

DIA E NOITE COM AS ESTRELAS

Boletim Mensal



O Telescópio Espacial James Webb da NASA produziu a imagem infravermelha mais profunda e nítida do universo distante até o momento. Conhecida como Primeiro Campo Profundo de Webb, esta imagem do aglomerado de galáxias SMACS 0723 está transbordando de detalhes. (Crédito da imagem: NASA, ESA, CSA e STScI)

Editorial

por Ramachrisna Teixeira (IAG-USP)

ACESSE NOSSO
ACERVO PELO
CÓDIGO QR AO
LADO



Sejam bem-vindos a mais uma edição do boletim Dia e Noite com as Estrelas!

É com grande satisfação que trazemos a edição especial de aniversário do nosso Boletim mensal. Primeiramente, nossos agradecimentos a todos que nos prestigiaram ao longo desses quatro anos de esforços tanto para divulgar temas científicos de maneira simples, clara e acessível ao público em geral, como também, contribuir significativamente na motivação e formação dos nossos estudantes.

Nessa edição de aniversário trazemos o tema Big Bang. Esse modelo cosmológico, que busca explicar a origem e evolução do universo, nos convida a refletir sobre nossa existência e o lugar que ocupamos nesse vasto cosmos em constante transformação. Naturalmente, a explicação que aceitamos hoje pode ser revista, aperfeiçoada e até mesmo substituída à luz de novas observações.

Obrigado por estarem conosco.

Boa leitura!

ESPECIAL

O BIG BANG

por Ramachrisna Teixeira (IAG-USP)

Quando nos deparamos com o título Big Bang, temos uma tendência imediata de pensarmos em uma grande explosão que deu origem ao universo. Não há nada de errado nisso, mas também, isso não é tão simples assim. Trata-se do título, que alguns dizem pejorativo, atribuído a um modelo, ou teoria se você preferir, a respeito do universo: sua origem e evolução. A ciência não tem o que falar sobre o instante zero do universo. Aliás, mesmo a existência desse instante é discutível, embora bastante aceita. O que existia antes é pior ainda, e nem sabemos se essa pergunta, certamente importante, faz sentido.

Muitos querem ter uma imagem dos instantes iniciais do universo e saber “onde ocorreu a tal explosão”. Esse é um dos grandes erros que cometemos ao falar desse e de outros aspectos da Física Moderna.

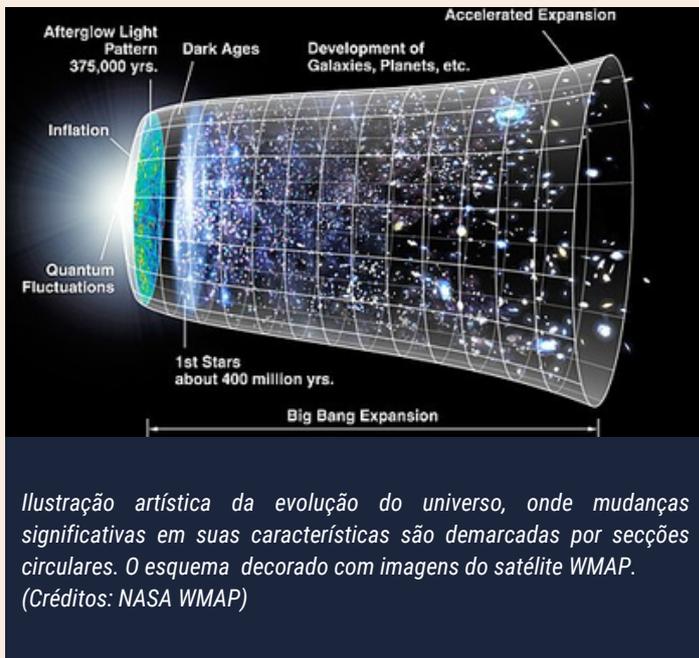
Qualquer imagem que possamos fazer será extremamente limitadora e imprecisa. O melhor é pensar que não existe uma imagem para descrever seu início e sobretudo, abandonarmos qualquer “flash” em nossas mentes associado a uma bolinha de matéria que explodiu em algum lugar e que seus restos estão se afastando e preenchendo um espaço pré-existente. Quando falamos da origem do universo, estamos falando da origem de tudo, inclusive do espaço, do tempo e dos ingredientes essenciais para a formação de tudo que conhecemos e mesmo do que não conhecemos.

O Big Bang é o modelo que melhor explica aquilo que vemos (detectamos) ou simplesmente, tudo aquilo que conscientemente existe. Em alguns casos a explicação é muito boa em outros nem tanto. Em todo caso, é o modelo mais aceito. A ciência hoje, é capaz de falar de uma pequeníssima e inimaginável fração de tempo após o “início” até os dias de hoje. Para trás desse instante, não temos ciência que nos permita dizer algo.

Em seus primeiros instantes o universo, em expansão, era extremamente quente e denso, constituído de partículas elementares (aquelas que não podem ser decompostas em outras: quarks e elétrons por exemplo) e radiação. Com minutos, muitas dessas partículas se juntaram e deram origem a outras como prótons e nêutrons. Centenas de milhares de anos depois, surgiram os primeiros átomos e com centenas de milhões de anos, as primeiras estrelas e galáxias. Já com aproximadamente 10 bilhões de anos formaram-se o Sol, os planetas e outros corpos do sistema solar. Pouco tempo depois, a vida se fez presente.

De forma bastante resumida, esse modelo nos diz que o universo está em constante evolução. Se expande, se resfria e evolui. No passado era diferente do que é hoje e será diferente no futuro. Em sua evolução ocorreu o aparecimento da vida e da vida inteligente, capaz de contemplá-lo, estudá-lo e “explicá-lo”.

Certamente, muito ou pouco dessas explicações não são definitivas e poderão ser substituídas em algum momento no futuro. O que nos dirá, mais uma vez, serão as observações: se coincidirem com aquilo que o conhecimento prevê, tudo bem, caso contrário, supondo que as observações estejam corretas, o conhecimento terá que ser revisto e/ou aperfeiçoado.



BIG BANG: EVIDÊNCIAS OBSERVACIONAIS

por Luiza Correa (IAG - USP)

Já temos em vista o que é o Big Bang e quais são as bases que sustentam essa teoria. Mas falta ainda um ponto importante: as confirmações. O que é observado pelos cientistas que corrobora com essa teoria?

Começemos com a Radiação Cósmica de Fundo: radiação eletromagnética que pode circular livremente pelo universo após centenas de milhares de anos de seu “início”, quando os átomos, eletricamente neutros, se formaram.

A Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (CMB) foi prevista em meados do século XX por George Gamow (primeiras radiações que circulam livremente após a formação de átomos quando o universo tinha aproximadamente 300 mil anos) e descoberta no início dos anos 60 quando dois pesquisadores, Arno Penzias e Robert Wilson, detectaram sem querer um ruído em uma antena de rádio que construíram e estavam testando. Esse ruído não vinha de nenhuma fonte conhecida. Vinha de todas as direções no céu e o tempo todo.

A notícia se espalhou e chegou a um grupo de pesquisadores de outro laboratório não muito distante nos EUA, em Princeton, apenas a 60km de distância, que buscavam por esse “ruído”. Em conjunto, eles souberam interpretá-lo como sendo, na realidade, os primeiros sinais de radiação eletromagnética do universo, “a luz mais antiga” que podemos detectar. A confirmação de uma previsão teórica é a apoteose de uma teoria.

É interessante dizer que, apesar da CMB estar espalhada por todo céu, olhos humanos não conseguem enxergá-la pois ela é uma radiação de microondas e nós não enxergamos nessa frequência.

Outra confirmação interessante ocorreu também no início dos anos 60 com a descoberta dos quasares (quasar = quase + estelar). Esses objetos, em geral, estão nos confins do universo e são extremamente luminosos, brilhando como milhares de galáxias juntas. Resultam da interação de buracos negros supermassivos com a matéria ao seu redor.

Como estão muito distantes e como a velocidade da luz é finita, quando os observamos estamos vendo um passado muito, muito remoto. Esses objetos são característicos de um universo jovem, não evoluído como aquele ao nosso redor. Dessa forma, os quasares nos dizem que o universo está em evolução: que no passado era diferente do que é no presente e do que será no futuro, confirmando, portanto, a teoria do Big Bang.

Tanto a Radiação Cósmica de Fundo quanto os Quasares são evidências observacionais do Big Bang e são extremamente importantes para a Cosmologia.

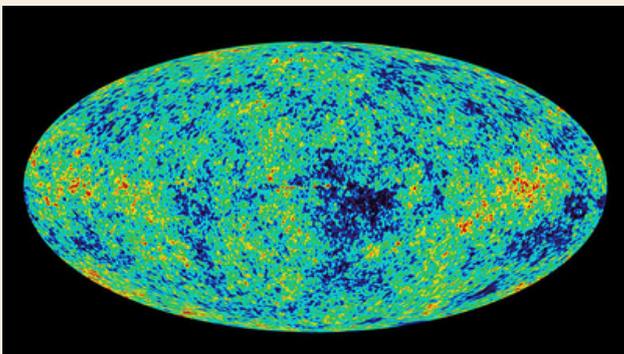


Imagem do satélite WMAP da anisotropia da radiação cósmica de fundo. A radiação cósmica de fundo é a "luz" remanescente do Big Bang, espalhada por todo o universo. (Crédito da imagem: NASA/WMAP Science Team)



Ilustração de imagens Webb simuladas de quasar e quasar circundante de galáxias. Os quasares são os centros ardentes de galáxias ativas e são produzidos por um buraco negro supermassivo que se alimenta de enormes quantidades de gás. (Crédito da imagem: NASA/ESA/CSA/Joseph Olmsted (STScI))

SAIBA MAIS

SAIBA MAIS

ESPECIAL

BIG BANG E A ORIGEM DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

por Amâncio Friaça (IAG-USP)

Um dos pilares da cosmologia, além da expansão do universo e da radiação cósmica de fundo em microondas, é a nucleossíntese primordial ou nucleossíntese do Big Bang, a produção de núcleos atômicos que ocorreu quando o universo tinha uma idade entre 10 segundos e 20 minutos. Nessa fase foram produzidos os núcleos dos elementos mais leves: hidrogênio (1 próton), deutério (2 prótons e 1 nêutron), o hélio-4 (2 prótons e 2 nêutrons), o hélio-3 (2 prótons e 1 nêutron), o lítio-7 (3 prótons e 4 nêutrons) e proporções bem mais baixas de lítio-6 (3 prótons e 3 nêutrons).

O cosmólogo faz um verdadeiro trabalho de detetive, usando as proporções desses elementos para revelar as condições do universo primordial. Os núcleos mais pesados foram e são produzidos no interior das estrelas.

A evolução estelar produz todos os elementos do carbono em diante, e modifica as proporções dos elementos produzidos nos primórdios do universo. Estudando objetos astronômicos com pouca evolução química, como estrelas muito antigas e nuvens intergalácticas, determina-se as proporções primordiais dos elementos leves. A maior parte do hélio, cerca de 1/4 do total da matéria comum, vem da nucleossíntese do Big Bang, e um pouco mais foi adicionado pela evolução das estrelas. Já todo o deutério do universo foi criado durante o Big Bang. A evolução estelar posterior destrói o deutério.

A relação da nucleossíntese com a cosmologia é também a história do embate entre dois cosmólogos, o ucraniano George Gamow (1904-1968) e o britânico Fred Hoyle (1915-2001).



GEORGE GAMOW

(1904-1968)

Em 1948, Gamow publicou no prestigiado "Physical Review", junto com Ralph Alpher e Hans Bethe o artigo "A Origem dos Elementos Químicos". O trabalho ficou conhecido como "artigo alfa beta gama", uma alusão com as três primeiras letras do alfabeto grego às iniciais dos sobrenomes dos autores. Este artigo trouxe a extraordinária previsão da radiação cósmica de fundo e a proposta de que os elementos químicos teriam se originado nos primeiros momentos do universo em expansão. Contudo, a física nuclear do artigo era falha, e, como se soube décadas depois, apenas os elementos mais leves poderiam ter sido produzidos na nucleossíntese primordial.

Seu adversário, Hoyle, defendia a cosmologia do estado estacionário, na qual o universo estava em expansão mas com criação de matéria que mantinha a densidade constante e a mesma aparência ao longo do tempo. Sua cosmologia acabou sendo derrotada na década de 1960 pelas contagens de radiogaláxias, radiação cósmica de fundo e a descoberta dos quasares.

Em seu esforço para mostrar que não havia uma nucleossíntese primordial, Hoyle se dedicou ao desenvolvimento da teoria da nucleossíntese estelar, culminando no magnífico "Síntese dos Elementos em Estrelas", publicado em 1957 no Rev. Mod. Physics. É o "artigo B²FH" devido às iniciais dos autores Burbidge, E.M., Burbidge, G.R., Fowler, W.A. e Hoyle, F.



FRED HOYLE

(1915-2001)

PAIS DO BIG BANG

por Ramachrisna Teixeira (IAG - USP)

O chamado “modelo do Big Bang”, hoje o que melhor explica aquilo que vemos e mesmo muito do que não vemos, deu seus primeiros passos no início do século XX. Antes disso, apenas algumas religiões falavam em um início do universo. Aliás, até mesmo grandes cientistas recusavam que esse assunto fosse discutido em seus laboratórios. Esse modelo surge de duas formas distintas e independentes e praticamente ao mesmo tempo.

Por um lado, Alexander Friedman (1888-1925) trabalhando com as equações da Relatividade Geral de Einstein (1879-1955) onde o espaço se torna dinâmico, chegou à conclusão de que o universo poderia estar em expansão. Por outro lado, as observações de Vesto Slipher (1875-1968) verificando que a exceção de umas poucas galáxias relativamente próximas, todas as demais se afastam de nós e sobretudo aquelas de Edwin Hubble (1889-1953) que verificou que quanto mais distante mais rápido é esse afastamento, nos levaram a concluir que o universo realmente estava em expansão como predito por Friedman.

Não demorou muito para que Lemaître (1894-1966), “caminhando para trás” com o universo concluiu que em um passado muito distante o mesmo se resumia a um “ponto”, entidade física/matemática chamada “singularidade”. Essa ideia não vingou imediatamente, mas deu um salto gigantesco quando em meados do século XX, George Gamow (1904-1968) vislumbrou um universo em constante evolução: um universo que tinha passado, presente e futuro.

Naturalmente, muitos outros personagens participaram da construção desse modelo (teoria), a ciência é uma atividade coletiva independentemente dos cientistas. Pensando apenas no surgimento desse modelo, são três os nomes considerados por muitos como os Pais do Big Bang:



ALEXANDER FRIDMAN

(1888-1925)

Matemático e cosmólogo russo da hoje São Petersburgo. Em seu artigo de 1922 descreveu matematicamente um universo dinâmico contrariando a sólida ideia até então de um universo estático defendida inclusive pelo próprio Einstein. Pouco tempo depois teve sua proposta consolidada pelas observações da “fuga das galáxias”.



EDWIN HUBBLE

(1889-1953)

Astrônomo americano que não só confirmou o afastamento das galáxias, como, com novas e mais poderosas observações, descobriu que a rapidez desse afastamento era tanto maior quanto maior a distância entre elas. Dessa forma, suas observações confirmavam em 1929 a ideia de que o universo estava em expansão, muito embora ele mesmo não tenha tomado partido em relação a um universo estático ou dinâmico.



GEORGES LEMAÎTRE

(1894-1966)

Padre e cosmólogo mesmo antes de Friedman, mas sem a base física e matemática deste, propôs um universo em expansão com origem “explosiva” a partir do que chamou de “átomo primordial”. Em 1927, explicou o afastamento das galáxias como consequência dessa expansão e que a mesma, se observada no sentido inverso, nos levaria ao início do universo.

O PAPEL DOS QUASARES NO FUTURO DA COSMOLOGIA

por Júlia Mello (IAG - USP)

Depois de conhecermos mais sobre o Big Bang, os cientistas que propuseram e desenvolveram essa teoria e as confirmações observacionais que a consolidaram, voltamos nosso olhar agora para o futuro da ciência. Com o avanço de tecnologias e metodologias inovadoras, temos a possibilidade de avançar ainda mais sobre a evolução do cosmos e suas estruturas, prevendo os próximos passos da cosmologia.

Neste texto, vamos conhecer os trabalhos da Lilianne Nakazono (IF - USP) com foco em sua busca por quasares. Quasares são objetos formados por buracos negros supermassivos e são os maiores emissores de energia do Universo, podendo ser 100 vezes mais brilhante que a nossa galáxia e mais de um bilhão de vezes mais brilhante que o Sol. Por estarem muito distantes de nós, quasares nos permitem estudar o Universo em seu início, logo após o Big Bang. Além disso, pode ser usado para trazer informações novas sobre a matéria escura (forma invisível de matéria que afeta a matéria visível por meio da gravidade, assunto de pouco conhecimento até o momento).

O trabalho da pesquisadora no projeto *Southern Photometric Local Universe Survey* (S-PLUS) tem como objetivo identificar quasares no céu do hemisfério sul usando dados fotométricos (medidas da intensidade de luz recebida de um objeto, em diferentes cores). Para isso, foram desenvolvidos algoritmos de aprendizado de máquina, modelos matemáticos que aprendem padrões a partir de dados, com aplicações importantes entre elas a classificação de estrelas, quasares e galáxias com alta precisão e a estimativa de *redshift* (medida usada para determinar sua distância em relação a nós) de centenas de objetos.



Representação artística do quasar P172+18. Sua luz percorreu aproximadamente 13 bilhões de anos para alcançar a Terra, o que significa que o estamos vendo como ele era quando o Universo tinha apenas 780 milhões de anos.
Créditos da imagem: ESO/M. Kornmesser

Durante os próximos anos, Lilianne busca expandir o entendimento da cosmologia por meio do estudo detalhado de quasares e sua relação com a estrutura em larga escala do Universo. A aplicação de técnicas inovadoras de análise de dados e aprendizado de máquina permitirão a identificação de quasares raros e muito distantes na região sul do céu, ainda pouco explorada nesse contexto. Análises detalhadas, como o estudo de como as galáxias estão distribuídas e como a matéria está organizada em diferentes escalas também ajudarão a definir melhor as propriedades do Universo e a testar teorias sobre como as galáxias e outras estruturas se formaram.

Com o avanço da pesquisa científica e a aplicação de tecnologias de ponta, estudos como este nos oferecem novas oportunidades para explorar o Universo. E, mais uma vez, podemos acompanhar em tempo real a ciência de fronteira sendo desenvolvida no nosso país, trazendo avanços tecnológicos que não só melhoram nosso conhecimento do todo como impulsionam inovações e reforçam a importante posição dos cientistas brasileiros na pesquisa científica global.

BASES DO BIG BANG

por Otávio Moreira (IAG - USP)

Desde meados do século XX e sobretudo a partir do início dos anos 60, a teoria do Big Bang ganhou muita força e é hoje a que melhor explica aquilo que vemos. Naturalmente, como todas as teorias, o Big Bang sempre foi e continua sendo testado constantemente.

Embora seja impossível formar uma imagem da origem de tudo, a ideia de uma origem encontra-se hoje fortemente estabelecida e assentada sobre dois pilares bastante sólidos: um deles observacional- Lei de Hubble-Lemaître e outro teórico- Relatividade Geral.

Enquanto para Isaac Newton a gravidade era uma força entre a matéria, para Einstein (1879-1955) em sua teoria da Relatividade Geral, a gravidade é uma propriedade do espaço (espaço-tempo) que sofre deformações com a presença da matéria. A Relatividade Geral é a melhor descrição que temos da gravitação. Tem sido testada e reforçada através de estudos de diversos fenômenos, desde o eclipse total do Sol observado em Sobral-CE em 1919, até a primeira observação de ondas gravitacionais em 2015 detectadas pelo Observatório de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser (LIGO). Dessa forma, o espaço adquire um caráter dinâmico podendo por exemplo, se contrair e se expandir.

Já as observações de Hubble (1889-1953) nas primeiras décadas do século XX mostraram que a menos de algumas poucas galáxias relativamente próximas, as demais se afastam de nós com velocidades tanto maiores quanto mais distantes estiverem. Essas observações confirmaram e, juntamente com a Relatividade Geral, sustentam as previsões teóricas de Friedman (1888-1925) e de Lemaître (1894-1966) de um universo em expansão e em evolução.

AGRADECIMENTOS

Queridos leitores,

É com imensa gratidão que celebramos, junto a vocês, o quarto aniversário do Boletim “Dia e Noite com as Estrelas”. Ao longo desses anos, cada edição foi cuidadosamente preparada, e a calorosa recepção que recebemos nos enche de alegria e motivação para seguir em frente.

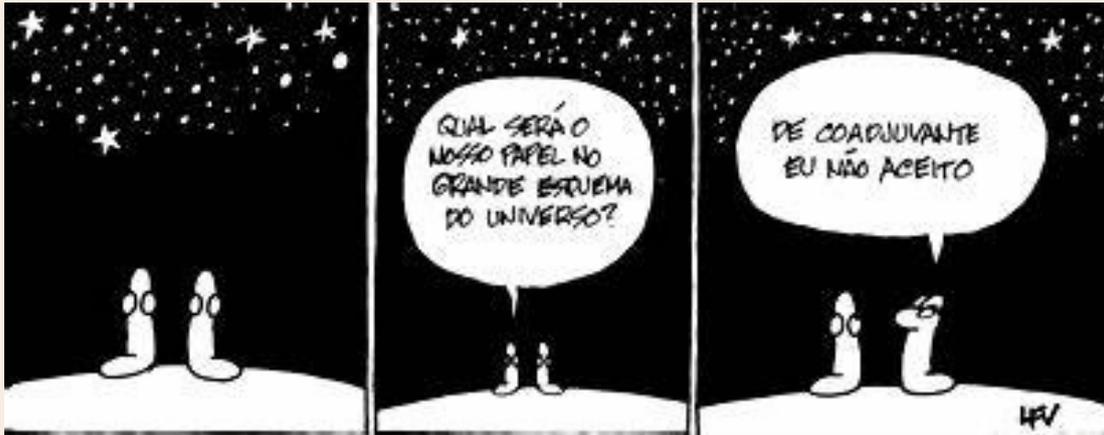
Agradecemos de coração por cada palavra de incentivo, cada elogio e sugestão, que têm sido fundamentais para a evolução deste boletim. Vocês, leitores, são o motivo pelo qual continuamos a buscar o melhor, trazendo sempre novos conteúdos com paixão e dedicação.

Nosso agradecimento se estende a todos que compõem o corpo editorial, cujo empenho incansável e talento tornam tudo isso possível. Que venham muitos mais anos de edições enriquecedoras, sempre com vocês ao nosso lado!

CORPO EDITORIAL



ASTRONOMIA EM QUADRINHOS



CORPO EDITORIAL:

- Ana Dantas
- Artur Junior
- Beatriz Moraes
- Camila Machado
- Daniel Valinhos
- Diogo Grizzo
- Erick Lagedo
- Hellen Pantoja
- Igor Alcantara
- Júlia Mello
- Luiza Correa
- Luiz Oliveira
- Malu Carvalho
- Otávio Moreira
- Rama Teixeira
- Suellen Camilo



**INSTITUTO DE ASTRONOMIA,
GEOFÍSICA E CIÊNCIAS
ATMOSFÉRICAS**



**ACESSE NOSSO
ACERVO PELO
CÓDIGO QR AO
LADO**

Tem dúvidas sobre Astronomia,
sugestões de temas, críticas ou
elogios?

Entre em contato conosco por
contatodncestrelas@gmail.com

Seu comentário pode aparecer na próxima edição :)

A PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO DESTA BOLETIM É INDEPENDENTE.

*A reprodução total ou parcial deste material é
livre desde que acompanhada dos devidos créditos*