecimentos vigentes. Assim, todas as observações que não possuíam explicação de acordo com os seus conhecimentos, davam origem a "novelas", em que os protagonistas eram os deuses, sendo o conjunto dessas "novelas" uma explicação da aparentemente inexplicável Natureza, constituindo aquilo que se chamou mais tarde de mitologia grega.

ASTRONOMOS, PENSADORES E FILOSOFOS

Thales de Mileto (625-547 A.C.)

Pensava que existia uma unidade material entre os fenómenos transientes a que os nossos olhos assistem; alegadamente essa unidade material seria garantida pela água e a Natureza seria muito mais inteligível que o que seria de esperar da aparente variedade interminável de materiais que nos rodeia.

Anaximandro (610-545 A.C.)

Também nascido em Mileto, tentou explicar a forma dos corpos celestes como sendo continuamente transportados de e para o infinito sucessivamente mantendo-se a Terra (que era um cilindro onde, numa das faces, vivia o Homem) permanentemente na mesma posição relativamente ao Universo. O Universo para além da Terra era constituído por Fogo que

chegava à Terra através de orifícios na esfera celeste, constituindo as estrelas e o Sol. A esfera celeste rodava de forma constante a cada 24 horas.

Embora o seu modelo cosmológico tivesse já limitações óbvias, representava um salto relativamente aos modelos mitológicos desenvolvidos anteriormente, pois substituía os mitos por uma lei natural impessoal.



As estrelas e o Sol são massas de fogo aprisionadas que apenas chegam até nós através de "respiradouros" na abóbada celeste.

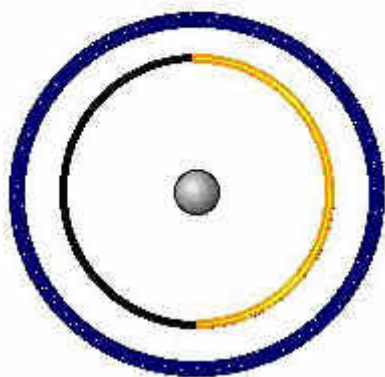
Empédocles viria a explicar os dias e as noites através do modelo da dupla esfera. Uma esfera interior era luminosa numa metade e transparente na outra metade e dava uma volta a cada 24 horas. A outra esfera continha o firmamento visível à noite e que rodava uma vez a cada 365 dias.

Os Pitagóricos, por seu turno, tentaram criar relações geométricas, aritméticas e mesmo harmónicas que explicassem os fenómenos. Estabeleceram relações entre números abstractos e os fenómenos naturais, tendo generalizado o conceito de que o número seria a base de todas as coisas. Estes mesmos Pitagóricos conseguiram um feito notável na história do reconhecimento da Natureza, que foi o assumir de uma Terra esférica. Os argumentos que utilizaram não são conhecidos, mas a prova dada mais tarde por Aristóteles (que a sombra da Terra na Lua durante os eclipses é sempre circular) é convincente.

Os Pitagóricos introduziram ainda a ideia de Cosmos, como conjunto ordenado de sobretons e harmonias, que regiam todos os corpos celestes. Esta intuição de que o Universo devia ser harmonioso viria a ser uma grande força motriz da Astronomia do Renascimento.

Platão e Aristóteles foram o segundo e terceiro grandes filósofos de uma escola iniciada por Sócrates em Atenas. Sócrates, embora não tenha deixado nada escrito, ficou imortalizado nos Diálogos de Platão. Aristóteles, pelo contrário, escrevia imenso e uma grande quantidade dos seus escritos resistiu até aos dias de hoje.

O sistema da Dupla Esfera de Empédocles



Embora, quer Platão, quer Aristóteles, concordassem com a existência de um cosmos ordenado, Platão acreditava, contrariamente a Aristóteles, que as respostas que explicariam essa ordem apenas poderiam vir de um raciocínio matemático.

Até Aristóteles, os filósofos haviam encontrado dois pares contrastantes na natureza: frio versus calor e seco versus húmido.



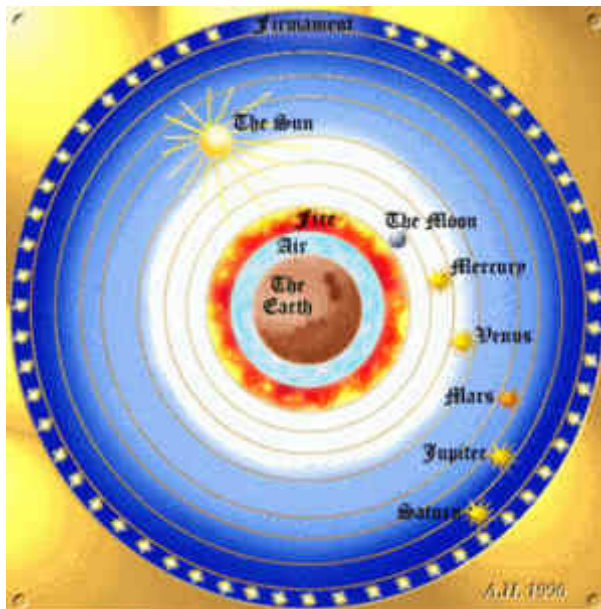
De acordo com Aristóteles, corpos que eram frios e secos eram na sua maioria constituídos por Terra, os que eram frios e húmidos eram na sua maioria constituídos por água, aqueles que eram quentes e húmidos formados por ar e os que eram quentes e secos formados por fogo. A Terra era na sua maioria formada por terra com uma camada mais exterior de água (os mares), sobre as quais havia uma fina camada de ar (a atmosfera). Sobre a atmosfera havia uma camada de fogo que acaba imediatamente antes da Lua.

Dentro desta região - que constituía o mundo terrestre ou sublunar - existia vida, morte e mutabilidade. Qualquer corpo tinha um lugar natural - altura natural ou distância ao centro da Terra - que estava associado à proporção em que os quatro elementos entravam na sua composição. Se não fosse impedido, qualquer corpo seguiria em linha recta, definida a partir do centro da Terra, para o seu lugar natural.

Havia para Aristóteles uma diferença fundamental entre as regiões terrestres e celestes, entre a imprecisão e variabilidade encontrada na região terrestre e a perfeição geométrica encontrada nos corpos celestes, constituídos por pontos ou círculos de luz. Nos céus não havia qualquer vida ou morte, aparecimento e desaparecimento. Pelo contrário, os corpos celestes mantinham o seu movimento de translação eternamente, num

perfeito movimento circular uniforme (o problema dos cometas foi rapidamente resolvido, pois estes corpos, como iam e vinham, tinham, por isso, natureza terrestre).

Mas se a estabilidade do seu modelo da Terra não estava em dúvida, o status dos céus como um Cosmos onde prevalecia a ordem esteve em questão até que se conseguiram criar leis de movimento que conseguissem explicar os astros "errantes". Com sete pequenas exceções, os corpos celestes moviam-se de uma forma perfeitamente racional, rodando com uma regularidade extrema em torno da Terra com posições fixas, uns em relação aos outros.



O Cosmos de Aristóteles.



O fenómeno da retrogradação para indicar um carácter aleatório para o movimento dos errantes.

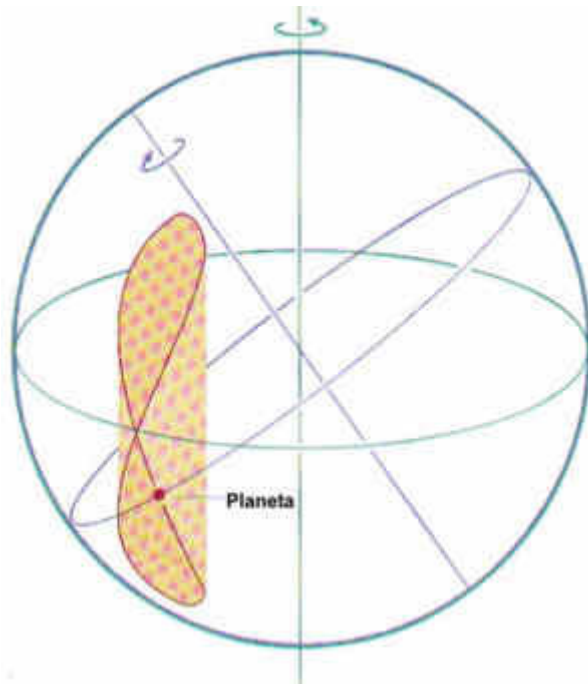
Uma vez que os astros "errantes" parecem errar entre os "fixos" de noite para noite ao longo do ano, foi-lhes dado o nome de planetas (derivado do verbo grego equivalente a "errar"). Os sete "planetas" - o Sol, a Lua, Mercúrio, Vénus, Marte, Júpiter e Saturno - moviam-se individualmente entre as estrelas fixas, com velocidades diferentes e com um movimento que aparentemente parecia aleatório (como se verificava nas retrogradações), daí que se dissesse que erravam.

Aristóteles e Eudócio propuseram sistemas dos mundos em que os planetas girariam em esferas concêntricas, com o centro das esferas dado pela Terra; no entanto este sistema não explicava quer o carácter errante dos astros, nem as variações de velocidade que os mesmos apresentavam em relação ao fundo cósmico.

Uma explicação para a retrogradação foi proposta geometricamente por Eudoxo de Cnidius (c.400-347A.C.). A explicação estaria associada à revolução dos planetas descrevendo hipópodes à medida que se dava a sua translação ao longo da sua esfera.

No entanto, esta explicação não coincidia com a trajectória observada dos planetas.

O carácter errante dos planetas apenas viria a ter pela primeira vez uma descrição convincente com o trabalho de Ptolomeu no século II D.C..



ERATÓSTENES DE CIRENE - PRIMEIRA DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES DA TERRA



Eratóstenes

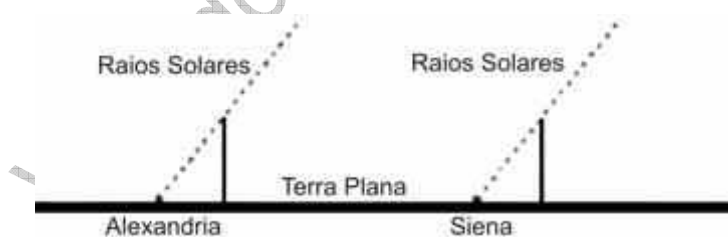
Eratóstenes nasceu em Cirene (actualmente na Líbia) em 276 A.C.. Foi astrónomo, historiador, geógrafo, filósofo, poeta, crítico teatral e matemático. Estudou em Alexandria e Atenas com Zenão e Calímaco. Por volta de 255 A.C. foi o terceiro director da Biblioteca de Alexandria. Trabalhou com problemas matemáticos como a duplicação do cubo, os

números primos e escreveu inúmeros livros que foram quase todos perdidos quando do incêndio da Biblioteca de Alexandria e dos quais apenas se sabe da existência pela referência nas obras de outros autores. Por esta razão muitos põem em dúvida que algumas das determinações que lhe são atribuídas sejam de facto suas.

Certa vez, ao ler um papiro da Biblioteca, encontrou a informação de que na cidade de Siena (actualmente chamada Assuão), a cerca de 800 Km a sul de Alexandria, ao meio dia de 21 de Junho (solstício de verão) podia observar-se o fundo de um poço iluminado pelo Sol, ou seja, o Sol situava-se a prumo. Desconhece-se quem teria sido o autor dessa observação.

Eratóstenes resolveu verificar o que acontecia no mesmo dia do ano, em Alexandria ao meio dia solar. Para sua surpresa, em Alexandria as colunas projectavam sombras, devido à incidência dos raios solares sobre os objectos, que indicavam um desvio de 7° relativamente à vertical do ângulo de incidência dos raios solares.

Por que seriam as sombras diferentes, no mesmo dia e à mesma hora? Eratóstenes intuiu correctamente a resposta: porque a terra é redonda. Se fosse plana, as sombras seriam necessariamente iguais.



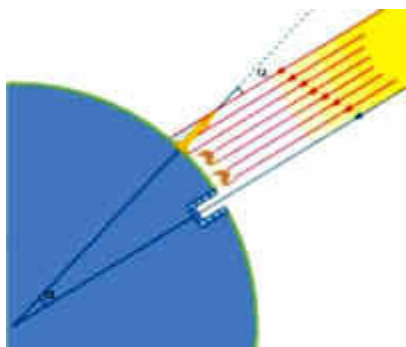
Se a Terra fosse plana, o ângulo de incidência dos raios solares seria igual em toda a superfície da Terra

É fácil ver que o ângulo que o raio do Sol faz com a vertical em Alexandria é exactamente a diferença de latitudes entre Alexandria e Siena.

Reza a lenda que Eratóstenes terá mandado um escravo medir a passo a distância entre Siena e Alexandria. Este terá determinado uma distância entre as duas cidades de cerca de 4900 estádios (cada estádio corresponde a cerca de 190 m).

Assumindo que a Terra, além de redonda, era esférica, Eratóstenes calculou que se à diferença de 7° na latitude correspondiam a 4900 estádios, então os 360° do meridiano teriam um perímetro de 252 000 estádios (há autores que defendem que terá calculado 250 000 stadia).

Um estádio é uma medida grega equivalente a 600 pés gregos. Assume-se que terá entre 154 m e 215 m, sendo os valores mais prováveis entre 155 m e 170 m. Para qualquer destas medidas o valor obtido por Eratóstenes tem um erro inferior a 10% relativamente ao valor real. Este facto é notável, sobretudo se tomarmos em consideração que a distância foi medida a passo!



Determinação de Eratóstenes

Eratóstenes também estimou a distância ao Sol em 804,000,000 stadia e a distância à Lua em 780,000 stadia. Obteve estes dados usando dados obtidos durante os eclipses de Lua.

Ptolomeu referiria mais tarde que Eratóstenes mediu o desvio do plano da eclíptica relativamente ao equador celeste com grande precisão,

obtendo o valor $11/83$ de 180° , o que significa $23^\circ 51' 15''$, o que é bastante próximo dos actualmente aceites $23^\circ 27' 30''$. Compilou ainda um catálogo de 675 estrelas.

Eratóstenes viria a cegar nos últimos dias da sua vida, tendo-se suicidado à fome, em consequência disso, em 194 A.C..

PTOLOMEU



Ptolomeu (quadro do Século XV).

Claudius Ptolemaeus, conhecido como Ptolomeu, foi o último grande astrónomo da antiguidade clássica. À parte do facto de viver em Alexandria, e possuir o mesmo nome que os membros da dinastia real egípcia à qual pertencia a famosa Cleópatra, não é sabido mais nada sobre a sua vida ou personalidade, excepto que fez grandes contribuições para a Ciência (não apenas à Astronomia, mas também à Matemática e à Geografia, pois desenhou o primeiro mapa do Mediterrâneo a ser construído com medidas científicas, apresentando também parte do Norte europeu). Provavelmente nasceu cerca de 120 D.C. e morreu cerca de 180 D.C., tendo o seu melhor período de actividade decorrido cerca de 150 D.C..

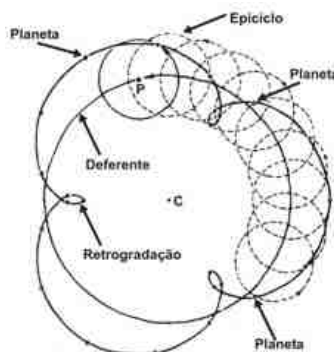
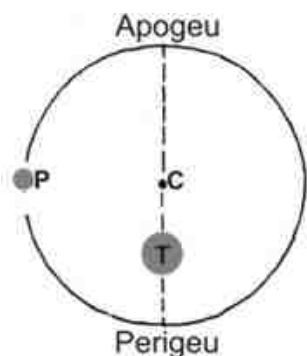
Ptolomeu escreveu um livro de valor inestimável para os historiadores da Ciência, o *Almagest*, onde compilou um excelente catálogo de estrelas, baseado no trabalho prévio realizado pelo grego Hiparco (ca.140 A.C.) e acrescentando-lhe muitas contribuições pessoais. Também fez medidas cuidadosas dos planetas e elevou o sistema geocêntrico a um nível de funcionamento quase perfeito, tendo em consideração as medidas que são possíveis de serem tiradas no espaço de uma vida. Não acreditava na rotação da Terra e não tinha qualquer ideia sobre a natureza das estrelas, mas o seu sistema encaixava nos factos observados e pode dizer-se que dadas as circunstâncias seria impossível fazer melhor.

O *Almagest* é considerado por muitos como a maior compilação de conhecimentos da Antiguidade. Tem havido muitas tentativas de minimizar a importância de Ptolomeu. No entanto, muitos dos que estudam a história da Astronomia cognominaram-no de "Príncipe dos Astrónomos".

No *Almagest*, Ptolomeu sugere um sistema dos mundos geocêntrico, baseado em conceitos de geometria dados por Apolónio de Perga. O sistema geocêntrico resultante é muitas vezes chamado sistema ptolemaico. Este sistema possuía pela primeira vez explicação para o carácter errante dos planetas, para além de explicar as diferenças de velocidade entre os diferentes pontos da alegada órbita do planeta em torno da Terra.

Era um sistema extremamente complexo conjugando movimentos circulares uniformes em combinações variadas.

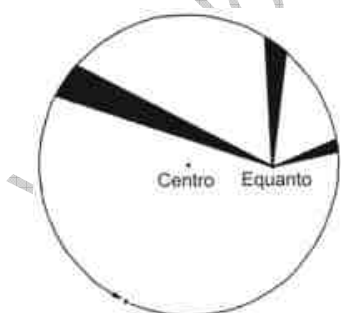
Para explicar a diferença de velocidades relativamente às estrelas de fundo, a Terra foi retirada pela primeira vez por Hiparco, do centro da esfera ocupando uma posição excêntrica. Desse modo, mesmo que o planeta descreva um movimento circular uniforme em torno do centro de curvatura, visto da Terra, esse movimento em relação às estrelas de fundo parecerá



Deferente e epiciclos no modelo ptolemaico.

Assumia-se que o ponto P se movia uniformemente no círculo de referência ou deferente. No entanto, as velocidades obtidas ainda não reflectiam bem as velocidades dos planetas e muito menos as retrogradações.

O ponto P era apenas um ponto imaginário no deferente em torno do qual se definia o epiciclo. O epiciclo era uma circunferência centrada no ponto P e sobre a qual o planeta descrevia a sua trajectória num movimento circular uniforme. Para tornar o movimento do planeta idêntico à observação era apenas necessário adaptar os tamanhos do deferente e dos epiciclos até se obter a curva ajustada às observações.



A partir do equanto o planeta varre ângulos iguais a intervalos de tempo iguais.

A Terra não necessita estar no centro do deferente mas pode ocupar uma posição excêntrica. Quando a velocidade não conseguia ser ajustada com apenas estes artifícios, existia ainda um ponto, chamado o equanto, que

era excêntrico e não centrado na Terra que poderia ser a origem de um movimento uniforme que varria áreas iguais a intervalos de tempo iguais.

É evidente que Ptolomeu não se preocupou na questão de saber se há epiciclos, deferentes ou equantos "reais" nos céus. Na verdade, preocupou-se em construir um modelo, mais que representar a realidade, o que quer que isso seja.

A atitude de elaborar um modelo que tenha equações que se ajustem às observações e que permita fazer previsões, mesmo que o modelo pareça ser demasiado complicado matematicamente, não é totalmente diferente daquilo que muitas vezes ocorre com os físicos dos nossos dias.

De fato, ainda hoje, na ausência da possibilidade de arranjar uma solução física satisfatória, procura-se uma equação que se ajuste aos fenómenos observáveis e que permita fazer previsões.

A Astronomia Moderna

A espectroscopia estelar, a construção dos grandes telescópios, a substituição do olho humano pelas fotografias, e os objetivos de sistematização e classificação, fizeram a astronomia evoluir mais nestes últimos cinquenta anos do que nos cinco milênios de toda sua história. A partir deste momento, a história da astronomia, em consequência do desenvolvimento tecnológico da segunda metade do século XX, sofre uma tal mudança nos seus métodos, que a astronomia deixa o seu aspecto de ciência de observação para se tornar, também, uma nova ciência experimental, onde aparecem inúmeros ramos.

As principais divisões da astronomia são a astrometria, que trata da determinação da posição e do movimento dos corpos celestes; a mecânica celeste, que estuda o movimento dos corpos celestes e a determinação de suas órbitas; a astrofísica, que estuda as propriedades físicas dos corpos

celestes; a astronomia estelar, que se ocupa da composição e dimensões dos sistemas estelares; a cosmogonia, que trata da origem do universo, e a cosmologia, que estuda a estrutura do universo como um todo. A pesquisa espacial deu não só à cartografia, mas a todos os estudos das ciências na Terra e, em especial, aos levantamentos dos recursos naturais do planeta, um novo dimensionamento.

Fonte: www.astromador.xpg.com.br

www.ccvalg.pt

Grandes descobertas feitas através de um telescópio

As primeiras observações astronômicas feitas com ajuda de uma luneta foram realizadas por Galileu Galilei (1564-1642) em 1610, usando uma luneta que ele mesmo construiu, baseado na notícia da invenção de instrumento similar na Holanda. As observações de Galileu fizeram sensação em sua época. Galileu observou pela primeira vez os satélites mais brilhantes de Júpiter (hoje conhecidos como galileanos), identificou estruturas que posteriormente foram compreendidas como os anéis de Saturno, pode observar em detalhe as crateras da Lua, as fases de Vênus e que o céu possuía muito mais estrelas do que aquelas visíveis a olho nu. A repercussão do trabalho observacional de Galileu é, em termos históricos, incalculável. Foi um trabalho intrinsecamente inaugural. Em termos imediatos, a identificação dos satélites de Júpiter e das fases de Venus tornou mais aceitável a idéia de que o Sol poderia ser o centro do sistema ao qual a Terra pertencia, abrindo o caminho para a constituição da física inercial, cuja forma acabada seria dada por Newton, em detrimento da física aristotélica.

Esta mesma descoberta observacional dos satélites de Júpiter criou o terreno científico para o chamado princípio copernicano que, mais do que dizer que a Terra gira ao redor do Sol, afirma que ela não é um lugar

privilegiado do Universo, pois sequer é o astro mais pujante do próprio sistema do qual é um membro. Além disso, é de significado mais profundo e duradouro, ao estabelecer um instrumento como mediador entre homem e mundo, abriu caminho para o questionamento da relação sujeito-objeto da metafísica tradicional, questionamento que por sua vez constitui o terreno intelectual de toda a filosofia moderna, inaugurada por Descartes, admirador e contemporâneo de Galileu com seus princípios Ergo logo sum (Penso, logo existo) e Omnia dubitantur est (tudo pode ser posto em dúvida).

Não é, portanto, exagerado dizer que a revolução intelectual-científica e filosófica dos últimos trezentos anos tem como um de seus fundamentos a invenção da astronomia observacional com instrumentos ópticos por Galileu e das descobertas por ele inauguradas.

Outra observação historicamente importante foi a descoberta de Urano por W. Herschel (1738-1822), em 1781, o que acrescentou um novo planeta à família do Sistema Solar, que até então tinha como planetas apenas aqueles conhecidos desde a Antiguidade.

A descoberta de outro planeta, Netuno, por Galleu em 1846, também teve caráter singular por ser a primeira identificação observacional de um corpo previsto através de cálculo de perturbação. De fato, tal previsão foi feita independentemente pelo matemático e astrônomo francês Urbain J. J. Leverrier (1811-1877) e pelo também astrônomo inglês e professor de Cambridge John Couch Adams (1819-1892) tendo como ponto de partida desvios apresentados por Urano em seu movimento ao redor do Sol. A confirmação da previsão se constituiu também numa não mais necessária à época - mas definitiva - prova de que o Sol é o centro do sistema ao qual a Terra pertence.

No ano de 1814, o físico alemão Joseph von Fraunhofer (1787-1826) construiu o seguinte dispositivo: Os raios Solares recolhidos por uma luneta incidiam paralelamente sobre um prisma. Outra luneta recolhia os feixes refratados e os focalizava numa tela. Desta forma ele pode identificar as primeiras 547 linhas escuras do espectro do Sol. Com alguns experimentos, R. W. Bunsen (1811-1899) e R. Kirchhoff (1824-1887) apresentaram, em 1859, a interpretação correta para este fenômeno, associando estas linhas escuras à presença de elementos químicos identificáveis na atmosfera do Sol. Cada linha era, assim, uma "assinatura" de um elemento químico, podendo cada elemento apresentar várias destas "assinaturas". Com isto, estava vencido um dos maiores desafios ao conhecimento humano, a possibilidade de saber a constituição química de objetos que estavam a distâncias inimagináveis. Uma figura muito considerada nos círculos intelectuais do século passado, o francês Auguste Comte (1798-1857), fundador do positivismo, havia enunciado a impossibilidade absoluta da obtenção deste conhecimento.

Um outro conjunto de observações, em nosso século, revolucionaram completamente a imagem que o homem possuía até então do Universo que habita e observa. Esse conjunto de observações teve início na segunda década desse século pois foi somente 1923 que foram reunidas suficientes evidências observacionais para afirmar a existência de sistemas estelares que não a nossa própria galáxia, ou seja a existência de outras galáxias no Universo.

Quase imediatamente a seguir, o astrônomo Edwin Powell Hubble (1889-1953) em 1927 reuniu elementos suficientes concluir a existência de uma razão de proporcionalidade entre a distância das galáxias à nossa galáxia e a velocidade com que elas se distanciavam da nossa. Na década de 20 deste século, portanto, o Universo passou então não só a estar povoado

de galáxias, mas também passou a estar em expansão, o que levou a elaboração da idéia de um momento inicial finito e portanto de uma idade mensurável para sua existência. Daí nasce a idéia de Big-Bang, que terá como sustentáculo maior a descoberta (agora não mais com telescópio, mas como uso de antenas), em 1965, de uma radiação cósmica no fundo do céu, cuja única explicação consistente é dada pela teoria do Big- Bang ao se constituir numa relíquia dos instantes iniciais da história do Universo.

O telescópio espacial Hubble, ao proporcionar observações sem a barreira da atmosfera terrestre inaugurou uma nova era em termos de resolução de imagem, ampliando a capacidade de observação humana em termos equivalentes à passagem da observação com vista desarmada ao uso do telescópio. Entretanto, com o uso de novas tecnologias que planejam cancelar o efeito atmosférico, telescópios com poder de resolução equivalente a do Hubble estão sendo planejados e construídos para funcionarem na superfície terrestre. Mais recentemente, Michel Mayor e Didier Queloz, astrônomos suíços, reuniram, em trabalho publicado no ano de 1994, evidências observacionais da existência de um planeta fora do Sistema Solar, que, se confirmada, seria o primeiro planeta extra-Solar identificado em torno de uma estrela normal. Embora este caso em particular desperte atualmente controvérsias, a técnica utilizada levou a identificação de outros planetas extra-Solares.

Por fim, é justo mencionar também o trabalho do astrônomo brasileiro Gustavo Frederico Porto de Mello, professor de Astronomia do Observatório do Valongo, da UFRJ, que, como um dos resultados de sua pesquisa para obtenção do grau de doutor no Observatório Nacional, sob a orientação de Licio da Silva, identificou uma estrela que é a mais perfeita gêmea Solar, isto é, uma estrela, a 18 do Escorpião com massa, idade,

composição química e outros parâmetros astrofísicos muito similares ao nosso Sol.

Assim, a astronomia foi não só uma das responsáveis pelo deslanchar da revolução intelectual dos últimos três séculos, mas suas descobertas continuam a alimentar de novidades inimagináveis aos cientistas deste final de milênio. Tudo isto começou com uma luneta na mão e muita curiosidade frente ao mundo no espírito.

A Evolução da Astronomia Moderna

No final do século XIX foi descoberto que, quando a Luz do Sol era decomposta, uma miríade de linhas espectrais era observada (regiões onde havia pouca ou nenhuma luz). Experimentos com gases aquecidos mostraram que as mesmas linhas podiam ser observadas no espectro de gases, linhas específicas correspondendo a elementos específicos. Foi evidenciado que, elementos químicos encontrados no Sol (majoritariamente hidrogênio e hélio) também eram encontrados na Terra. Durante o século XX, a espectroscopia (e estudo dessas linhas) avançou, especialmente devido ao advento da física quântica, que era necessária para compreender as observações.

Mesmo que nos séculos anteriores os astrônomos notáveis eram exclusivamente homens, na virada do século XX as mulheres passaram a desempenhar um papel importante nas grandes descobertas astronômicas. Nesse período anterior aos computadores modernos, mulheres no United States Naval Observatory (Observatório Naval dos Estados Unidos), na Universidade de Harvard, e em outras instituições de pesquisa astronômicas frequentemente serviam de "computadores humanos", que realizam a tarefa tediosa de calcular enquanto os cientistas realizavam as pesquisas que necessitavam de conhecimentos mais profundos no assunto[1]. Muitas das

descobertas desse período eram notadas inicialmente por mulheres que "computavam" e então reportadas a seus supervisores. Por exemplo, Henrietta Swan Leavitt descobriu a relação entre o período de luminosidade e a variabilidade de uma estrela Cefeida, Annie Jump Cannon organizou os tipos espectrais estelares de acordo com a temperatura estelar, e Maria Mitchell foi a primeira pessoa a descobrir um cometa usando um telescópio (para saber mais sobre mulheres astronômas [2]). Algumas dessas mulheres receberam pouco ou nenhum reconhecimento durante suas vidas, devido a baixa reputação profissional no campo da astronomia. E embora suas descobertas sejam ensinadas em salas de aula de astronomia ao redor do mundo, poucos estudantes de astronomia conseguem atribuir o trabalho a suas respectivas autoras.

o Universo

Uma possível definição de Universo é que ele é tudo que nos influenciou no passado, nos influencia no presente e que poderá nos influenciar no futuro.

O Universo conhecido é formado por galáxias, estrelas, nebulosas, planetas, satélites, cometas, asteróides e radiações. É possível que haja, também, matéria numa forma ainda não detectada. O Universo atualmente conhecido tem um raio estimado pelos cientistas de 20 bilhões de anos-luz, contendo cerca de 100 bilhões de galáxias, incluindo a Nossa Galáxia, também chamada de Via-Láctea. Admite-se uma idade de cerca de 20 bilhões de anos para o Universo. O estudo da origem e da evolução do Universo recebe o nome de Cosmologia.

Existem diversas teorias sobre a origem e evolução do Universo:

Modelo Estático

Princípio Cosmológico: o Universo tem o mesmo aspecto para qualquer observador, a menos de características locais. No modelo estático, admite-se que o Universo teve, tem e sempre terá o mesmo aspecto, ou seja que ele não sofre nenhum tipo de evolução. Esse modelo apresenta o inconveniente de ser contraditório com as observações, que mostram que ocorrem importantes modificações nos elementos que constituem o Universo observável.

Modelo Estacionário

Observações mostram que o Universo está em expansão. Isso contraria o modelo Estático, pois implica na diminuição da densidade do Universo. Para contornar esse problema, esse modelo define o Princípio Cosmológico Perfeito: o Universo tem o mesmo aspecto para qualquer observador em qualquer instante, a menos de características locais. Para garantir a manutenção da densidade do Universo, apesar da expansão, esse modelo supõe a geração espontânea de matéria. Não há provas de que essa hipótese seja válida, mas também não há nada que a refute.

Modelo Expansivo

Através da observação das diferenças entre as cores de luzes que as galáxias emitem e as que nós delas recebemos, pode-se verificar que as galáxias se afastam umas das outras. A aparente mudança de cor recebe o nome de deslocamento para o vermelho, ou "redshift", e o movimento de afastamento dessas galáxias é conhecido como Recessão das Galáxias. Sabendo da expansão do Universo, uma nova definição do Princípio Cosmológico pode ser enunciada: O Universo é homogêneo e isotrópico para qualquer observador que participe de sua expansão. O astrônomo Hubble

descobriu que quanto mais longe uma galáxia se encontra de nós, mais rapidamente ela se afasta de nós. Esse princípio se chama Lei de Hubble.

De que o Universo está em expansão parece que não se tem dúvida. Mas, será que essa expansão vai continuar no mesmo ritmo atual, diminuir o ritmo ou aumentar o ritmo?

Modelo Cíclico

Caso a massa do Universo seja maior do que um certo valor crítico, então a gravidade do Universo é suficientemente grande para frear, gradativamente, a expansão e impor um processo de contração ao Universo. As estimativas atuais da massa do Universo dão um valor ligeiramente inferior ao mínimo necessário para que o Universo sofra essa contração, mas...! Como se determina a massa do Universo? Por amostragem. Imagina-se uma determinada região do espaço que possa ser considerada como representativa da densidade do Universo. Calcula-se a massa dessa região, levando-se em conta as estrelas, as nebulosas e a poeira aí existentes.

Acontece que há indícios da existência de Buracos Negros, que por serem de difícil detecção, não entram nessa estimativa. Além disso, parece que existem neutrinos que possuem massa. Como neutrinos são subprodutos das fusões nucleares que ocorrem no interior das estrelas, deve existir um número muito grande de neutrinos espalhados no Universo. Se isso for verdade, é bem provável que a massa do Universo seja maior que aquela que se estima atualmente, e nesse caso é possível que a massa ultrapasse a massa crítica, fazendo com que o Universo pare de se expandir e comece a contrair. Havendo essa contração, é permissível se pensar que a partir de um certo instante recomeça a expansão e que o processo seja cíclico.

Galáxia

Uma galáxia é um sistema complexo composto de numerosos corpos celestes, a maioria estrelas e planetas, com gás disperso e que apresentam uma movimentação própria provocada pela gravidade.



Até ao século XIX, conhecia-se apenas uma a nossa Via Láctea. Era todo o Universo conhecido. Hoje os telescópios possibilitam obter imagens de vários tipos de galáxias. Existem galáxias: elípticas ou circulares, espirais e irregulares.

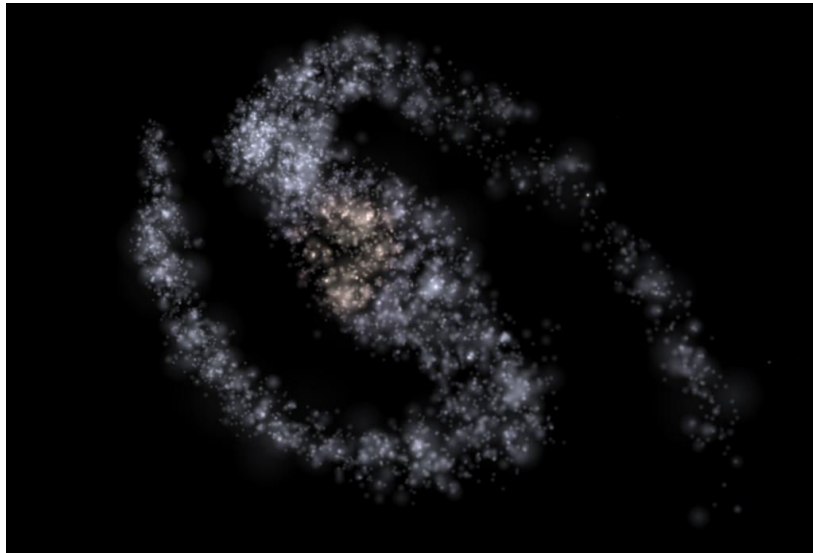
As três galáxias que podemos ver a olho nu

Todos os planetas do nosso Sistema Solar orbitam o Sol, que é apenas uma dentre bilhões de estrelas que compõe a nossa galáxia: A Via Láctea. Observada e nomeada desde tempos muito remotos, foi apenas descoberto

que o "caminho de leite" na verdade se tratava de um imenso número de estrelas, quando o famoso astrônomo Galileu Galilei a observou.

Quando observamos o céu em uma noite sem nuvens podemos ver milhares de estrelas dependendo das condições do local de onde observamos. Todas estas estrelas fazem parte desta galáxia em que o sistema solar está localizado. Se abstrairmos um pouco e pensarmos cada vez mais distante, haverá um momento em que será possível distinguir uma forma para esta organização de estrelas, no caso da via Láctea será uma forma espiralada praticamente planar, ou seja, a grande maioria das estrelas está localizada em um plano, o "disco" galáctico. O primeiro astrônomo a chegar a esta conclusão foi o também famoso William Herschel que mais tarde obteve confirmação de suas observações quando Harlow Shapley descreveu como as estrelas estariam organizadas em relação ao centro (bojo) da galáxia e também demonstrou que o Sol está mais próximo à borda da Via Láctea.





Via Láctea

As galáxias são, portanto, formadas de estrelas, milhões ou bilhões delas. Existem várias classificações para cada uma dependendo de sua forma, como por exemplo, galáxias irregulares, elípticas, espirais, como é o caso da Via Láctea, Andrômeda, entre outras. As galáxias espirais também podem possuir um formato característico que é denominado de espiral barrada.

Entre as estrelas se encontra também muito gás e poeira, de fato $\frac{3}{4}$ da massa de uma galáxia está na forma de gás e poeira. Este é o material que restou de estrelas que já "se foram" e é também o material que novas estrelas utilizam para se formar. Comentando de maneira breve: Estrelas são formadas principalmente por nuvens de gás, principalmente hidrogênio, que é o elemento mais simples existente e o primeiro a sofrer o processo de fusão nuclear no ciclo de reações que ocorrem durante o período de atividade de uma estrela.

Toda essa poeira e gases existentes nas galáxias também emitem luz porque seus átomos estão sendo excitados de alguma forma pela radiação das estrelas vizinhas e quando seus respectivos elétrons retornam ao estado fundamental, estes emitem fótons.



M66

Observando em todas as direções é possível ver galáxias que podem estar tão perto como algumas centenas de milhares de anos luz até galáxias tão distantes que são necessários telescópios de grande porte para se fotografar e estudar. Devido a estas grandes distancias envolvidas no estudo e observação de galáxias, parece pouco provável observa-las à vista desarmada ou mesmo com pequenos telescópios ou binóculos.



Galáxia do Triangulo

Felizmente isto não é verdade, a Via Láctea possui algumas galáxias satélites, isso mesmo, assim como a lua é um satélite natural da Terra, existem galáxias pequenas quando comparadas à Via Láctea que estão gravitacionalmente relacionadas "conosco". Este fato intrigante nos permite observar dois objetos muito interessantes que são melhores observados de latitudes mais austrais devido à suas localizações no céu.

Todas estas características peculiares são o motivo da descoberta relativamente tardia das nuvens de Magalhães. Como o nome já sugere, estes objetos que mais tarde foram estudados e percebidos como galáxias, foram descobertos pelo navegador Fernão de Magalhães em torno de 1519.

Juntamente com as nuvens de Magalhães, a grande galáxia de Andrômeda também pode ser observada à vista desarmada.

Colisões entre galáxias

Galáxias em aglomerados estão relativamente próximas umas das outras, isto é, as separações entre elas não são grandes comparadas com seus tamanhos (o espaçamento entre as galáxias é da ordem de apenas cem vezes o seu tamanho, enquanto a distância média entre as estrelas é da ordem de 1 parsec = 22 milhões de diâmetros solares). Isso significa que provavelmente essas galáxias estão em frequentes interações umas com as outras.



Imagem do Telescópio Espacial Hubble da galáxia do girino (tadpole).

Nos catálogos existentes de galáxias peculiares há muitos exemplos de pares de galáxias com aparências estranhas que parecem estar interagindo uma com a outra. Podemos entender muitos desses casos em termos de efeitos de maré gravitacional. Os efeitos de marés entre pares de galáxias que casualmente passam perto uma da outra têm sido estudados por Alar e Juri Toomre. Eles assinalaram três propriedades fundamentais nas interações por maré: (1) a força de maré é proporcional ao inverso do cubo da separação entre as galáxias; (2) as forças de maré sobre um objeto tende a alongá-lo; assim, os bojos de maré se formam no lado mais próximo e no lado mais distante de cada galáxia em relação à outra; (3) as galáxias perturbadas geralmente giravam antes do encontro de maré e a distribuição posterior de seu material deve portanto refletir a conservação de seu momentum angular.

Como um primeiro resultado, é de se esperar que uma interação de maré entre duas galáxias puxe matéria de uma em direção à outra. Essas

"pontes" de matéria realmente se formam entre as galáxias interagentes, mas também se formam caudas de matéria que saem de cada galáxia na direção oposta à outra. Devido à rotação das galáxias, as caudas e pontes podem assumir formas esquisitas, especialmente se levarmos em conta o fato de que os movimentos orbitais das galáxias estarão em um plano que forma um ângulo qualquer com a nossa linha de visada. Os irmãos Toomre têm conseguido calcular modelos de galáxias interagentes que simulam a aparência de diversos pares de galáxias com formas estranhas, vistas realmente no céu.



NGC 4038/9: um exemplo clássico de galáxias em colisão.

Fusão de galáxias e canibalismo galáctico

Se as galáxias colidem com velocidade relativamente baixa, elas podem evitar a disrupção por maré. Os cálculos mostram que algumas partes das galáxias que colidem podem ser ejetadas, enquanto as massas principais se convertem em sistemas binários (ou múltiplos) com pequenas órbitas ao redor uma da outra. O sistema binário recentemente formado, encontra-se envolto em um envelope de estrelas e possivelmente matéria interestelar, e eventualmente pode se fundir formando uma única galáxia.

Esse processo é especialmente provável nas colisões entre os membros mais massivos de um aglomerado de galáxias, que tendem a ter velocidades relativamente mais baixas. A fusão pode converter galáxias espirais em elípticas.

O termo fusão de galáxias é usado em referência à interação entre galáxias de tamanhos semelhantes. Quando uma galáxia muito grande interage com outra muito menor, as forças de maré da galáxia maior podem ser tão fortes a ponto de destruir a estrutura da galáxia menor cujos pedaços serão então incorporados pela maior. Astrônomos chamam este processo de canibalismo galáctico.

Observações recentes mostram que galáxias elípticas gigantes, conhecidas como galáxias cD, têm propriedades peculiares, tais como: halos muito extensos (até 3 milhões de anos luz em diâmetro), núcleos múltiplos, e localização em centros de aglomerados. Essas propriedades sugerem que essas galáxias se formaram por canibalismo galáctico.

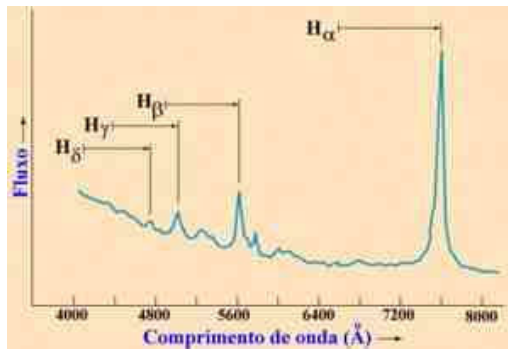
Muitas vezes, o encontro entre as galáxias não é forte o suficiente para resultar em fusão. Numa interação mais fraca, ambas as galáxias sobrevivem, mas o efeito de maré pode fazer surgirem caudas de matéria, em um ou ambos lados das duas galáxias. Muitas galáxias com aparências estranhas, que não se enquadram em nenhuma das categorias de Hubble, mostram evidências de interações recentes. Simulações por computador mostram que sua forma pode ser reproduzida por interação de maré, em colisões. Um resultado recente de simulações em computador é a possibilidade de que colisões possam transformar galáxias espirais em elípticas: a interação pode retirar gás, estrelas e poeira das duas galáxias, transformando-as em uma elíptica. A colisão pode também direcionar grande quantidade de gás ao centro da elíptica resultante, propiciando a criação de um buraco negro.

Quasares



Quasar 3C 273

Os quasares, cujo nome vem de "Quasi Stellar Radio Sources", foram descobertos em 1961, como fortes fontes de rádio, com aparência ótica aproximadamente estelar, azuladas. Mais provavelmente são galáxias com buracos negros fortemente ativos no centro, como proposto em 1964 por Edwin Ernest Salpeter (1924-) e Yakov Borisovich Zel'dovich (1914-1989). São objetos extremamente compactos e luminosos, emitindo mais do que centenas de galáxias juntas, isto é, até um trilhão de vezes mais do que o Sol. São fortes fontes de rádio, variáveis, e seus espectros apresentam linhas largas com efeito Doppler indicando que eles estão se afastando a velocidades muito altas, de até alguns décimos da velocidade da luz. O primeiro a ter seu espectro identificado foi 3C 273, pelo astrônomo holandês Maarten Schmidt (1929-), em 1963. Maarten foi orientando de Oort, em Leiden, em 1956. Este quasar tem magnitude aparente $V=12,85$, mas magnitude absoluta estimada de Pelo módulo de distância, $r=891$ Mpc.



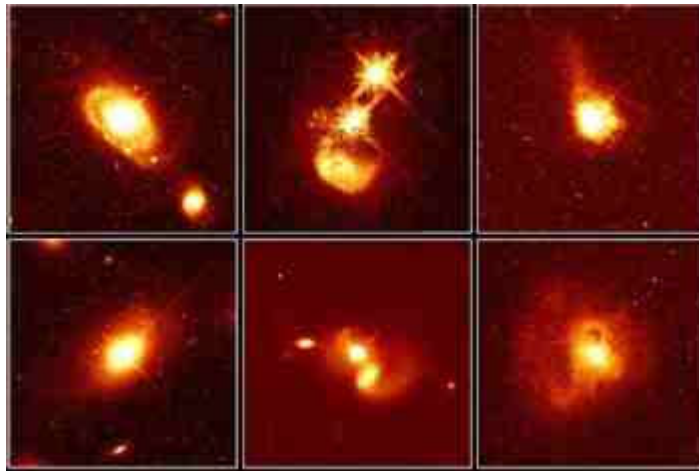
O espectro do quasar 3C 273 no ótico e infravermelho próximo é dominado pelas linhas do hidrogênio em emissão e deslocadas para o vermelho (redshifted) por efeito Doppler. Por exemplo, a linha H está deslocada de 4861Å para 5630Å .



Modelo de um quasar, com um buraco negro no centro, um disco de acreção em volta deste, e jatos polares

No modelo mais aceito, o buraco negro central acreta gás e estrelas da sua vizinhança, emitindo intensa radiação enquanto a matéria se acelera, espiralando no disco de acreção, e parte da matéria é ejetada por conservação de momento angular. Na aceleração da matéria, a energia liberada é da ordem de $0,1mc^2$, comparada com $0,007mc^2$ na reação nuclear mais energética conhecida, a transformação de 4 átomos de hidrogênio em

um átomo de hélio. Quando o buraco negro consumir toda matéria circundante, ele cessará de emitir.



PG 0052+251 (canto esquerdo superior), a 1,4 bilhões de anos-luz da Terra, reside em uma galáxia espiral normal; PHL 909, a 1,5 bilhões de anos-luz (canto inferior esquerdo), em uma galáxia elíptica; IRAS04505-2958, PG 1212+008, Q0316-346 e IRAS13218+0552, em vários tipos de galáxias em interação

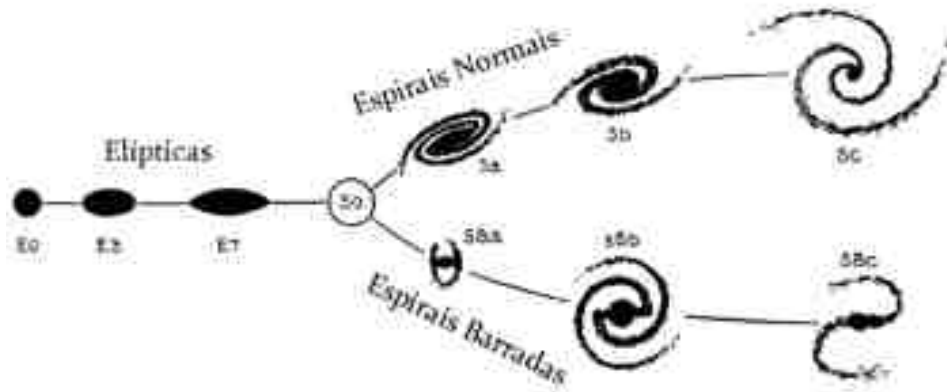
Classificação morfológica de galáxias

A denominação M das galáxias vem de Charles Messier, um buscador de cometas, que em 1781 registrou a posição de 103 objetos extensos (nebulosas) para não confundi-los com cometas.

As galáxias diferem bastante entre si, mas a grande maioria têm formas mais ou menos regulares quando observadas em projeção contra o céu, e se enquadram em duas classes gerais: espirais e elípticas. Algumas galáxias não têm forma definida, e são chamadas irregulares.

Um dos primeiros e mais simples esquemas de classificação de galáxias, que é usado até hoje, foi inventado por Hubble nos anos 1920. O

esquema de Hubble consiste de três seqüências principais de classificação: elípticas, espirais e espirais barradas. Nesse esquema, as galáxias irregulares formam uma quarta classe de objetos.



Espirais (S)

As galáxias espirais, quando vistas de frente, apresentam uma clara estrutura espiral. M31 e a nossa própria Galáxia são espirais típicas. Elas possuem um núcleo, um disco, um halo, e braços espirais. As galáxias espirais apresentam diferenças entre si principalmente quanto ao tamanho do núcleo e ao grau de desenvolvimento dos braços espirais. Assim, elas são subdivididas nas categorias Sa, Sb e Sc, de acordo com o grau de desenvolvimento e enrolamento dos braços espirais e com o tamanho do núcleo comparado com o do disco.

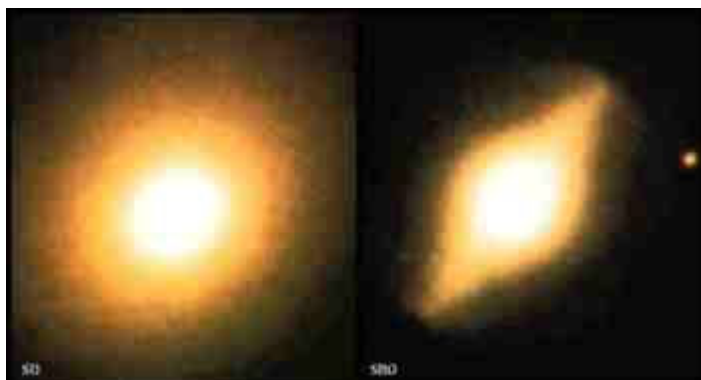


a núcleo maior, braços pequenos e bem enrolados

b núcleo e braços intermediários

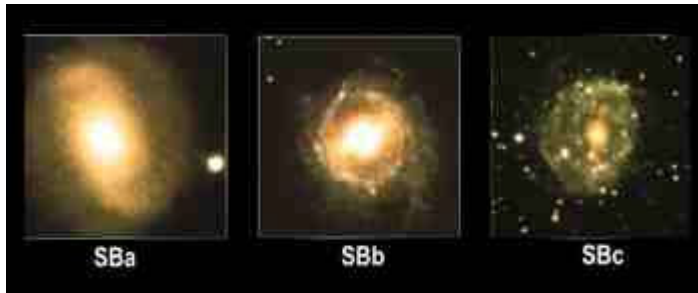
c núcleo menor, braços grandes e mais abertos

Existem algumas galáxias que têm núcleo, disco e halo, mas não têm traços de estrutura espiral. Hubble classificou essas galáxias como S0, e elas são às vezes chamadas lenticulares. As galáxias espirais e lenticulares juntas formam o conjunto das galáxias discoidais.



Espirais Barradas

Aproximadamente metade de todas as galáxias discoidais apresentam uma estrutura em forma de barra atravessando o núcleo. Elas são chamadas barradas e, na classificação de Hubble elas são identificadas pelas iniciais SB. As galáxias barradas também se subdividem nas categoria SBO, SBa, SBb, e SBc. Nas espirais barradas, os braços normalmente partem das extremidades da barra. O fenômeno de formação da barra ainda não é bem compreendido, mas acredita-se que a barra seja a resposta do sistema a um tipo de perturbação gravitacional periódica (como uma galáxia companheira), ou simplesmente a consequência de uma assimetria na distribuição de massa no disco da galáxia. Alguns astrônomos também acreditam que a barra seja pelo menos em parte responsável pela formação da estrutura espiral, assim como por outros fenômenos evolutivos em galáxias.



Normalmente se observa, nos braços das galáxias espirais, o material interestelar. Ali também estão presentes as nebulosas gasosas, poeira, e estrelas jovens, incluindo as super-gigantes luminosas. Os aglomerados estelares abertos podem ser vistos nos braços das espirais mais próximas e os aglomerados globulares no halo. A população estelar típica das galáxias espirais está formada por estrelas jovens e velhas.

As galáxias espirais têm diâmetros que variam de 20 mil anos-luz até mais de 100 mil anos-luz. Estima-se que suas massas variam de 10 bilhões a 10 trilhões de vezes a massa do Sol. Nossa Galáxia e M31 são ambas espirais grandes e massivas.

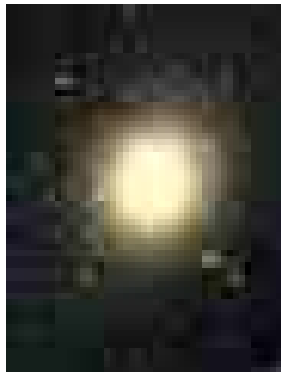
Elípticas (E)

As galáxias elípticas apresentam forma esférica ou elipsoidal, e não têm estrutura espiral. Têm pouco gás, pouca poeira e poucas estrelas jovens. Elas se parecem ao núcleo e halo das galáxias espirais



As galáxias elípticas são chamadas de E_n , onde $n=10(a-b)/a$, sendo a o semi-eixo maior e b o semi-eixo menor. Hubble subdividiu as elípticas em classes de E0 a E7, de acordo com o seu grau de achatamento.

As galáxias elípticas variam muito de tamanho, desde super-gigantes até anãs. As maiores elípticas têm diâmetros de milhões de anos-luz, ao passo que as menores têm somente poucos milhares de anos-luz em diâmetro. As elípticas gigantes, que têm massas de até 10 trilhões de massas solares, são raras, mas as elípticas anãs são o tipo mais comum de galáxias.



A galáxia elíptica gigante M87

Irregulares (I)

Hubble classificou como galáxias irregulares aquelas que eram privadas de qualquer simetria circular ou rotacional, apresentando uma estrutura caótica ou irregular. Muitas irregulares parecem estar sofrendo atividade de formação estelar relativamente intensa, sua aparência sendo dominada por estrelas jovens brilhantes e nuvens de gás ionizado distribuídas irregularmente.



Os dois exemplos mais conhecidos de galáxias irregulares são a Grande e a Pequena Nuvens de Magalhães, as galáxias vizinhas mais próximas da Via Láctea, visíveis a olho nu no Hemisfério Sul,



Detalhe da Grande Nuvem de Magalhães, obtida com o câmara grande angular do Telescópio Espacial Hubble, mostrando as estrelas individuais.

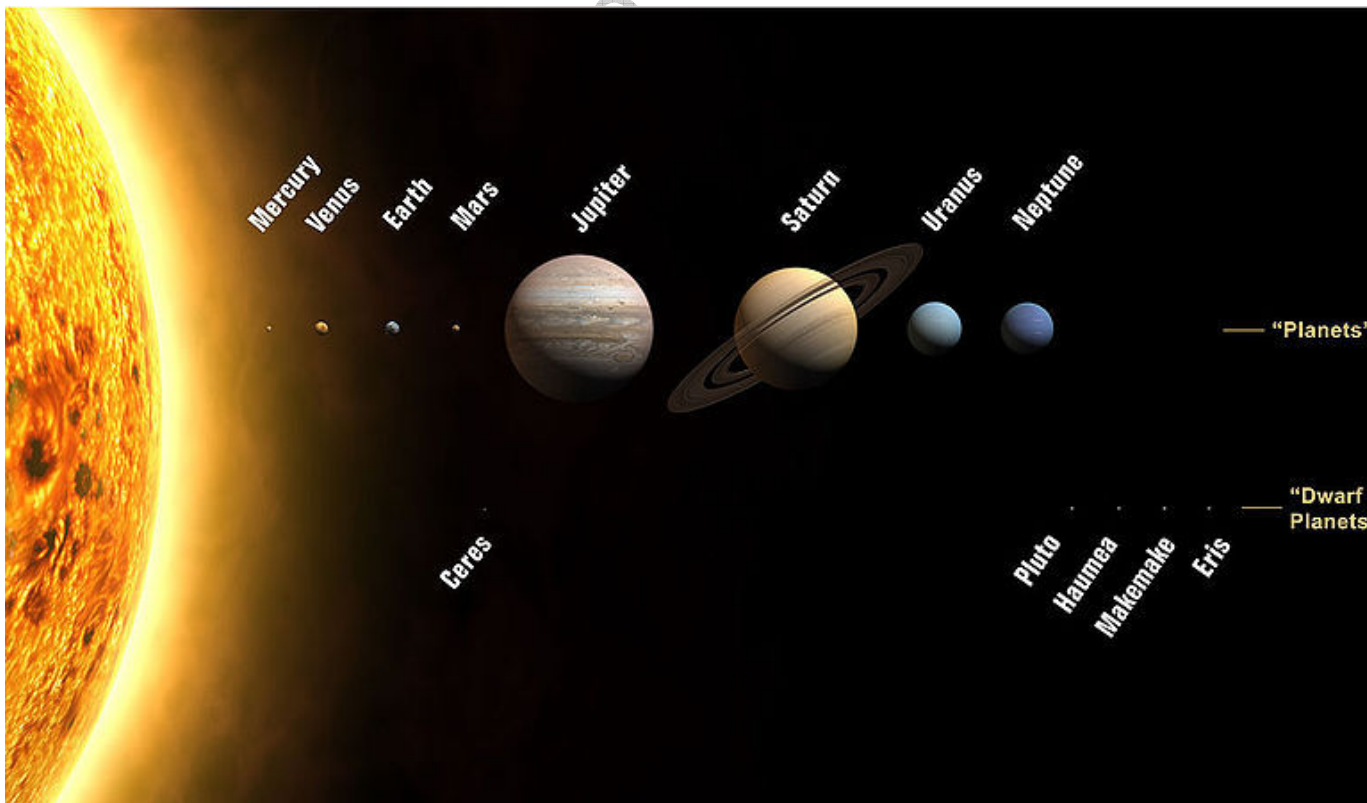
Nosso Sistema Solar

O Sistema Solar é constituído pelo Sol e pelo conjunto dos corpos celestes que se encontram no seu campo gravítico, e que compreende os planetas que atualmente compõem o sistema solar, em ordem de sol-espaco: Mercúrio, Vénus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno. Plutão hoje em dia não é mais considerado um planeta embora esteja ainda no sistema solar ^[1]e recentemente outros dois corpos da mesma categoria de Plutão foram descobertos nas regiões mais externas do sistema solar,

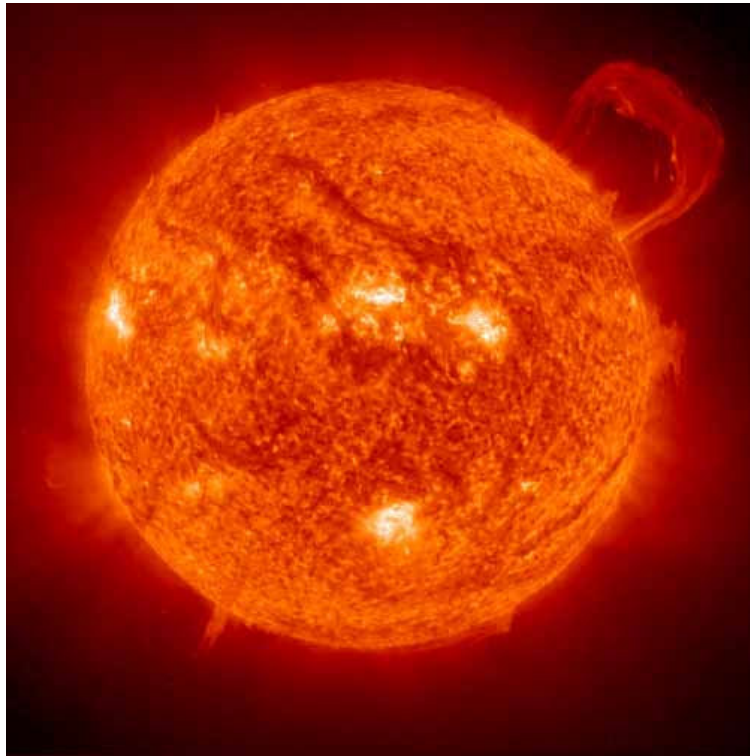
conhecidas como Nuvem de Oort e Cinturão de Kuiper, dos quais ainda não se sabe muita coisa, e uma miríade de outros objectos de menor dimensão entre os quais se contam os corpos menores do Sistema Solar (asteroides, transneptunianos e cometas).

Ainda não se sabe, ao certo, como o sistema solar foi formado. Existem várias teorias, mas apenas uma é atualmente aceita. Trata-se da Teoria Nebular ou Hipótese Nebular.

O Sol começou a brilhar quando o núcleo atingiu 10 milhões de graus Celsius, temperatura suficiente para iniciar reações de fusão nuclear. A radiação acabou por gerar um vento solar muito forte, conhecido como "onda de choque", que espalhou o gás e poeira restantes das redondezas da estrela recém-nascida para os planetas que se acabaram de formar a partir de enormes colisões entre os protoplanetas.



SOL



O SOL é uma estrela como muitas outras. Mas, para todos os que vivem na Terra, ela é a estrela mais importante.

O Sol parece-nos muito grande porque é a estrela que está mais próxima da Terra. No entanto, ele é uma das estrelas mais pequenas do Universo. Apesar disso, é um milhão de vezes maior que a Terra e encontra-se a cerca de 150 milhões de Km desta.

A sua luz demora cerca de oito minutos a chegar até nós e é tão intensa que não nos deixa ver os outros astros durante o dia. Pode danificar os olhos se for observada directamente. O telescópio com que os cientistas estudam o Sol tem um filtro denso para proteger a visão.

O relógio de sol

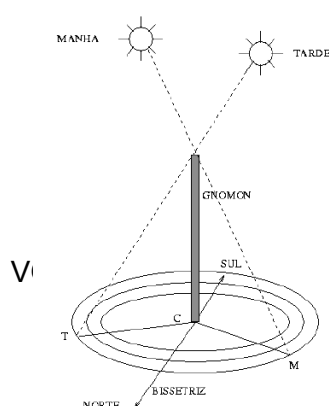
Desde remotos tempos o homem, ao observar o Sol, percebeu que este provocava a sombra dos objetos. Ao fazer estas observações notou que ao longo do dia o tamanho destas sombras variavam. O homem primitivo,

primeiramente, usou sua própria sombra para estimar as horas (sombras moventes). Logo depois viu que podia, através de uma vareta fincada no chão na posição vertical, fazer estas mesmas estimativas. Estava criado o pai de todos os relógios de Sol, o famoso Gnômon. Ao amanhecer a sombra estará bem longa, ao meio dia estará no seu tamanho mínimo e ao entardecer volta a alongar-se novamente.

Um relógio de sol mede a passagem do tempo pela observação da posição do Sol. O tipo mais comum, são os conhecidos "relógios de sol de jardim".

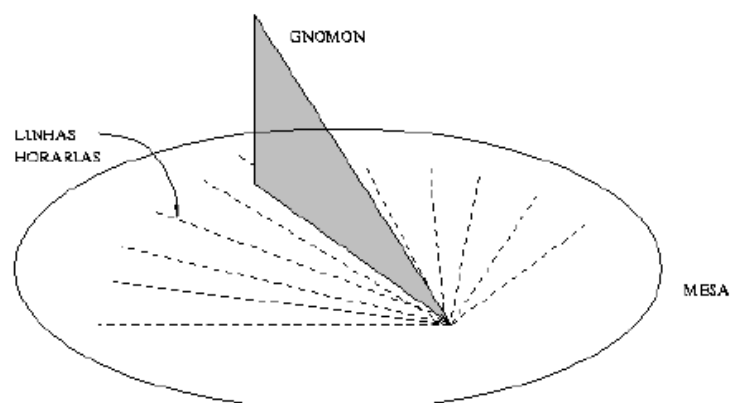
Como construir um Relógio Solar:

Relógios solares são compostos basicamente de uma "mesa", onde fica o mostrador do relógio, e um estilete, também chamado de "gnomon", cuja sombra projetada sobre o mostrador marca a passagem das horas. Existem diferentes montagens de relógios Solares: "horizontais" e "verticais" e "equatoriais". Nos relógios de montagem horizontal, a mesa é paralela ao horizonte do lugar, enquanto que nos de montagem vertical a mesa é perpendicular ao plano do horizonte. Nos relógios de montagem equatorial, a mesa é paralela ao equador terrestre. Em todas as montagens, o gnomon é sempre paralelo ao eixo de rotação da Terra. Os relógios verticais são ainda classificados em declinantes (quando seus mostradores apontam diretamente na direção de algum dos pontos cardiais - norte, leste, sul ou oeste) e não-declinantes (quando os mostradores apontam em qualquer outra direção). Para que marquem as horas durante todo o ano, os relógios de montagem equatorial e vertical necessitam de mostrador em ambos os lados da mesa.



ASTRONOMIA

EXEMPLO DE UM RELOGIO SOLAR HORIZONTAL



Antes de mais nada, você precisa determinar a linha meridiana (linha norte-sul) do local onde você pretende construir o relógio. Para isto, fixe uma haste vertical no chão e desenhe alguns círculos concêntricos em torno da haste. Pela manhã, marque o ponto onde a extremidade da sombra projetada pela haste toca um dos círculos. Faça a mesma coisa (para o mesmo círculo) à tarde. A linha meridiana aponta na direção da bissetriz do ângulo formado entre a haste e os dois pontos marcados no círculo.

2. Fixe o gnomon sobre a linha meridiana. É importante que o gnomon esteja no mesmo plano formado pela linha meridiana e a vertical do lugar. O ângulo entre o gnomon e o plano horizontal deve ser igual a latitude geográfica do local

3. Marque as linhas horárias. Estas devem interceptar a linha meridiana no ponto de fixação do gnomon. O ângulo X entre uma dada linha horária e a linha meridiana é dado pela equação: $\tan(X) = \text{sen}(L)\tan(h)$ onde L é a latitude geográfica do lugar e h é o ângulo horário do Sol correspondente a hora marcada pela linha.

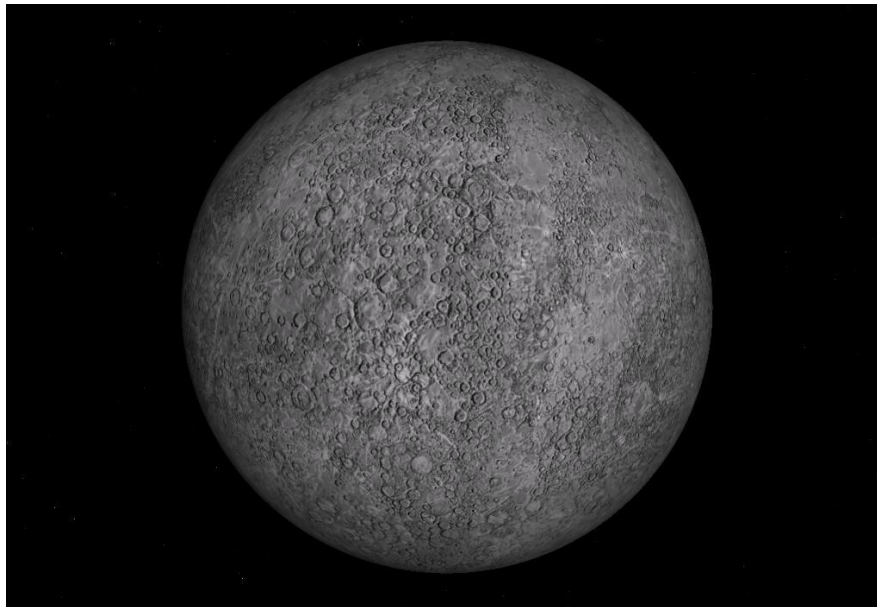
Todos os ângulos deve ser dados em graus. O ângulo horário correspondente a uma dada hora H é dado pela fórmula $h = (H - 12) \times (15^\circ)$, portanto 12 horas correspondem a um ângulo horário de zero graus (a própria linha meridiana), 13h correspondem a 15° (contados no sentido horário), etc. É claro, o relógio só marca horas entre 6 e 18h.

Na verdade, os relógios de Sol não marcam a hora legal (essa que você ouve na radio-relógio) mas a hora solar verdadeira. Durante o ano, o relógio Solar vai se atrasar e se adiantar em relação ao seu relógio de pulso. As maiores diferenças ocorrem nos 2 solstícios (inícios do verão e do inverno), enquanto que durante os dois equinócios (inícios do outono e da primavera) as diferenças são mínimas.

Fonte: www.sab-astro.org.br/cesab/newhtml/ObsCeuC.html

<http://www.astronomia-carj.com.br>

MERCÚRIO



Mercúrio

Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol, é um pequeno mundo quente que tem cerca de uma vez e meia o diâmetro da Lua. A sua superfície está fortemente marcada por crateras.

Mercúrio (nome grego Hermes) O mensageiro dos deuses: provavelmente o seu nome foi associado a Hermes porque apresenta um movimento relativo maior do que o movimento dos outros planetas

Mercúrio gira em volta do Sol a uma distância de milhões de quilômetros. Esta proximidade torna este planeta difícil de observar no céu noturno, embora por vezes possa ser avistado muito perto do horizonte.

Do lado iluminado pelo Sol, Mercúrio tem uma temperatura muito elevada. Do lado escuro, o pequeno planeta é fatalmente frio. O planeta tem

ainda a desvantagem de ser desprovido de ar. Todas estas condições tão hostis não encorajam os astronautas a desembarcar neste planeta.

Em Mercúrio, os aniversários são mais frequentes do que o nascer do Sol! Pois um "ano" (uma órbita em volta do Sol) dura 88 dias.

VÊNUS



Vênus

Vênus é o planeta irmão da Terra. Estes dois mundos são quase de tamanho idêntico. Mas, Vênus está mais próximo do Sol e permanentemente envolto numa espessa camada de nuvens que não permitem a passagem da luz do Sol até à superfície do planeta. A sua atmosfera é sufocante e venenosa, sendo portanto totalmente imprópria para as formas de vida típicas da Terra.

Vênus (nome grego Afrodite) Deusa da beleza e do amor: a beleza do planeta observado ao amanhecer ou ao entardecer pode ter sugerido esse nome.

Em relação aos outros planetas, Vénus gira em "marcha-atrás". Demora 243 dias a dar a volta completa sobre si próprio, o que faz com que os seus dias sejam maiores que os anos.

Vénus é um corpo celeste brilhante bem conhecido dos nosso céu, sendo conhecido vulgarmente sob o nome de estrela d`alva ou estrela da manhã, estrela da tarde ou Vésper (conforme a altura da sua aparição) e estrela do pastor (por ser a hora em que este ía ou vinha com o rebanho).

TERRA



A Terra ao contrário dos outros planetas é activa. Graças aos vulcões, e tremores de terra, "regenera" a sua superfície que assim, está em permanente mudança. É o único planeta que possui água no estado líquido. O ar é rico em nitrogénio e oxigénio. Esta atmosfera ajuda a filtrar algumas radiações mais nocivas do que o Sol e protege também a superfície da Terra da colisão de meteoritos.

A combinação duma superfície permanente em mudança, os oceanos e a atmosfera protectora proporcionam o desenvolvimento de vida.

Alguns cientistas prevêm um desequilíbrio da Terra, devido ao aumento da população. A destruição sistemática das florestas, assim como a exploração desenfreada de combustíveis têm como consequência a formação de quantidades enormes de dióxido de carbono na atmosfera. O dióxido de carbono permite a entrada do calor do Sol na atmosfera terrestre, mas impede que este volte a sair, logo a temperatura poderá aumentar consideravelmente.

Só com o lançamento dos primeiros satélites, nos finais da década de 50, é que o homem pôde observar imagens do seu planeta vistas do espaço. A abundância de água no estado líquido faz da Terra um planeta único no sistema solar, tendo a aparência de uma esfera azul brilhante. Mais de 2/3 do planeta está coberto de água.

A Terra gira constantemente à volta do seu eixo com um movimento semelhante ao de um pião que dá voltas sobre si mesmo, no sentido contrário ao movimento dos ponteiros do relógio. Este movimento chama-se movimento de rotação. A Terra demora 24 horas, ou seja um dia, a dar uma volta sobre si mesma. Rodando a uma velocidade de 1500 Km/h.

A rotação da Terra origina a sucessão dos dias e das noites. Como a Terra é uma esfera, os raios de Sol não podem iluminar toda a superfície terrestre ao mesmo tempo. Na parte da Terra que está iluminada, isto é, onde chega a luz do Sol é dia e na parte oposta é noite.

A Terra, como todos os planetas do sistema solar, gira em volta do Sol. A este movimento chama-se translação. A Terra demora cerca de 365 dias, ou seja, um ano a dar a volta completa ao Sol. Durante o movimento de translação da Terra, ao longo do ano, sucedem-se quatro estações: Primavera, Verão, Outono e Inverno.

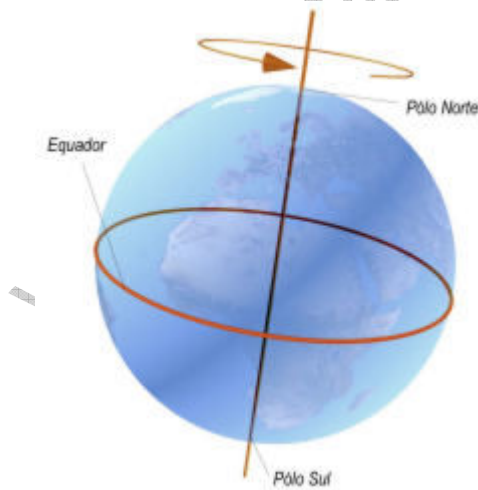
Movimentos da Terra

De fato, a Terra tem dois movimentos ao mesmo tempo:

Movimento de Rotação e Movimento de Translação.

A rotação consiste no movimento giratório da Terra em torno do seu eixo, uma linha imaginária que passa pelo centro da Terra e que atravessa a superfície desta nos chamados pólos Norte e Sul. O pólo Norte é o ponto da Terra de onde se vê a estrela Polar quase por cima. O pólo Sul é o ponto oposto, do outro lado da Terra. Daí não se vê a estrela Polar. Não faz sentido dizer que o pólo Norte está por cima do pólo Sul, uma vez que as noções de "cima" e "baixo" dependem do ponto de vista: para uma pessoa no pólo Norte, o pólo Sul está para baixo, mas, para uma pessoa no pólo Sul, é o pólo Norte que está para baixo... O sentido "para baixo" dirige-se sempre para o interior da Terra!

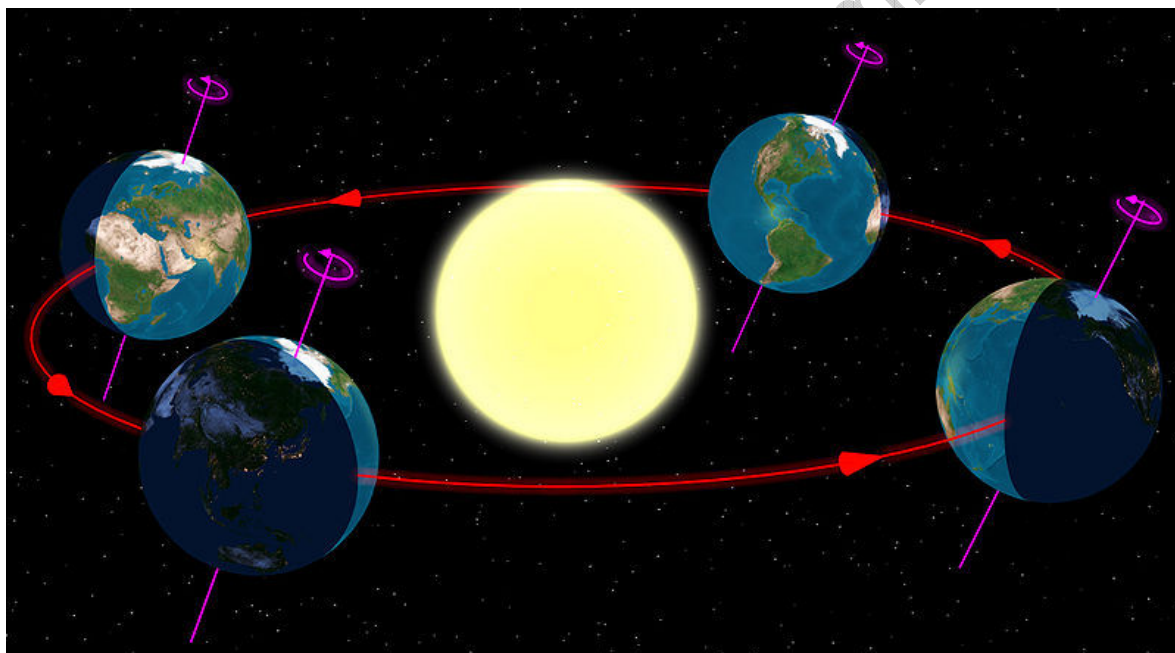
Um plano perpendicular ao eixo de rotação da Terra e que a divide em duas metades, chamadas hemisfério Norte e hemisfério Sul, marca na superfície terrestre uma linha chamada equador (figura 1.5).



A translação consiste no avanço do centro da Terra ao longo de uma curva fechada em redor do Sol (figura 1.6). Dizemos que descreve uma órbita (ou trajectória). Essa órbita parece circular mas, em rigor, é uma curva chamada elipse. Esse movimento dá-se com a velocidade de 30

quilómetros por segundo: isto significa que, em cada segundo, a Terra anda 30 quilómetros. Durante a translação, o eixo de rotação da Terra faz um ângulo de 23° com o plano da órbita da Terra.

Podemos, pois, comparar o nosso planeta a uma bailarina, que dá voltas em torno de si própria. Mas essa bailarina não está sempre no mesmo sítio... O movimento da Terra em volta do Sol é semelhante ao de uma bailarina que, rodando sobre si mesma, anda em volta de um ponto do palco. Para complicar, não é uma bailarina vertical, mas sim um pouco inclinada...



Fonte: www.nautilus.fis.uc.pt

Origem dos termos Equador, Bissexto e Trópico

Equador

Vem do latim *aequator*, que significa divisor em duas partes iguais.

Bissexto

A origem do nome pode ser explicada da seguinte forma: O dia representativo do início de cada mês no calendário romano era chamado *calendas*. Era costume inserir-se o dia intercalado após o dia 24 de

fevereiro, ou seja, 6 dias antes do início das calendas de março; assim, esse dia era contado duas vezes, daí ficando conhecido como bis sexto anti calendas martii, ou segundo sexto antes das calendas de março. Depois disso, o ano passou a ser acrescido de um dia passou a chamar-se bissexto (366 dias).

Trópico

Vem do grego tropein, que significa inverter. Indica que o Sol, após o desvio máximo para o Norte ou para o Sul (no Solstício), inverte o seu movimento aparente, voltando-se novamente para o equador (até o Equinócio).

Estações do Ano

A Terra percorre sua órbita em torno do Sol inclinada cerca de 23° e disso resulta o fenômeno das estações.

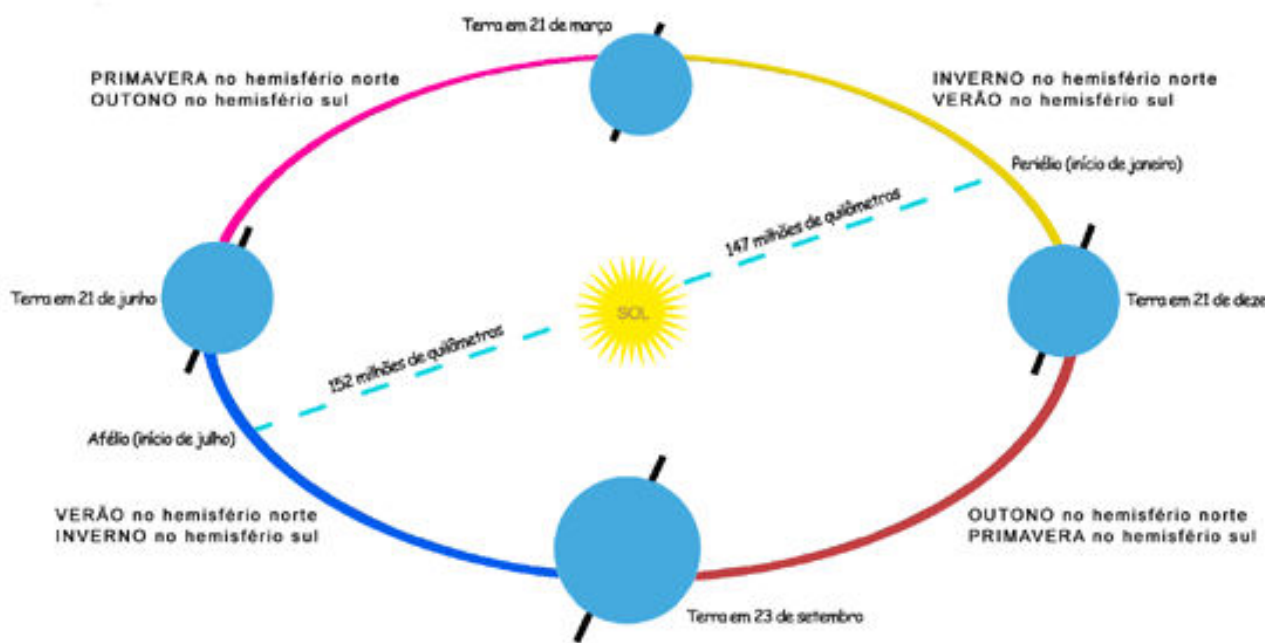
É por causa dessa inclinação que, durante um ano, uma dada região da Terra não recebe a mesma quantidade de irradiação solar. Isso interfere sensivelmente no clima do planeta e dá origem as estações.

Exemplo de um período das estações do ano (Hemisfério Sul)

Outono: 20/Mar às 14h32min (92,75 dias)	Inverno: 21/Jun às 08h29min (93,66 dias)
Primavera: 23/Set à 0h09min (89,85 dias)	Verão: 21/Dez às 20h38min (88,99 dias)

O início de cada estação é definido por dois fenômenos astronômicos: o solstício (para o verão e o inverno) e o equinócio (para a primavera e o outono). Solstício vem do latim solstitium, e significa parada do Sol.

Equinócio vem das palavras latinas *aequus*, igual, e *nox*, noite, ou seja, duração do dia igual a noite.



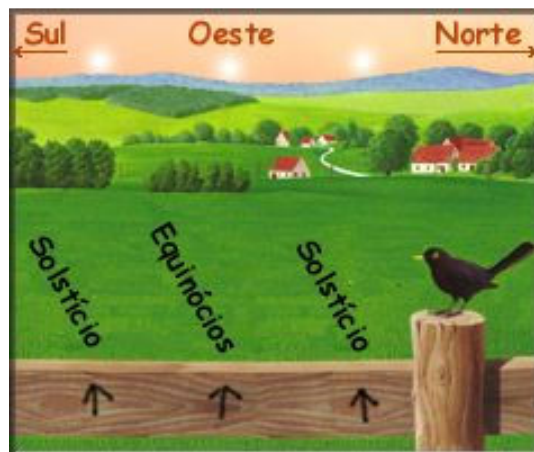
Estações Astronômicas. É a inclinação do eixo da Terra, e não a distância ao Sol (que varia muito pouco) a verdadeira causa do fenômeno. Terra e Sol não estão em escala.

Para entender como acontecem as estações imagine que você está no campo, longe da cidade, e todos os dias você observa o Sol se pôr no horizonte. A primeira coisa que percebe é que o Sol não está se pondo exatamente no Oeste, mas um pouco ao lado.

A cada dia você constata que o pôr-do-sol se dá num local diferente e decide fazer uma marcação na cerca da propriedade. Você não muda o seu ponto de observação, apenas faz marcas que coincidam com o local em que ocorre o pôr-do-sol.

Após um ano, você percebe que o Sol fez um movimento de vai e vem no horizonte e três pontos têm maior interesse em suas marcações na cerca

(veja a figura ao lado). Em apenas dois dias do ano o Sol se pôs precisamente no Oeste.



Essas também foram as únicas ocasiões em que o dia e a noite tiveram a mesma duração (12 horas cada um). Você identificou os equinócios. Há também dois pontos extremos, em que o Sol atinge o seu maior afastamento do Oeste. Foram os dias em que tiveram início o verão e o inverno.

No dia em que começou o verão o Sol estava mais ao Sul, e este foi também o dia mais longo do ano. Quando o inverno começou o Sol estava mais para o Norte e a noite foi a mais longa de todo o ano.

São os solstícios, quando o Sol parece ter parado no horizonte. Se a experiência tivesse sido feita no hemisfério Norte, a única diferença é que com o Sol mais ao Sul seria o solstício do inverno, e não do verão. A mesma inversão ocorreria entre primavera e outono.

A rigor, solstícios assinalam a ocasião em que a declinação solar é máxima e isso corresponde ao "meio" da estação, não o seu início. Raciocínio semelhante também se aplica aos equinócios. Porém, e apenas por convenção, há muito tempo utilizamos esses pontos da trajetória aparente do Sol (que são muito fáceis de identificar) para assinalar o início das estações do ano.

LUA



A Lua é o mais próximo de todos os mundos, e depois da Terra é para nós o mais familiar de todos os membros do sistema solar.

A Lua é o único satélite da Terra, distanciado desta 384 000 Km. A seguir ao Sol é o corpo mais brilhante do nosso céu.

Alguns planetas podem ter grandes famílias de luas, mas todas elas são mais pequenas do que a companheira da Terra.

A Lua tem cerca de $\frac{1}{4}$ do tamanho da superfície da Terra e não possui nem água nem atmosfera. Devido a isso não se verifica erosão eólica ou hidráulica. Este satélite não possui clima e por isso dificilmente sofrerá transformações.

Se observarmos a Lua através de um telescópio, conseguimos distinguir diferentes zonas: umas claras e outras escuras. As zonas claras são designadas por continentes e as zonas escuras por mares.

Toda a gente conhece o aspecto da Lua no céu. As diferentes fases, ou áreas brilhantes da Lua, são as regiões iluminadas pelo Sol enquanto a Lua gira em torno da Terra, que se reflectem para os nossos olhos.

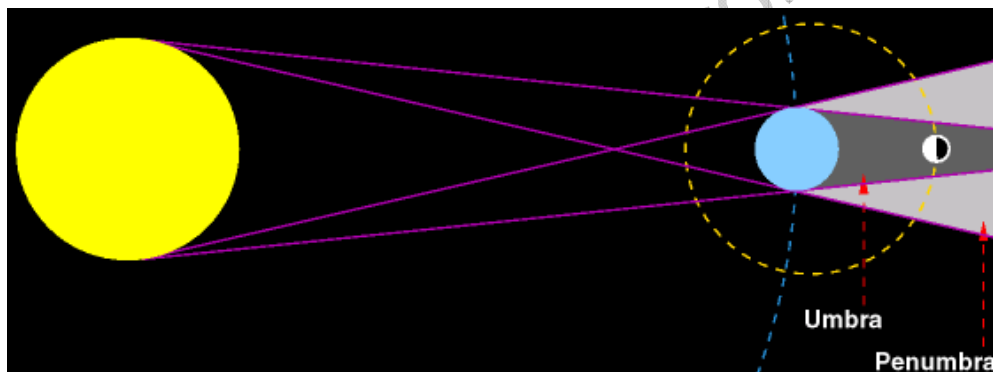
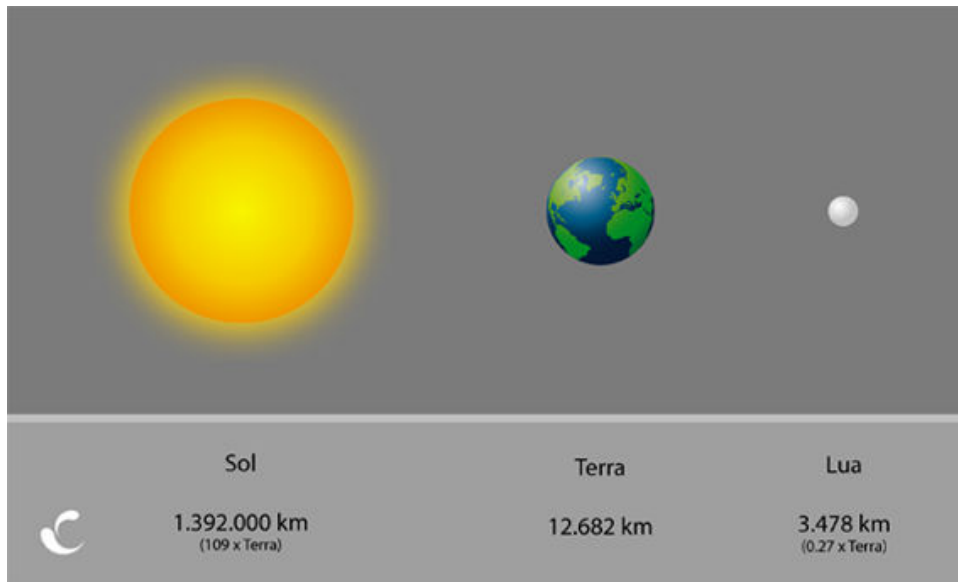
Quando a Lua e o Sol estão em posições opostas em relação à Terra, o Sol ilumina toda a superfície que vemos da Lua - é a fase de Lua cheia. Quando a zona iluminada da Lua aumenta é a fase crescente da Lua, quando diminui a zona de luz é a fase decrescente.

As características da fase oculta da Lua permaneceram um mistério até finais dos anos 60. No entanto, no dia 20 de Julho de 1969, a tripulação da Nave Apollo 11, conquistou a Lua. Os primeiros astronautas a pisarem a Lua foram Armstrong e Edwin Aldrin

Eclípe da Lua

O Sol é uma fonte de luz que ilumina o Sistema Solar como se fosse uma grande lâmpada. A Lua não cria sua própria luz como o Sol faz, mas brilha refletindo a luz que o Sol lança sobre ela.

Uma vez a cada 29,5 dias temos uma Lua Cheia, quando podemos ver toda a metade da Lua que está iluminada pela luz do Sol. A Lua Cheia acontece quando a Terra fica entre o Sol e a Lua, mesmo que não ocorra um alinhamento perfeito. Quando a Terra não deixa a luz direta do Sol atingir a Lua denomina-se Eclipse da Lua. É quando a sombra da Terra bate na Lua. Quando a sombra da terra cobre toda a Lua, denomina-se Eclipse Total. Quando ela cobre somente uma parte da Lua, denominamos Eclipse Parcial.



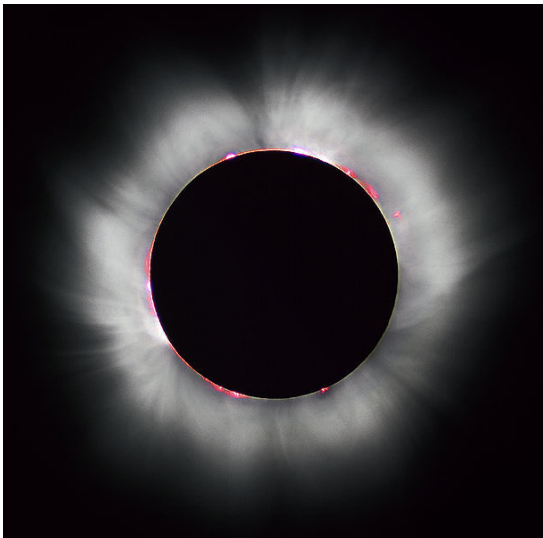
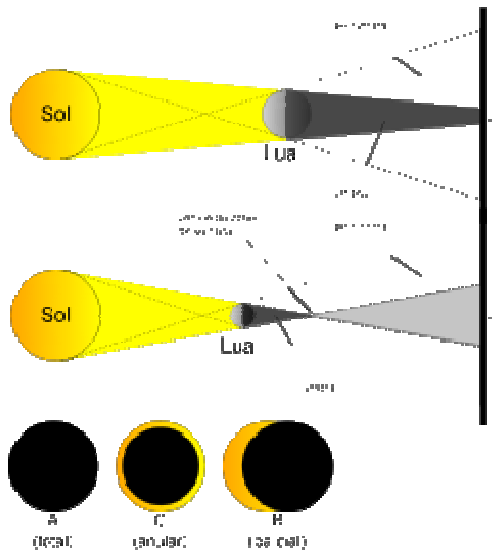
Mas existe também um outro tipo de eclipse, que ocorre quando a sombra da Terra quase atinge a Lua. Neste caso, a sombra da Terra é projetada sobre a Lua, mas a Lua perde um pouco de seu brilho. Este é chamado de Eclipse Penumbral, que não chama a atenção das pessoas.

Os eclipses da Lua só podem acontecer numa Lua Cheia, porque é quando ocorre o alinhamento dos três astros, Sol, Terra e Lua, nesta ordem.

ECLIPSE DO SOL

Um Eclipse Solar assim chamado, é um raríssimo fenômeno de alinhamentos que ocorre quando a Lua se interpõe entre a Terra e o Sol, ocultando completamente a sua luz numa estreita faixa terrestre. Do ponto

de vista de um observador fora da Terra, a coincidência é notada no ponto onde a ponta o cone de sombra risca a superfície do nosso Planeta.



Os eclipses (da Lua e do Sol) acontecem em épocas do ano separadas por cerca de seis meses

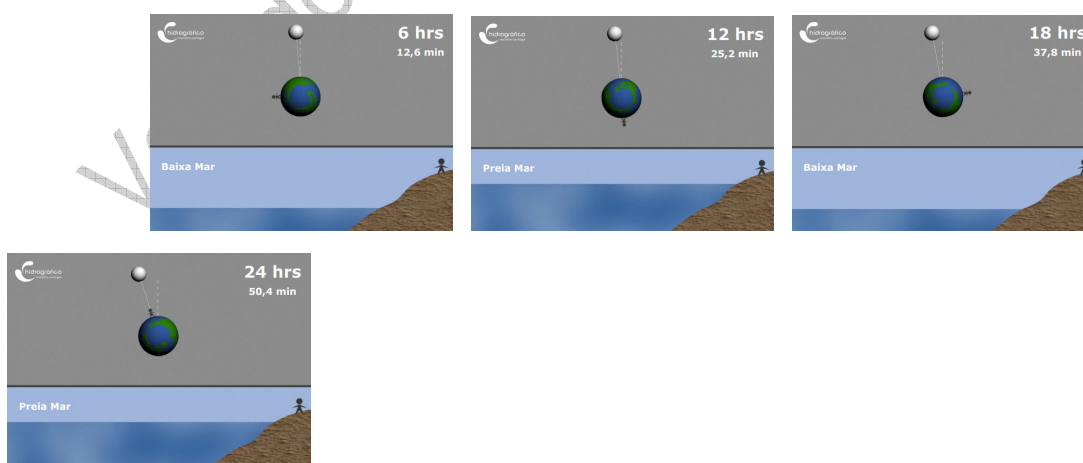
Maré

A Atração gravitacional do Sol e da Lua são também responsáveis por um fenômeno na Terra denominado Variação das Marés ou simplesmente Maré.

A maré tem como causa a atração gravitacional do Sol e da Lua. A influência da Lua é bastante superior, pois embora a sua massa seja muito menor que a do Sol, esse fato é compensado pela menor distância à Terra. Matematicamente a maré é uma soma de sinusóides (ondas constituintes) cuja periodicidade é conhecida e depende exclusivamente de fatores astronômicos.

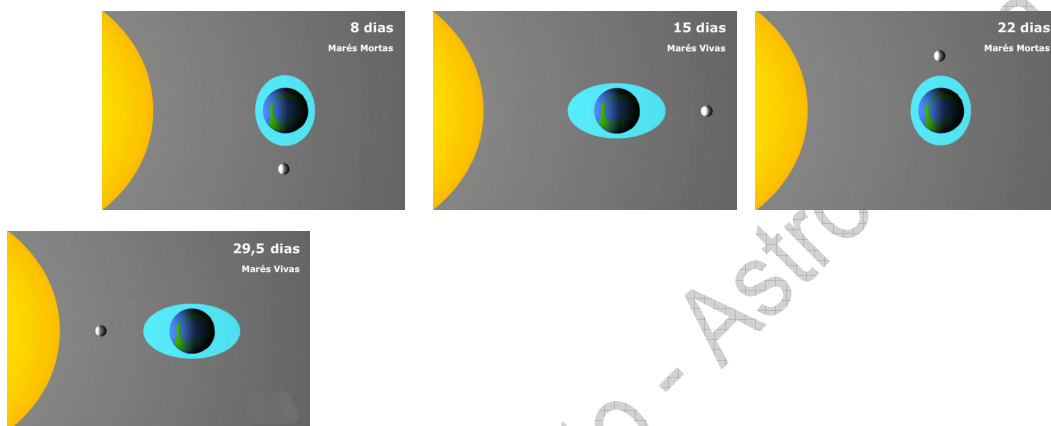
De um modo geral, podemos dizer que a maré sobe quando das passagens meridianas superior e inferior da Lua. Isto é, temos preia-mar (maré cheia) quando a Lua passa por cima de nós e quando a Lua passa por baixo de nós, ou seja, por cima dos nossos antípodas.

As preia-mares sucedem-se assim, regularmente, com um intervalo médio de meio-dia lunar (aprox. 12h 25m) o que corresponde matematicamente à constituinte lunar semi-diurna (M2); tal fato é expresso pelo povo que refere que "a maré, no dia seguinte, é uma hora mais tarde" (na realidade aprox. 50m mais tarde). Por sua vez, o intervalo de tempo entre uma preia-mar e a baixa-mar seguinte é, em média, 6 h 13 m. No entanto, o mar não reage instantaneamente à passagem da Lua, havendo, para cada local, um atraso maior ou menor das preia-mares e baixa-mares.



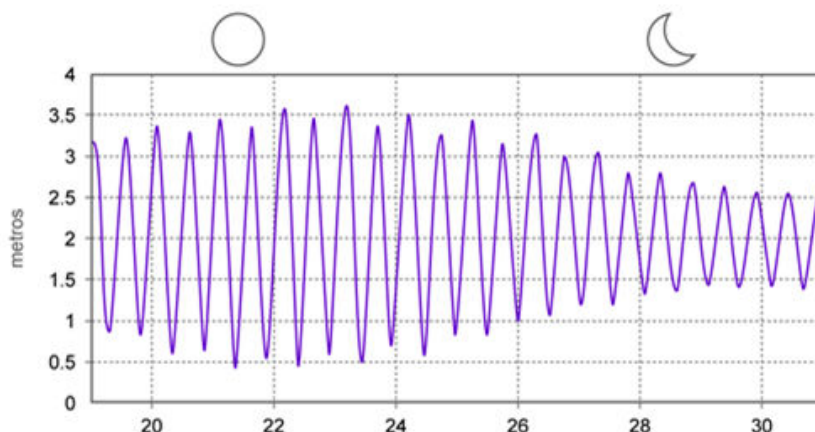
Outro aspecto importante é o fenómeno quinzenal da alternância entre marés vivas e marés mortas; este fenómeno, matematicamente

explicado pela constituinte S2 (solar semi-diurna), decorre do efeito do sol como elemento "perturbador". Com efeito, quando o Sol e a Lua estão em oposição (Lua cheia) ou conjunção (Lua nova), a influência do Sol reforça a da Lua e ocorrem as marés vivas (matematicamente as constituintes somam-se). Por outro lado, quando o Sol e a Lua estão em quadratura (Quarto crescente e Quarto minguante), a influência do Sol contraria a da Lua e ocorrem as marés mortas (matematicamente as constituintes subtraem-se).



A figura abaixo apresenta a evolução da maré ao longo de doze dias, mostrando claramente a diferença de amplitudes entre marés vivas e marés mortas.

A seguir à Lua Cheia e ao Quarto Minguante ocorrem, respectivamente, águas vivas e águas mortas.



As amplitudes de marés vivas são cerca de 1,5 m. Isto é, o mar sobe e desce 1,5m em relação ao nível médio.

Convém por último referir que o nível da água do mar depende ainda de outros factores que não a maré astronómica, tais como a pressão atmosférica, ventos e a agitação marítima.

Fonte: www.hidrografico.pt

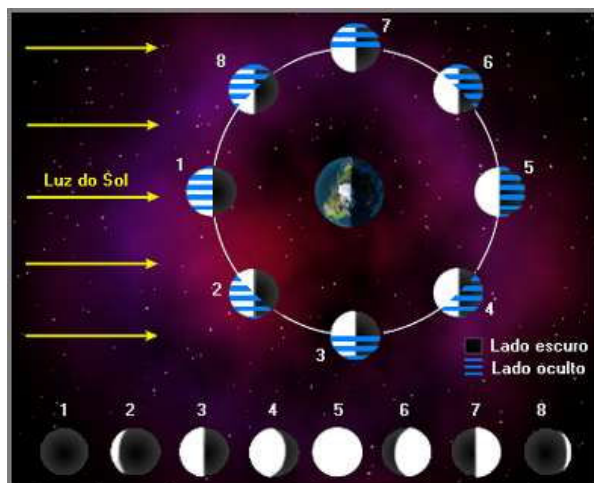
O ASPECTO DA LUA SE MODIFICA DIARIAMENTE

Mas isso se deve tão somente a posição relativa da Lua, Terra e Sol. A cada dia o Sol ilumina a Lua sob um ângulo diferente, à medida que ela se desloca em torno da Terra. Um ciclo completo leva 29 dias e meio e se chama mês lunar, lunação, revolução sinódica ou ainda período sinódico da Lua.

Em cada dia da lunação enxergamos a Lua um pouco diferente e assim podemos imaginar cerca de 30 diferentes fases da Lua - mas isso ainda não é o bastante.

Porém, na prática, geralmente apenas quatro fases lunares recebem denominações especiais: são as luas crescente, cheia, minguante e nova.

Entre duas fases iguais (duas luas novas, por exemplo) passam-se 29,5 dias. Portanto, em 1 ano temos 12,4 ciclos lunares completos. Isto significa que uma mesma fase pode acontecer no mínimo 12 e no máximo 13 vezes num único ano.



REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DAS FASES DA LUA

O movimento da Lua acompanha a numeração. Em 1: nova, 3: crescente, 5: cheia e 7: minguante. As fases representadas pelos números 4 e 6 podem ser chamadas de crescente e minguante giboso, respectivamente. Neste diagrama, Terra e Lua não estão em escala e a órbita lunar é vista como se estivéssemos sobre o pólo norte terrestre.

Caracterizando as 4 principais fases uma mesma fase lunar ocorre para o mundo todo, não importa a localização do observador. Porém, elas não são vistas da mesma forma. No hemisfério Norte o aspecto da Lua é invertido em relação ao visto por um observador no hemisfério Sul.

Alternar entre essas visões no recurso A Lua agora, no início desta página. A seguir, mais explicações sobre o que caracteriza cada uma das quatro principais fases da Lua.



Nova

É quando o hemisfério lunar voltado para a Terra não reflete nenhuma luz do Sol. Dizemos também que a Lua está em conjunção com o Sol. A Lua Nova só é visível durante os eclipses do Sol que, aliás, só acontecem quando é Lua Nova. Nessa fase, o ângulo entre Sol, Terra e Lua é praticamente zero. A

Lua Nova nasce por volta das seis horas da manhã e se põe às seis da tarde. Ou seja, ela transita pelo céu durante o dia.

Crescente

Cerca de sete dias e meio depois da Lua Nova, a Lua deslocou-se 90° em relação ao Sol e está na quadratura ou primeiro quarto. É o quarto-crescente. A Lua nasce aproximadamente ao meio-dia e se põe à meia-noite. Seu aspecto é o de um semicírculo voltado para o Oeste. Vista do hemisfério Sul, a aparência do quarto-crescente lembra a letra "C", de crescente. Mas no hemisfério Norte, ao contrário, a Lua crescente se parece um "D".

Cheia

Passados 15 dias da Lua Nova, dizemos que a Lua está em oposição ao Sol. É Lua Cheia. Os raios solares incidem verticalmente sobre o nosso único satélite natural, iluminando 100% do hemisfério voltado para a Terra. O ângulo Sol-Terra-Lua agora é de 180 graus. Lua e Sol estão em lados diametralmente opostos do céu.

Curiosamente, essa é a pior ocasião para observar a Lua ao telescópio, pois a luz do Sol que incide sobre o satélite quase não produz sombra, o que dificulta o reconhecimento de crateras e outros acidentes do terreno. A Lua Cheia é visível durante toda a noite, nascendo por volta das dezoito horas e se pondo às seis da manhã. Somente numa noite de Lua Cheia pode acontecer um eclipse lunar.

Minguante

Uma nova quadratura surge quando a diferença angular é de 270° . Neste

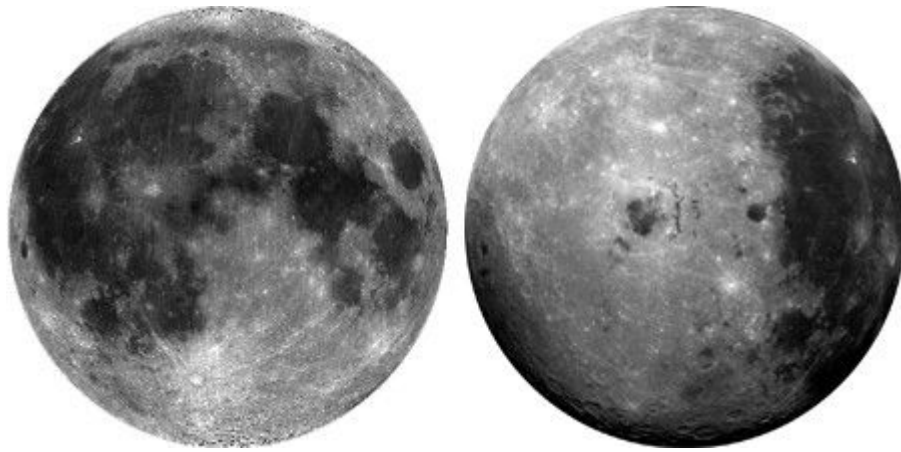
dia, o aspecto da Lua é de um semicírculo voltado para o Leste. A Lua nasce à meia-noite e se põe ao meio-dia, aproximadamente. O quarto-minguante é também conhecido como quarto-decrescente e, visto do hemisfério Sul, a Lua realmente lembra uma letra "D" (de decrescente).

Lado oculto

Existe uma sincronia entre os movimentos de rotação e revolução da Lua. Por causa disso, ela mantém sempre a mesma face voltada para a Terra. Não podemos observar plenamente o outro lado, que por isso recebe o nome de "lado oculto".

Já o "lado escuro" (onde é noite) varia, do mesmo modo que na Terra. A Lua gira sobre si mesma, só que demora tanto tempo quanto para circular a Terra. Por isso os dias e noites na Lua duram, cada um, cerca de 14 dias terrestres.

Quando é Lua Nova a face voltada para nós está no escuro (não recebe luz do Sol), mas o hemisfério oposto - o lado oculto - está 100% iluminado (é dia). Também é fácil perceber que durante os quartos (crescente e minguante), metade da Lua está de dia, enquanto é noite na outra metade. O mesmo está ocorrendo no lado oculto.



À direita, o lado oculto da Lua, fotografado pela nave Clementine. Repare como ele é mais craterizado que a face visível (à esquerda). Graças a um movimento chamado libração, a Lua executa um "bamboleio" que nos permite ver até 9% do lado oculto.

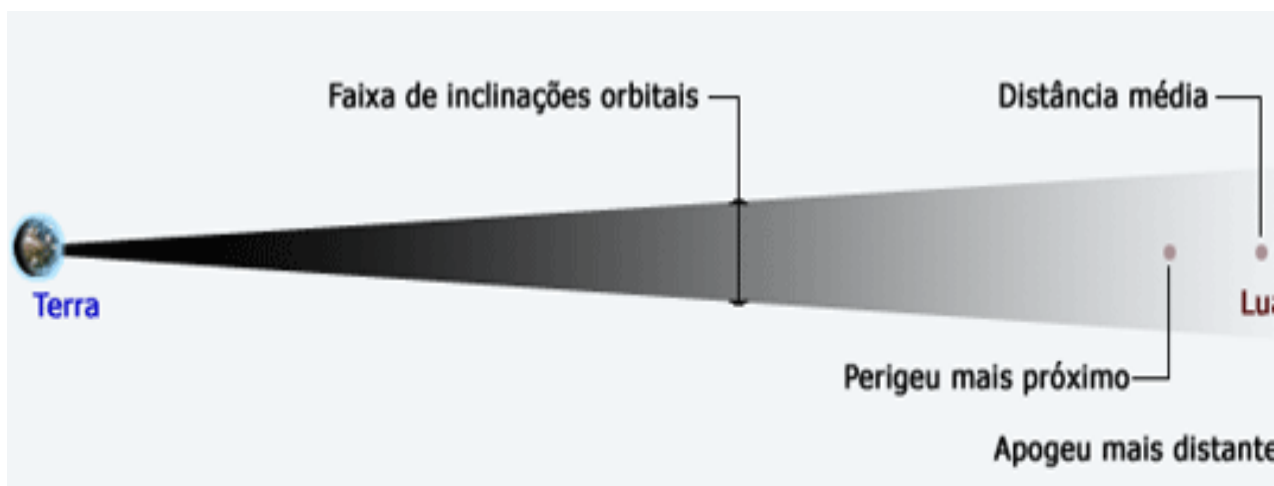
PERIGEU E APOGEU

A ÓRBITA DA LUA NÃO É CIRCULAR. O astrônomo alemão Johannes Kepler mostrou que os corpos celestes se movem em elipses em volta de outros objetos mais massivos que eles próprios, como estrelas e planetas.

À primeira vista, as elipses se apresentam de formas muito diferentes, podendo ser bastante alongadas (como as órbitas dos cometas) ou quase indistinguíveis de uma circunferência (como a órbita da Terra). Porém, toda órbita elíptica tem um ponto de maior e de menor aproximação com o astro central.

No caso da Lua (ou de qualquer objeto natural ou artificial em órbita da Terra), chamamos a menor distância de perigeu (do grego *peri*, próximo, e *gee*, derivado de Terra) e a maior de apogeu.

Esses termos também recebem a denominação apsis; plural apsides. As apsides lunares não têm relação direta com as fases. Porém, ocasionalmente uma Lua Cheia coincide com o perigeu e com isso pode se apresentar até 30% mais brilhante que uma Lua Cheia no apogeu. Também fica significativamente maior.

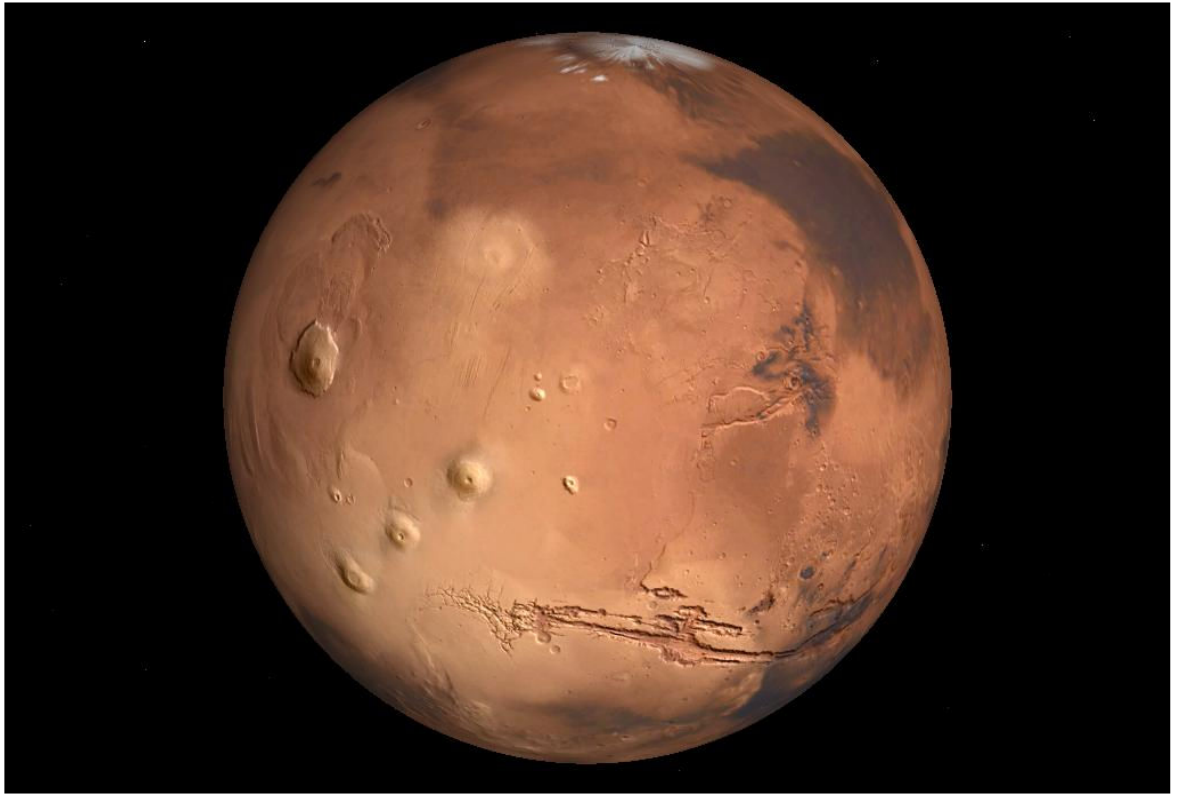


A Lua pode ocupar uma certa gama de inclinações orbitais (conforme indicado no diagrama) e ficar mais próxima (menor perigeu em 356.375 quilômetros) ou mais afastada (maior apogeu em 406.720 quilômetros). A distância média da Terra à Lua é de 384.401 quilômetros.

Nessa figura a maior parte das órbitas, incluindo a da Estação Espacial Internacional, fica a apenas 1 pixel de distância da Terra. É curioso pensar que entre todos os seres humanos apenas 516 estiveram a esse pixel de distância. São os astronautas. Dentre eles, apenas 24 foram tão longe quanto a distância da Lua. Foram os tripulantes de oito missões Apollo

Fonte: <http://www.zenite.nu/>

MARTE



Marte

Marte, visto da Terra, assemelha-se a uma gota de sangue no céu estrelado.

Marte (nome grego Ares) Deus da guerra: a sua cor vermelha sugere a associação com sangue e com o deus da guerra.

Marte é um planeta pequeno, tendo metade do tamanho da Terra, tendo igualmente algumas semelhanças com ela. Pois, tal como a Terra, Marte tem um dia de 24 horas, calotas polares e uma atmosfera. Como tal, não surpreende o facto de Marte ter sido sempre o local eleito pela nossa imaginação para a existência de extraterrestres. No entanto, parece não haver possibilidade de vida em Marte.

Marte tem duas pequenas Luas, sendo elas Fobos e Deimos.

JÚPITER



Júpiter

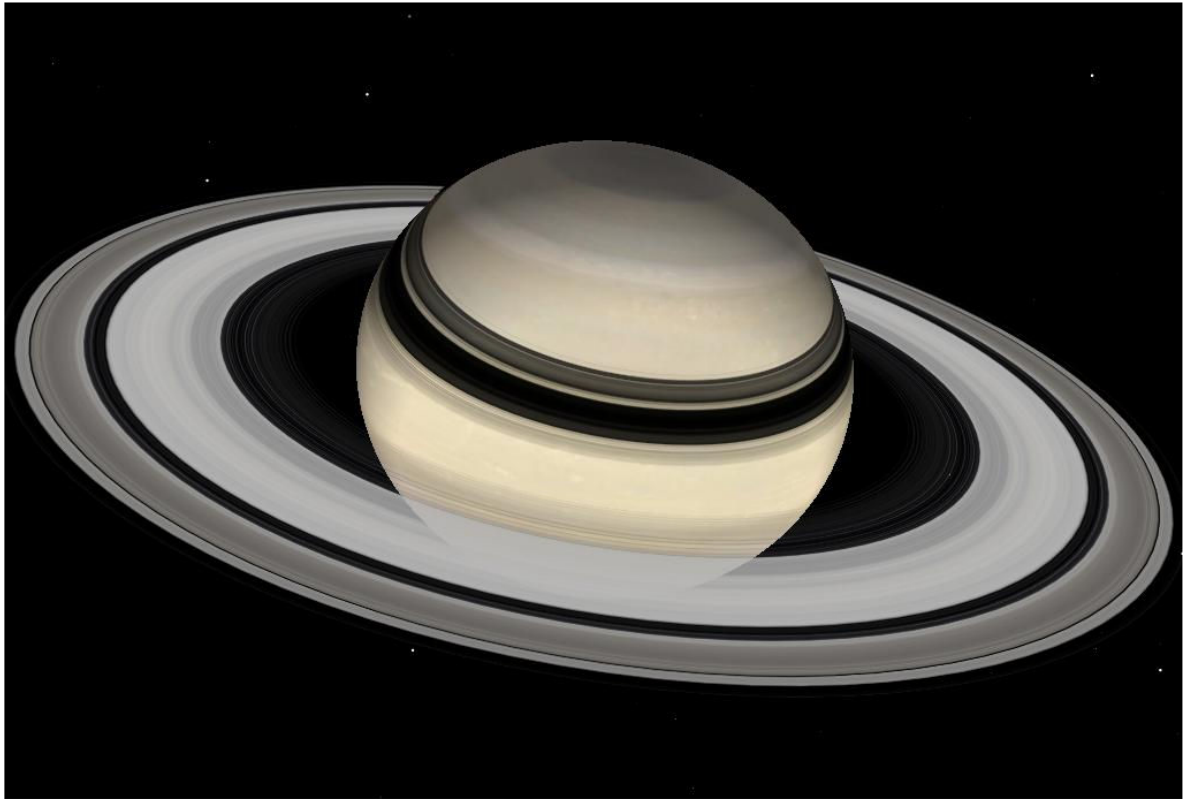
Júpiter é o maior planeta do Sistema Solar. Este planeta possui um núcleo denso formado por gelo e corpos rochosos. À volta desse núcleo deve existir uma grande camada de hidrogénio envolvida pela atmosfera bastante espessa.

Quando se observa este planeta por um telescópio ele parece um disco amarelo com duas faixas mais escuras em toda a volta.

Júpiter (nome grego Zeus) Deus do Olimpo: provavelmente recebeu este nome por ser o planeta mais brilhante.

Júpiter possui cerca de quinze satélites, como por exemplo, Io, Ganimedes, Europa, e Calisto.

SATURNO



Saturno

Saturno é o mais belo de todos os planetas, devido à existência de anéis.

Saturno (nome grego Cronos) Pai de Zeus e senhor do tempo: recebeu este nome por ser o mais lento dos planetas visíveis a olho nu.

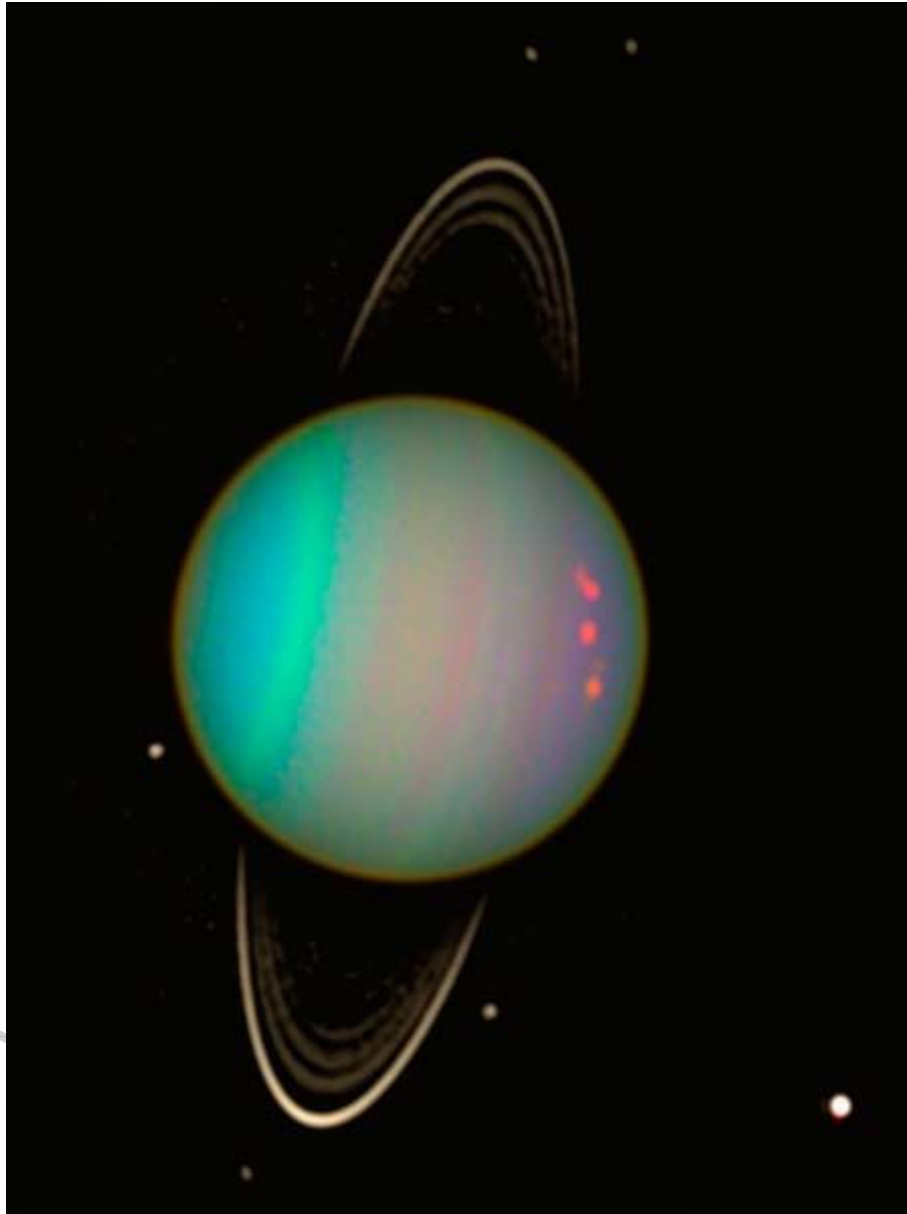
Os demais planetas, Urano, Netuno e Plutão, foram descobertos bem mais tarde (1781, 1846 e 1930, respectivamente) e foram batizados com esses nomes para dar continuidade à nomenclatura iniciada pelos gregos.

Esses anéis são formados por inúmeras partículas de gelo ou fragmentos rochosos cobertos de gelo, que giram à volta do planeta com uma órbita própria como se fossem satélites em miniatura (é possível que a sua espessura seja inferior a duzentos metros).

Além dos anéis, Saturno tem muitos satélites, como por exemplo Titã que é o único satélite do Sistema Solar que tem atmosfera.

Saturno é muito parecido com Júpiter na sua constituição e estrutura interna.

URANO



Urano

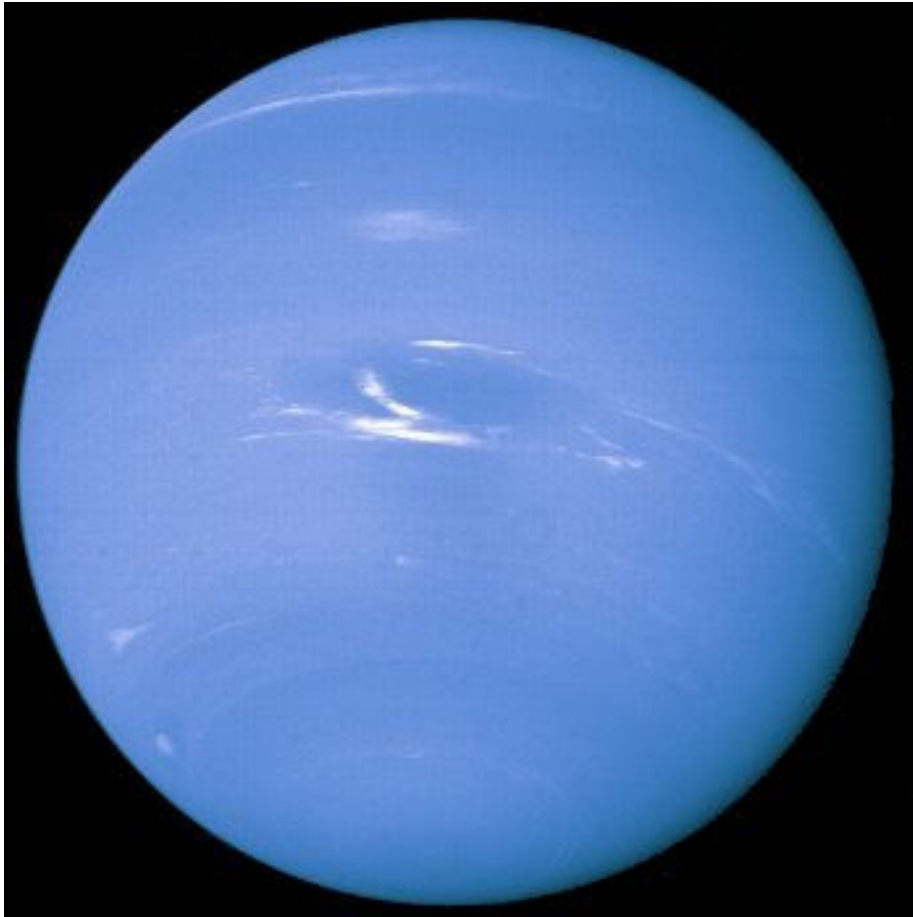
Urano é um planeta gigante. É cerca de quatro vezes maior que a Terra e o seu aspecto é muito diferente dela.

Urano (nome grego Urano) Pai de Saturno e avô de Júpiter

Daquilo que o homem muito dificilmente conseguiu observar vêem -se algumas faixas pouco definidas.

Este planeta tem cerca de quinze satélites e onze anéis.

NETUNO



Netuno

Tal como Urano, Netuno também é cerca de quatro vezes maior que a Terra. No entanto, ao contrário do que se passa com o primeiro este planeta apresenta faixas distintas e vários pontos escuros.

Netuno (nome grego Poseidon) Irmão de Júpiter, deus dos mares.

A coloração azulada do planeta foi definidora deste seu nome.

Acredita-se que Netuno tenha oito satélites, como por exemplo, Tritão e Nereia e cerca de três anéis.

Os planetas anões

Planeta anão é um corpo celeste muito semelhante a um planeta, dado que orbita em volta do Sol e possui gravidade suficiente para assumir uma forma com equilíbrio hidrostático (aproximadamente esférico), porém não possui uma órbita desimpedida, orbitando com milhares de outros pequenos corpos celestes.

Ceres, que até meados do século XIX era considerado um planeta principal, orbita numa região do sistema solar conhecida como cinturão de asteroides. Por fim, nos confins do sistema solar, para além da órbita de Netuno, numa imensa região de corpos celestes gelados, encontram-se Plutão e o recentemente descoberto Éris. Até 2006, considerava-se, também, Plutão como um dos planetas principais. Hoje, Plutão, Ceres, Éris, Makemake e Haumea são considerados como "planetas anões".

PLUTÃO



Plutão

Plutão tem o tamanho é semelhante ao da Lua.

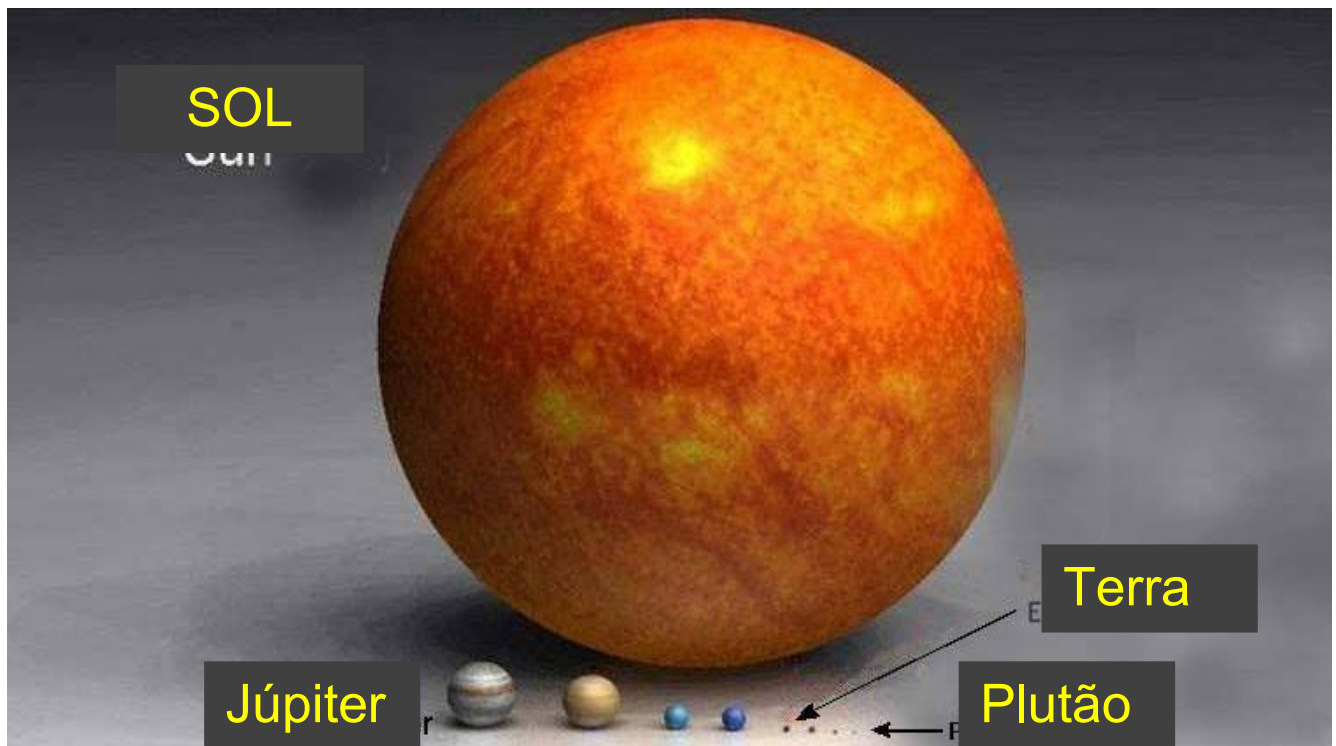
Plutão (nome grego Hades) Irmão de Júpiter, deus do mundo subterrâneo (os infernos): o nome Plutão foi escolhido também por conter as iniciais do descobridor deste planeta, Percival Lowell.

Os asteróides mais brilhantes (pequenos corpos que orbitam entre Marte e Júpiter) e os satélites dos planetas também receberam nomes de deuses e semi-deuses gregos e romanos. Alguns satélites descobertos posteriormente receberam nomes shakespearianos (por exemplo, Miranda de "A Tempestade").

Além da cultura greco-romana, os povos do Egito, Babilônia e Mesopotâmia, assim como os Maias, Astecas e Incas na América, também observavam esses astros errantes e chamavam-nos pelos nomes dos seus deuses.

Sabe-se muito pouco acerca deste planeta. No entanto, como ela se encontra muito afastado do Sol imagina-se que a temperatura aí existente deve ser de $-230^{\circ} C$ aproximadamente.

Comparação



METEORITOS

O termo meteoro vem do grego *meteoron*, e significa fenômeno no céu. É usado para descrever a faixa de luz produzida conforme matéria do sistema solar entra na atmosfera de Terra, criando incandescência temporária que é o resultado da fricção com a atmosfera. Isto acontece tipicamente a alturas de 80 a 110 quilômetros (50 a 68 milhas) acima da superfície de Terra. O termo também é usado livremente, com a palavra meteoro referindo-se à própria partícula, sem relação ao fenômeno que produz quando entra na atmosfera da Terra. Um meteoróide é a matéria que gira ao redor do sol ou qualquer objeto no espaço interplanetário que seja muito pequeno para ser chamado asteróide ou cometa. Até mesmo partículas menores são chamadas micrometeoróides, ou grãos de pó cósmicos, que incluem qualquer material interstelar que eventualmente entre em nosso

sistema solar. Um meteorito é um meteoróide que alcança a superfície da Terra sem ser vaporizado completamente.

Uma das metas primárias do estudo de meteoritos é determinar a história e origem dos corpos que os originaram. Várias amostras de 'achondrites', coletadas da Antártida desde 1981, têm conclusivamente mostrado terem originado-se da lua, baseado no casamento com a composição de pedras lunares obtidas pelas missões Apollo, 1969-1972. Origens de outros meteoritos específicos permanecem não-provadas, embora outro jogo de oito 'achondrites' sejam suspeitos de terem vindo do Marte. Estes meteoritos contêm gases atmosféricos capturados em minerais derretidos, os quais casam em composição com a da atmosfera marciana medida pelas sondas Viking, em 1976. Todos os outros grupos são presumidos como sendo originados de asteróides ou cometas; acredita-se que a maioria dos meteoritos são fragmentos de asteróides.

Tipos de Meteoritos & Porcentagem que Cai na Terra

Meteoritos rochosos

Chondrites (85.7%)

Carbonados

Enstatites

Achondrites (7.1%)

grupo HED

grupo SNC

Aubrites

Ureilites

Meteoritos ferrosos rochosos (1.5%)

Pallasites

Mesosiderites

Meteoritos ferrosos (5.7%)

Meteoritos são difíceis de classificar, mas os três maiores agrupamentos são os ferrosos, ferrosos-rochosos, e os rochosos. Os meteoritos mais comuns são chondrites, que são meteoritos rochosos. Datação radiométrica de chondrites os colocou à idade de 4,55 bilhões de anos, que é a idade aproximada do sistema solar. Eles são considerados amostras prístinas de matéria dos primórdios do sistema solar, embora em muitos casos as propriedades deles tenham sido modificadas por processo térmico-metamórfico ou alteração glacial. Alguns meteoritos, cujas propriedades diferem das encontradas em vários chondrites, sugerem a localização na qual eles foram formados. Chondrites Enstatite contêm os elementos mais refratários, e acredita-se que tenham se formado no interior do sistema solar. Acredita-se que as Chondrites comuns, do tipo mais usual que contém tanto elementos voláteis quanto oxidados, tenham se formado no interior do cinturão de asteróide. Acredita-se que Chondrites Carbonados, que tem as proporções mais altas de elementos voláteis, e são na sua maior parte oxidados, tenham se originado em distâncias, ainda maiores, do sol. Cada uma destas classes pode ser ainda subdividida em grupos menores, com propriedades distintas.

Outros tipos de meteoritos que foram geologicamente processados são os achondrites, férreos e pallasites. Achondrites também são meteoritos rochosos, mas são considerados matéria diferenciada ou reprocessada. Eles são formados pelo derretimento e recristalização em, ou dentro de, corpos originais do meteorito; como resultado, achondrites têm texturas e mineralogia distintas, indicativo de processos ígneos. Pallasites são meteoritos férreos rochosos, compostos de olivina no interior do metal. Meteoritos férreos são classificados em treze grupos principais e consistem principalmente de ligas de níquel-ferro, com quantias secundárias de carbono, enxofre, e fósforo. Estes meteoritos formaram-se quando o

metal fundido separou-se do silicato, menos denso, e resfriou-se, mostrando outro tipo de comportamento de derretimento dentro de corpos-pai do meteorito. Assim, meteoritos contêm evidência de mudanças que aconteceram nos corpos-pai, dos quais eles foram removidos ou foram quebrados, presumivelmente através de impactos, para serem colocados na primeira de muitas órbitas.

O movimento de meteoróides pode ser perturbado severamente pelos campos gravitacionais dos planetas principais. A influência gravitacional de Júpiter é capaz de redesenhar a órbita de um asteróide do cinto principal, de forma a fazê-lo mergulhar para o interior do sistema solar, e cruzar a órbita de Terra. Este é aparentemente o caso do Apollo e Vesta, fragmentos de asteróide.

Partículas achadas em órbitas altamente correlacionadas são chamadas de componentes de fluxo e aquelas encontradas em órbitas aleatórias são chamadas componentes esporádicos. Acredita-se que a maioria dos fluxos de meteoros são formados pela decomposição de um núcleo de cometa e, por conseguinte, espalhados ao redor da órbita original do cometa. Quando a órbita da Terra cruza um fluxo de meteoro, a taxa de meteoros é aumentada, resultando em uma chuva de meteoros. Uma chuva de meteoros fica tipicamente ativa durante vários dias. Uma chuva de meteoros particularmente intensa é chamada tempestade de meteoros. Acredita-se que meteoros esporádicos tenham perdido gradualmente a coerência orbital devido a colisões e efeitos radioativos, e formam a chuva de meteoros, aumentada por influência gravitacional. Ainda há algum debate sobre meteoros esporádicos e a relação deles com as chuvas de meteoros.



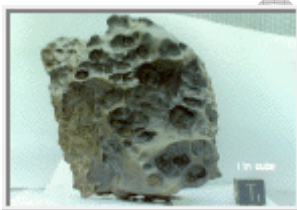
Meteorito de Chondrite

Este meteorito foi coletado nas Colinas Allan [Allan Hills] na Antártica. Meteoritos são pedaços de pedra que são capturadas pela gravidade de um planeta e puxados à superfície. Este meteorito é de um tipo chamado chondrite, e acredita-se que tenha-se formado ao mesmo tempo que os planetas, na nebulosa solar, a aproximadamente 4,55 bilhões anos atrás. *(Cortesia NASA/JPL)*



Meteorito de Achondrite

Descoberto no Pico Reckling, Antártica, este tipo de meteorito é conhecido como achondrite. Tem uma composição basáltica, e provavelmente foi formado quando um asteróide derreteu-se a aproximadamente 4,5 bilhões anos atrás. O asteróide se partiu algum tempo depois e este pedaço pequeno do asteróide foi capturado pela gravidade da Terra e caiu ao solo. *(Cortesia NASA/JPL)*



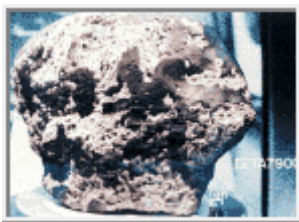
Meteorito férreo

Este meteorito de ferro foi achado no Pico Derrick, Antártica. Este tipo de meteorito ganhou seu nome porque é principalmente feito de ferro e níquel. Esta amostra provavelmente é um pedaço pequeno do núcleo de um asteróide grande que quebrou-se em pedaços. *(Cortesia NASA/JPL)*



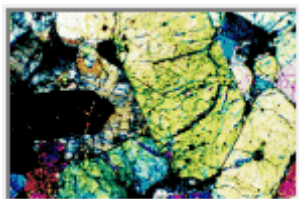
Meteorito Marciano

Embora este meteorito tenha sido coletado em Elefante Moraine, Antártica, em 1979, alguns cientistas acreditam que veio do planeta Marte. Os minerais achados nesta pedra são semelhantes àqueles que os cientistas esperam encontrar em pedras de Marte. Este meteorito também contém vesículas, ou pequenas bolhas, que contêm ar muito parecido com o ar analisado em Marte pela astronaves Viking. Este meteorito tem 180 milhões de anos de idade. *(Cortesia NASA/JPL)*



Meteorito Marciano

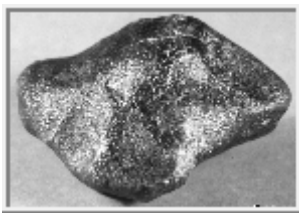
Este meteorito, chamado EETA 79001, foi achado no gelo da Antártica, e é bastante provável que tenha vindo de Marte. Para comparação, o cubo mais abaixo, à direita, tem 1 centímetro de lado. O meteorito é coberto em parte por uma capa vítrea preta, a crosta de fusão. A crosta de fusão forma-se quando o meteorito entra na atmosfera da Terra a altas velocidades. O aquecimento por atrito aquece a parte exterior do meteorito. De dentro, o meteorito é cinza. É um basalto, bem parecido aos basaltos achados na Terra. Ele formou-se em uma erupção vulcânica, a aproximadamente 180 milhões de anos atrás. Este meteorito é bastante provável que tenha vindo do Marte, porque contém uma pequena quantidade de gás que é quimicamente idêntico à atmosfera marciana. *(Cortesia LPI)*



Visão microscópica de um Meteorito marciano

Rochas são feitas frequentemente de grãos minerais pequenos, que não podem ser vistos claramente sem um microscópio. Para ver estes grãos pequenos, os cientistas moem e porem amostras muito finas de pedra (0,03 milímetros) tal que a luz possa atravessá-los. Esta visão microscópica, de

2,3 milímetros (0,09 polegadas), está em falsa cor, produzida segurando filtros polarizadores acima e abaixo da lâmina do microscópico. Estes filtros fazem com que diferentes minerais tenham cores distintas, e permitam identificação fácil dos minerais. A maior parte deste meteorito (em amarelo, verde, rosa, e negro) é o mineral olivine, que é comum em algumas pedras basálticas. O grão listado perto do centro é de mineral pyroxene. *(Cortesia Allan Treiman, LPI)*



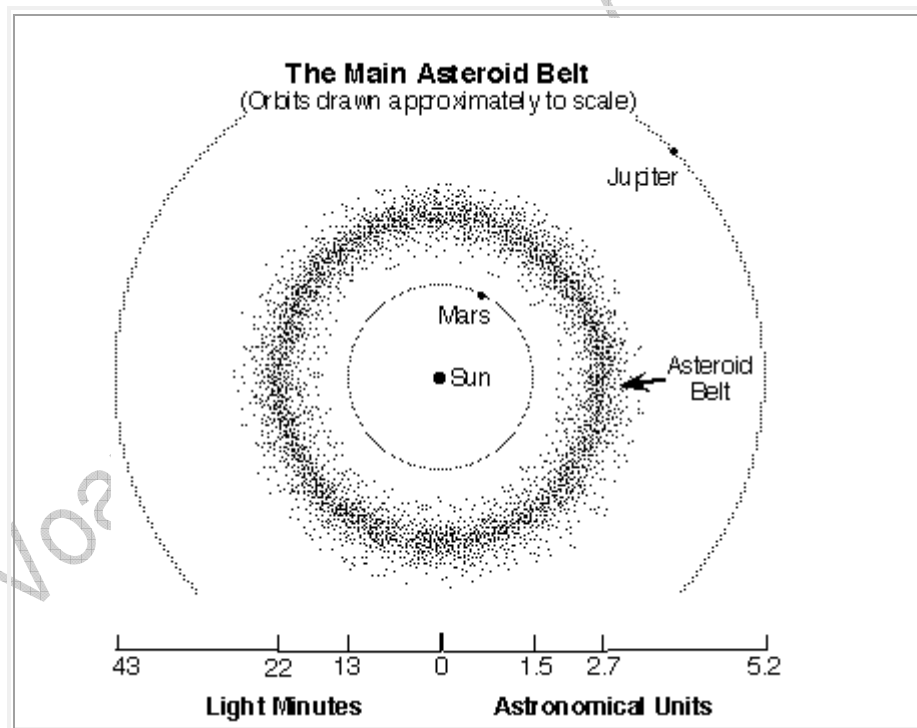
Meteorito Vesta

Acredita-se que este meteorito seja uma amostra da crosta do asteroide Vesta, que é o único terceiro objeto do sistema solar, além de Terra, do qual os cientistas têm uma amostra em laboratório (as outras amostras extraterrestres são de Marte e da Lua). O meteorito é único porque é feito quase completamente de mineral pyroxene, comum em fluxos de lava. A estrutura de grãos minerais do meteorito também indica ele foi uma vez fundido, e seus isotopos de oxigênio são isotopos de oxigênio diferentes dos achados em todas as outras pedras da Terra e Lua. A identidade química do meteorito aponta ao asteroide Vesta porque tem a mesma assinatura espectral única do mineral pyroxene.

A maioria dos meteoritos identificados de Vesta estão sob cuidado do Western Australian Museum. Esta amostra de 1,4 libra (631 g) vem do New England Meteoritical Services. É uma amostra completa, que mede 9,6 x 8,1 x 8,7 centímetros (3,7 x 3,1 x 3,4 polegadas), mostrando a crosta de fusão, evidência da última fase em sua jornada para Terra. *(Crédito da fotografia: R. Kempton, New England Meteoritical Services)*

ASTERÓIDES

Asteróides são objetos rochosos e metálicos que orbitam o Sol, mas muito pequenos para serem considerados planetas. Eles são conhecidos como *planetas secundários*. Asteróides variam em tamanho: de Ceres, que tem um diâmetro de cerca de 1000 km, até o tamanho de pedregulhos. Dezesseis asteróides têm um diâmetro de 240 km ou maior. Eles foram achados desde dentro da órbita da Terra até além da órbita de Saturno. Porém, a maioria está contida dentro de um *cinto principal* que existe entre as órbitas de Marte e Júpiter. Alguns têm órbitas que atravessam o caminho de Terra, e alguns chegaram até mesmo a atingir a Terra em tempos passados. Um dos exemplos dos mais bem preservados é a Cratera de Meteoro Barringer, perto de Winslow, Arizona.



Asteróides são materiais remanescentes da formação do sistema solar. Uma teoria sugere que eles sejam os restos de um planeta que foi destruído há muito tempo em uma brutal colisão. Mais provável, asteróides são materiais que nunca fundiram-se em um planeta. De fato, se a massa total calculada de todos os asteróides fosse juntada em um único objeto, o

objeto teria menos de 1.500 quilômetros (932 milhas) de diâmetro -- menos que a metade do diâmetro de nossa Lua.

Muito de nossa compreensão sobre asteróides vem de pedaços examinados de detritos espaciais que caem na superfície da Terra. Asteróides que estão em um curso de colisão com a Terra são chamados meteoróides. Quando um meteoróide golpeia nossa atmosfera a alta velocidade, a fricção faz com que este grosso pedaço de matéria espacial queime em um risco de luz conhecido como meteoro. Se o meteoróide não queima completamente, o que sobra atinge a superfície de Terra e é chamado de meteorito.

De todos os meteoritos examinados, 92,8 por cento são compostos de silicato (pedra), e 5,7 por cento são compostos de ferro e níquel; o resto é uma mistura dos três materiais. Meteoritos pedregosos são os mais difíceis de identificar, uma vez que eles aparentam-se como as pedras terrestres.

Porque asteróides são materiais dos primórdios do sistema solar, os cientistas estão interessados na composição deles. Astronaves que voaram pelo cinturão de asteróides acharam que o cinturão é realmente bastante vazio e que asteróides estão separados por distâncias muito grandes. A astronave Galileo recentemente teve encontros próximos com asteróides 951 Gaspra e 243 Ida.

A astronave Galileo voou por Gaspra em outubro de 1991, e Ida em agosto de 1993. Durante estes encontros, foram obtidas imagens de alta resolução. Astrônomos estudaram Toutatis e Geographos, usando observações por radar baseados em Terra, durante suas aproximações com a Terra. Cientistas geraram modelos de computador de Castalia, usando dados adquiridos de telescópios de radar/radio. Vesta foi observada pelo Telescópio Espacial Hubble.



Gaspra

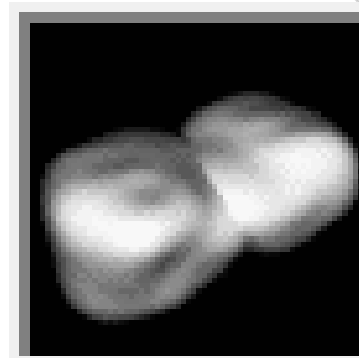


Ida e sua

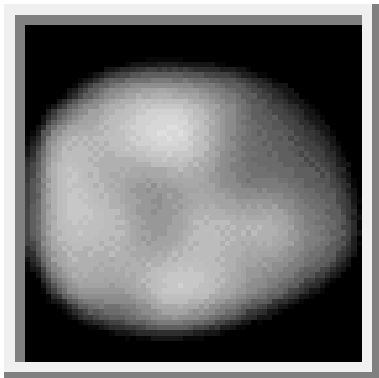
Lua Dactyl



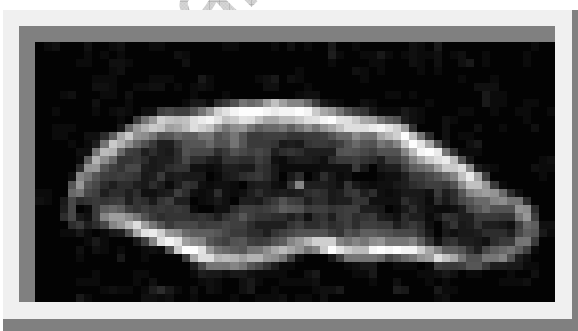
Toutatis



Castalia



Vesta



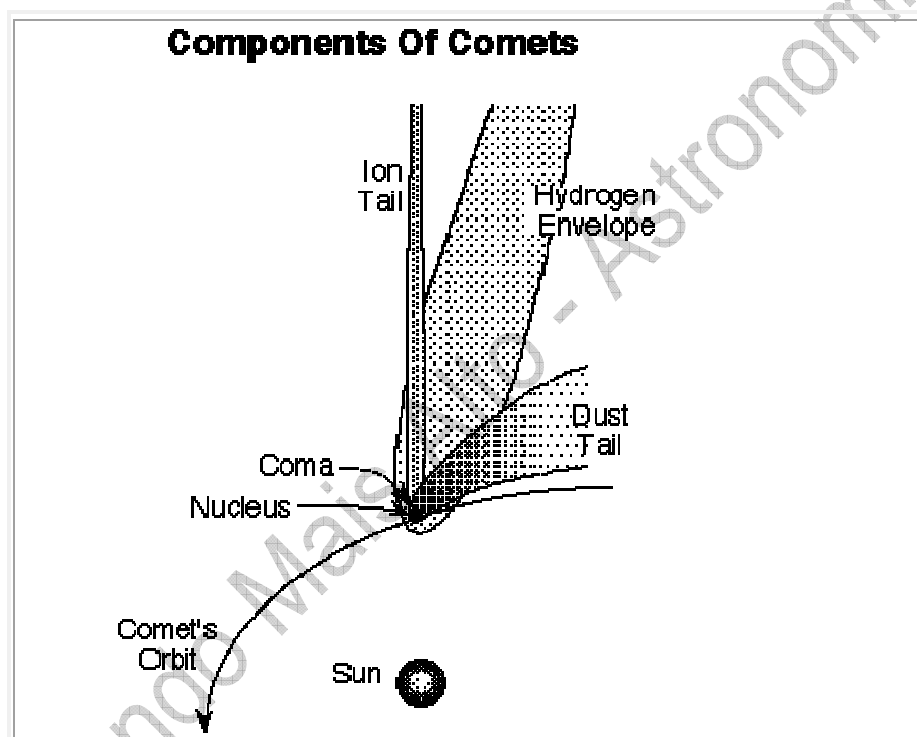
Geographos

COMETAS

Cometas são corpos pequenos, frágeis e irregulares, compostos de uma mistura de grãos não-voláteis e gases congelados. Eles têm órbitas

altamente elípticas, que os trazem para muito perto do Sol e os jogam profundamente no espaço, freqüentemente para além da órbita de Plutão.

Estruturas de cometas são diversas e muito dinâmicas, mas todos desenvolvem uma nuvem circunvizinha de material difuso, chamado coma, que normalmente cresce em tamanho e brilho conforme o cometa aproxima-se do Sol. Normalmente um núcleo pequeno, luminoso (menos de 10 km em diâmetro) é visível no meio do coma. O coma e o núcleo constituem, juntos, a cabeça do cometa.



Conforme os cometas aproximam-se do Sol, eles desenvolvem caudas enormes de material luminoso que estende-se a milhões de quilômetros da cabeça, para longe do Sol. Quando distante do Sol, o núcleo está muito frio e seu material está sólido, congelado dentro do núcleo. Neste estado, cometas às vezes são chamados de "icebergs sujos" ou "bola de neve suja", uma vez que mais da metade do material deles é gelo. Quando um cometa aproxima-se a de algumas UA do Sol, a superfície do núcleo começa a esquentar, e as substâncias voláteis evaporam. As moléculas evaporadas

fervem e carregam pequenas partículas sólidas com elas, formando o coma do cometa com gás e pó.

Quando o núcleo está congelado, ele só pode ser visto através de luz solar refletida. Porém, quando um coma desenvolve-se, o pó reflete ainda mais luz solar, e o gás no coma absorve radiação ultravioleta e começa a apresentar fluorescência. A aproximadamente 5 AU do Sol, a fluorescência normalmente se torna mais intensa que luz refletida.

Conforme o cometa absorve luz ultravioleta, processos químicos liberam hidrogênio, que escapa da gravidade do cometa e forma um envelope de hidrogênio. Este envelope não pode ser visto de Terra porque sua luz é absorvida por nossa atmosfera, mas tem sido detectados através de espaçonaves.

A pressão da radiação e do vento solar aceleram materiais para longe da cabeça do cometa, a diferentes velocidades, conforme o tamanho e massa dos materiais. Assim, as partículas de pó relativamente massivas da cauda são aceleradas lentamente e tendem a encurvarem-se. A cauda de íons é muito menos volumosa, e é acelerada tão grandemente que aparece como uma linha quase reta que estende para longe do cometa, em oposto ao Sol. A seguinte visão do Cometa West mostra duas caudas distintas. A fina cauda de plasma azul é composta de gases, e a larga cauda branca é composta de partículas de pó microscópicas.



Cometa West

Cada vez que um cometa visita o Sol, perde alguma parte de seus materiais voláteis. Eventualmente, ele torna-se outra massa rochosa no sistema solar. Por isto se diz que cometas tem vida curta, na escala de tempo cosmológico. Muitos cientistas acreditam que alguns asteróides são núcleos de cometas extintos; cometas que perderam todo o seu material volátil.

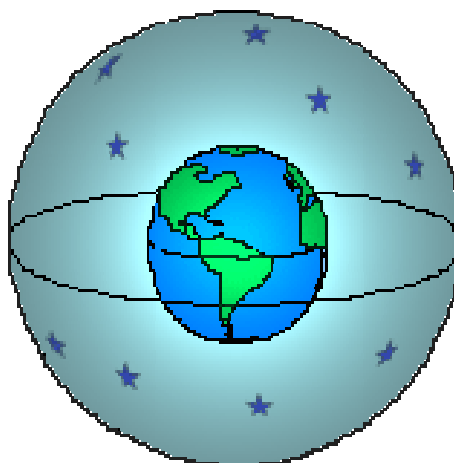
CONSTELAÇÕES

Ao contemplar uma noite estrelada nossos olhos vagueiam diante de abismos imensos, profundidades colossais que simplesmente ignoramos. Para nós, as estrelas são pequenas luzes de brilhos diferentes ou, como pensavam os antigos hebreus, orifícios de tamanhos variados por onde se vislumbra uma luz celestial.

Longe de ser uma concepção tola, ela advém da observação visual - mas felizmente não dispomos apenas dos olhos para investigar a natureza.

Nossos olhos foram projetados para fornecer uma visão tridimensional do mundo que nos rodeia. Mas não somos capazes de perceber a profundidade além de uma certa distância.

No firmamento, essa falta de percepção chega ao seu extremo e isso gera a falsa impressão de que a Lua, uma estrela ou uma nebulosa estão eqüidistantes de nós. Para os gregos, eles estavam todos numa imensa esfera que circundava a Terra: a esfera celeste



O Equador terrestre se projeta na esfera, dando origem ao Equador Celeste.

O conceito da esfera celeste revelou-se um excelente sistema de referência centrado na Terra, no observador humano apesar de incorreto.

Outra ação involuntária do ser humano é associar os grupos de estrelas mais brilhantes a figuras conhecidas, como num jogo de juntar os pontos. Esses desenhos imaginários são as constelações. Constelação, do latim *constellatio*, significa reunião de estrelas, um agrupamento arbitrário de estrelas que representa a silhueta de entes mitológicos, animais ou objetos.

Criar constelações é um processo muito particular. Para os chineses, por exemplo, existem mais de duzentas delas, pois é costume local utilizar poucas estrelas para compor um desenho. A maioria dos nomes das constelações ocidentais é de origem grega e a elas estão associadas belíssimas histórias daquela rica mitologia.

Hoje, imersos nas luzes artificiais das cidades e longe do poder criativo dos povos antigos, é difícil imaginar que Orion, por exemplo, seja a figura de um caçador. É sempre mais fácil associar figuras mais familiares, é o caso do Sagitário, que lembra mais um bule que um ser metade homem, metade cavalo.

O conceito moderno para minimizar os inevitáveis rearrajos estelares e facilitar o estudo do céu, os astrônomos concordaram em fixar o número das constelações em 88, porém modificando o seu conceito.

Para a Astronomia moderna, constelação é simplesmente uma área da esfera celeste. Assim, tudo o que observamos no céu, seja a olho nu ou com poderosos telescópios, está sempre "dentro" de uma determinada constelação.

Praticamente todos os povos da Terra deram nomes e inventaram histórias sobre as estrelas. Às vezes essas lendas falavam sobre grupos de estrelas que recordavam algo familiar. Pessoas de diferentes lugares, que viveram em diferentes épocas, muitas vezes escolhiam um mesmo grupo de estrelas para contar uma história, sua própria história.

Assim surgiram as constelações. Mais que um mero depósito de lendas, as figuras no céu ajudavam os povos antigos em suas atividades agrícolas e náuticas. As constelações mais antigas que se tem notícia foram criadas pelos babilônicos, povos que habitavam a Mesopotâmia, região entre os rios Tigre e Eufrates (hoje Iraque).

Havia dois sistemas, o zodiacal, relacionado à agricultura, e o equatorial, ligado à navegação. Para determinar o início das estações (e a melhor época do ano para o plantio e a colheita) eram utilizadas as constelações do sistema zodiacal.



Zodíaco

A PALAVRA ZODÍACO VEM DO GREGO *zodion*, animal, e *kyklos*, círculo.

Nos primeiros zodíacos havia apenas dez constelações: Touro, Gêmeos, Leão, Virgem, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário, Peixes e Áries. Depois foram introduzidos Câncer e Balança, fazendo o zodíaco ter um número de partes igual ao número de meses do ano.

Os nomes das constelações eram associados à mitologia de cada civilização. Era um modo eficiente de transmitir as descrições do céu de geração em geração - mas também uma série de superstições usadas para explicar tudo àquilo que não se conseguia entender racionalmente.

Foi assim que surgiu a idolatria dos astros. A Lua, dona da noite, o Sol, senhor do dia, e até algumas estrelas que teimavam em surgir no céu no tempo das secas ou enchentes passaram a ser apontadas como causadores destas. E se os astros mudavam o tempo também mudavam a vida do Homem. Assim a astrologia, que inicialmente visava prever o início das estações para fins agrícolas, ganhou status de poder divinatório.

O zodíaco na verdade representa uma faixa que se estende por oito graus acima e abaixo da eclíptica. A eclíptica, é a trajetória aparente que o Sol faz no céu durante um ano, contra o fundo de estrelas distantes.

Dentro da FAIXA ZODIACAL, podemos ver não doze ou treze, mas VINTE E QUATRO constelações diferentes.

O zodíaco é uma faixa centrada na eclíptica onde a maior parte dos planetas do Sistema Solar podem ser observados ao longo de um ano. Todo o céu está dividido em 88 constelações. E dentro da faixa zodiacal podemos ver não doze ou treze, mas nada menos que vinte e quatro constelações diferentes.

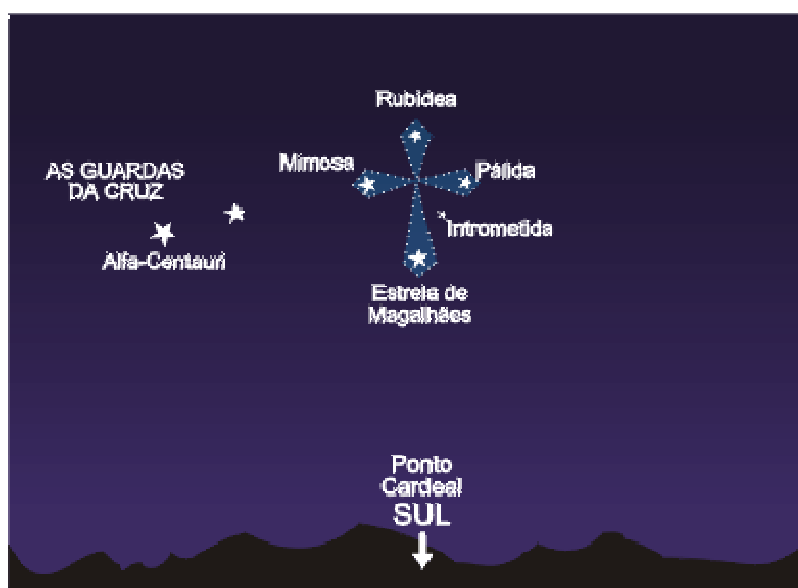
Constelação do Cruzeiro do Sul

O Cruzeiro do Sul é uma das mais importantes constelações do firmamento, apesar de ser a menor de todas elas e apesar de ser relativamente recente. Antigamente o Cruzeiro do Sul fazia parte da constelação do Centauro (que hoje o envolve). apenas no século XVI, com as viagens de Fernão de Magalhães e outras Grandes Navegações portuguesas às regiões mais ao Sul do Equador esse conjunto de estrelas passou a ter esse nome. A primeira referência a essa constelação é de Florentino Corsali que em 1515 batizou-a como Cruz Maravilhosa.

As grandes civilizações do passado, das quais somos herdeiros, desenvolveram-se a milhares de anos atrás no hemisfério norte de nosso planeta, próximas ao paralelo de latitude 40° , conhecido como o Paralelo das Civilizações. Dessa região, não se pode observar as estrelas que se encontram mais próximas do Pólo Celeste Sul, como as do Cruzeiro. Por isso, os gregos antigos, que deram nome a quase todas as outras constelações do céu, não lhes deram muita importância e nem imaginaram uma constelação com elas.

Por volta do mês de junho, no estado de São Paulo, pode-se observar facilmente o Cruzeiro do Sul, sempre no início da noite, por volta das 20h, bem alta acima do horizonte Sul.

Nesse horário, olhando em direção ao Sul, mais ou menos uns 45° acima do horizonte, pode-se encontrar facilmente as 5 estrelas do Cruzeiro, com o braço maior da cruz praticamente apontando para o Ponto Cardeal Sul.



Além de ser muito importante como ponto de referência celeste para a Navegação Astronômica, o Cruzeiro do Sul possui duas estrelas que se encontram entre as mais brilhantes de todo o firmamento.

A mais brilhante delas, alfa-Crucis, também chamada de Acrux, Magalhãnica ou Estrela de Magalhães, representa a parte de baixo do braço maior da cruz e é a mais próxima do Pólo Celeste Sul.

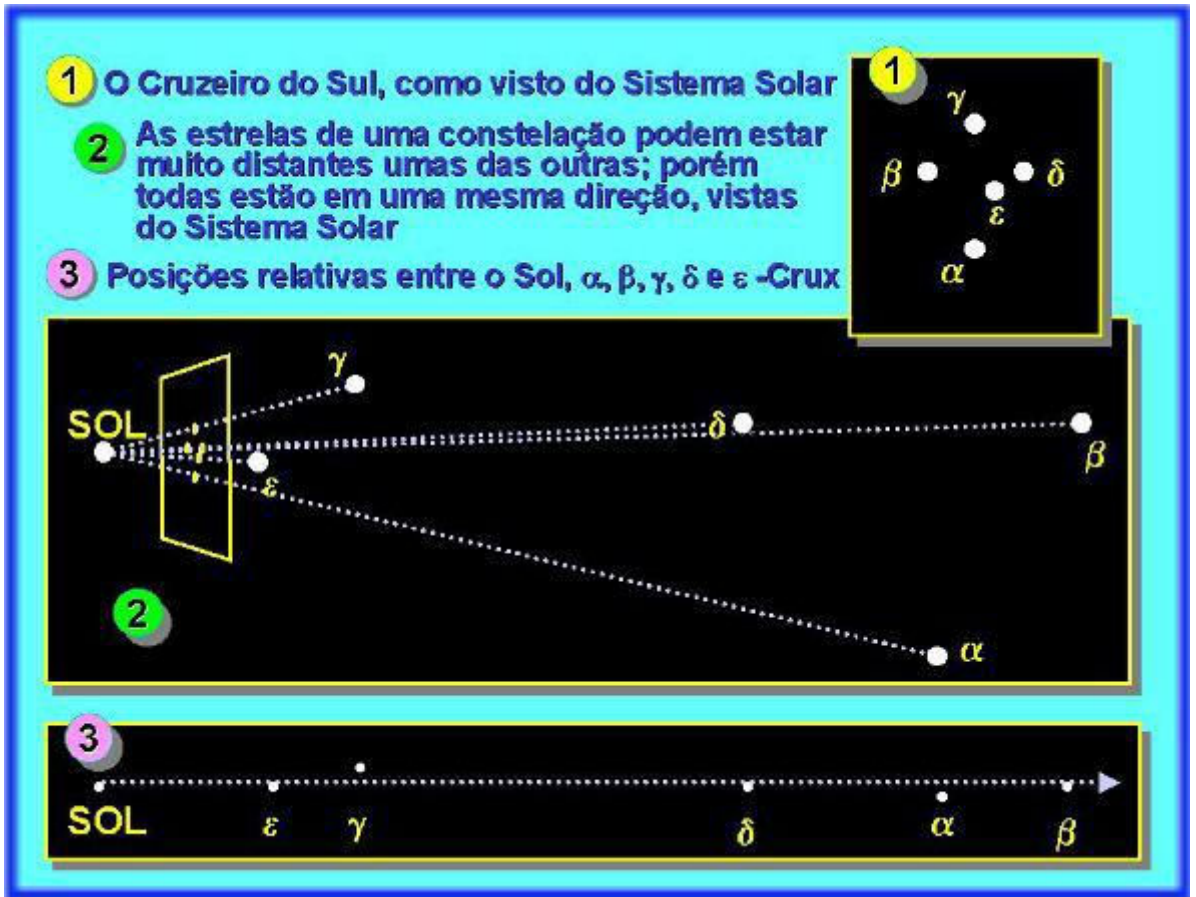
A segunda em brilho é beta-Crucis, também chamada Becrux e Mimosa, e representa um dos lados do braço menor da cruz.

A parte de cima do braço maior da cruz é representada por gama-Crucis, também chamada Gacrux, uma estrela de cor ligeiramente avermelhada e que, por isso, recebe também o nome de Rubídea.

O outro lado do braço menor da cruz é representado por delta-Crucis, uma estrela bem menos brilhante e que, por isso, recebe também o nome de Pálida.

Há, ainda, no Cruzeiro, além dessas 4 estrelas, uma quinta estrelinha, épsilon-Crucis, menos brilhante que a Pálida. Por não pertencer nem ao braço maior e nem ao braço menor da cruz, ela é carinhosamente chamada pelos brasileiros de "Intrometida". Na verdade, a Intrometida mais ajuda do que atrapalha, pois facilita a localização do Cruzeiro no céu.

Bem próximas a constelação do Cruzeiro do Sul encontram-se, na constelação do Centauro, duas estrelas de forte brilho, conhecidas como os Guardas da Cruz. A mais brilhante delas, alfa-Centauri — também chamada de Riguel Kentaurus ou Toliman — é a estrela mais próxima da Terra (depois do Sol, é claro).



Distâncias ao Sistema Solar das cinco estrelas mais brilhantes do Cruzeiro do Sul:

Estrela	Distância em Ano-Luz
a	359.00
b	424.00
g	88.00
d	258.00
e	59.00

Fonte: <http://www.asterdomus.com.br/>
<http://www.zenite.nu/>

SISTEMA GPS

GPS (Global Positioning System) é a abreviatura de NAVSTAR GPS (NAVSTAR GPS-NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System). É um sistema de radionavegação baseado em satélites desenvolvido e controlado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos da América (U.S.DoD) que permite a qualquer usuário saber a sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia, sob quaisquer condições atmosféricas e em qualquer ponto do globo terrestre.

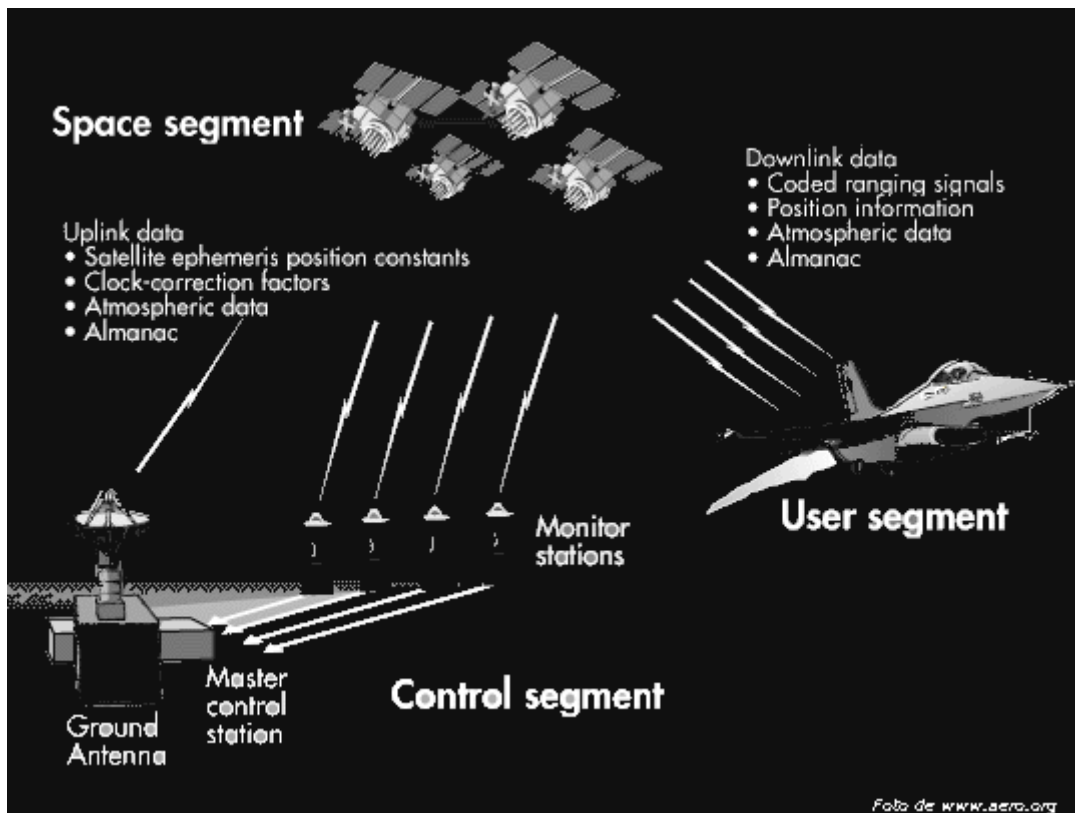


Depois da segunda guerra mundial, o U.S.DoD empenhou-se em encontrar uma solução para o problema do posicionamento preciso e absoluto. Decorreram vários projectos e experiências durante os seguintes 25 anos, incluindo Loran, Transit etc. Todos permitiam determinar a posição mas eram limitados em precisão ou funcionalidade. No começo da década de 70, um novo projecto foi proposto, o GPS.

O GPS tem três componentes: a espacial, a de controlo e a do utilizador.

A componente espacial é constituída por uma constelação de 24 satélites em órbita terrestre aproximadamente a 20200 km com um período de 12h siderais e distribuídos por 6 planos orbitais. Estes planos estão separados

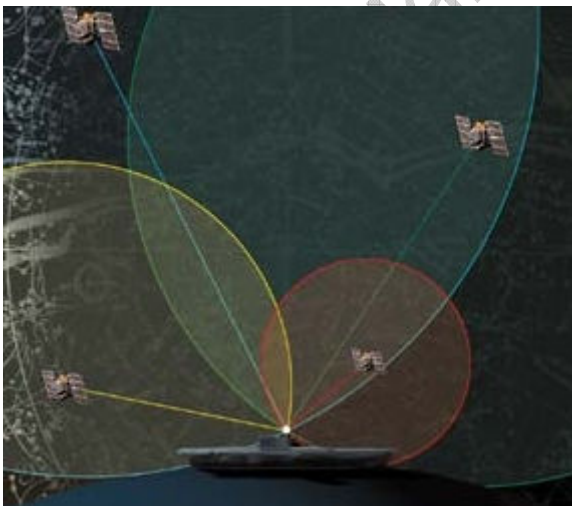
entre si por cerca de 60° em longitude e têm inclinações próximas dos 55° em relação ao plano equatorial terrestre. Foi concebida por forma a que existam no mínimo 4 satélites visíveis acima do horizonte em qualquer ponto da superfície e em qualquer altura.



A componente de controle é constituída por 5 estações de rastreio distribuídas ao longo do globo e uma estação de controlo principal (MCS- Master Control Station). Esta componente rastreia os satélites, actualiza as suas posições orbitais e calibra e sincroniza os seus relógios. Outra função importante é determinar as órbitas de cada satélite e prever a sua trajectória nas 24h seguintes. Esta informação é enviada para cada satélite para depois ser transmitida por este, informando o receptor do local onde é possível encontrar o satélite.

A componente do usuário inclui todos aqueles que usam um receptor GPS para receber e converter o sinal GPS em posição, velocidade e tempo. Inclui ainda todos elementos necessários neste processo como as antenas e software de processamento.

Os fundamentos básicos do GPS baseiam-se na determinação da distância entre um ponto, o receptor, a outros de referência, os satélites. Sabendo a distância que nos separa de 3 pontos podemos determinar a nossa posição relativa a esses mesmos 3 pontos através da intersecção de 3 circunferências cujos raios são as distancias medidas entre o receptor e os satélites. Na realidade são necessários no mínimo 4 satélites para determinar a nossa posição correctamente, mas deixemos isso para depois.



Cada satélite transmite um sinal que é recebido pelo receptor, este por sua vez mede o tempo que os sinais demoram a chegar até ele. Multiplicando o

tempo medido pela velocidade do sinal (a velocidade da luz), obtemos a distância receptor-satélite, ($\text{Distancia} = \text{Velocidade} \times \text{Tempo}$).

No entanto o posicionamento com auxílio de satélites não é assim tão simples. Obter a medição precisa da distância não é tarefa fácil.

A distância pode ser determinada através dos códigos modulados na onda enviada pelo satélite (códigos C/A e P), ou pela integração da fase de batimento da onda portadora.



Esses códigos são tão complicados que mais parecem ser um ruído pseudo-aleatório (PRN-Pseudo-Random Noise), mas de facto eles tem uma sequência lógica. O receptor foi preparado de modo a que somente decifre esses códigos e mais nenhum, deste modo ele está imune a interferências geradas quer por fontes radio naturais quer por fontes radio intencionais, será esta uma das razões para a complexidade dos códigos.

Como o código P está intencionalmente reservado para os utilizadores autorizados pelo governo norte americano, (forças militares norte americanas e aliados) os utilizadores "civis" só podem determinar a distancia através da sintonia do código C/A.

A distancia é determinada da seguinte forma:

O código C/A é gerado por um algoritmo pseudo-aleatório com um período de 0,001 segundos e usa o tempo dado pelos relógios atômicos de alta precisão que estão no satélite, o receptor que também contém um relógio, é usado para gerar uma réplica do código C/A. O código recebido é depois correlacionado com versões ligeiramente adiantadas ou atrasadas da réplica local e deste modo consegue medir o tempo que o sinal levou a chegar ao receptor.

Numa situação ideal com os relógios do satélite e do receptor perfeitamente sincronizados e a propagação do sinal a ser feita no vácuo, o tempo de voo estaria perfeitamente determinado e por conseguinte a distância medida correctamente. Geralmente esta distância denomina-se por Pseudo-distância por diferir da distância verdadeira por influência dos erros de sincronização entre os relógios do satélite e do receptor.

O outro método de determinar a distância é medindo o número de ciclos decorridos desde o instante em que a portadora foi emitida e o instante em que foi recebida e se medir a diferença de fase.

O comprimento de onda da portadora é muito mais curto que o comprimento do código C/A daí que a medição da fase de batimento da onda portadora permita atingir um nível de precisão muito superior à precisão obtida para a distância através da pseudo-distância. No entanto põe-se um problema: o desconhecimento da ambiguidade de ciclo, ou seja, o nº total de ciclos completos decorridos desde que o sinal deixou o satélite até ao instante da

sintonia. As ambiguidades de ciclo podem ser determinadas. Existe uma ambiguidade de ciclo por cada par receptor-satélite desde que não hajam saltos de ciclo (cycle slips), i.e., perda momentânea de sinal, neste caso uma nova ambiguidade é adicionada.

Depois deste pequeno estudo podemos concluir que o problema da dessincronização dos relógios dos satélites e dos receptores é pertinente, no entanto os idealizadores do GPS arranjaram uma forma de contornar esse problema: fazer uma medição extra para outro satélite! Para determinarmos a nossa posição tridimensional correctamente temos que resolver um sistema de 3 equações a 4 incógnitas (X,Y,Z e o tempo) então o truque é adicionar uma nova medição, ou seja, uma nova equação e temos o sistema resolvido!



Fonte: geodesia.org

VOANDO MAIS ALTO

Coordenação: Fábio Augusto Giunti Ribeiro

Elaboração: Thales Sarraf Giunti Ribeiro

Revisão: Yasmim Sarraf Giunti Ribeiro

Atibaia - SP - Fevereiro / 2011