

Uma estonteante aventura pelo
Cosmos

ASTRONOMIA

Básica I

Um manual prático da astronomia

"Venha conhecer mais sobre o cosmos"



BRUNO DUARTE

Astronomia Básica I
Um manual prático da astronomia

Bruno Duarte

ISBN
978-65-00-08506-8

E-book publicado em 2020

@brunov_duarte

DEDICATÓRIA

Dedico esse conteúdo a todos os amantes da ciência, e a todos aqueles que desejam aprender a amá-la.



@brunov_duarte

AGRADECIMENTOS

NASA (National Aeronautics and Space Administration);
CNES (Centre national d'études spatiales): como fontes de
inspiração.

“Venha conhecer mais sobre o cosmos” Bruno Duarte

Sumário

Introdução a Astronomia.....	11
Movimentos Diurnos no céu	19
Estrelas	23
Ciclo de Vida das Estrelas	27
Constelações.....	33
Medições da passagem de tempo	38
O Sistema Solar.....	40
Química Prebiótica	49
O Big Bang.....	54
Lua	59
Missões até a Lua e Missão Centenário	62
Eclipses Lunares e Solar	65
Estações do ano.....	67
Cometas, Asteroides, Meteoroides, Meteoros e Meteoritos	69
Telescópios	71
Equipamentos Astronômicos	75
Galáxias.....	80

Introdução a Astronomia

A fascinação humana por tudo aquilo que é belo sempre existiu, seja o ouro, diamante ou até mesmo as estrelas. Todos relacionam o berço da Astronomia com a Grécia Antiga, todavia, o nascimento da mesma aconteceu antes dos Gregos realizarem seus estudos na área. Os povos Mesopotâmios e Babilônios já possuíam um vasto conhecimento no reconhecimento de constelações, possuíam diários da Lua, retratando suas fases, anotações sobre alguns planetas próximos, como Vênus e Mercúrio, desde o século VII a.C. Os diários babilônios dos séculos 164-163 a.C. contêm uma das primeiras aparições do cometa Halley registradas, suas primeiras e últimas aparições são datadas de 22 e 28 de setembro de 164 a.C.

Os babilônicos, assim como diversos outros povos, atrelavam os primeiros passos da Astronomia as suas divindades e religiões e entendiam esses conhecimentos como um auxílio divino. Faziam mapas astrais para prever as melhores épocas para plantio e colheita, para entenderem quando seriam os melhores

momentos para pesca, e etc. Sempre entrelaçavam os conhecimentos astronômicos primitivos que possuíam com dons e capacidades concedidas pelos deuses.

Após os Babilônios e os Mesopotâmios, os grandes astrônomos que corroboraram de forma positiva na astronomia foram os Gregos. O desenvolvimento da astronomia na Grécia começou aproximadamente em 500 a.C. Muitas obras gregas que são lembradas até hoje não tiveram menção a tal área, como a *Odisseia* de Homero ou o *Almanaque agrícola* de Hesíodo, já que o desenvolvimento da astronomia foi tardio na Grécia, porém muito importante.

O grego Eudoxo de Cnido foi o primeiro a constituir um relato completo sobre o céu e apresentou ao mundo o cálculo mais preciso do ano solar até a época, cerca de 365 dias e $\frac{1}{4}$. Em seguida, vieram outros Gregos que contribuíram de forma positiva na astronomia, como Hiparco de Niceia. Na época os instrumentos astronômicos ópticos não haviam sido

desenvolvidos, então suas observações eram feitas a olho nu.

Diferente dos dias atuais, Hiparco não precisava lidar com problemas como a poluição luminosa causada pelas iluminações artificiais das cidades, que interfere diretamente nas observações astronômicas, ofuscando o brilho e localização dos astros. Tal possuía um observatório onde fazia suas anotações e, pelos relatos históricos, seu observatório deveria ser somente um espaço aberto com uma boa altitude para observação, onde ele poderia passar horas sem incômodos. Nesse espaço ele fez um catálogo com a posição e a magnitude de 850 estrelas.

Tivemos também a importante participação do último astrônomo valorizado na antiguidade, Ptolomeu, cujo trabalho foi a escrita de treze compilados sobre a astronomia chamado de *Almagesto*, que atualmente é a maior fonte de conhecimentos sobre a astronomia antiga, sendo também o estopim para o início do que chamamos de Astronomia Moderna.

Mais à frente na história da Astronomia, em 1515, Nicolau Copérnico começou a escrever sua tão revolucionária obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium*. Em tal, através de cálculos e observações, deu origem ao modelo Heliocêntrico, no qual mostrava que a Terra girava em torno do Sol, assim como os demais planetas e corpos pertencentes ao sistema solar. Também explicou que a Terra possuía um eixo de rotação e que girava em torno de si mesma, esclarecendo então a passagem do dia e da noite.

Nesse período, a Igreja Católica controlava o poder econômico, religioso e político, e defendia fortemente o modelo Geocêntrico, onde a Terra estava no centro do Universo e os demais corpos orbitavam ao redor dela. Eles não possuíam a noção de quão vasto era o Universo e de como nossa percepção sobre ele é limitada pelo Universo observável - partes do universo alcançadas pela luz. *Como enxergamos através da reflexão da luz e o universo continua em uma acelerada expansão, nunca o veremos por completo.*

Em 1543, Nicolau faleceu e, com isso, sua obra, publicada no mesmo ano, passou a ser estudada pelo astrônomo Dinamarquês Tycho Brahe, que formulou um novo modelo Geocêntrico, indo contra os trabalhos de Copérnico. Ele postulava que a Terra continuava sendo o centro do Universo, entretanto, o Sol girava em torno dela e os demais planetas em torno do Sol. Tycho teve um pupilo, Johannes Kepler, que na verdade foi contratado por ele para realizar os cálculos astronômicos de suas hipóteses.

Kepler foi contra as ideias de Brahe e apoiou a ideia Heliocêntrica de Copérnico, todavia, encontrou lacunas abertas em seu trabalho que mais tarde foram preenchidas por ele complementando o modelo, esses complementos são chamados de Leis de Kepler.

A primeira Lei, também nomeada Lei das Órbitas, prevê que os planetas não possuem um movimento de translação (volta em torno do Sol) de forma circular, mas sim, de forma elíptica com o astro ocupando um dos focos da elipse. Nela temos o conceito de afélio (ponto mais distante do Sol) e de periélio (ponto mais

perto do Sol) que são, no caso do planeta Terra, respectivamente, cerca de 152 milhões de quilômetros e de 147 milhões de quilômetros.

A chamada de Lei das Áreas, ou segunda Lei, descreve que o segmento que une o Sol a um planeta descreve áreas iguais em intervalos de tempos iguais. Isto é, se Marte gasta X horas para ir de um ponto ao outro na elipse no foco onde o Sol encontra-se, em qualquer ponto da elipse, se fizermos uma marcação no local inicial e no final usando X horas, as áreas serão iguais, independentemente, do início da marcação. Ela também cita que, quanto mais perto do foco onde se localiza o Sol o planeta chegar, maior será sua velocidade de translação, do mesmo modo, quanto mais distante, mais lento torna-se o movimento.

A terceira Lei, ou Lei dos Períodos, diz que o quociente dos quadrados dos períodos e o cubo de suas distâncias médias do Sol são iguais a uma constante K, invariável a todos os planetas. Sabendo que o movimento de translação de um planeta é igual ao tempo que ele gasta para dar uma volta completa no

Sol, podemos deduzir que quanto mais longe o planeta estiver do Sol, mais demorado será seu movimento de translação.

Avançando um pouco na história, em 1609, foi criada uma invenção que revolucionou a astronomia, a Luneta de Galileu Galilei, baseada em um aparelho utilizado pelos navegadores marítimos. A Luneta possuía uma estrutura deveras simples, um corpo retilíneo, uma lente ocular, onde se sobrepõe os olhos, e uma lente objetiva, na qual a refração da luz ocorre.

Com esse simples e revolucionário equipamento astronômico, Galileu conseguiu observar quatro satélites naturais de Júpiter, sendo Io, Europa, Ganímedes e Calisto, conhecidas hoje como Luas de Galileu ou Luas Galileanas. Tal percebeu as fases de Vênus que, assim como as da Lua, são diferentes projeções da superfície do corpo celeste geradas pela reflexão da luz do Sol em diferentes posições, tornando-se uma das primeiras provas concretas do Heliocêntrismo registradas. Também conseguiu

observar os anéis de Saturno, as manchas solares e os relevos (crateras) da Lua.

Galileu foi o primeiro a combinar suas observações experimentais com modelos teóricos baseados em conceitos matemáticos que explicavam e comprovavam fenômenos naturais, o que deu origem a metodologia científica que hoje temos. Por todos esses feitos supracitados, é reconhecido com “pai da Ciência Moderna” e possui um lugar especial na Astronomia Moderna.

Movimentos Diurnos no céu

Movimento diurno no céu é um termo astronômico que faz referência aos movimentos dos astros no decorrer do dia no nosso céu visível. Um exemplo é o movimento do Sol, que ocorre de forma cíclica em, aproximadamente, 24 horas. Vale ressaltar que o dia, em dados astronômicos, não possui 24 horas exatas, podendo variar de 23h56min a 24h15min, dependendo da época do ano.

Nós sabemos que o Sol nasce e se põe por conta do movimento de rotação da Terra - movimento que a Terra realiza em torno do seu próprio eixo. Um detalhe muito importante para esse e para os demais movimentos é a inclinação da terra, que é de aproximadamente $23,5^{\circ}$.

Todos os planetas do sistema solar possuem um ângulo de inclinação gerado pelo chamado movimento de precessão. Tal é parecido com o movimento de um pião e ocorre por conta dos polos achatados do planeta e das forças gravitacionais diferenciais (forças geradas

pelo Sol, pelo(s) satélite(s) natural(is) do planeta e pelos demais corpos celestes).

Um exemplo é a força de maré na Terra provocada pela influência gravitacional do Sol e da Lua, que atraem a Terra em sua direção, assim como a Terra também os atrai. Pelo fato de a água do mar estar reunida em grande quantidade e possuir uma densidade menor que o solo rochoso, esse “puxão” a carrega primeiro, definindo as marés baixas e altas na terra.

Por conta dessa inclinação, o Sol parece nascer e se pôr de formas diferentes em todo o planeta. No Equador da Terra, a esfera celeste parece se deslocar de maneira reta de baixo para cima e então, de cima para baixo. Nos polos, parece que estar movendo-se de forma circular no céu. Nos demais pontos, há deslocamento inclinado. Há lugares próximos dos polos terrestres que chegam a passar seis meses sendo somente noite e seis meses sendo somente dia, justamente por conta da inclinação do planeta.

As estações do ano sucedem-se por conta dessa inclinação e do movimento de translação: como a Terra encontra-se inclinada e gira em seu próprio eixo, em um determinado momento os raios solares incidem de maneira diferente em cada ponto do planeta. Quando tais incidem de forma mais direta, chamamos de verão e, quando incidem de maneira mais tácita, nomeia-se inverno. Dado essa diferença de incidência dos raios, quando é verão no hemisfério sul, é inverno no hemisfério norte, e vice-versa.

A Lua também participa desta movimentação no céu, ela acompanha o movimento do Sol e reflete seus raios. Por esse motivo, em noites de Lua Nova (quando a Lua não aparece no céu a noite, mas sim pela manhã), temos uma ideia de onde o Sol nascerá.

A esfera celeste, onde estão localizadas as constelações, também sofre modificações através da passagem do ano. Como a Terra está girando em torno do Sol, a cada estação temos uma visão diferente de tal, já que o Sol se encontra na frente de um grupo de estrelas diferentes a cada estação. Com isso, temos uma

periodicidade na observação astronômica e podemos ver uma constelação ou uma estrela específica de forma mais aparente num determinado mês do que em outro.

Estrelas

As estrelas são os corpos celestes mais observados, possuem variados tipos e composições. As comumente observadas no céu são basicamente formadas de Hidrogênio e Hélio. Estrelas comuns são divididas em azuis, amarelas e vermelhas, dada sua temperatura, já que isso modifica a intensidade da onda eletromagnética (luz visível) vista da Terra.

É bom entender a relação entre temperatura e luminosidade: quanto mais quente uma estrela, menos luminosa ela é. Sendo assim, as estrelas vermelhas, que são mais frias (variam de 2000 a 3000K), são mais luminosas que as azuis, que são mais quentes.

As estrelas também são nomeadas por seu tamanho: existem estrelas anãs, médias, gigantes e supergigantes. No grupo das anãs, encontram-se anãs amarelas, que são como o nosso Sol, e anãs brancas, possuem uma massa parecida com a do Sol, mas tem o tamanho próximo ao da Terra, acredita-se que essa seja a última etapa do Sol. Elas são quentes, densas e possuem um núcleo formado, basicamente, por

Carbono, e poucas partículas de Hidrogênio e Hélio remanescentes em suas camadas mais externas.

Teoricamente, quando as partículas remanescentes acabam, as estrelas se tornam anãs negras (anãs brancas que praticamente não emitem mais calor ou luz visível). Tais lembram as anãs marrons, diferindo-se pelo tamanho (as marrons possuem o tamanho de planetas como Júpiter). Por não serem grandes o suficiente, não iniciam a fusão do Hidrogênio no seu núcleo, então possuem baixa luminosidade.

As estrelas alimentam sua luminosidade por meio da fusão nuclear, conceito utilizado na Química e na Física Nuclear. Nele os diversos átomos de Hidrogênio que compõe as estrelas ficam muito condensados, começam a se bater de forma acelerada e então se unem formando um átomo de Hélio e energia, por meio da equivalência massa-energia ($E=mc^2$).

Esses dois produtos fundidos no núcleo das estrelas demoram alguns milhões de anos para chegarem à superfície e serem ejetados para o cosmos.

Pegando como o exemplo o nosso Sol (possui basicamente seis camadas, três internas e três externas), até que os produtos das diversas fusões ocorridas a cada segundo cheguem a última camada, passam-se cerca de 10 milhões de anos. Sendo assim, a luz que vemos hoje foi gerada em seu núcleo há cerca de 10 milhões de anos.

Um fato importante a saber é que estrelas não piscam e que há basicamente dois fatores que causam essa ilusão. Primeiro fator, a nossa atmosfera, que só absorve algumas frequências (cores) emitidas pelas estrelas e “embaralha” essas diferentes cores, por possuir diversas camadas.

Segundo fator, a existência de corpos celestes por sistemas, como um sistema binário onde uma estrela orbita outra ou ambas se orbitam, e, com isso, as estrelas tem pontos onde estão mais distantes da Terra e pontos onde estão mais próximas. Analisando o efeito Doppler, fenômeno físico que parte da análise de ondas, entendemos que, quando uma estrela se aproxima, ela emite tom azul e, quando se afasta, tom

vermelho. Com isso temos uma oscilação periódica de cores.

Sabemos que muitas estrelas estão a centenas de anos-luz (medida astronômica para distâncias dos astros, 1 ano-luz significa que a luz no vácuo, de velocidade imutável aproximada de 300.000.000 km/s, demora um ano para percorrer tal distância, equivalendo a cerca $9,5 \cdot 10^{15}$ km) de nós, como exemplo, a Betelgeuse está a cerca de 642,5 anos-luz da Terra. Intuitivamente, analisando essa informação entendemos que a luz dessa estrela leva cerca de 642,5 anos para chegar a Terra. Isto é, se Betelgeuse “morresse” hoje, só perceberíamos a olho nu daqui a 642,5 anos, pois antes disso a sua luz ainda estaria chegando a Terra. O mesmo ocorreria com nosso Sol, que está a aproximadamente 8 minutos-luz da Terra. Por isso o uso de grandes telescópios e telescópios espaciais é indispensável, pois eles atualizam nossos conhecimentos de forma precisa.

Ciclo de Vida das Estrelas

O ciclo de vida de uma estrela é definido essencialmente por seu tamanho. Toda a vida estelar começou com protoestrelas, ou seja, protótipos de estrelas que poderiam se tornar estrelas um dia. Isso ocorreu graças ao Big Bang, o fenômeno formador do espaço-tempo, que pode ser descrito com diversas divisões e eras, nessas eras surgiram as protoestrelas.

As protoestrelas evoluem ganhando mais massa, ou seja, aumentando seu tamanho. Uma anã amarela, após fundir todos seus átomos de Hidrogênio em Hélio e iniciar a fusão do Hélio em átomos mais pesados, como o Oxigênio e o Carbono, começará a inflar, tornando-se uma gigante vermelha. Com isso, ela entrará em colapso, formando uma nebulosa planetária. Tal expelirá gás ionizado e plasma por um breve tempo e, após isso, dará início a uma anã branca.

Astros mais densos que nosso Sol podem ter finais diferentes. Quando uma estrela gigante ou supergigante chega ao final de sua vida, começa a colapsar e isso gera muita energia. Dependendo de sua

massa, essa produção de energia pode resultar em uma nebulosa, que irá expelir diversas partículas pelo cosmos. Se essa nebulosa estiver muito energizada, poderá gerar em seu núcleo uma estrela de nêutrons - estrelas pequenas e muito densas.

Encontradas no interior de galáxias, no meio interestelar, nebulosas são nuvens moleculares de Hidrogênio, poeira, plasma e gases ionizados, regiões de constante formação estelar. Essa formação ocorre quando partes do material que constitui a nebulosa começam a se aglutinar, por conta da ação gravitacional naquela região, resultando em estrelas e sistemas planetários como o nosso. Existem quatro tipos de nebulosas conhecidos, que serão citados abaixo.

As nebulosas de emissão possuem gases que formam uma nuvem com altíssima temperatura, o que faz com que os átomos desses gases sejam energizados através do espectro de luz ultravioleta de estrelas próximas. As de reflexão são compostas por poeira estelar, que reflete a luz da estrela mais próxima,

nomeada estrela refletora. Geralmente, possuem tonalidade azulada, pois esse é o espectro visível que se espalha com mais facilidade.

Nebulosas planetárias são formadas através da explosão de uma estrela central, como ocorrerá no nosso Sistema Solar daqui alguns bilhões de anos. Nosso Sol inflará e se tornará uma gigante vermelha e, em seguida, explodirá e emitirá uma grande quantidade de gases e moléculas ionizadas, formando o que chamamos de nebulosa planetária. Por fim, nebulosas escuras: regiões com grande formação de estrelas, entretanto, as estrelas jovens ficam omitidas em meio à essa nebulosa composta por poeira e gases frios que não emitem espectro visível.

Outro possível resultado são os buracos negros. Corpos celestes previstos na teoria da relatividade geral de Einstein e previstos no século 18 pelo cientista John Michell, que nomeou esses supostos corpos celestes de estrelas escuras. Eles são formados a partir da morte de estrelas supermassivas, que tem de 17 a 33 vezes a massa no Sol. Toda a energia colapsada pela estrela

transforma-se em massa e aglutina-se em um ponto pequeno e denso, dando origem a tais, que são grandes mistérios. Foram registrados buracos negros que possuíam massa muito menor que a necessária, mas ainda estão sendo estudados.

Por possuírem uma massa que tende ao infinito, formam "buracos" tão profundos no tecido espaço-tempo que alguns cientistas os representam como geradores de furos no espaço-tempo. O que dá origem as teorias dos buracos de minhoca, como a ponte de Einstein-Rosen, que, teoricamente, seria uma ponte formada entre um buraco negro e um buraco branco, que seria um buraco negro de tempo invertido (onde nada poderia entrar, somente sair).

Os buracos negros são divididos em 3 partes, Ergosfera, Disco de Acreção e Horizonte de Eventos. A Ergosfera possui um aglomerado de poeira estelar, que facilita na identificação de buracos negros, pois ali há emissão de ondas eletromagnéticas. O Disco de acreção é a parte mais próxima do horizonte de eventos que um

corpo chega sem ter sua realidade distorcida, é possível orbitar nela.

Já o Horizonte de Eventos é um ponto tão denso e pequeno que nem mesmo a velocidade da luz é suficiente para gerar uma velocidade de escape. Aqui o conceito de espaço-tempo se perde, já que, como a massa tende ao infinito e distorce todo o espaço ao redor, o tempo também tenderá ao infinito e será distorcido, logo passará mais devagar para os corpos que estão dentro do horizonte de eventos.

Uma quarta parte também existe nos buracos negros, a singularidade, que, teoricamente, seria o ponto mais denso e profundo em um buraco negro, onde toda a massa do buraco negro ficaria incluindo a massa dos objetos absorvidos por ele. Os teoremas da singularidade foram desenvolvidos pelos físicos Stephen Hawking e Roger Penrose. Esse conjunto de teorias utiliza equações relativísticas, relacionadas com a evolução do Universo. Partindo de tais cálculos, a singularidade pode ser resumida como um ponto de tamanho zero em que as variáveis físicas estão tão

concentradas que se tornam infinitas, o que faz com que a massa dos buracos negros tenda ao infinito.

Constelações

Constelações são agrupamentos aparentes de estrelas visíveis no céu noturno. Antigamente os astrônomos nomeavam-nas a partir da figura que elas formavam, utilizando nomes de objetos, pessoas e animais. Cada povo possuía suas próprias constelações e seus próprios nomes para as mesmas. Tais sempre foram objetos de estudos muito instigantes para os antigos astrônomos, já que mudavam ao longo do ano e eram ainda mais visíveis a olho nu, devido ao baixo nível de poluição luminosa da época.

Com as constelações é possível medir a passagem de um ano, há registro de alguns povos que usavam uma constelação específica para a definição dessa passagem, também podendo ser usadas para localização. Algumas “pertencem” a um determinado hemisfério, como a Crux ou Cruzeiro do Sul, no hemisfério sul.

Também existem registros muito antigos dos estudos das constelações, como os encontrados na caverna de Lascaux, na França, que retratam as

estrelas Vega, Altair e Deneb (que formam um triângulo no verão), esse é datado de 15000 a.C. Outro registro muito interessante é o de Newgrange, na Irlanda, datado de 3200 a.C. Ele constitui em uma grande tumba onde, ao nascer do Sol no primeiro dia do solstício de inverno, um raio de luz ilumina de forma retilínea o piso da câmara no final de um longo corredor. Esse fenômeno é causado por conta da análise do céu e da percepção de que neste determinado dia acontecia um alinhamento solar naquele ponto da Terra.

Majoritariamente, estrelas que pertencem a uma constelação nunca estão próximas, algumas estão separadas por anos-luz de distância. As imagens que possuímos das constelações acontecem por meio da projeção dos astros. Uma projeção ocorre quando estrelas distantes ou próximas têm sua luz projetada num ponto observacional, no nosso caso, a Terra. Com isso, elas aparentam projetar imagens em conjunto, mesmo que estejam a milhares de quilômetros de distância.

Em 1930, a União Astronômica Internacional (UAI) dividiu o céu em 88 constelações, para facilitar estudos, melhor localizá-las e organizá-las com um padrão concreto no céu. Algumas permaneceram com seus nomes antigos, como Órion, o caçador, e as constelações do zodíaco, que inicialmente eram doze. A 13^a, **Ophiucus** (Ofiúco), foi constatada em 1925 durante uma assembleia da UAI, tal encontra-se entre a constelação de Sagitário e Escorpião, porém esta constelação não é reconhecida por muitos astrólogos (pseudocientistas), já que desvincula todo o sentido de suas falácias.

Uma forma de apurar as observações das constelações durante a noite é encontrar um lugar com uma altitude elevada e longe de poluição luminosa. Também é eficaz pesquisar quais as constelações visíveis no seu hemisfério durante o período de observação escolhido, isso torna mais simples o preparo para a identificação.

Usando a técnica dos braços leste e oeste (posiciona-se um ao leste, Sol nasce, e o outro a oeste,

Sol põe-se), se pode determinar então seus pontos cardeais (Norte, Sul, Leste, Oeste), o que facilita suas observações. Outra dica é sempre anotar as constelações que foram identificadas e as distâncias angulares entre elas ou entre elas e algum ponto referencial imutável.

A distância angular ou distância aparente é a medida de separação aparente entre os dois pontos observados. Quando olhamos duas estrelas no céu, como Antares e Sirius, vemos que existe uma distância aparente entre elas, essa medida é muito utilizada na Astronomia.

Uma maneira de medi-la é usando as próprias mãos. Sabemos que a abóbada celeste é dividida em 360° e que a cada hora o Sol parece percorrer cerca de 15° . Com isso podemos identificar as distâncias angulares dos astros: ao apontarmos o dedo mindinho para o céu estamos marcando um tamanho angular de 1° , que é o tamanho da Lua e também do Sol vistos da Terra. Mesmo o Sol seja 400 vezes maior que a Lua,

vemos os dois com o mesmo tamanho angular, pois a Lua está 400 vezes mais próxima da terra que o Sol.

Quando apontamos dedão para o céu projetamos um tamanho angular de 2° , apontando o dedo indicador, o médio e o anelar, projetamos um tamanho de 5° . Apontando o punho cerrado ou fechado para o céu projetamos um tamanho angular de 10° , apontado o punho com o dedo mindinho e o indicador (“eu te amo” em libras), projetamos 15° . Por fim, apontando o punho com o dedo mindinho e o dedão esticados (gesto Hang Loose) projetamos 25° .

Medições da passagem de tempo

Existem duas formas de medir a passagem de um dia, o dia sideral e o dia solar. O dia sideral é marcado pelo intervalo de tempo entre duas passagens sucessivas de um corpo celeste (utilizamos a nossa Lua) pelo meridiano local. O dia solar é referente ao intervalo de tempo entre duas passagens do Sol no meridiano local. Essas duas formas advêm em resultados próximos, variando entre 23 horas e 56 minutos, 23 horas e 45 minutos e 24 horas e 15 minutos ao longo do ano.

O mês possui também duas medições, a sideral e a sinódica. A primeira corresponde ao período orbital da Lua, no caso, seu movimento de revolução que dura cerca de 27 dias, 7 horas e 43 minutos. A segunda é marcada pelo período entre duas lunações, ou seja, período entre duas luas iguais e dura cerca de 29 dias, 12 horas e 44 minutos.

O ano também pode ser medido de duas formas: ano sideral e trópico. O ano sideral é o período em que o Sol volta a mesma posição em relação às estrelas

fixas, durando cerca de 365 dias, 6 horas e 9 minutos. O ano trópico corresponde ao período entre duas estações sucessivas, dura em torno de 365 dias 5 horas e 48 minutos.

Podemos observar que o ano não possui 365 dias inteiros. Isso ocorre pelo fato de a órbita terrestre ser elíptica e não um círculo perfeito, ou seja, quando o planeta dá uma volta completa no Sol, nunca para exatamente no mesmo lugar. Por isso, a cada quatro anos temos um ano bissexto, onde essas aproximadas 6 horas que foram acumuladas são descontadas em um dia (6 horas vezes 4 = 24 horas).

A medição da semana não possui base astronômica, somente base religiosa. Foi constituída, principalmente, através das religiões abraâmicas, exclusivamente a religião cristã, que dominou o mundo na Era das Trevas.

O Sistema Solar

O Sistema Solar é definido pelo nosso Sol, apelidado de Helios pelos Gregos. O modelo cosmológico do Sistema Solar que possuímos é o Heliocêntrico (Sol no centro), o que é compreensível se partimos da Relatividade Geral de Einstein, que prediz que corpos com massas altas geram uma distorção no tecido espaço-tempo, o que gera uma atração dos demais corpos celestes.

De forma mais didática, podemos imaginar uma grande malha onde colocamos uma bola de boliche no meio e soltamos, de forma aleatória, várias bolinhas de gude. Por ter mais massa, a bola de boliche vai “puxar” as bolinhas de gude para si. Assim funciona a gravidade e é esse efeito que temos no nosso Sistema Solar, onde o Sol é a bola de boliche e os demais corpos as bolas de gude.

O Sol possui, de forma geral, seis camadas, sendo três internas e três externas.

De dentro para fora, o núcleo é a primeira camada solar, ele ocupa cerca de um quarto do raio e é onde se

processam as reações de fusão nuclear. Em cada segundo, cerca de 700 milhões de toneladas de hidrogénio são convertidas em 695 milhões de toneladas de hélio e 5 milhões de toneladas de energia. A zona radiativa estende-se até cerca de três quartos do raio do Sol e nela, como o seu nome sugere, a energia é transportada por irradiação – muito lentamente. Estima-se que um fóton possa levar em média mais de 150 mil anos desde que deixa o núcleo até atravessar toda a zona radiativa.

Na zona convectiva a temperatura é relativamente muito mais baixa: cerca de 2 milhões de graus. O plasma nesta zona continua a ser demasiado denso e opaco para que a radiação passe livremente por transmissão. Por isso, a energia é transportada por imensas correntes de convecção, de modo que o plasma muito aquecido junto à zona radiativa se move em direção à superfície mais fria.

A fotosfera é a superfície visível do Sol. É fria, varia entre 5000 K e 6000 K. Logo acima da fotosfera encontra-se uma camada, a cromosfera, só detectável

por espectroscopia (análise dos espectros). A cromosfera e a coroa são a “atmosfera” solar. A coroa é constituída por um plasma muito difuso e muito quente – cerca de 2 milhões de graus, e ainda mais quente nas zonas onde há erupções. As erupções solares são grandes explosões de energia ejetadas, elas ocorrem por conta da mudança repentina do campo eletromagnético do Sol. Elas são muito estudadas, pois podem ser fatais para astronautas em órbita.

Nosso sistema solar possui 8 planetas, 5 planetas-anões e diversos cometas, asteroides e meteoroides. Os planetas são, em ordem de proximidade do Sol, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Mercúrio é o menor e mais interno planeta do sistema solar. A sua órbita tem a maior excentricidade e o seu eixo apresenta uma inclinação de cerca de $0,1^\circ$, a menor inclinação em relação ao plano da órbita dentre todos os planetas do sistema solar. Sua atmosfera é muito fina, por conta das grandes

quantidades de radiação solar que incide diretamente sobre ele.

Vênus recebeu seu nome em homenagem à deusa romana do amor e da beleza de mesmo nome, equivalente a Afrodite na mitologia Grega. É o planeta mais quente do sistema solar devido a sua atmosfera composta, majoritariamente, por Dióxido de Carbono (CO_2), que gera um efeito estufa aumentando a temperatura do planeta.

A Terra, nosso planeta, possui uma inclinação de aproximadamente $23,5^\circ$, e é o único planeta do sistema solar que possui as condições necessárias para evolução da vida como conhecemos hoje. Isso se dá justamente por conta da nossa atmosfera, que derivou de uma atmosfera primitiva como prevê a Hipótese de Oparin-Haldane. Tal hipótese elaborada pelos cientistas russos Oparin e Haldane, e comprovada pelos cientistas Miller e Urey, da Universidade de Chicago, explica como teria começado a vida na Terra.

Teorizando uma atmosfera primitiva formada basicamente de Metano, Amônia, Hidrogênio e água,

mostra como teriam surgido as primeiras formas de vida. Esse surgimento teria ocorrido a partir do agrupamento das moléculas provenientes da atmosfera e das reações das mesmas com os raios solares e descargas elétricas, que ocorriam de forma constante. Essas primeiras formas de vidas são chamadas de coacervados e não passavam de aminoácidos primitivos.

Tais seres surgiram primeiramente na água e eram heterótrofos (não produziam o próprio alimento). Com a competição no território, que se tornou superlotado, começaram a evoluir, tornando-se autótrofos (produzem o próprio alimento), saíram da água e foram para terra. A partir desses seres, que eram como nossas atuais plantas no quesito da respiração, obtivemos o oxigênio na atmosfera, como subproduto de sua formação de alimento. Após isso, passaram-se bilhões de anos até chegarmos nos complexos seres que temos hoje.

Coisas interessantes foram observadas com essa hipótese, como o fato de que se houvesse Oxigênio na

atmosfera primitiva primordial, a vida não teria existido, já que o O_2 desgasta toda forma orgânica de vida. Também foi um ponto de partida para a quebra da Teoria da Abiogênese, que prediz que a vida teria surgido de objetos inanimados, como pedras ou barro.

Marte é o quarto planeta a partir do Sol, o segundo menor do sistema solar. Batizado em homenagem ao deus romano da guerra, muitas vezes é descrito como "Planeta Vermelho", isso porque o óxido de ferro predominante em sua superfície lhe dá uma aparência avermelhada. Nele ocorrem grandes tempestades de areia que mudam sua aparência durante alguns meses. Tal possui uma das maravilhas do nosso sistema solar, o monte Olimpo, que apresenta 22.000 metros de altura e é o maior vulcão do sistema solar.

Júpiter é o maior planeta do sistema solar, tanto em diâmetro quanto em massa. Sozinho possui cerca de 2,5 vezes a massa de todos os outros planetas, é um planeta gasoso, e possui 79 satélites naturais confirmados. Tal detém outra das maravilhas do Sistema Solar: a Grande Mancha Vermelha, uma

tempestade que ocorre em um ponto específico do planeta e chega a ser maior que a Terra. A Grande Mancha Vermelha perdura há mais de 200 anos. As tempestades em Júpiter podem durar horas ou séculos.

Saturno é o segundo maior planeta do sistema solar, todavia, o que possui mais satélites naturais, tendo 82 confirmados. O maior deles, Titã, possui uma atmosfera própria. Uma de suas excentricidades são seus grandiosos anéis de poeira estelar e cometas que podem ser vistos a olho nu da Terra e são mantidos por sua gravidade.

Urano é o sétimo planeta a partir do Sol, o terceiro maior e o quarto mais massivo dos oito planetas do sistema solar. Foi nomeado em homenagem ao deus grego do céu, Urano, o pai de Cronos e avô de Zeus. Sua atmosfera é composta por hidrogênio, hélio e metano, seu núcleo é formado por rochas de gelo e também possui uma camada pastosa de metano solidificado.

Netuno é o oitavo planeta do sistema solar, o último a partir do Sol desde a reclassificação de Plutão para a categoria de planeta anão, em 2006. Por ser o

mais distante do Sol, também é o mais frio e escuro e apresenta uma coloração azul por conta do Metano presente de forma forte em sua atmosfera, assim como em Urano.

Os quatro primeiros planetas do sistema solar são conhecidos como planetas rochosos, ou telúricos, que são compostos basicamente por rochas. Os últimos quatro são conhecidos como planetas gasosos, ou jovianos, por serem compostos basicamente por gases, como hidrogênio, metano e hélio. Todos os planetas gasosos possuem anéis que envolvem os planetas, mas, por serem finos, os únicos visíveis da terra a olho nu são os de Saturno.

Os 5 planetas anões no sistema solar são: Ceres, Plutão, Haumea, Makemake e Éris. Todos são menores que nossa Lua e não podem ser considerados planetas por não possuírem massa suficiente para limpar sua região (atrair os demais corpos pequenos, que estão próximos, para si).

O termo "planeta anão" foi elaborado pela União Astronômica Internacional e introduzido na resolução

da UAI de 24 de agosto de 2006. São corpos celestes rochosos que não possuem massa suficiente para serem considerados planetas e nem massa insuficiente para serem considerados corpos menores, como os asteroides.

A questão da massa é que, por não haver massa suficiente para limpar o seu redor, já que eles não são capazes de atrair os demais pequenos astros que estão ao redor deles, não podem ser considerados planetas. Essa questão também se relaciona com o estabelecimento de um domínio orbital, ou seja, eles não conseguem alterar significativamente o seu ambiente.

Não são considerados corpos menores por possuírem movimento de translação definido e massa necessária a ponto de dispor de um centro de gravidade forte o suficiente para dar a tais uma forma próxima à de um geoide.

Química Prebiótica

Retomando o assunto da evolução na Terra, é preciso explicitar por qual razão a Teoria da Abiogênese ou Teoria da Geração Espontânea não é viável na ciência contemporânea.

No século XVII, as pessoas acreditavam que objetos inanimados, que não possuem vida, poderiam gerar vida. Como cadáveres que geravam rãs e o lodo dos rios que gerava cobras e crocodilos, e com isso surgiu a ideia de Abiogênese (A = negação, biogênese = origem da vida).

Em 1668, o cientista Francesco Redi buscou entender de forma mais profunda como esse processo ocorria, então realizou o experimento que hoje conhecemos como experimento de Redi.

Ele dispôs de dois frascos, ambos contendo carne. Em um colocou uma tampa por cima, e o outro ficou aberto. Passando-se alguns dias, Francesco percebeu que o frasco aberto originou larvas de mosca e o fechado não. Sendo assim, o cientista abriu o frasco, que estava fechado, e depositou sobre ele uma gaze,

que não permitia contato direto com a carne, mas permitia contato da carne com o ar, e o resultado foi o mesmo, ou seja, não houve geração de vida espontânea. Com isso, constatou que a hipótese da Abiogênese estava errada, e que as larvas só poderiam surgir se houvesse interação entre as moscas e a carne.

Em 1745, o cientista inglês John T. Needham realizou vários experimentos em que submetia à fervura frascos contendo substâncias nutritivas. Após a fervura, fechava-os com rolhas e deixava-os em repouso por alguns dias. Depois, ao examinar essas soluções ao microscópio, Needham observava a presença de microrganismos. A explicação referente aos seus resultados foi de que os microrganismos teriam surgido por geração espontânea. Ele dizia que a solução nutritiva continha uma “força vital” responsável pelo surgimento das forças vivas.

Posteriormente, em 1770, o pesquisador italiano Lazzaro Spallanzani repetiu os experimentos de Needham, com algumas modificações, e obteve resultados diferentes. Spallanzani colocou substâncias

nutritivas em balões de vidro, fechando-os hermeticamente. Esses balões, assim que preparados, eram colocados em caldeirões com água e submetidos à fervura durante algum tempo. Deixava-os resfriar por alguns dias e então ele abria os frascos e observava o líquido ao microscópio. Nenhum organismo estava presente. Spallanzani explicou que Needham não havia fervido sua solução nutritiva por tempo suficientemente para matar todos os microrganismos existentes nela e, assim, esterilizá-la. Em suma, este experimento também constata que a abiogênese é uma ideia errônea.

Em 1860, o cientista Louis Pasteur, conhecido como “pai da microbiologia”, constatou mais uma vez que a hipótese da abiogênese é errônea e infundada. Os experimentos de Pasteur foram realizados com quatro frascos de vidro, cujos gargalos foram esticados e curvados no fogo após todos terem sido preenchidos com caldos nutritivos.

Logo em seguida, ele ferveu o caldo de cada um dos quatro frascos, até que saísse vapor dos gargalos

longos e curvos e deixou-os esfriar. Depois de um tempo, o cientista observou que, embora todos os frascos estivessem em contato direto com o ar, nenhum deles apresentou micro-organismos. Pasteur então quebrou os gargalos de alguns frascos e observou que, em poucos dias, seus caldos já estavam repletos de micro-organismos.

A ausência de micro-organismos nos caldos que estavam nos frascos cujos gargalos eram curvos e longos e a presença desses seres nos frascos cujos gargalos foram quebrados mostrou que o ar contém micro-organismos e que eles, ao entrarem em contato com o caldo nutritivo, desenvolvem-se. Nos frascos que apresentavam gargalo curvo e longo, os micro-organismos não conseguiram chegar até o líquido porque ficaram retidos no “filtro” formado pelas gotículas de água que apareceram no pescoço do frasco durante o resfriamento.

Nos frascos que tiveram seus pescoços quebrados, o “filtro” formado pelo vapor deixou de existir, deixando o líquido vulnerável aos micro-organismos,

que, uma vez em contato com o líquido, encontraram condições adequadas para o seu desenvolvimento.

A Química Prebiótica é a responsável pelo estudo de todas as reações e processos que poderiam ter auxiliado e fomentado na evolução da vida na Terra. Como os estudos supracitados. É uma ciência interdisciplinar, e utiliza os conhecimentos gerados por diversas áreas, como Astrofísica, Astrobiologia, Astroquímica, Matemática e diversas outras.

Essa ciência visa entender e realizar experimentos em ambientes artificiais que tentam se aproximar ao máximo dos ambientes primitivos da Terra. A partir da Química Prebiótica, compreendemos que os fatores que auxiliaram na origem e evolução da vida na Terra foram endógenos e exógenos.

Fatores endógenos são aqueles que estão dentro da atmosfera de nosso planeta, como as reações químico-biológicas que ocorreram, as descargas elétricas e etc. Já os fatores exógenos são aqueles de fora da nossa atmosfera, como os cometas que caíram na Terra e trouxeram com eles seus constituintes.

O Big Bang

No início do espaço-tempo nosso universo era do tamanho de um átomo. Em 1927, o Astrofísico e Padre Católico George Lemaître publicou uma teoria que abordava justamente esse conceito. Nomeada *Teoria do Átomo Primordial*, postulava que toda a matéria, tanto bariônica (matéria que forma átomos, planetas, pessoas e galáxias) quanto a matéria escura (matéria teórica que forma corpos que não emitem espectro visível da luz, por isso chamada de “negra” e “escura”) teriam, no início da história do Universo, se encontrado em um ponto do tamanho de um átomo que, após um grande processo de expansão, formou tudo o que hoje existe.

Essa teoria formou uma boa base para a Teoria do Big Bang, desenvolvida mais tarde por outros diversos cientistas, contribuindo para o melhor entendimento do nosso Universo. Dentre eles, é preciso destacar o Físico George Gamow, que através de diversas análises, mostrou que sem um Big Bang não teríamos as

proporções de H (Hidrogênio) e He (Hélio) que hoje temos no cosmos.

Também identificou o que chamamos na Astrofísica e na Astronomia de Radiação Cósmica de Fundo, uma pequena marca do resfriamento pós Big Bang deixada pela expansão do Universo. Isto é, quanto mais o Universo se expandia, mais ele esfriava, e com isso deixava marcas desse “resfriamento” no espaço-tempo que são identificadas como ondas eletromagnéticas.

Passados alguns microssegundos do Big Bang, iniciou-se o processo chamado de a grande inflação cósmica, uma rápida expansão em um pequeno período temporal. Trazendo para um plano concreto, é como se o Universo estivesse do tamanho de uma uva que, em questão de microssegundos, chegou ao tamanho da Terra.

Logo após a grande inflação, o Universo começou seu processo acelerado de expansão gerado pela Energia Escura, prevista pela Teoria da Relatividade Geral como uma gravidade com característica

“negativa”, ou seja, uma gravidade que afasta os corpos. Posteriormente, tal foi comprovada partindo de dois trabalhos que aludiam a expansão do Universo: um em 1927, pelo próprio Lemaître, e outro em 1929, pelo físico Erwin Hubble. Ambos trabalhos explicavam de forma semelhante as taxas expansivas do Universo e mostravam que tais só eram possíveis através da Energia Escura.

A Era Sopa de Quarks foi um período na evolução do Universo onde os Quarks (Partículas Elementares da matéria, isto é, partículas menores que átomos que formam a matéria) ficavam espalhados como em uma grande sopa cósmica. Hoje sabemos que com o resfriamento do Universo, gerado pela expansão, os Quarks começaram a se unir em trios (comportamento padrão) e com isso surgiram os Hádrons, um conjunto de Quarks, sendo os mais famosos os Prótons e Nêutrons.

Em meio a essa grande confusão cósmica, outra partícula elementar surgia, o Lépton, e, com isso, o Elétron. Por meio da força nuclear forte (uma das

quatro forças fundamentais da natureza responsável por manter átomos e partículas subatômicas unidas) surgiram os primeiros núcleos atômicos. Todo esse processo ocorreu em cerca de três minutos.

Os primeiros átomos que surgiram foram os de Hidrogênio, por serem os átomos mais leves do cosmos, que estavam dispostos em uma grande sopa cósmica quente e densa. Com isso, começaram a se energizar, isto é, vibrar de forma muito rápida, e então a se chocar, dando origem aos átomos de Hélio.

Com o decorrer da expansão o Universo foi esfriando, o que proporcionou a possibilidade dos átomos de Hidrogênio e Hélio se juntarem e formarem pequenos corpos celestes, do tamanho de poeiras, que cresciam cada vez mais. Dessas poeiras estelares, surgiram os primeiros corpos celestes de grandes escalas, muito parecidos com protoestrelas. Esses protótipos de estrelas tornaram-se cada vez maiores e com isso começaram a fundir outros elementos nos seus núcleos.

Quando uma estrela anã termina seu ciclo de fusão de Hidrogênio em Hélio, começa a fundir Hélio em átomos mais pesados, como Carbono e Oxigênio, e então colapsa e espalha esses elementos que foram fundidos em seu núcleo pelo cosmos. Com isso começamos a ter estrelas maiores que fundiam elementos mais pesados, como Ferro e Silício, e cada vez mais uma maior variedade de elementos pelo cosmos.

Lua

Há 4,5 bilhões de anos, nosso planeta tinha praticamente acabado de se formar, todavia, era muito diferente de como é hoje, sendo composto basicamente de rochas e lava. Nesta época, não existiam somente os 8 planetas que hoje existem no nosso Sistema Solar (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), alguns cientistas estipulam que existiam cerca de 20 planetas.

Um deles estava na mesma distância do Sol que a Terra, logo, dividiam a mesma órbita solar. Este, chamado planeta Theia, possuía uma estrutura semelhante a estrutura da Terra naquela época. No início esse detalhe não era problemático, pois Theia estava posicionada em um dos pontos onde a gravidade da Terra e do Sol se anulavam. Com isso, o impacto iminente foi adiado.

Com o passar do tempo, tanto Theia quanto a Terra foram crescendo e acumulando massa. O crescimento dos planetas foi o fenômeno responsável pela soltura de um dos pontos onde as forças

gravitacionais estavam nulas e, com isso, eles começaram a se atrair.

Em dado momento, os dois planetas se chocaram, sendo a Terra maior, quem mais sofreu com a destruição foi Theia. Os núcleos e alguns destroços dos planetas se fundiram, porém, alguns detritos ficaram vagando pela órbita terrestre durante um tempo, até que começaram a se aglutinar e, assim, formaram a nossa Lua, também chamada pelos Gregos de Selene. Essa é uma das hipóteses que melhor explica a formação de nosso satélite natural.

Um detalhe importante a ser apontado é o fato de a Lua não possuir uma atmosfera que queime os detritos no espaço que são puxados por sua gravidade ou que estejam em rota de colisão, como a Terra faz com meteoros. Por isso, ocorreram diversos choques no solo lunar durante os bilhões de anos até hoje, assim se formaram as crateras lunares.

Dois conceitos interessantes e vastamente usados na astronomia surgiram com os estudos da Lua, sendo eles apogeu e perigeu. Respectivamente, indicam a

maior distância e a menor distância de um corpo celeste em relação ao planeta Terra.

Esses conceitos se limitam a gravidade da Terra e ao seu limite de Roche. O apogeu é definido pelo ponto máximo de distância em que um corpo (usando como exemplo a Lua) pode chegar da Terra, sem que perca influência gravitacional, ou seja, sem que se desprenda da órbita terrestre. Já o perigeu é marcado pelo limite de Roche, que é definido pelo tamanho e tensão interna dos corpos. O limite de Roche, conceito introduzido pelo astrônomo francês Edouard Albert Roche, em 1847, diz que um corpo menos massivo possui um limite máximo de aproximação de um corpo mais massivo. Caso o corpo com menos massa não atenda aos requisitos necessários, como tamanho, massa e tensão interna, ele será partido e começará a se desintegrar em determinado momento.

Missões até a Lua e Missão Centenário

A corrida espacial teve início em 1955, com a guerra fria estabelecida entre a União das Republicas Socialistas Soviéticas (URSS) e os Estados Unidos da América (EUA). No dia 4 de outubro de 1957, a URSS tomou a frente da corrida espacial com o lançamento do primeiro satélite artificial, o Sputnik 1. Ainda em 1957, continuou liderando com o lançamento da cachorrinha Laika a bordo do foguete Sputnik 2.

Em 1961, o primeiro humano foi lançado ao espaço, também pelos soviéticos. O cosmonauta Yuri Gagarin deu uma volta na órbita da Terra a bordo da nave Vostok-1. A missão durou cerca de uma hora e quarenta e oito minutos. Concomitante, os EUA desenvolviam o Projeto Mercury, primeiro projeto tripulado da NASA.

Após, veio o Projeto Apollo que, em sua 11ª edição foi responsável por levar o homem à Lua através da nave Saturno-V, desenvolvida pelo ex-cientista nazista Wernher Magnus Maximilian von Braun, o mesmo

projetista do primeiro foguete de altitude do mundo, o V-2.

O foguete Saturno-V levou três tripulantes à Lua, dentre eles Louis Armstrong e Buss Aldrin, os dois primeiros homens a pisarem na Lua. O projeto Apollo teve 17 edições até seu encerramento e levou diversos astronautas até a Lua, tornando possível analisar sua composição e utilizar os conhecimentos ali estabelecidos para o avanço da Ciência.

Utilizando a ISS (Estação Espacial Internacional), a missão Centenário foi responsável por levar o primeiro astronauta brasileiro para fora da atmosfera terrestre, o astronauta Marcos Pontes, em comemoração aos cem anos da aviação brasileira. O primeiro passo foi estabelecer harmonia com a agência espacial americana, que pediu em troca cerca de 120 milhões para investir em equipamentos para a ISS.

Logo o representante brasileiro foi escolhido e começou seu treinamento. No decorrer do tempo, a harmonia entre Brasil e EUA foi quebrada devido à falta de cumprimento da parte brasileira no acordo. O

Brasil então recorreu aos cosmonautas Russos, que decidiram apoiar e enviar o primeiro Brasileiro ao espaço.

Eclipses Lunares e Solar

Eclipse Lunar é um fenômeno astronômico que ocorre quando a Lua é ocultada totalmente ou parcialmente pela sombra da Terra, em geral, sendo visível a olho nu. Isto ocorre sempre que o Sol, a Terra e a Lua se encontram próximos ou em perfeito alinhamento, estando a Terra no meio destes outros dois corpos.

Com isso temos a geração de duas sombras, a umbra e a penumbra. A umbra é a sombra em sua forma total, onde o eclipse acontece de forma total, a penumbra é uma sombra parcial, ou seja, não está cobrindo de forma perfeita a Lua, logo um observador da penumbra vê o eclipse lunar de forma parcial.

A famosa Lua de sangue é gerada por conta de um eclipse lunar total. Durante o eclipse, a Terra fica entre o Sol e a Lua, fazendo com que a luz solar não alcance diretamente a Lua. Essa luz acaba passando pela atmosfera da Terra, e é incidida no nosso único satélite natural em seletos tons avermelhados.

Essa cor ocorre devido a um fenômeno físico conhecido como dispersão de Rayleigh, onde a Terra absorve as diferentes frequências eletromagnéticas da radiação solar, refletindo apenas a parte vermelha do espectro.

Um eclipse solar é um fenômeno que ocorre quando a Lua se entremeia entre a Terra e o Sol, ocultando total ou parcialmente a sua luz numa estreita faixa terrestre. Se a Lua estiver em seu apogeu (ponto mais distante da terra), temos o fenômeno conhecido como eclipse anular. Como o diâmetro angular da Lua fica menor que o do Sol, um “anel” em volta da Lua é formado e com isso temos a geração de uma sombra chamada de antumbra.

Estações do ano

As estações do ano são geradas, basicamente, através de dois movimentos da Terra. O movimento de translação, isto é, a volta que a Terra dá em torno do Sol. E o movimento de precessão: semelhante a um pião girando, que define a inclinação da Terra (cerca de $23,5^\circ$ atualmente). O movimento de precessão é gerado pelo formato geoidal da Terra (esférica e achatada nos polos) e por conta das forças gravitacionais diferenciadas, que são as forças gravitacionais geradas por outros corpos como a Lua e o Sol.

Como a Terra encontra-se inclinada, girando no seu próprio eixo e em torno do Sol, logicamente os raios solares não irão incidir de maneira igual em todas as partes da superfície terrestre. Quando os raios solares incidem de maneira direta chamamos de verão, quando incidem de maneira tácita, chamamos de inverno.

No outono e na primavera os raios solares incidem de maneira semelhante. O primeiro, por vir após o verão, é acarretado por uma baixa na

temperatura, em razão do Sol já não estar mais próximo a zênite (ponto de vista no topo da cabeça de um observador na Terra). Advindo depois do inverno, no segundo há uma elevação na temperatura, dado o Sol não estar tão perto do nadir (ponto de vista nos pés de um observador na Terra).

Cometas, Asteroides, Meteoroides, Meteoros e Meteoritos

Cometas são corpos celestes compostos basicamente por gelo de água e poeira congelada. Possuem uma massa pequena quando comparados com asteroides e possuem órbitas irregulares, ou seja, não possuem uma órbita elíptica em torno do Sol. Cometas geram caudas, mas só podem ser observadas quando o mesmo passa perto do Sol, assim sua superfície começa a aquecer e deixa um rastro magnífico de poeira cósmica.

Asteroides são corpos rochosos, muitas vezes também compostos por metais. Possuem algumas centenas de quilômetros e, por orbitarem o Sol de forma regular, são definidos como corpos menores do sistema solar. Possuem formas e tamanhos variáveis e alguns possuem até mesmo satélites naturais.

Meteoroides são corpos sólidos e rochosos, menores que asteroides e maiores que átomos, que

vagam pelo cosmos. Podem ser originados de fragmentos de asteroides e cometas.

Meteoros, também conhecidos como estrelas cadentes, são nomeações dadas a meteoroides que entram na atmosfera de um planeta, tais apresentam cores variadas dependendo de sua composição. Quando entram em contato com a atmosfera, começam a ser “queimados” e com isso liberam diversas cores, dando início a um show muito belo.

Meteoritos são aqueles meteoros que sobreviveram ao limite de Roche (limite que define a distância mínima que um corpo consegue alcançar outro corpo mais massivo sem que se desintegre) e as “queimaduras” da atmosfera, chegando ao solo terrestre.

Telescópios

Basicamente, existem dois tipos de telescópios: os refratores e os refletores. Há também os nomeados mistos, que se comportam como lentes refratoras e espelhos refletores.

Os telescópios refratores têm como origem da Luneta de Galileu, composta por uma lente objetiva, onde a luz incidia, e uma ocular, na qual a imagem era projetada. Eles possuem lentes que realizam a refração da luz, ou seja, fazem com que a luz troque seu meio, e a direcionam para a lente ocular, onde a imagem aparece para o observador.

Os telescópios refletores surgiram após Newton realizar inovações nos telescópios refratores, trocando as lentes por espelhos. No corpo cilíndrico, pôs um espelho côncavo ao final, a luz incidia e era levada a um pequeno espelho reto com um ângulo de cerca de 45° que a direcionava para fora do telescópio. Com isso, o observador poderia visualizar as imagens com uma nitidez melhor, já que a luz não era “corrompida”

(refratada). Esse tipo de telescópio é chamado Newtoniano, ou refletor com foco Newtoniano.

Em 1672, um Cientista Francês chamado Cassegrain montou um telescópio refletor diferente do Newtoniano, ficando conhecido mais tarde como telescópio refletor com foco Cassegrain. Muito utilizado em telescópios profissionais e radiotelescópios, consiste em dois espelhos côncavos levemente separados que refletem para um espelho convexo logo acima deles. Esse reflete novamente a luz para a fenda no meio dos espelhos côncavos, projetando a imagem. Por possuir um intuito profissional, não se tem um observador no foco, todavia, um espectrógrafo, que permite analisar as imagens coletadas a partir de seus diferentes espectros e, assim, analisar massa, constituição e distância.

Existem alguns problemas que limitam a coleta de dados dos telescópios, como a turbulência atmosférica, que é basicamente a diferença nas massas de ar que causam distorções na visualização de um astro, as famosas “piscadas” das estrelas. Outro problema são as

limitações físicas que existem nas lentes e nos espelhos.

Para ultrapassar esses obstáculos, foram desenvolvidas técnicas, como a óptica ativa e adaptativa. A óptica ativa atua como reguladora nas lentes, que são meio maleáveis, mas que não podem ser muito grandes - se forem, a gravidade as deforma, para a obtenção da imagem mais nítida. Por não corrigir a turbulência atmosférica, surgiu então a óptica adaptativa, que consiste em uma lente maleável a mais corrigida até 200 vezes por minuto, deixando a imagem com ainda mais nitidez.

É possível perceber que existem muitos empecilhos na Terra e, mesmo inovando nas soluções, não é possível resolver totalmente todos os problemas. Por esse motivo, muitos telescópios são lançados no espaço, como o Hubble, que capta luz visível e infravermelha e envia os dados coletados para serem analisados por astrônomos na Terra.

Esses telescópios são responsáveis por grande parte dos conteúdos astronômicos que temos e

também por grande parte dos desenvolvimentos tecnológicos existentes, como a maior captação de fótons para aumento da qualidade de uma imagem utilizada nos celulares modernos.

Equipamentos Astronômicos

Esse capítulo será dedicado a alguns instrumentos utilizados na astronomia, diferenças e como manipulá-los.

O primeiro instrumento abordado é o Gnômon, um dos mais antigos construído pelo homem. Em sua essência, era uma madeira com base no chão, geralmente na vertical, muito semelhante ao experimento do grego Eratóstenes. Através de gravetos fincados no chão em duas cidades, Siena e Alexandria, no experimento grego era demonstrado que as projeções das sombras eram diferentes. Somando a isso uma relação trigonométrica, Eratóstenes conseguiu medir com certa precisão a circunferência do nosso planeta.

Voltando ao Gnômon, a diferença se encontra no objetivo do experimento. Ao observá-lo durante o dia, é possível constatar que ocorre uma variação no comprimento e na direção da sombra. Perceberam que o Sol nasce a Leste e põe-se a Oeste e, esticando os

braços para ambas as direções, à frente estará o Norte e nas costas o Sul.

Também foi visto que, sempre que a sombra do meio-dia estava mais longa, encontravam-se em uma época de frio, do mesmo modo, quando era mais curta, em época de calor, elaborando assim os conceitos de estações durante o ano. Através dessas percepções, surgiu um aparelho que intrigou muitos historiadores, o relógio solar. Dividido em algumas partes, de acordo com a sombra projetada pelo Sol, os usuários poderiam especular com certa precisão o horário do dia em que estavam.

O astrolábio foi um equipamento utilizado pelos antigos astrônomos e adaptado por antigos navegadores para medir a altura das estrelas, latitude e altitude. Constitui-se basicamente por uma circunferência graduada em sua borda com unidades angulares e uma régua linear que, vinculada ao disco, podia passar em torno de um eixo através do centro do disco.

Erguia-se o astrolábio pela sua parte superior, geralmente no dedo do observador, e apontava-se a régua ao astro desejado, lendo-se a graduação correspondente à altura do astro. Quando conhecida a direção do Norte local, o disco poderia ser utilizado para medir distâncias angulares na horizontal, fornecendo o azimute do astro - ângulo de medida entre o plano vertical do ponto observado e o meridiano do observador.

Instrumento de princípio astronômico, foi modificado em diversos lugares por muitos povos, existindo assim inúmeras variações que podem ser utilizadas para descobrir as horas, latitude, longitude, altura de uma montanha e diversos outros fins.

Um instrumento muito utilizado pela astronomia e pela pseudociência astrologia é o mapa astral. Tal possui resquícios muito antigos, sendo os mais completos elaborados pelos povos gregos. Constitui-se em um projeto que tem a Terra como centro observacional de uma projeção azimutal e retrata os astros e as constelações conhecidas como doze signos

do zodíaco. Apesar de antigamente terem sua importância nos estudos das constelações e de seus comportamentos ao longo do ano, hodiernamente sabemos que a astrologia, no passado atrelada a religião pagã, principalmente ao paganismo Grego, é uma pseudociência e que não possui nenhuma metodologia científica ou lógica que comprove aquilo previsto por ela.

O instrumento mais utilizado por astrônomos do mundo todo é o telescópio óptico. Os telescópios podem ser construídos em diversos tamanhos. Os observatórios possuem telescópios maiores e mais potentes que os comercializados no mercado comum, como exemplo o GTC (Gran Telescopio Canarias), que possui uma lente refletora com 10,4 metros de diâmetro.

Existem também telescópios que não utilizam a luz visível, mas sim outras ondas eletromagnéticas, como os que captam ondas de rádio, raios infravermelhos e raios-x. Essa variedade é muito importante para a sociedade astronômica, já que

permite obter visões diferentes de um mesmo local ou astro, o que pode corroborar de forma positiva em seu estudo.

Há também aqueles que não estão em nossas mãos, os telescópios espaciais, como o já citado telescópio Hubble. Tal não possui tripulantes e, em seu interior, existe um grande telescópio refletor que capta luz visível e infravermelho. Localizado à 600 km da superfície terrestre, possui um período de revolução (período de uma volta na Terra) de aproximadamente 95 minutos. É alimentado por painéis solares que compõe sua estrutura e está ativo a 30 anos, nos proporcionando imagens e detalhes impressionantes de diversos corpos celestes.

Existem diversos instrumentos astronômicos antigos e modernos, todos com o mesmo fim: alimentar a imaginação e o conhecimento do ser humano, proporcionando a invenção de novos métodos de análise, novos estudos e novas respostas, e, acima de tudo, propiciando novas dúvidas.

Galáxias

As galáxias são enormes conjuntos de estrelas, planetas, gases e diversos outros constituintes reunidos pela gravidade em grandes sistemas dinâmicos. Algumas obras literárias dos séculos XVIII e XIX, como as do filósofo Immanuel Kant, se referiam a estes grandes conjuntos como ilhas-universo. No século 20, a discussão sobre as mesmas era muito profunda, a comunidade científica apresentava diversas hipóteses a respeito das galáxias.

No mesmo século, astrônomos desenvolveram melhor as captações de imagens através de telescópios, o que possibilitou imagens antes nunca vistas, que esclarecem diversas questões. O físico Erwin Hubble, categorizou as galáxias, tomando como ponto inicial seus formatos, então as galáxias passaram a ser nomeadas como galáxias espirais, espirais-barradas, elípticas e irregulares, que possuem subdivisões.

As galáxias espirais possuem o centro dominado por velhas estrelas vermelhas e amarelas, cercados por braços ricos em gás e poeira, o espaço entre eles

contém uma mistura dispersa de estrelas. Os braços destacam-se apenas por conter um majoritário número de estrelas mais jovens e brilhantes, indicando que não são permanentes, mas sim regiões de densidade aumentada que deslizam em torno do disco, provocando o nascimento de estrelas.

A diferença entre as galáxias espirais e espirais-barradas está no fato de que a segunda possui uma “barra” de estrelas que cortam a galáxia de uma ponta a outra, surgindo, a partir dessa “barra”, os braços da galáxia espiral-barrada.

As galáxias irregulares não têm forma definida, o que dá o seu nome, algumas parecem ter buracos negros centrais, barras e começos de braços espirais. São locais de intensa atividade de nascimento de estrelas, com grandes e fulgurantes nebulosas de emissão.

Já as galáxias elípticas têm forma semelhante a um grão de arroz. São enormes, majoritariamente formadas por estrelas velhas, vermelhas e amareladas, cada uma seguindo a própria órbita elíptica em torno

do centro. Como contêm pouco gás e poeira, pouca ou nenhuma formação de estrelas ocorre nelas. As maiores só são encontradas no centro de aglomerados galácticos.

A Via Láctea é uma galáxia espiral-barrada, que possui quatro braços primários e diversos pequenos braços formados ao longo de sua constituição. Nosso Sistema Solar está localizado em um desses pequenos braços, denominado braço de Órion. As galáxias possuem divisões, como o bojo, onde as estrelas mais antigas encontram-se próximas ao centro da galáxia. O disco galáctico, onde as nebulosas e os aglomerados abertos e fechados ficam, e há intensa formação de novas estrelas. E o halo galáctico, que possui diversos aglomerados globulares formados em sua maioria por estrelas mais antigas.

Nossa galáxia foi nomeada pelos Gregos Via Láctea justamente por apresentar, em algumas regiões do céu noturno, a projeção dos braços da galáxia, que aparentavam ser uma longa faixa de leite. A Via Láctea possui duas galáxias satélites, que são irregulares,

conhecidas como Nuvens de Magalhães, e também um buraco negro, conhecido como Sargittarius A em seu centro.

A Via Láctea faz parte de um grupo de galáxias, conhecido como grupo local, que contém um total de 37 objetos conhecidos. Existem milhões de galáxias fora do grupo local. Nossa galáxia está fadada a ter um fim, daqui alguns bilhões de anos, com um choque iminente entre a Via Láctea e a galáxia espiral de Andrômeda, também conhecida como M31 ou NGC 224. A galáxia M31 é a mais próxima da nossa, estando apenas há 2,54 milhões de anos-luz. O choque resultará no ajuntamento entre os halos galácticos de ambas galáxias.

Sobre o autor

Nascido em 03 de novembro de 2002 no estado do Espírito Santo, Bruno Victor Oliveira Duarte é um amante incondicional das Ciências Naturais, Políticas e Humanas. Astrônomo amador e divulgador científico, sonha em tornar a ciência acessível a todos os públicos. Esta obra reflete sua vontade de levar a ciência a todas as pessoas, mesmo àquelas que não possuem uma familiaridade exuberante com a área da astronomia.