

INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul

Campus
Osório

ALUNAS: GIORDANA SAMPAIO; KETLIN GARCIA.
TURMA 201 ADM

A TEORIA DO BIG BANG

Osório - RS
2019

A Teoria do Big Bang: a busca pela explicação da formação do Universo desde seus primeiros instantes, baseando-se em grandes estudos e pesquisas.

A Teoria do Big Bang , atualmente a mais aceita dentro da comunidade científica, busca explicar a formação do nosso Universo desde seus primeiros instantes até a formação do mundo que conhecemos, fazendo isto com base em estudos e pesquisas científicas de diversas personalidades do mundo da ciência, que foram aperfeiçoados ao longo dos anos, para que tenhamos cada vez mais precisão sobre nossas origens.

Mesmo sendo de grande importância esta teoria, ela ainda é pouco estudada e aprofundada nas escolas brasileiras, fazendo com que o conhecimento de muitos sobre a mesma seja equivocado ou quase nulo, deixando de fora o estudo dos principais autores que contribuíram para formulação da mesma, como por exemplo; Copérnico, que propôs o modelo heliocêntrico; Edwin Hubble, que demonstrou que o universo está em expansão medindo o desvio para o vermelho de galáxias distantes, entre outros.

Neste Projeto visamos atingir as escolas de ensino básico, produzindo e divulgando material de apresentação para os professores, identificando anteriormente suas necessidades. Neste material estará contido não só conteúdos relacionados a Teoria do Big Bang como é hoje, mas também o caminho até ela, citando seus principais contribuintes.

O início do descobrimento do início

Principais contribuintes para a construção da Teoria do Big Bang

Muitos nomes que contribuíram para construção da teoria mais aceita atualmente pela ciência são conhecidos, no entanto, apesar de seus nomes serem familiar a maioria, o conhecimento sobre tais autores é pouco aprofundado.

CLÁUDIO PTOLOMEU

“Cláudio Ptolomeu foi um cientista de origem grega, nascido, talvez em 90 d.C., na cidade de Ptolemaida Hérnia, no Egito, sob domínio romano. Morreu em Canopo, também no Egito, por volta do ano 168 d.C. A única informação que temos de sua vida é que ele trabalhou em Alexandria entre 120 e 160 d.C., período esse determinado com base em observações astronômicas anotadas por ele. Ptolomeu foi o último dos grandes cientistas gregos, responsável por sintetizar a obra de seus predecessores, estudando não só astronomia, mas também matemática, física e geografia.”

Fonte: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1057&evento=1>

“O nome Cláudio (Claudius) sugere que provavelmente tinha cidadania romana. A única informação concreta que temos de sua vida é que ele trabalhou em Alexandria entre 120 e 160 d.C., período esse determinado com base em observações astronômicas anotadas por ele. Nessa época, registra várias de suas observações astronômicas. Ptolomeu foi responsável por sintetizar a obra de seus predecessores, estudando não só astronomia, mas também matemática, física e geografia. Criou o sistema cosmológico baseado na teoria geocêntrica de Aristóteles e descrito em “A grande síntese”, geralmente citada com o título da tradução árabe, “Almagesto”, sua mais conhecida obra (nele, a Terra encontra-se no centro do universo, e em torno dela giram Mercúrio, Lua, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno, além de apresentar seus cálculos sobre a dimensão da Lua e a distância entre ela e o Sol). Tal sistema se tornou um dogma católico e vigorou desde a Antiguidade até a Revolução de Copérnico (1543).

Ptolomeu também desenvolveu trabalhos matemáticos e foi um notável geômetra. Os cronistas antigos mencionam várias obras de sua autoria, hoje desaparecidas, como por exemplo, “Sobre a dimensão” (Peri Diastaseos, no original em grego), na qual ele procura provar que só pode haver espaço tridimensional, ou Analemma, em que [discute](#) detalhes da projeção ortogonal dos pontos da esfera celeste sobre três planos e propõe nova demonstração para o postulado das paralelas de Euclides.

Ele foi o primeiro a tratar da técnica de projeção de mapas, ou seja, a representação de superfícies curvas em um mapa plano. A “[Geografia](#)” contém tabelas com enormes listas de lugares e suas coordenadas geográficas, mapas e informações sobre países e seus habitantes. O estudo abrange o mundo conhecido pelos romanos na primeira metade do século II, que se estendia do Oceano Atlântico à China e do Mar Báltico à África Central. Os lugares mais importantes foram definidos em termos de latitude e longitude, o que permitiu a confecção de mapas do ecúmeno, palavra grega que representa o mundo conhecido”.

fonte: <https://sites.ifi.unicamp.br/laboptica/curiosidades-2/biografias/pitolomeu/>

A fundamentação do geocentrismo surge, aproximadamente, no ano 150 de nossa era. Foi quando Ptolomeu publicou a sua obra mais conhecida, denominada A Grande Síntese, mais conhecida pelo título da tradução árabe Almagesto. Nesta obra ele apresenta a sua Cosmologia, a lógica do cosmo, que foi considerado um dos livros mais importantes pelo debate que provocou durante mais de mil anos. Nele ele apresenta a teoria geocêntrica do Universo que, embora sob o olhar do conhecimento atual é inadequado, era consistente com muitas observações da época.

Entender as razões da hipótese geocêntrica nos ajuda a entender a construção do conhecimento científico e apreciar a importância das contribuições de Copérnico, Kepler, Galileu, Newton, entre outros para as grandes mudanças que acontecem no século XVII e que alteraram de forma radical a nossa visão sobre o universo. Este é um tema de pesquisa que continua sendo muito atual. Por exemplo, você pode ler no texto de título “[Escrito nas estrelas](#)” onde a Fundação Nobel explica as razões para a sua premiação para o Nobel de Física no ano de 2011. Entender a evolução do universo continua a motivar pesquisas como a descoberta de planetas noutras estrelas.

Podemos ter uma ideia sobre quais eram as concepções sobre a Terra e os demais corpos celestes utilizando produtos culturais de então. Um exemplo muito interessante é a mitologia grega e em especial Atlas. Veja as fotos esculturas deste titã em [Santiago de Compostela](#) e no [Museu Arquelógico Nacional de Nápoles](#) e compare com a concepção expressa por Ptolomeu. Veja esta concepção do que seria a [Terra](#).

A invenção do espaço e do tempo.

Existem diversas perguntas feitas sobre os corpos celestes cujas respostas, mais rigorosas, só começaram a serem dadas no século XVII. Muitas perguntas foram motivadas observações e a razão para várias delas podemos perceber a olho nu. Talvez a mais simples delas seja a constatação de que os corpos celestes mudam o local onde se encontram o tempo todo. Se você observar com cuidado o Sol, a Lua, as estrelas ou os planetas, constatará que eles mudam de lugar o tempo todo. Para caracterizar esta mudança criou-se o conceito de movimento, que exige para ser entendido especificar o lugar, o espaço e o tempo. Assim, observando os astros podemos dizer que eles movimentam, na época de forma absoluta, e hoje em relação a nós. Percebido que existe este fenômeno, o movimento, vem outra questão: como é que explicamos o movimento dos corpos celestes? Que tipo de movimento cada um faz?

O movimento foi um conceito discutido muito antes de Ptolomeu. Afinal, na superfície da Terra nós vemos diversos movimentos. Observando o céu não é difícil perceber, por exemplo, que o Sol e a Lua executam movimentos bem diferentes. O Sol diariamente faz o seu movimento de leste para oeste, mas mudando levemente a posição do nascer o do por. A Lua se mostra cada dia do mês de forma distinta, as suas fases. E o que podemos dizer sobre as estrelas e os planetas, os demais milhares corpos celestes, o que ocorre com eles?

A Esfera Celeste.

Para nós, a olho nu, o movimento que quase todos os corpos celestes executam é muito simples. Você pode perceber isto fazendo uma experiência muito interessante utilizando uma máquina fotográfica. Ela deve ser feita a noite e num local que seja muito pouco iluminado. Coloque a máquina fotográfica num tripé, com a lente alinhada com o eixo norte-sul da Terra e fazendo um ângulo com a horizontal igual a sua latitude. Coloque a máquina no modo manual e inicie a exposição. Se o seu tempo de exposição for de quinze minutos você obterá uma foto semelhante a [esta](#). Este é um fenômeno muito interessante e utilizado em livros de Astronomia e Astrofísica [mostram uma](#) foto bem semelhante. Se você não alinhar bem a sua máquina você obterá uma foto um pouco diferente como [esta](#). O que estas fotos nos ensinam é que, para nós, os corpos celestes se movem quase todos juntos como se estivessem presos uns aos outros. Na época de Ptolomeu não havia máquina fotográfica, mas as noites raramente tinham iluminação, que não fosse da Lua ou poluição e assim, diversos povos puderam perceberam este curioso movimento dos astros. Por isso, eles foram durante muitos séculos a maneira mais precisa de se orientar a noite, pois este movimento determina a direção norte-sul como se fosse uma bússola.

Descobrimos os planetas.

Entretanto, alguns corpos celestes não se comportavam como se estivesse fixo aos demais. À olho nu, eles são apenas sete objetos, o Sol, a Lua e cinco planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Saturno e Júpiter. O Sol e a Lua se apresentam para nós muito maiores do que os demais. Assim, planeta, viajante, foi a denominação dada a estes objetos de tamanho semelhante e que apresentam um movimento em relação aos demais corpos celestes. Foi assim que se pode distinguir se um corpo celeste é uma estrela ou se é um planeta.

Você pode constatar esta característica observando o céu com regularidade quando poderá perceber que objetos que mudam o seu lugar em relação aos demais. Talvez de um dia para outro seja difícil de perceber esta mudança, mas após uma semana ou um mês a diferença será bem visível. Cada estrela mantém a mesma posição relativa todo o tempo, como o conjunto fosse um objeto rígido. Foi isto que levou a humanidade a chamar um conjunto delas de constelação dando nomes inspirados pelo seu formato no céu. Ao longo do ano, na mesma hora, o céu é levemente distinto a cada dia, mas após um ano tudo se repete, menos os planetas. Hoje existem portais que fornecem [um mapa do céu](#) para qualquer lugar que você esteja na Terra ou programa de computador (www.stellarium.org).

O movimento na Terra: o que sobe cai.

Outra observação muito curiosa que podemos fazer é que nenhum, ou melhor, quase nenhum dos objetos que vemos no céu cai sobre nós. De vez enquanto cai um meteorito sobre a Terra, mas a esmagadora maioria fica lá em cima. Entretanto, a nossa experiência no dia a dia nos mostra que os demais corpos que conhecemos, quando soltos ou jogados caem ou voltam. Por exemplo, os pássaros voam, mas num certo momento voltam. Provavelmente isto inspirou um ditado popular que diz: tudo o que sobe cai. Algumas pessoas chegam a dizer que isto é uma Lei da Física, mas não é. Hoje a humanidade aprendeu a fazer foguetes que partem da Terra e coloca instrumentos na Lua, em Marte, em Vênus e agora na Lua de Saturno e podem voltar ou não. Mas na época de Ptolomeu não se sabia fazer estes instrumentos, não se conhecia objetos que subiam e não caíam de volta na Terra!

As abóbadas de cristal.

Como Ptolomeu não sabia nada disto ele propôs uma explicação baseado no que se conhecia na época a Física de Aristóteles. Para explicar os diversos movimentos que podemos observar no céu ele imaginou que em volta da Terra nós teríamos oito abóbadas de cristal, cada uma delas com um raio distinto das demais, e que teriam a função de segurar os corpos celestes e evitar que eles caíssem sobre nós. Assim Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, cada um com um movimento distinto, somados a Lua e o Sol totalizam sete. A ordem escolhida indicava que eles já suspeitavam das distâncias: na primeira, a mais próxima, a Lua, na segunda Mercúrio, na terceira Vênus, na quarta o Sol, na quinta Marte, na sexta Júpiter, na sétima Saturno e na oitava os demais corpos celestes, as estrelas das fotos. O movimento rígido das estrelas no céu levou [Ptolomeu](#) a pensar que elas estavam todas fixas na mesma abóbada. Veja uma cópia da figura de [Ptolomeu](#).

A Física de Aristóteles.

Esta explicação proposta por Ptolomeu é compatível com muitas observações que fazemos no dia a dia e também com a Física de [Aristóteles](#). Este importante pensador da Grécia antiga escreveu diversos livros, um deles sobre a Física. O que dizia a Física de Aristóteles sobre o movimento? Postulava que havia dois tipos de movimento: o natural que ocorre sem resultado de uma ação deliberada e o forçado. Para Aristóteles para haver movimento teria que haver uma força. Um exemplo do movimento natural é soltar uma pedra e o do segundo lançar uma pedra. No primeiro você abandona o corpo e no segundo lança o corpo, exerce uma força. Para explicar o movimento Aristóteles postulou que tudo na Natureza era composto por quatro elementos básicos: terra, água, ar e o fogo. Postulou ainda que a natureza era organizada de tal maneira que cada um destes quatro elementos teriam um lugar natural, obedecendo a seguinte ordem: primeiro, abaixo de todos, a terra, em cima da terra a água, em cima da água o ar e em cima do ar o fogo. O movimento natural ocorre porque o corpo busca o seu lugar.

A explicação do movimento.

Por exemplo, se você pegar um objeto sólido com a sua mão levantá-lo e a seguir abandoná-lo ele cai no chão. A explicação para o objeto cair é que sendo ele feito da substância terra, não pode ficar parado no ar porque aí não é o seu lugar natural, teria ar sob ele e, portanto, move-se até o chão que é o seu lugar natural. É assim que esta teoria explica a queda dos corpos. Veja que isto também explica porque a Terra é redonda, todo material sendo terra tenderia a se agrupar para ficar em baixo de tudo. Uma das coisas mais curiosas desta teoria é como ela explica porque ao ferver a água sobe. O aquecimento é feito com o elemento fogo e a água ganha este elemento. Ao receber o elemento fogo a água vai para o seu lugar natural, acima de todos. Vejam a quantidade de dados empíricos que são explicados por esta teoria e imaginem que isto era discutido em 350 AC.

As abóbadas e o éter.

Olhando para o céu, nós vemos milhares de corpos celestes. Observamos também que eles não caem sobre nós na Terra. Como base na explicação do movimento deve haver algo que segura eles lá em cima. Como nós não enxergamos nada além dos corpos celestes, o que segura eles deve então ser transparente como o vidro, então uma abóbada de cristal. Como já se tinha idéia que a distância da Terra para cada um dos planetas, Sol e a Lua, e eram todas distintas e os seus movimentos diferentes das estrelas, era necessário ter oito abóbadas de cristal. E o que existiria entre nós na Terra e as abóbadas de cristal? Deveria existir alguma coisa, um quinto elemento denominado éter, já que segundo o pensamento da época a natureza odeia o vácuo, o éter preencheria os espaços vazios. Não se imaginava que fosse possível haver um local sem matéria.

Isto é muito natural.

A hipótese de que há comportamento natural é um argumento que permanece até hoje na nossa linguagem. Vejam que é muito comum no nosso dia a dia ouvir pessoas que, ao explicarem os mais diversos fatos que ocorreram utilizando na sua argumentação que isto é natural, é natural que isto aconteça. Há uma música chamada de Desafinado (Newton Mendonça e Tom Jobim) que diz, de forma irônica, “[...isto é bossa-nova, isto é muito natural...](#)”. Parece que usar o termo natural tem o poder de explicar muitas coisas.

Como esta teoria ruiu.

Observações astronômicas, cada vez mais precisas, foram as responsáveis pela superação desta teoria. Um exemplo de busca de informações mais precisas está presente no calendário através do tamanho do ano, uma informação essencial, pelas implicações práticas na periodicidade do clima. Isto motivou muitos avanços na pesquisa em Astronomia. Primeiro determina-se o ano em 365 dias, depois percebe-se a necessidade dos anos bissextos e Ptolomeu observou o ano era menor do que 365 dias e 1/4 de dia. Ptolomeu concluiu que tinha que haver uma correção a regra dos anos bissextos e que somar um dia a cada quatro anos

levaria a [erros no futuro](#). Para se obter o valor do ano cada vez mais acurado era necessário medir com mais precisão a posição dos astros.

Os grandes responsáveis pela superação da Cosmologia de Ptolomeu foram os planetas. A distância de cada estrela até a Terra é muito grande e muito diferente, mas, na época eles não sabiam como medir. Assim, o que transparecia, era o movimento explicado por uma única abóbada como se todas as estrelas estivessem à mesma distância e caminhando juntas. Já os planetas, por estarem mais perto, mostravam um movimento no céu que nunca foi completamente explicado apenas com as esferas e depois com curvas mais complexas. O fenômeno mais curioso era ocorrência de um movimento denominado de [retrógrado](#). Em certas épocas observava-se que o planeta se movendo no sentido oposto. Este movimento era incompatível com o movimento da esfera. Ela teria que, durante algum tempo, girar de uma maneira diferente. Mercúrio e Vênus são os casos mais fáceis de observar. O movimento retrógrado seria como se o Sol em alguns dias passasse a fazer o movimento oeste-leste. Se isto acontecesse com o Sol o mundo inteiro ficaria assustado, mas com Mercúrio e Venus não. Há uma evidência, relacionada à distância, a alteração do brilho de planetas, que também não era explicada. Vênus é o caso mais simples de observar, pois o seu brilho muda bastante com o tempo. Quando um objeto luminoso muda o seu brilho, uma das maneiras de explicar é pela alteração da sua distância em relação ao observador.

fonte: <https://sites.ifi.unicamp.br/imre/a-cosmologia-de-ptolomeu-as-bases-do-geocentrismo/>

<https://www.iag.usp.br/siae98/astroleis/mundo.htm>

NICOLAU COPÉRNICO

Em 1533, o matemático e astrônomo polonês Nicolau Copérnico publicara sua grande obra - Sobre as Revoluções dos Corpos Celestes - defendendo a teoria de que a Terra se move em torno do Sol (Geocentrismo) e não o contrário ([Heliocentrismo](#)). Essa teoria seria defendida e desenvolvida por Galileu e seu contemporâneo Johannes Kepler, que descreveu a trajetória elíptica dos planetas. A síntese desse trabalho foi a Teoria da Gravitação Universal, formulada pelo físico inglês Isaac Newton que por coincidência nasceu em 1642, o mesmo ano em que Galileu morreu. Por ter afirmado que a Terra se move em torno do Sol, Galileu, um dos gênios da revolução científica do século 17, foi preso e obrigado à uma retratação humilhante. Aos 17 anos, assistindo à uma cerimônia na catedral de Pisa, observou um lustre que oscilava no teto. Controlando o tempo pelos seus próprios batimentos cardíacos, verificou que o intervalo entre cada oscilação era sempre o mesmo, não importando a amplitude do movimento. Repetiu a experiência mais tarde, e sugeriu que essa característica do pêndulo poderia tornar os relógios mais precisos.

Galileu, ao abandonar a Faculdade de Medicina, foi lecionar em Florença. Durante os quatro anos em que trabalhou ali, publicou um trabalho em que descrevia a balança hidrostática, uma

invenção sua. Graças a esse trabalho, tornou-se aos 25 anos, professor de Matemática, e foi lecionar na Universidade de Pisa. Em Pádua, onde viveu dezoito anos - de 1592 a 1610 - lecionando matemática, já estava convencido do acerto das teorias de Copérnico sobre a movimentação dos astros, mas em suas aulas continuava a ensinar que a Terra era o centro do Universo, e em torno dela giravam planetas e estrelas. Não tinha medo da Inquisição ainda, pois nessa época a Igreja não dava importância ao assunto. Conforme confessou numa carta escrita à Kepler, datada de 1597, temia ser ridicularizado. E tinha razão. A imobilidade da Terra não era apenas uma teoria defendida pela tradição da escola de Aristóteles, mas sobretudo parecia perfeitamente de acordo com o senso comum. Qualquer pessoa pode observar, diariamente, que o Sol, a Lua e as estrelas se movimentam; no entanto, nada havia, na época, que pudesse mostrar o movimento da Terra, sugerido apenas teoricamente em complicados cálculos matemáticos.

fonte: <https://www.pucsp.br/pos/cesima/schenberg/alunos/mariopedroso/copernico.htm>

EDWIN HUBBLE

Em 30 de dezembro de 1923 o astrônomo Edwin Hubble descobriu as estrelas individuais que constituem a nebulosa da região externa da galáxia de Andrômeda. Graças à relação luminosidade-distância que caracteriza esses corpos celestes, ele foi capaz de demonstrar que Andrômeda está fora da Via Láctea e que era um sistema estelar totalmente semelhante ao nosso. Hubble introduz, dessa forma, um sistema de classificação das galáxias segundo sua estrutura.

Em 1929 comparou as distâncias que havia calculado para diferentes galáxias com os deslocamentos até o vermelho, fixados por Slipher para as mesmas galáxias. Descobriu que quanto mais longe estava a galáxia, mais alta era sua velocidade de recessão. Essa relação é conhecida como lei dos deslocamentos até o vermelho ou lei de Hubble, a qual determina que a velocidade de uma galáxia seja proporcional a sua distância.

fonte: <https://br.historyplay.tv/hoje-na-historia/hubble-descobriu-existencia-de-outras-galaxias>

O Sol, os planetas, os asteróides -- os quais nada mais são do que "planetas" pequenos e disformes --, os maravilhosos cometas, estes são os principais habitantes deste "universo" bastante rico, misterioso e comentado: o sistema solar! É nele que se localiza a nossa tão mal-tratada Terra, o planeta, em que nascemos. O nosso vizinho mais próximo, a Lua, o

satélite natural da Terra, aparece periodicamente em formas variadas e belas, marcando pontualmente as semanas e os meses, durante a nossa viagem anual em torno da estrela, que conhecemos pelo nome de Sol.

Mas, onde estamos? Onde, neste grande universo, neste enorme tudo-o-que-existe, se localiza o Sol e sua família? É o que começaremos a responder a partir do próximo parágrafo: precisamos descobrir as galáxias!

Ao nos dirigirmos para o interior, longe das luzes brilhantes das grandes cidades, poderemos iniciar a jornada que nos levará, finalmente, à descoberta das galáxias. E ao grande astrônomo norte-americano Edwin Powell Hubble (1889-1953). Lá, então, numa noite clara, sem nuvens, olhando para cima veremos inúmeros pontos brilhantes, que na sua maioria são as estrelas. Alguns destes pontos brilhantes são os outros planetas do sistema solar. Mas eles são poucos, com os dedos das duas mãos podemos contá-los todos. A maioria destes pontos luminosos, entre 1000 e 1500, são as outras estrelas, companheiras e semelhantes ao nosso Sol. Apresentam-se como pontos brilhantes por estarem a distâncias muito maiores de nós do que a distância a que se situa o Sol. Os sábios e estudiosos da antiguidade -- especialmente os gregos -- dedicaram-se a um estudo criterioso e quantitativo destes pontos luminosos. Alguns deles "erravam", isto é, movimentavam-se de forma rápida pela abóbada celeste afora, durante o ciclo anual da Terra em torno do Sol. Estes pontos luminosos errantes foram denominados planetas, palavra que se origina da palavra grega para "errante", ou, "que se movimenta de forma rápida". Os outros pontos luminosos, as estrelas, mantinham as suas posições fixas, umas em relação às outras. As estrelas formavam, portanto, desenhos bem determinados sobre o fundo escuro do céu, que foram denominados de constelações. Em 1929, a União Astronômica Internacional, a entidade máxima da astronomia mundial, adotou 88 constelações oficiais. É sempre bom lembrar que as constelações constituem arranjos convencionais de estrelas, que se localizam próximas quando vistas projetadas no céu. As estrelas de determinada constelação podem estar a distâncias imensas umas das outras, quando examinadas nas profundezas do espaço. Mas, de uma forma ou de outra, elas pertencem todas a uma mesma família. Esta família é a nossa galáxia! A galáxia da Via Láctea. A Via Láctea, o "caminho leitoso", é uma faixa luminosa e esbranquiçada que se estende por todo o céu. As estrelas de que falamos acima situam-se ao redor desta faixa e também sobre ela. Notemos também que o termo "galáxia", origina-se da palavra grega para "leitoso".



Fotografia de aproximadamente um terço da Via Láctea obtida pelo fotógrafo Akira Fujii, na Austrália. As constelações do Cruzeiro do Sul e de Órion estão, respectivamente, nos extremos esquerdo e direito da foto. Tente localizá-las.

Até cerca do ano de 1600 os astrônomos faziam os seus estudos utilizando um "instrumento" óptico extraordinário mas que se demonstrou limitado para as ambições do conhecimento: o olho humano. O grande astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601) foi o último a se valer deste fabuloso instrumento. E para conseguir o máximo deste instrumento inventou, planejou e construiu instrumentos mecânicos enormes, denominados quadrantes, sextantes, etc. Eles eram fixos ou móveis e possuíam tamanhos da ordem de 1 a 2 metros. Com estes instrumentos e o olho, Tycho Brahe e seus assistentes fizeram medidas das posições das estrelas, e especialmente dos planetas, que foram fundamentais para o desenvolvimento da ciência moderna. Mas em 1608 aconteceu algo de extraordinário. Veio à público a invenção de um estudioso holandês que se dedicava à ciência da óptica. Seu nome é Hans Lippershey (1570-1619) e ele inventou a luneta, um pequeno telescópio refrator. O nome refrator origina-se do fato de que a luneta utiliza lentes, neste caso, duas, uma côncava e uma convexa. O grande sábio italiano Galileu Galileu (1564-1642) tomou conhecimento deste invento em 1609 e imediatamente construiu o seu próprio instrumento. Apontou-o para o céu. Nascia a luneta astronômica! O primeiro avanço significativo para a melhoria do acesso do homem às maravilhas do cosmos.

Galileu fez várias e importantes descobertas com a sua luneta astronômica. Para a nossa história, a descoberta importante foi o que ocorreu quando ele apontou o instrumento para a Via Láctea. Ele verificou que ela não era tão leitosa assim, mas que na verdade era constituída de milhares e milhares de estrelas! Elas estavam tão juntas e eram tão numerosas que à vista desarmada provocavam o aspecto leitoso, que dera origem ao seu nome. Apenas as estrelas mais brilhantes podiam ser vistas individualmente a olho nu.

A luneta astronômica de Galileu -- há quase 400 anos -- foi a precursora dos grandes telescópios atuais. Os telescópios que os astrônomos profissionais utilizam em suas pesquisas possuem, em sua grande maioria, espelhos ao invés de lentes, como partes principais do sistema óptico utilizado para coletar a luz dos astros distantes. Eles são chamados, neste caso, de telescópios refletores. O telescópio que é a personagem principal na descoberta das galáxias é um destes. Trata-se do telescópio refletor, com espelho de 2,5 metros de diâmetro, localizado no Monte Wilson, no estado norte-americano da Califórnia. Quem já visitou o Observatório Astronômico Frei Rosário, da UFMG, e ficou admirado com o tamanho do seu telescópio principal -- que tem um espelho de 60 centímetros de diâmetro -- pode bem imaginar o "monstro" de que estamos falando. Foi nele que Edwin Powell Hubble fez a sua grande descoberta!



Fotografia da galáxia de Andrômeda obtida pelo astrônomo amador Jason Ware, no estado do Texas, Estados Unidos (veja mais detalhes em <http://www.galaxyphoto.com>).

O astrônomo inglês Thomas Wright (1711-1786) sugeriu no século XVIII que as "manchas" luminosas, ou, nebulosas, vistas no céu, entre as estrelas da Via Láctea, poderiam ser sistemas semelhantes ao sistema da Via Láctea mas que pareceriam pequenos no céu por estarem a enormes distâncias de nós. O filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) adotou esta idéia com entusiasmo e de certa forma foi o maior responsável pela sua divulgação nos meios eruditos. A sua proposição do problema ficou conhecida como a "hipótese dos universos-ilha". A idéia era boa e parecia correta mas era necessário que a hipótese fosse comprovada cientificamente, para que fosse aceita de forma definitiva. Ou seja, utilizando-se os métodos rigorosos das observações astronômicas, das leis empíricas e das teorias científicas à disposição. Foi isto que Edwin Hubble realizou.

Em 1923, utilizando o telescópio de 2,5 metros de Monte Wilson, ele identificou estrelas individuais numa das nebulosas de Wright e Kant, uma das maiores delas, a chamada "Grande Nebulosa de Andrômeda". Ela tem este nome por ser vista na região do céu onde se localiza a constelação de Andrômeda. Através de um estudo detalhado das propriedades luminosas destas estrelas, Hubble conseguiu medir a distância até elas e, por

consequinte, até a "Grande Nebulosa". O resultado foi extraordinário: a distância até a nebulosa era muito maior que o tamanho da própria Via Láctea!

A conclusão foi inevitável. Aquela "mancha" luminosa no céu -- uma entre muitas -- era na verdade um sistema estelar tão grandioso quanto aquele em que o Sol e a nossa Terra estavam situados. Elas passaram a ser chamadas de "galáxias", por analogia com a denominação de nossa Via Láctea. A partir daí, outras nebulosas foram estudadas por Hubble, e o resultado foi repetidamente confirmado. As galáxias haviam sido descobertas!

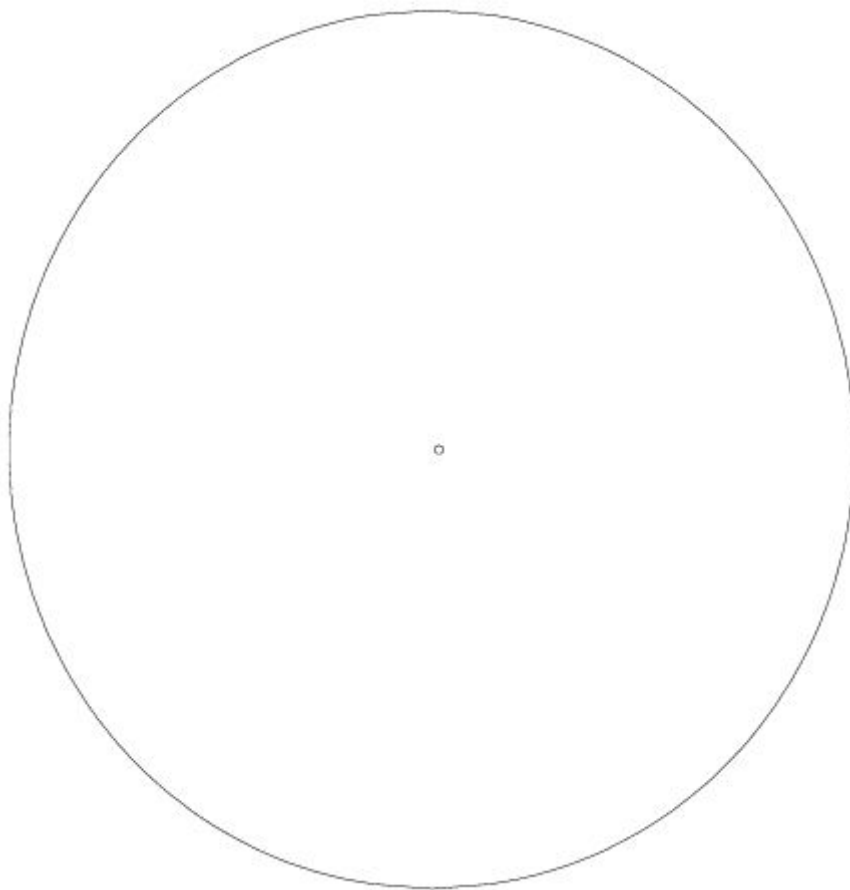
fonte: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas77.htm>

KEPLER

Johannes Kepler (1571-1630) estudou inicialmente para seguir carreira teológica. Na Universidade ele leu sobre os princípios de Copérnico e logo se tornou um entusiástico defensor do heliocentrismo. Em 1594 conseguiu um posto de professor de matemática e astronomia em uma escola secundária em Graz, na Áustria, mas poucos anos depois, por pressões da Igreja Católica (Kepler era protestante), foi exilado, e foi então para Praga trabalhar com Tycho Brahe.

Quando Tycho morreu, Kepler "herdou" seu posto e seus dados, a cujo estudo se dedicou pelos 20 anos seguintes.

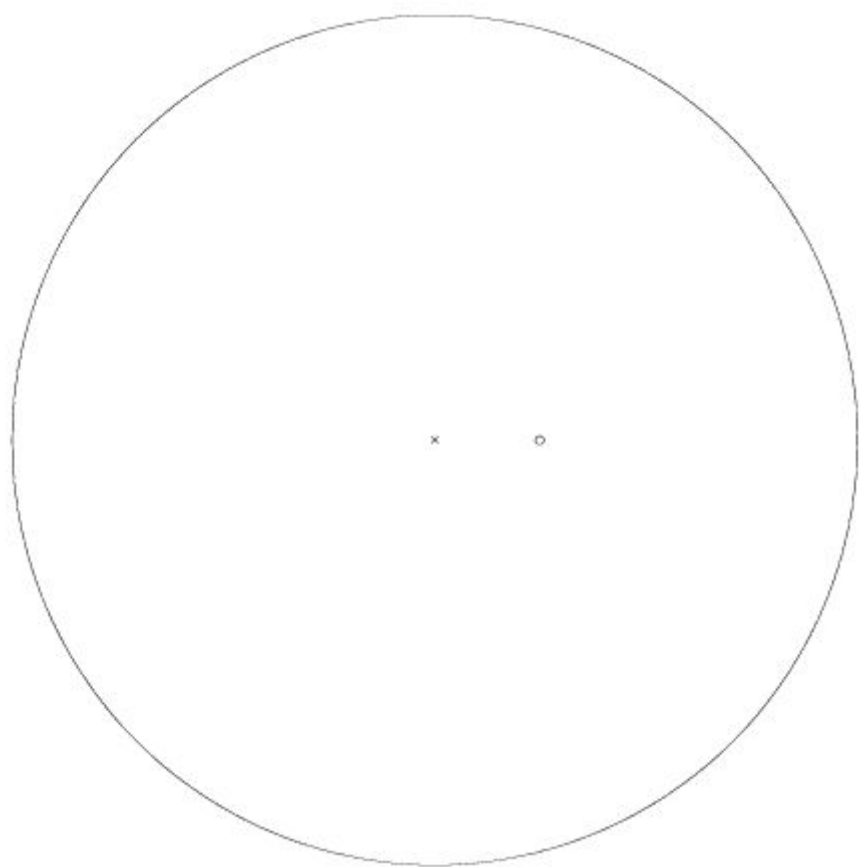
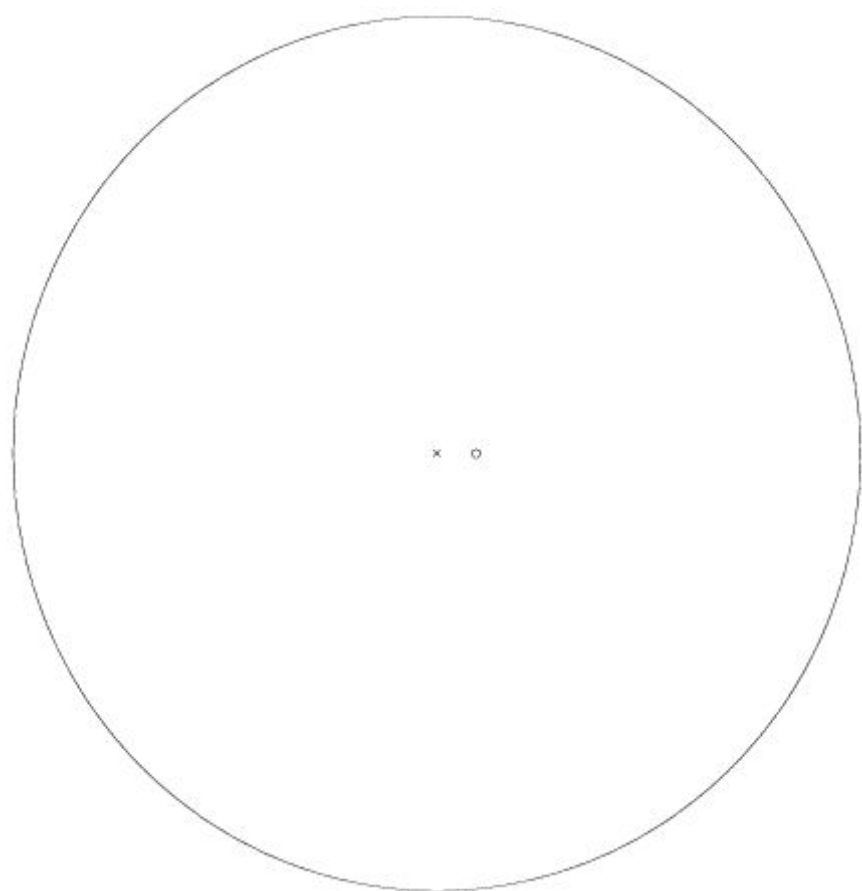
O planeta para o qual havia o maior número de dados era Marte. Kepler conseguiu determinar as diferentes posições da Terra após cada período sideral de Marte, e assim conseguiu traçar a órbita da Terra. Encontrou que essa órbita era muito bem ajustada por um círculo excêntrico, isto é, com o Sol um pouco afastado do centro.



Embora as órbitas dos planetas sejam elipses, as elipticidades são tão pequenas que elas se parecem com círculos. Nesta figura mostramos a elipse que descreve a órbita da Terra em torno do Sol, na forma correta. A posição do Sol, no foco, está marcada por um pequeno círculo.

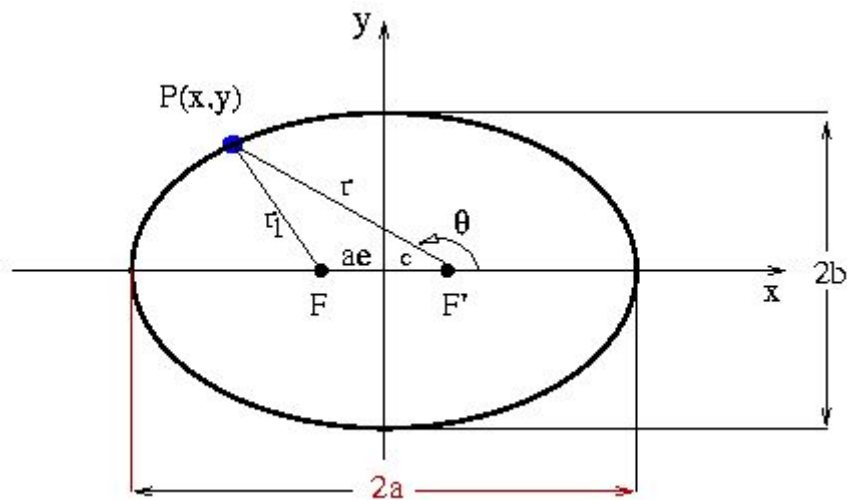
Kepler conseguiu também determinar a órbita de Marte, mas ao tentar ajustá-la com um círculo não teve sucesso. Ele continuou insistindo nessa tentativa por vários anos, e em certo ponto encontrou uma órbita circular que concordava com as observações com um erro de 8 minutos de arco. Mas sabendo que as observações de Tycho não poderiam ter um erro desse tamanho (apesar disso significar um erro de apenas 1/4 do tamanho do Sol), Kepler descartou essa possibilidade.

Finalmente, passou à tentativa de representar a órbita de Marte com uma oval, e rapidamente descobriu que uma elipse ajustava muito bem os dados. [O indiano [Aryabhata I \(476-550\)](#), escreveu em seu tratado de astronomia e matemática, *Aryabhatiya*, que as órbitas dos planetas em torno do Sol deveriam ser elipses]. A posição do Sol coincidia com um dos focos da elipse. Ficou assim explicada também a trajetória quase circular da Terra, com o Sol afastado do centro.



Embora as órbitas dos planetas sejam elipses, as elipticidades são tão pequenas que elas se parecem com círculos. Nestas figuras mostramos as elipses que descrevem as órbitas de Marte e Plutão em torno do Sol, na forma correta. A órbita de Plutão tem grande excentricidade, comum entre os asteróides do [Sistema Solar](#). A órbita de Marte está entre as mais excêntricas dos planetas, só perdendo para Mercúrio. A posição do Sol, no foco, está marcada por um pequeno círculo, e o centro da órbita por uma cruz.

Propriedades das Elipses

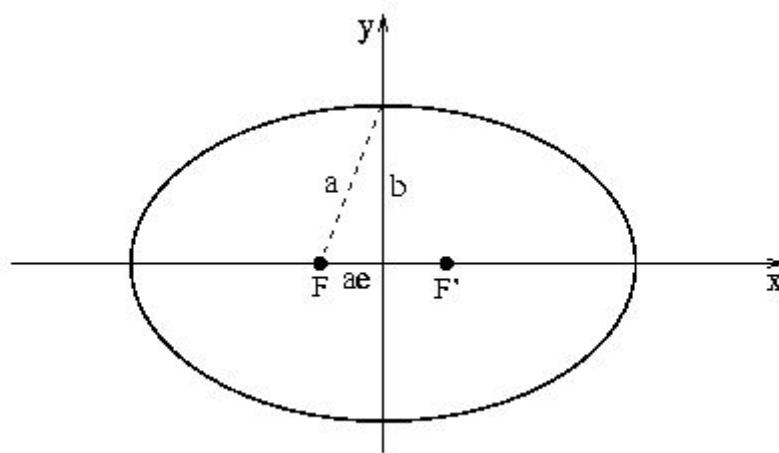


- Em qualquer ponto da curva, a soma das distâncias desse ponto aos dois focos é constante. Sendo F e F' os focos, P um ponto sobre a elipse, e a o seu semi-eixo maior, então:

$$FP + F'P = \text{constante} = 2a$$

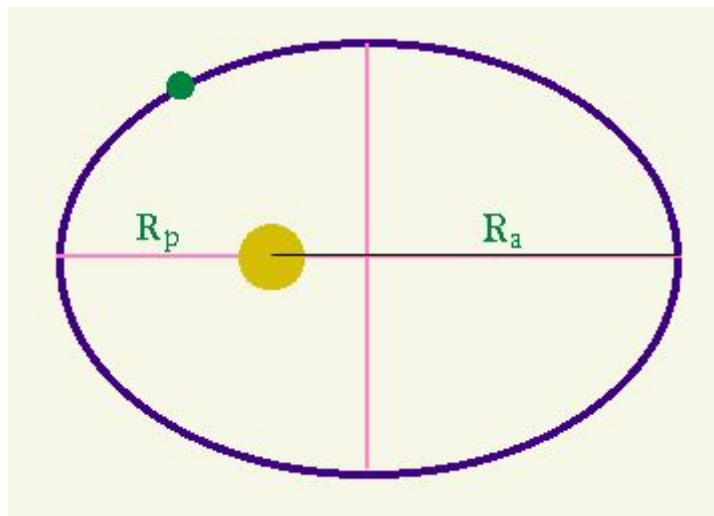
- Quanto maior a distância entre os dois focos, maior é a *excentricidade* (e) da elipse. Sendo c a distância do centro a cada foco, a o semi-eixo maior, e b o semi-eixo menor, a excentricidade é definida por;

$$e = \frac{c}{a} = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$$



já que quando o ponto está exatamente sobre b temos um triângulo retângulo, com $a^2 = b^2 + c^2$.

- Se imaginamos que um dos focos da órbita do planeta é ocupado pelo Sol, o ponto da órbita mais próximo do Sol é chamado **periélio**, e o ponto mais distante é chamado **afélio**. A distância do periélio ao foco (R_p) é:

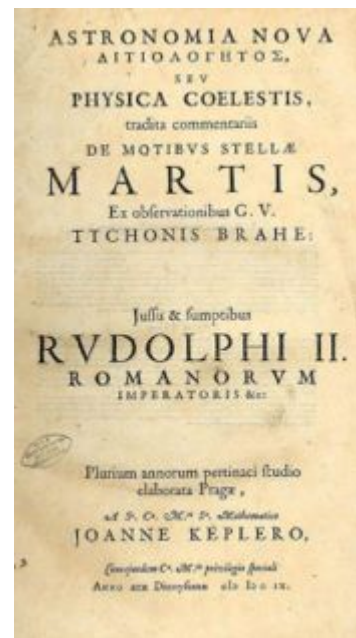


$$R_p = a - c = a - a \cdot e = a(1 - e)$$

e a distância do afélio ao foco (R_a) é:

$$R_a = a + c = a + a \cdot e = a(1 + e)$$

As Leis de Kepler



1. Lei das órbitas elípticas (Astronomia Nova, 1609): A órbita de cada planeta é uma elipse, com o Sol em um dos focos. Como consequência da órbita ser elíptica, a distância do Sol ao planeta varia ao longo de sua órbita.
2. Lei da áreas (1609): A reta unindo o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. O significado físico desta lei é que a velocidade orbital não é uniforme, mas varia de forma regular: quanto mais distante o planeta está do Sol, mais devagar ele se move. Dizendo de outra maneira, esta lei estabelece que *a velocidade areal é constante*.
3. Lei harmônica (Harmonices Mundi, 1618): O quadrado do período orbital dos planetas é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol. Esta lei estabelece que planetas com órbitas maiores se movem mais lentamente em torno do Sol e, portanto, isso implica que a força entre o Sol e o planeta decresce com a distância ao Sol.

Sendo P o período sideral do planeta, a o semi-eixo maior da órbita, que é igual à distância média do planeta ao Sol, e K uma constante, podemos expressar a 3ª lei como:

$$P^2 = K a^3$$

Se medimos P em anos (o período sideral da Terra), e a em unidades astronômicas (a distância média da Terra ao Sol), então $K = 1$, e podemos escrever a 3ª lei como:

$$P^2 = a^3$$

A tabela abaixo mostra como fica a 3ª Lei de Kepler para os planetas visíveis a olho nu.

fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/movplan2/movplan2.htm>

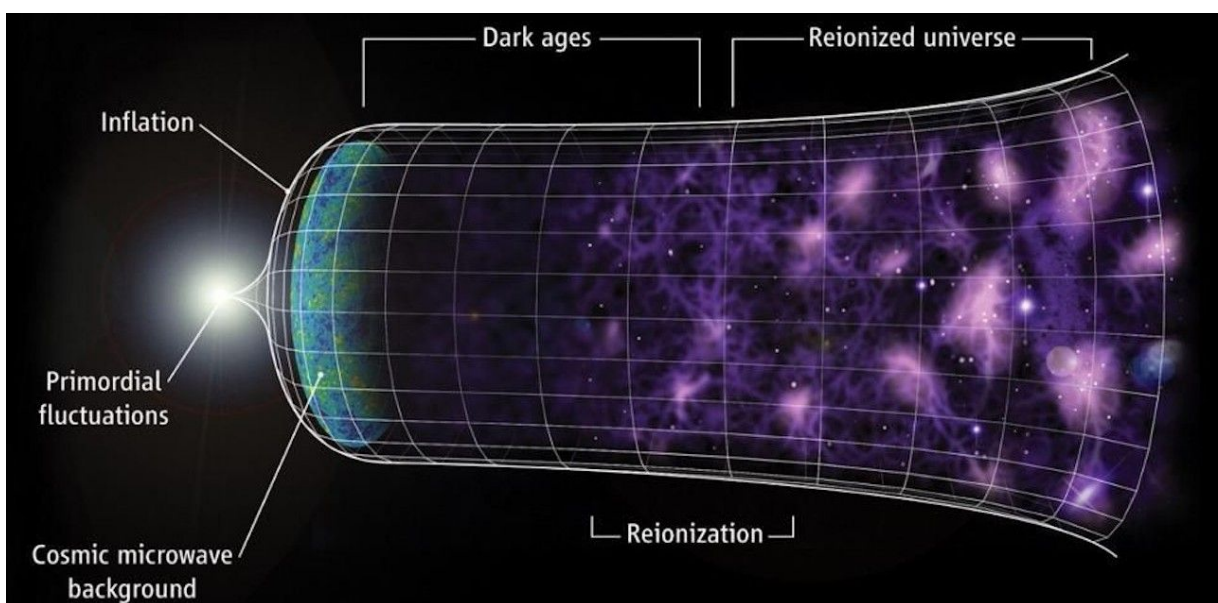


Imagem 1

Fonte: <<https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2018/06/20/the-counterintuitive-reason-why-dark-energy-makes-the-universe-accelerate/#10c6088774c1>>.

Verificado em 13/08/2019.

Membros do grupo:



Links usados como referências do projeto:

TEORIA DO BIG BANG:

<<http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=266>>.

Verificado em: 13/08/2019

<<http://www.sbfisica.org.br/v1/portalpion/index.php/noticias/64-a-origem-do-universo-teoria-do-big-bang/>>.

Verificado em: 13/08/2019

<<https://pt.slideshare.net/SaraMarquesQueiroz/origem-do-universo-teoria-do-big-bang-44891422/>>.

Verificado em: 13/08/2019

TEORIA DO BIG BANG E ALGUNS DE SEUS CONTRIBUINTES:

<<https://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/bigbang2.php>>.

Verificado em: 13/08/2019

O CRIADOR DA TEORIA DO BIG BANG:

<<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT1445401-2680,00.html>>.

Verificado em: 13/08/2019

RESUMO DOS MAIORES CONTRIBUINTES PARA A TEORIA DO BIG BANG:

<<https://www.rankuzz.com/pt/entretenimento/cientistas-que-contribuiram-para-desenvolver-a-teoria-da-origem-do-universo-big-bang-12104.html>>

Verificado em: 13/08/2019

BIOGRAFIA DE EDWIN HUBBLE:

<https://asd.gsfc.nasa.gov/archive/hubble/overview/hubble_bio.html>.

Verificado em: 13/08/2019