



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**WILLIAN PEIXOTO RIBEIRO**

**TEORIA DO BIG BANG: SEUS PRINCÍPIOS E SUA INCOMPATIBILIDADE COM  
AS LEIS DA TERMODINÂMICA E OUTRAS LEIS DA FÍSICA**

**Tubarão**  
**2017**

**WILLIAN PEIXOTO RIBEIRO**

**TEORIA DO BIG BANG: SEUS PRINCÍPIOS E SUA INCOMPATIBILIDADE COM  
AS LEIS DA TERMODINÂMICA E OUTRAS LEIS DA FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Física– Licenciatura/ PARFOR da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Ramos da Silva.

Tubarão

2017

WILLIAN PEIXOTO RIBEIRO

TEORIA DO BIG BANG: SEUS PRINCÍPIOS E SUA INCOMPATIBILIDADE COM  
AS LEIS DA TERMODINÂMICA E OUTRAS LEIS DA FÍSICA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Licenciado em Física e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Física / PARFOR da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 02 de agosto de 2017.



---

Professor e orientador Roberto Ramos da Silva, Dr.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Prof. Lizandra Botton Marion Morini, Ms.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Prof. Dalmo Gomes de Carvalho, Ms.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho a minha esposa e filhas, pela compreensão nos momentos em que me fiz ausente, as quais demonstraram paciência e entendimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, autor e consumidor da minha fé, por ter dado saúde e força para superar as dificuldades.

À minha esposa, Soraia, e minhas filhas, Leticia e Larissa, que nos momentos de minha ausência dedicados aos estudos, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação do nosso presente!

Ao professor Dr. Roberto Ramos pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho de conclusão de curso, pelo suporte dado no tempo que lhe coube, pelas suas correções.

A professora Marilane Mendes Cascaes da Rosa, pelo paciente trabalho de revisão da redação e da metodologia e pelas palavras de incentivo.

Ao coordenador, Dalmo Gomes de Carvalho, por estar neste período sempre presente, dando o suporte necessário para o bom andamento do curso.

A UNISUL e ao PARFOR, por acreditar que para que possamos ter um Brasil melhor precisamos de profissionais mais qualificados nas escolas, ofertando, assim, o curso de Licenciatura em Física.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”  
(Albert Einstein).

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo apresentar uma descrição sucinta das teorias de formação do universo e, em especial, a do Big Bang, e a incompatibilidade entre essa teoria e a segunda lei da Termodinâmica, bem como algumas questões de ordem prática que inviabilizariam a formação do universo a partir de eventos espontâneos, aleatórios e coincidentes. Na formulação desta teoria, cientistas como Alexander Friedmann, Georges-Henri Édouard Lemaître, Ralph Alpher, Fred Hoyle, George Anthony Gamow, Albert Einstein, Arno Penzias e Robert Wilson deram significativa contribuição. Para o desenvolvimento deste trabalho, autores com reconhecido conhecimento na área foram utilizados, como, por exemplo, Hawking (2009 e 2015), Oliveira e Saraiva (2014). No capítulo primeiro tratou-se de uma forma sucinta sobre a Origem do Universo, no segundo, trata especificamente da Teoria do Big Bang, Vieira (2003), Novello, (2010), Hawking (2015), Sobrinho (2012), Oliveira e Saraiva (2013), Ridpath (2011) e Damineli (2011) constituíram as principais referências para a construção de seu conteúdo. Já no terceiro capítulo, que aborda a incompatibilidade entre a Teoria do Big Bang e a segunda Lei da Termodinâmica, Ramos (2009), Heeren (2008) e Hawking (2009 e 2015) deram os subsídios para sua elaboração. O resultado final deste trabalho não tem a pretensão de apresentar respostas a todos os questionamentos e inconsistências da Teoria do Big Bang, porém aguçar o senso crítico do leitor, contribuindo, desta forma, para despertar nele maior interesse pelo assunto e pela contínua busca por respostas de questões ainda não solucionadas.

Palavras-chave: Big Bang. Termodinâmica. Origem do Universo.

## ABSTRACT

This dissertation aims to present a brief description of the theories of formation of the universe, and especially the Big Bang, and the incompatibility between this theory and the second law of thermodynamics, as well as some practical questions that would prevent the formation of the universe from spontaneous, random and coincident events. In the formulation of this theory, scientists like Alexander Friedmann, Georges-Henri Édouard Lemaître, Ralph Alpher, Fred Hoyle, George Anthony Gamow, Albert Einstein, Arno Penzias and Robert Wilson made a significant contribution. For the development of this work, authors with recognized knowledge in the area were used, such as Hawking (2009 and 2015), Oliveira and Saraiva (2014). In the first chapter it was a succinct way about the Origin of the Universe, and in the second, specifically deals with Big Bang Theory, Vieira (2003), Novello, (2010), Hawking (2015), Sobrinho And Saraiva (2013), Ridpath (2011) and Damineli (2011) were the main references for the construction of their content. In the third chapter, which addresses the incompatibility between the Big Bang Theory and the Second Law of Thermodynamics, Ramos (2009), Heeren (2008) and Hawking (2009 and 2015) gave the subsidies for its elaboration. The final result of this work is not intended to present answers to all questions and inconsistencies of the Big Bang Theory, but to sharpen the critical sense of the reader, thus contributing to arouse greater interest in the subject and the continuous search for answers Unresolved issues.

Keywords: Big Bang. Thermodynamics. Origin of the Universe.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O Big Bang .....	20
Figura 2 - Liberação de Fótons.....	27
Figura 3 – Recombinação .....	27
Figura 4 - Mapa do céu da variação da temperatura da radiação cósmica de fundo .....	29
Figura 5 - Formação das galáxias .....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Esquema de Reações Nucleares .....	25
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas do Big Bang .....	19
-------------------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO.....	13
1.3 JUSTIFICATIVAS.....	13
1.4 OBJETIVOS.....	14
<b>1.4.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
1.5 TIPO DE PESQUISA.....	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
<b>2 A ORIGEM DO UNIVERSO.....</b>	<b>16</b>
<b>3 A TEORIA DO BIG BANG.....</b>	<b>19</b>
3.1 SINGULARIDADE INICIAL.....	20
3.2 ERA PLANCK.....	21
<b>3.2.1 Cálculos do tempo e comprimento de Planck.....</b>	<b>21</b>
3.3 ÉPOCA DA GUT.....	23
3.4 ERA DA ELETROFRACA.....	23
3.5 ERA DAS PARTÍCULAS.....	24
3.6 ERA DO NUCLEOSSÍNTESE.....	25
3.7 ÉPOCA DOS NÚCLEOS.....	26
3.8 ERA DOS ÁTOMOS.....	27
3.9 ERA DAS GALÁXIAS.....	29
<b>4 AS INCOMPATIBILIDADES DA TEORIA DO BIG BANG.....</b>	<b>31</b>
4.1 ENTROPIA.....	32
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo principal apresentar a Teoria do Big Bang e sua incompatibilidade com algumas leis da Física.

Muitos cientistas, há anos, têm defendido a tese de que a origem do universo pode ser explicada a partir da Teoria do Big Bang. Essa teoria originou-se, efetivamente, a partir de 1929, quando o astrônomo norte-americano Edwin Hubble apresentou pela primeira vez a teoria de que o universo estaria se expandindo, com as estrelas mais distantes se movendo mais rapidamente.

Com base nessa teoria, chegou-se à conclusão de que se as galáxias estão se afastando, então, no passado, todo o universo estaria confinado em um ponto extremamente pequeno, aproximadamente do tamanho de um limão. Segundo essa teoria, o universo teria começado com temperatura e densidade infinitas e volume mínimo. De repente, por algum motivo, ocorreu a liberação de toda essa imensa energia, gerando uma grande explosão: o “Big Bang”, e, assim, o universo começou a se formar, dando origem a tudo que existe hoje.

Variáveis como pressão, temperatura e volume foram fundamentais nesse processo da formação do universo. A parte da física que trata dessas variáveis é a Termodinâmica, cujas leis são bem conhecidas e definidas. Sendo assim, é impossível deixar de levá-las em consideração em qualquer trabalho ou estudo que se faça sobre a Teoria do Big Bang.

Considerando o grande vazio na literatura científica de trabalhos explicando por que as leis da termodinâmica não se aplicam à Teoria do Big Bang, e quais leis e equações são usadas para descrever com precisão um processo que ocorreu no sentido contrário ao dessas e outras leis da Física, entende-se ser relevante desenvolver este trabalho com objetivo de fomentar uma saudável discussão sobre o assunto e estimular algum pesquisador a buscar soluções para as incompatibilidades apresentadas neste trabalho.

O trabalho de pesquisa aqui apresentado foi dividido em 3 etapas: no primeiro momento, realizou-se um levantamento bibliográfico de textos sobre a Teoria do Big Bang e as leis da Termodinâmica. Posteriormente, foram efetuadas leituras de textos pertinentes ao assunto para elaboração do referencial teórico e, em seguida, apresentada a formulação da Teoria do Big Bang segundo alguns autores e, na sequência, sua incompatibilidade com algumas leis da Física, bem como algumas dificuldades de ordem prática dessa teoria.

O resultado final deste trabalho não tem a pretensão de apresentar respostas a todos os questionamentos e inconsistências, porém visa aguçar o senso crítico do leitor,

contribuindo, desta forma, para fomentação na busca incansável pelo conhecimento científico nas mais diversas áreas.

### 1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

A Teoria do Big Bang: seus princípios e sua incompatibilidade com as Leis da Termodinâmica e outras Leis da Física.

### 1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Embora a chamada teoria do Big Bang seja a mais difundida e aceita teoria sobre a origem do universo dentro da comunidade científica, existe uma reconhecida incompatibilidade entre esta teoria, as leis da Termodinâmica e algumas outras Leis da Física.

A Teoria Big Bang não consegue justificar alguns fenômenos da formação ordenada do universo. Diante disso, cabe a pergunta: quais incompatibilidades existem entre a Teoria do Big Bang, as leis da Termodinâmica e algumas outras Leis da Física?

### 1.3 JUSTIFICATIVAS

A origem do universo parece algo incompreensível, mesmo quando cientistas aceitam a Teoria do Big Bang como sendo uma verdade absoluta. Assim, a explicação mais plausível para relatar como tudo se originou, não gera incentivo para a sua investigação, resultando, então, na falta de literaturas que abordem o referido tema.

A física traz em seus conceitos a explicação para tudo o que nos rodeia, contudo existe uma exceção que está relacionada ao tempo que antecede a grande explosão e dando, assim, início à origem do universo e em tudo que há nele.

Sendo assim, o propósito deste trabalho de conclusão de curso é apresentar uma reflexão sobre o Big Bang e algumas outras Leis da Física, objetivando investigar as incompatibilidades entre ambas e contribuir, de alguma forma, para a motivação de novas análises e pesquisas sobre tais inconsistências.

Este trabalho não tem a pretensão de encerrar a questão sobre as dúvidas científicas a respeito da origem do universo, mas sim instigar o leitor a analisar com mais profundidade que tipos de leis e equações poderiam ser utilizadas para explicar de forma mais precisa sua origem, sem ter que recorrer a argumentos nada científicos. Portanto, a grande

questão norteadora deste trabalho sobre a Teoria do Big Bang, não é discutir apenas o que ocorreu na origem da formação do universo, mas como, cientificamente, ocorreu. Que leis e equações podem ser utilizadas para explicar todo o fenômeno?

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 **Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um estudo relacionado às incompatibilidades entre a Teoria do Big Bang à Lei da Termodinâmica e outras Leis da Física.

### 1.4.2 **Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, destaca-se:

- apresentar a origem do universo;
- apresentar a Teoria do Big-Bang
- apontar as incompatibilidades entre a Teoria do Big-Bang e algumas leis da Física.

## 1.5 TIPO DE PESQUISA

Este estudo trata de uma pesquisa de caráter exploratória, descritiva e bibliográfica.

A pesquisa é de caráter exploratória, pois tem como objetivo a pesquisa que será realizada sobre temas abordados no referencial, para que, assim, possa ser concebida com uma maior compreensão e precisão.

Motta (2015, p. 98) fala que a pesquisa exploratória “visa obter familiaridade maior com o tema da pesquisa, buscando subsídios para a formulação mais precisa dos problemas ou hipóteses”. Sendo assim, exigirá mais do aluno, pois o mesmo precisará realizar, nas primeiras etapas da pesquisa, um levantamento bibliográfico, tornando-se necessária a discussão com orientador, trazendo ao final um problema mais esclarecido.

O caráter descritivo é devido ao estudo, registro efetuado e análise que deverá ser feito no decorrer do trabalho, assim, Motta (2015, p. 99) diz que “a pesquisa descritiva

preocupa-se em descrever as características de uma determinada população ou fenômeno e implica análise da relação entre variáveis sem manipulá-las”. Desta forma, existe uma maior e melhor contribuição para a pesquisa efetuada, pois diminui a margem de erros.

O caráter bibliográfico, de acordo com Vergara (2010, p. 43), é “o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado, em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, material acessível ao público em geral”.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho de conclusão de curso está constituído de quatro capítulos. No primeiro, encontram-se as considerações iniciais, compostas por tema e delimitação do tema, problematização, justificativas e objetivos. No segundo capítulo, apresenta-se a origem do universo. No terceiro, traz-se a Teoria do Big Bang e no quarto as incompatibilidades dessa teoria. Por fim, tece-se as considerações finais e apresentam-se as referências utilizadas neste trabalho.

## 2 A ORIGEM DO UNIVERSO

A Teoria do Big Bang surgiu por volta de 1920, a partir das teorias para a formação do universo desenvolvidas por Alexander Friedmann, Georges-Henri Édouard Lemaître e George Gamow.

Alexander Alexandrovich Friedmann foi matemático e cosmólogo, nascido em 16 de junho de 1888, na cidade de São Petersburgo, na Rússia. Veio a falecer em 16 de setembro de 1925, aos 37 anos, vítima de febre tifoide. Friedmann, entre 1918 e 1920, ocupou a cadeira de Mecânica na Universidade Estadual de Perm, na Rússia, e seria, também, decano da Faculdade de Física e Matemática desta mesma escola, tornando-se, mais tarde, vice-chanceler.

Por volta de 1920, Friedmann volta a Petrogrado, antiga São Petersburgo, e na Universidade desta cidade assumiu a cadeira como professor no Departamento de Matemática e Mecânica, e trabalhou física aplicada e aerodinâmica. Mais tarde, foi nomeado professor de mecânica teórica e, em 1925, tornou-se diretor principal do Geophysical Observatory.

Já Georges Lemaître era um padre católico, astrônomo, cosmólogo e físico, nascido em 17 de julho de 1894, na cidade de Charleroi, na Bélgica, veio a falecer em 20 de junho de 1966, na cidade de Lovaina, no mesmo país.

Por volta de 1927 Lemaître afirmou que o Universo estaria em expansão, baseando-se em trabalhos do astrônomo Vesto Slipher. Georges Lemaître foi o primeiro a formular a lei de proporcionalidade entre distância e velocidade de afastamento das galáxias, afirmando que todo o universo (não somente a matéria, mas também o próprio espaço) estaria, em sua origem, comprimido num único átomo chamado de "átomo primordial" ou "ovo cósmico".

Segundo ele, a matéria comprimida naquele "átomo primordial" se fragmentou em enormes quantidades de pedaços e cada um acabou se fragmentando em outros menores, sucessivamente, até chegar aos átomos atuais, numa gigantesca fissão nuclear.

Em 1948, George Anthony Gamow publicou um artigo, juntamente Ralph Alpher, propondo uma teoria de um estágio denso e quente na origem da formação do Universo. Nesse, eles fizeram a previsão de que a radiação dos estágios iniciais muito quentes subsistiria até hoje. Essa previsão foi confirmada em 1965, quando os físicos Arno Penzias e Robert Wilson observaram a radiação cósmica de fundo em micro-ondas. (HAWKING, 2009, p. 78).

George Anthony Gamow era físico e divulgador científico norte-americano. Nascido em 04 de março de 1904, na cidade de Odessa, na Ucrânia, estudou na Universidade Nacional de Odessa e na Universidade Estatal de São Petersburgo. Por volta de 1940 tornou-se cidadão estadunidense e veio a falecer em 19 de agosto de 1968, no condado de Boulder, estado do Colorado, no EUA.

George Gamow adotou o modelo de expansão, desenvolvido por Alexander Friedmann e Georges Lemaître, para entender a origem dos elementos químicos em um universo primordial quente e denso. Seu modelo possuía muitos aspectos semelhantes ao modelo do átomo primordial apresentado por Lemaître em meados de 1931, contudo, em seu modelo, Gamow apresentou a ideia de um universo primordial muito pequeno, quente e denso, que passou a se expandir e arrefecer. Segundo essa teoria, se a teoria da relatividade geral proposta por Einstein em 1915 estivesse certa...

...o universo teria começado com temperatura e densidade infinitas na singularidade do big-bang. À medida que o universo se expandiu, a temperatura da radiação diminuiu. Em cerca de um centésimo de segundo após o big-bang, a temperatura teria sido de 100 bilhões de graus, e o universo teria contido, na maior parte, fótons, elétrons e neutrinos (partículas extremamente leves), e suas antipartículas, além de alguns prótons e nêutrons. Nos três minutos seguintes, enquanto o universo resfriava para cerca de um bilhão de graus, prótons e nêutrons, não tendo mais energia suficiente para escapar da atração da força nuclear forte, teriam começado a se combinar para produzir os núcleos do hélio e outros elementos leves. Milhares de anos depois, quando a temperatura caiu para alguns milhares de graus, os elétrons diminuíram de velocidade até os núcleos leves poderem capturá-los para formar átomos. No entanto, os elementos mais pesados dos quais somos constituídos, como o carbono e oxigênio, só se formaram bilhões de anos mais tarde, pela queima de hélio no centro das estrelas. (HAWKING, 2009, p. 78).

Muito embora a observação da radiação cósmica de fundo em micro-ondas em 1965 tenha validado não somente a previsão de Gamow e Alpher, mas a própria Teoria da Relatividade Geral (TRG) de Einstein proposta em 1915, o fato é que Albert Einstein não aceitava, inicialmente, a ideia de um universo em expansão, e defendia a teoria de um universo estático. Sua convicção era tanta que por volta de 1917 ele introduziu um novo termo na sua equação fundamental para a TRG, o qual chamou de “constante cosmológica”, conhecida, então, pela letra grega lambda  $\Lambda$ . Desta maneira, Einstein poderia aplicar suas equações a um universo instável, pois caso não, o universo se colapsaria sobre si próprio devido a ação de sua própria gravidade. Portanto, ele introduziu esse termo para obter uma solução das equações da Relatividade Geral que descrevesse um Universo estático, eterno e imutável.

No entanto,

[...] em 1929 Hubble demonstrou, observando o deslocamento para o vermelho nas linhas espectrais das galáxias observadas por Milton La Salle Humason (1891 - 1972) e medindo, ele próprio, suas distâncias, que as galáxias estavam se afastando de nós, com velocidades proporcionais às suas distâncias, isto é, quanto mais distante a galáxia, maior sua velocidade de afastamento. Hubble publicou seus resultados para 24 galáxias em 1929, no *Proceedings of the National Academy of Science* e, dois anos mais tarde, junto com Humason, estendeu seus resultados por um fator de 18 em distância. (OLIVEIRA, 2014, p. 642).

A respeito da visão do universo estático de Einstein e as descobertas de Hubble, Soares relata:

Logo após a proposta de Einstein, dois acontecimentos, quase que simultâneos, no início da década de 1920, alteraram de forma dramática a visão científica do universo. Um deles foi a descoberta da sistemática apresentada pelos desvios espectrais da radiação emitida pelas galáxias, realizada por Edwin Hubble. O outro foi a descoberta de novas soluções das equações de campo de Einstein, por Friedmann ... que resultavam em modelos dinâmicos. O universo poderia estar em expansão ou em contração, e a primeira possibilidade era consistente com as observações de Hubble. Não havia mais a necessidade de um modelo estático. É já bastante conhecida a reação de Einstein a estes acontecimentos. O físico teórico norte-americano John Archibald Wheeler (1911-2008) relata que, certa vez, ainda jovem, acompanhava Einstein e George Gamow (1904-1968), no Instituto de Estudos Avançados de Princeton, quando ouviu Einstein confidenciar a Gamow que a constante cosmológica havia sido “a maior mancada de minha vida”. (SOARES, 2012, p. 4).

Assim o modelo de um Universo estático pregado por Einstein até aquele momento, perde seu embasamento e ele mesmo vê que sua teoria a partir daquele momento cai por terra e não possui mais crédito, onde ele mesmo diz que foi seu maior erro de sua vida.

### 3 A TEORIA DO BIG BANG

O termo “Big Bang” foi cunhado em 1950 pelo físico Fred Hoyle, pejorativamente em um programa de rádio para descrever os eventos ocorridos no início da formação do universo. Esta teoria tornou-se a mais difundida e aceita na comunidade científica, propondo que, antes de sua formação, todo o universo possuía massa zero e existia apenas em forma de energia e temperatura “infinitas”, confinada em um pequeno volume do tamanho aproximado de um limão. Então, em algum momento e por razão desconhecida, toda essa energia foi liberada, gerando uma “grande explosão” - o Big Bang.

De acordo com Vieira (2003, p. 136):

O astrônomo norte-americano Edwin Hubble – que dá nome ao famoso telescópio espacial da NASA – mostrou que o Universo estava realmente expandindo, pois a luz de estrelas de galáxias distantes - agora, já se sabia que o Universo era bem mais do que simplesmente a Via Láctea – tendia para o vermelho, uma prova de que elas estavam se afastando da Terra – na verdade, se afastando uma das outras. Em 1932, Einstein rejeitaria publicamente a constante cosmológica, classificando-a como o maior erro científico de sua vida.

Assim, de acordo com observações e cálculos de Hubble, acredita-se que a formação do Universo ocorreu há cerca de 15 bilhões de anos, e que o mesmo está se expandindo até os dias de hoje. As fases dos acontecimentos estudados e identificados são, normalmente, divididas em épocas ou eras.

Na tabela abaixo, pode-se observar resumidamente as etapas do processo de formação do Universo que ficou conhecido como o Big Bang.

Tabela 1 - Etapas do Big Bang

Singularidade do Big Bang	Era Planck	Época GUT	Era Eletrofraca	Era das Partículas
Zero segundo	Zero à $10^{-43}$ segundos	$10^{-43}$ à $10^{-29}$ segundos	$10^{-29}$ à $10^{-10}$ segundos	$10^{-10}$ à $1 \times 10^{-3}$ segundos
Era da Nucleossíntese	Era dos Núcleos	Era dos Átomos	Era das Galáxias	
$1 \times 10^{-3}$ segundo à 5 minutos	5 minutos a 380.000 anos	380.000 anos à 100 milhões de anos	100 milhões à 1 bilhão de anos	

Fonte: Elaboração do autor (2017).

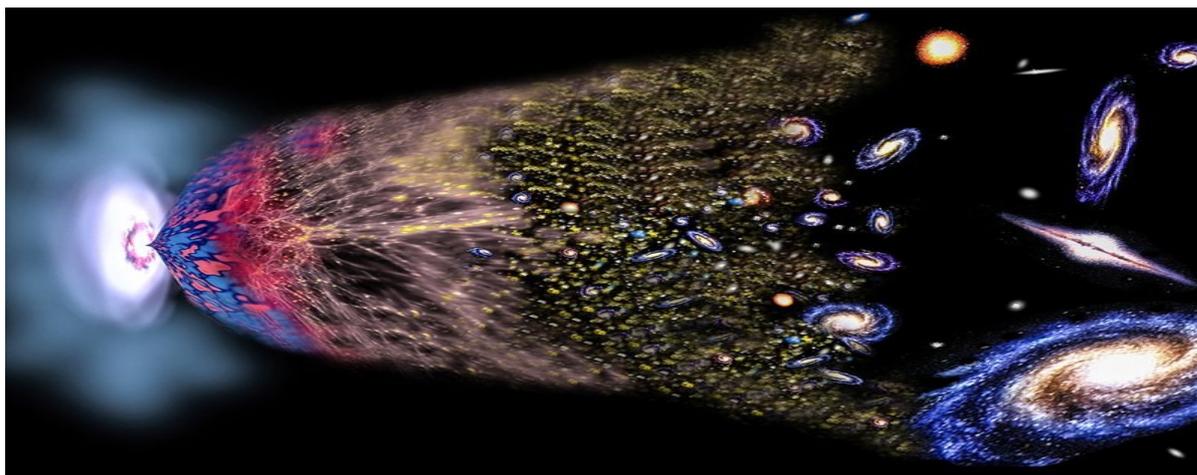
### 3.1 SINGULARIDADE INICIAL

Conforme Novello (2010, p. 35):

...o famoso ponto de singularidade, ou Big Bang, identificado com o valor zero do volume total do espaço tridimensional que permitia associar ao Universo um momento único de criação, não seria mais que uma particularidade dependente das simetrias, que, por circunstância especial, o Universo poderia ter adquirido.

Deste modo, acredita-se que o universo teria iniciado no tamanho zero e uma temperatura infinitamente quente como mostra a figura abaixo. Posteriormente, a radiação de sua temperatura foi decrescendo e, como afirma Hawking (2015, p. 149), “um segundo após o Big Bang, ela teria caído para cerca de dez bilhões de graus Kelvin”.

Figura 1 - O Big Bang



Fonte: Disponível em: < <http://nebulosacabulosa.blogspot.com.br/2015/10/teoria-do-big-bang.html>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

Ainda, conforme Hawking (2015, p. 147):

A teoria da relatividade geral de Einstein previu que o espaço-tempo começou na singularidade do Big Bang e chegaria ao fim na singularidade do Big Crunch (se todo o universo voltasse a entrar em colapso) ou em uma singularidade de dentro de um buraco negro (se uma região local, como uma estrela entrasse em colapso).

## 3.2 ERA PLANCK

Conhecido como o mais antigo período do tempo, na era Planck, o universo em formação possuía densidade e temperatura muito elevadas. Nesse período, as leis que conhecemos não conseguem explicar os fenômenos que teriam ocorrido e, portanto, as leis que teriam regido tal período passaram a ser chamadas de leis exóticas, ou desconhecidas. Mesmo assim, acredita-se que a era Planck durou aproximadamente entre zero a  $10^{-43}$  segundos.

Para Sobrinho (2012, p. 5):

Durante esta fase, designada por era de Planck, a Teoria da Relatividade Geral deve ser substituída por uma teoria da Gravidade Quântica (combinando a Relatividade Geral com a Mecânica Quântica). Esta teoria deve unificar a gravidade ao lado das outras três forças fundamentais. Seria aquilo a que chamamos uma **Teoria de Tudo**. Alguns físicos/matemáticos (e.g. Roger Penrose) defendem que esta teoria deve ser puramente matemática. Acontece que ainda não descobrimos essa teoria apesar dos grandes esforços que têm sido feitos nas últimas décadas. Assim as Leis da Física, tal qual as que conhecemos, não são aplicáveis na era de Planck. Não podemos deduzir, por exemplo, se existiu um instante zero ou se o Universo sempre existiu e, por algum motivo, começou a expandir-se em determinado momento.

Portanto, a era Planck finaliza um período onde a física ainda não explica alguns acontecimentos, ou ainda, por qual motivo tudo isso aconteceu. Este período ficou marcado como o menor tempo e comprimento utilizado por cientistas do mundo inteiro para suas pesquisas científicas.

### 3.2.1 Cálculos do tempo e comprimento de Planck

Para os cálculos do tempo e comprimento de Planck, utilizar-se-ão os seguintes constantes:

velocidade da luz (c) igual 299.792.458 m/s;

constante de gravitação (G) será  $6,674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ Kg}^{-2}$ ;

constante de Planck (h) no valor de  $6,62606957 \times 10^{-34} \text{ Js}$ , sendo que, para fins de cálculo, será utilizada a constante reduzida de Planck, conhecida como  $\hbar$ .

### Constante Reduzida de Planck

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

$$\hbar = \frac{6,62606957 \times 10^{-34}}{2\pi}$$

$$\hbar = 1,054571725 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

### Tempo de Planck

$$t_p = \sqrt{\frac{\hbar \times G}{c^5}}$$

$$t_p = \sqrt{\frac{1,054571725 \times 10^{-34} \times 6,674 \times 10^{-11}}{(299792458)^5}}$$

$$t_p = \sqrt{\frac{7,038211693 \times 10^{-45}}{2,421606171 \times 10^{42}}}$$

$$t_p = \sqrt{2,906422926 \times 10^{-87}}$$

$$t_p = 5,391125046 \times 10^{-44} \text{ segundos}$$

O tempo de Planck é considerado pela Física atual o menor intervalo de tempo existente, já o comprimento de Planck ( $\ell_p$ ) está relacionado à menor distância possível para a aplicação das leis da física que se conhece. Assim, o comprimento de Planck ( $\ell_p$ ) é dado por:

$$\ell_p = t_p \times c$$

$$\ell_p = 5,391125046 \times 10^{-44} \times 299.792.458$$

$$\ell_p = 1,616218629 \times 10^{-35} \text{ metros}$$

Desta forma, pode ser estipulado o tempo e o comprimento iniciais do que se acredita ser o momento inicial da origem do Universo, isto é, o tempo de Planck em  $5,391125046 \times 10^{-44}$  segundos a um comprimento de aproximadamente  $1,616218629 \times 10^{-35}$  metros.

O que pode ser observado acima é que para valores  $t_p$  e  $\ell_p$  não é possível analisar o comportamento das partículas, assim sendo, o tempo e o comprimento de Planck oferecem importantes contribuições à Física Moderna, tanto no âmbito da Mecânica Quântica quanto da Relatividade.

### 3.3 ÉPOCA DA GUT

No tempo de  $10^{-43}$  a  $10^{-29}$  segundos, onde a temperatura é aproximadamente de  $T \geq 10^{29}$  K, acontece a “Grand Unified Theory”, que pode ser traduzida como a “Grande Teoria Unificada”. Foi assim chamada devido às forças eletromagnéticas forte e fraca serem unificadas uma a outra. O universo era constituído de uma “sopa” primordial de quarks (os constituintes dos prótons e dos nêutrons) e partículas transportadoras de forças como os fótons, grávitons, gluons.

De acordo com Hawking (2015, p. 103),

[...]as GUTs permitem que os quarks se convertam em antielétrons sob alta energia. Também permitem o processo inverso: antiquarks podem virar elétrons, bem como elétrons e antielétrons podem se transformar em antiquarks e quarks, respectivamente. Houve um momento em que o universo primitivo estava tão quente que as energias das partículas eram elevadas o suficiente para permitir essas transformações.

A matéria e antimatéria se formavam e se aniquilavam constantemente, havendo um aumento exponencial do tamanho do universo em um fator de aproximadamente  $10^{30}$  em maior que  $10^{-36}$  segundos.

Sendo assim, segundo Sobrinho (2012, p. 6):

O Universo é, nesta fase, um plasma composto por quarks, gluões, leptões, fótons, **bosões X** e respectivas antipartículas. Todas as partículas estão presentes em igual abundância e são continuamente convertidas umas nas outras mediante colisões altamente energéticas. Em particular os bosões X (partícula hipotética) com uma massa/energia da ordem dos 1014GeV são responsáveis pela conversão entre leptões e quarks.

Deste modo, quando a temperatura decresce de valores na faixa de 1014GeV, o universo tende a expandir-se e seus bosões X deixam de ser substituídos por novos, pois as colisões deixaram de ser energeticamente suficientes para produzirem mais bosões X.

### 3.4 ERA DA ELETROFRACA

Dominada por quarks e antiquarks, foi o período compreendido entre  $10^{-29}$  a  $10^{-10}$  segundos, onde a temperatura era em torno de  $10^{29}$  K  $\geq T \geq 10^{15}$  K, as forças eletromagnética e fraca ainda eram unificadas em uma força eletrofraca, enquanto a força forte já era uma força distinta, sendo que a “sopa” primordial ainda continuava.

De acordo com Sobrinho (2012, p. 2):

No Universo atual as quatro forças existem como entidades separadas (com características diferentes). Nos instantes iniciais do Universo não era assim. De acordo com o modelo do Big Bang até aos  $10^{-10}$  a força eletromagnética e a Força Fraca estavam unificadas numa única força chamada de **força Eletrofraca**.

Para Oliveira e Saraiva (2013, p. 648):

Enquanto no modelo inicial de Guth nosso Universo seria composto de muitas bolhas que se expandem exponencialmente, o que é inconsistente com a uniformidade da radiação do fundo do Universo, nos novos modelos inflacionários de Linde e Steinhardt nosso Universo é apenas uma bolha de um possível megauniverso de bolhas.

Esta era ficou, também, conhecida como a Era Inflacionária, ficando caracterizada devido a taxa de expansão ser enorme e com grandezas maiores do que as atuais. Segundo Horvath (2008, p. 187), “ o Universo hoje observável tinha então o tamanho de uma ervilha”, e este processo deixou marcas que podem ser observadas através da radiação de fundo.

Na perspectiva de Oliveira e Saraiva (2013, p. 648):

O modelo inflacionário prevê, ainda, que o Universo contém cem vezes mais matéria ou energia escura que a matéria que brilha nas estrelas e, portanto, que o Universo é plano. Este modelo explicaria as grandes paredes e buracos observados na estrutura de grande escala do Universo, e que não estão casualmente conectadas atualmente, mas o seriam antes da expansão inflacionária. Diz-se que duas regiões não estão casualmente conectadas se, quando a radiação foi emitida por elas, as regiões no espaço estavam mais distantes do que a distância que a luz poderia ter atravessado desde o Big Bang.

Assim o modelo inflacionário tinha como objetivo responder os problemas apresentados anteriormente, admitindo que, nos instantes iniciais de sua evolução, o universo sofreu uma curta fase inflacionária, com um processo de superesfriamento.

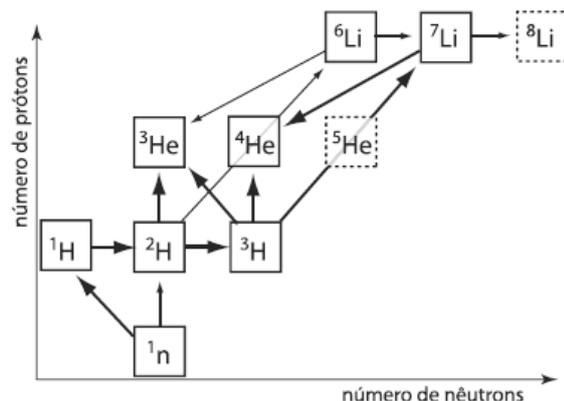
### 3.5 ERA DAS PARTÍCULAS

Segundo Damineli et al. (2011, p. 265):

Quando o Universo atingiu 0,00001 segundo de existência sua temperatura decaiu para 1 trilhão K. O Universo era composto por uma sopa de quarks. Quarks são partículas fundamentais da Natureza e formam todos os hádrons (partículas compostas por quarks). Em temperaturas inferiores a 1 trilhão K, os quarks se juntam definitivamente. Grupos de dois quarks formam mésons, partículas instáveis. Grupos de três quarks formam bárions; os dois bárions mais conhecidos são os prótons e os nêutrons. Por isto, essa época cósmica é chamada de bariogênese (formação de bárions).

O gráfico a seguir mostra a relação entre o número de nêutrons e prótons através de esquema de reações nucleares que ocorreram para a formação do hélio.

Gráfico 1 - Esquema de Reações Nucleares



Fonte: Daminieli et al. (2011, p. 266).

Ainda, para Daminieli et al. (2011, p. 266):

Quando o Universo atingiu a idade de um segundo, já era formado de plasma com densidade aproximadamente igual a da água e temperatura de 1 bilhão K. Os prótons e nêutrons que haviam se formado durante a bariogênese se envolveram em reações de fusão nuclear, formando principalmente o deutério (um isótopo do hidrogênio com um próton e um nêutron no núcleo).

O tempo de  $10^{-10}$  segundos a 1 milissegundos, onde a temperatura era em torno de  $10^{15}\text{K} \geq T \geq 10^{12}\text{K}$ , as forças eletromagnética e fraca se desconectaram e se tornaram duas forças distintas, sendo que a “sopa” primordial se tornou prótons e nêutrons, havendo um pequeno desequilíbrio entre matéria e antimatéria  $10^9+1:10^9$ , sendo que os mesmos prótons e os mesmos nêutrons, constituem hoje a matéria.

### 3.6 ERA DO NUCLEOSSÍNTESE

Na ótica de Daminieli et al. (2011, p. 265):

Nucleossíntese significa produção de núcleos atômicos a partir da fusão termonuclear de núcleos mais leves. Neste período o deutério era um elemento frágil, e que os fótons possuíam valores suficientemente energéticos para destruir esses núcleos, sendo que após o primeiro segundo a temperatura e a densidade reduziram a valores onde o deutério sobrevive, continuando sua cadeia de reações nucleares.

No tempo de 1 milissegundos a aproximadamente 5 minutos, a temperatura era em torno de  $10^{12}\text{K} \geq T \geq 10^9\text{K}$ . A fusão nuclear dos prótons e dos nêutrons formavam os núcleos de Hélio, Deutério, Lítio e Berílio e, segundo Ridpath (2011, p. 51), a nucleossíntese

reduziu os números das partículas livres, restando inúmeros léptons – partículas leves dominadas por elétrons.

Conforme Sobrinho (2012, p. 8):

A primeira reação de fusão nuclear a ter lugar é aquela em que um próton e um nêutron juntam-se para dar origem a um núcleo de **Deutério** (também designado por Deuterão). Para separar as duas partículas é necessário a incidência de um raio gama de energia 2.23MeV. No entanto tal já não é possível no Universo a partir dos 200s. Assim, praticamente todo o deutério formado nesta época continua presente no Universo atual.

Sendo assim, a partir deste momento, passou a existir uma grande quantidade de deutério no universo e esses estão reunidos em condições para que se produzam núcleos mais complexos, e em particular os núcleos como, trítio, hélio-3, hélio-4, lítio e berílio (esses dois últimos apenas em quantidades residuais).

De acordo com Oliveira e Saraiva (2013, p. 652):

Tal radiação foi detectada, em 1964, como a radiação do fundo do Universo. O deutério é um hidrogênio pesado, pois seu núcleo contém um próton e um nêutron. Embora observado no gás interestelar, no sistema solar e mesmo nos espectros de quasares, o deutério não pode ser formado nas estrelas. Quando uma estrela se forma por colapso de uma nuvem de gás interestelar, qualquer deutério nesta nuvem é destruído (convertido em hélio) mesmo antes da estrela se tornar quente o suficiente para iniciar a fusão do hidrogênio. Portanto o deutério, como a maior parte do hélio, é um fóssil do Big Bang. Quando o Universo está esfriando, quanto maior o número de átomos em um volume no espaço (densidade), menor a quantidade de deutério que sobrevive, porque a maior parte se converte em hélio.

Este período foi marcado pela formação de elementos como: hidrogênio, deutério, hélio e lítio, sendo estes considerados elementos leves. Posteriormente, elementos químicos mais pesados foram encontrados no centro das estrelas.

### 3.7 ÉPOCA DOS NÚCLEOS

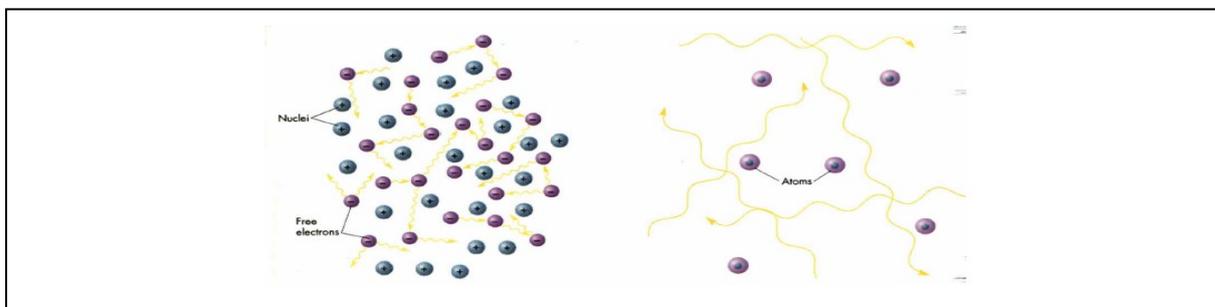
A época conhecida como libertação dos fótons aconteceu entre 5 minutos há aproximadamente 380.000 anos a uma temperatura  $10^9 \text{ K} \geq T \geq 3.000\text{K}$ , onde a interação constante entre núcleos e seus elétrons, com os fótons, eram conhecidos como partículas de luz.

No seu artigo, Sobrinho (2012, p. 10) relata que:

Quando o Universo tinha cerca de 380 000 anos e a sua temperatura tinha descido para os 3000K a densidade de elétrons livres atingiu um valor suficientemente baixo de tal forma que os fótons passaram a percorrer grandes distâncias sem interagir com qualquer elétron (Figura 2). Dizemos que o Universo tornou-se transparente para os

fótons. Muitos destes fótons estão ainda hoje a atravessar o Universo. Constituem a chamada **Radiação Cósmica de Fundo (CMB)**. A observação destes fótons permite obter a imagem mais antiga que conseguimos do nosso Universo.

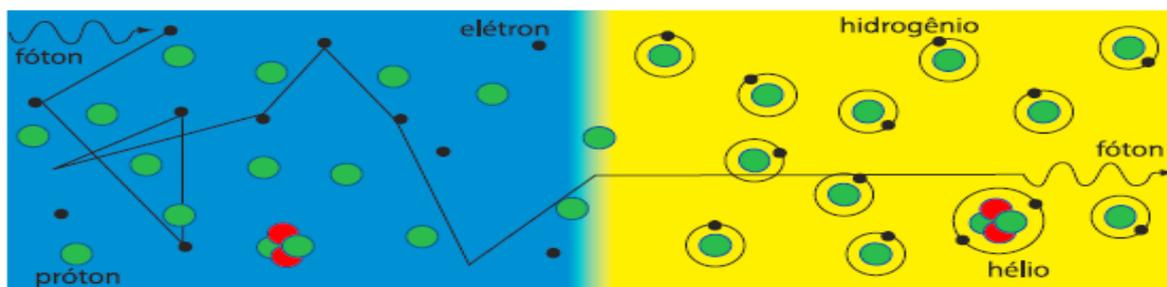
Figura 2 - Liberação de Fótons



Fonte: Sobrinho (2010, p. 10).

Ao final desta época, houve uma recombinação dos núcleos e seus elétrons, formando, assim, átomos com características elétricas neutras, não existindo mais a interação com os fótons, como mostra a figura.

Figura 3 – Recombinação



Fonte: Damini et al. (2011, p. 268).

Este momento foi considerado muito importante, pois enquanto a radiação não dominava, não havia formação de estruturas, e tão pouco as estrelas e galáxias podiam se condensar. Assim, quando a matéria passou a prevalecer, a densidade e as estruturas começaram a aparecer.

### 3.8 ERA DOS ÁTOMOS

A contar de 380.000 anos, átomos e plasmas foram constituídos de íons e elétrons, sendo que, após 100 milhões de anos, aproximadamente, houve a formação de estrelas e das galáxias.

Ridpath (2011, p. 51) afirma que:

Trezentos mil anos após o Big Bang, a temperatura caiu, e os átomos puderam permanecer estáveis. Elétrons uniram-se a núcleos atômicos formando os átomos dos elementos leves, e, à medida que a densidade das partículas reduziu, a bruma se dissipou e os fótons ficaram livres para viajar em linhas retas.

Com o final da época da Nucleossíntese, o universo ainda continuava em um processo de resfriamento e expansão, excluindo, então, componentes exóticos como a matéria e a energia escura, sendo que o Cosmo ainda possuía a composição química primordial de hélio em torno de 24% e 76% de hidrogênio.

Para Damini et al. (2011, p. 268):

Isso ocorreu devido a grande afinidade entre a radiação e os elétrons. Os fótons que estavam vagando eram ainda muito energéticos e quando colidiam com um elétron transferiam parte de sua energia. Os elétrons se tornavam tão energéticos que os núcleos atômicos não podiam retê-los. Outra consequência disso é que o universo era opaco para a radiação; em média, os fótons percorriam um caminho curto antes de interagir com um elétron e mudar de energia e de direção.

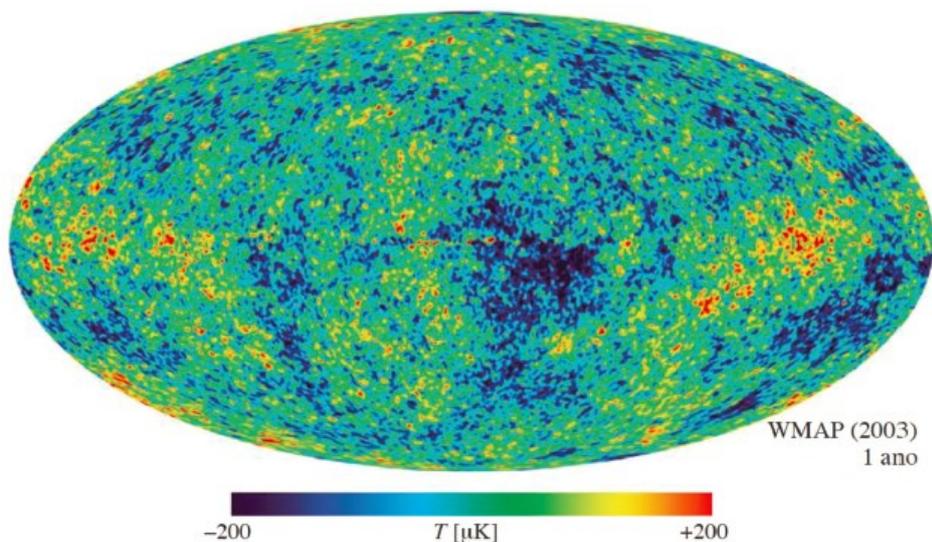
Quando chegou aos 400 mil anos e temperatura de aproximadamente 3.000K, não existia fótons energéticos suficientemente capazes de manter a matéria ionizada, assim, os núcleos começaram a reter os elétrons livres. Desta forma, os átomos se tornaram neutros e o universo tornou-se transparente para a radiação, momento esse conhecido como de recombinação.

Ainda de acordo com Damini et al. (2011, p. 268):

Os fótons que interagiram com os elétrons pela última vez durante a recombinação são observados na Terra em todas as direções. Como esses fótons tem hoje uma frequência de radiação de micro-ondas, nós os chamamos de Radiação Cósmica de Fundo em Micro-ondas (RCFM).

A Radiação Cósmica de Fundo, como mostra a figura, foi prevista pelo físico russo naturalizado norte-americano George Gamow (1904-1968). “Essa previsão confirmou-se em 1965 quando os físicos Arno Penzias e Robert Wilson observaram a radiação cósmica de fundo em micro-ondas” (Hawking, 2009, p. 78).

Figura 4 - Mapa do céu da variação da temperatura da radiação cósmica de fundo



Fonte: Damini et al. (2011, p. 269).

### 3.9 ERA DAS GALÁXIAS

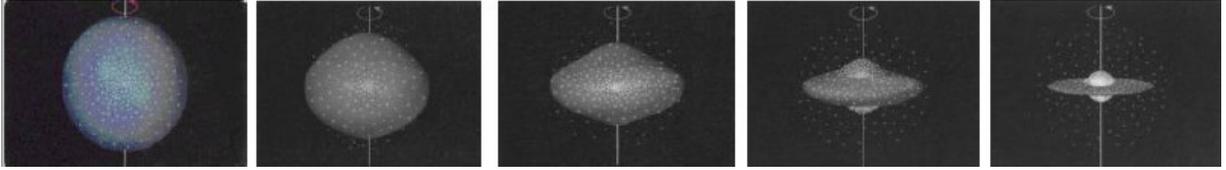
Aproximadamente há 1 bilhão de anos até a data de hoje, surge a época das Galáxias compostas de gigantescos sistemas formados por bilhões de estrelas, uma grande quantidade de gás e poeiras cósmicas, formando, assim, as estruturas de braços espirais, como novas estrelas são formadas.

De acordo com Sobrinho (2012, p. 11):

Depois de se terem formado as primeiras estrelas no Universo a radiação emitida por estas acabou por ionizar o hidrogênio neutro disperso pelo Universo (aprox. aos  $10^{16} s$ ). Assim, o Universo voltou a ser composto por um plasma como já havia acontecido antes quando a sua temperatura era mais elevada. A grande diferença é que agora além desse plasma existem estrelas (provavelmente já agrupadas em galáxias).

Deste modo, esta era foi marcada pela formação de astros e estrelas vindo a formar as Galáxias - como mostra a figura abaixo - junto com astros menores, gases, poeiras cósmicas, matéria escura, bem como também nosso Sistema Solar, inclusive nosso planeta.

Figura 5 - Formação das galáxias



Fonte: Disponível em:< [http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/galaxias/6\\_4.htm](http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/galaxias/6_4.htm)>. Acesso em: 12 jun. 2017.

(Adaptado).

#### 4 AS INCOMPATIBILIDADES DA TEORIA DO BIG BANG

Embora a teoria do Big Bang seja aceita por muitos como a melhor teoria existente para explicar a origem do universo, e a confirmação da previsão de Gamow, feita em 1948, da radiação de seus estágios iniciais a partir da observação da radiação cósmica de fundo em micro-ondas, em 1965, tenha dado mais força a essa teoria, o fato é que, ainda, existem incontáveis questões não solucionadas por ela, que a impedem de ser carimbada definitivamente como verdade científica. Segundo Ramos (2009, p. 49),

[...]quando consideramos a infinidade de variáveis possíveis nesse suposto processo de formação do universo a partir do big-bang, somos literalmente forçados a ignorar todas as leis físicas que conhecemos para acreditarmos na existência de uma outra física totalmente desconhecida, e para a qual não existe nenhuma equação que a descreva.

Ainda explicando as dificuldades para a formação aleatória e natural do nosso universo do jeito que ele é, a partir do Big Bang, Ramos (2009, p. 50), diz:

Consideremos, por exemplo, apenas o nosso sistema solar formado pelo Sol, Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão. Se em seu suposto processo de formação após o big-bang, a partir de uma distribuição aleatória, a Terra tivesse trocado sua posição com qualquer outro planeta, não haveria vida aqui. Se ela tivesse ficado mais próxima da lua, esta certamente seria atraída para o seu centro, e não haveria planeta Terra. Se tivesse ficado mais próxima ou mais distante do Sol, também seria impossível a existência de vida em nosso planeta. Se ela fosse maior ou menor do que é, fatalmente a vida também seria impossível. Enfim, há uma infinidade de variações quando se pensa na formação espontânea e aleatória do universo e, claro, do nosso sistema solar com a terra sendo privilegiada com as condições ideais e únicas para a existência de vida, que a probabilidade para sua formação dessa forma é virtualmente zero.

Em 1993 a Nasa retirou o satélite Cobe de operação, sendo que, um ano antes de sua retirada, o físico Stephen Meyer, diretor do Centro para Ciência e Cultura do Instituto Discovery em Seattle no estado norte-americano de Washington, comparou os resultados deste mesmo satélite com testes efetuados por um balão de grande altitude. Foi observado, então, que os níveis de flutuação na radiação de fundo se ajustavam tanto aos do satélite Cobe, quanto aos do seu balão de grande altitude.

Heeren (2008, p. 207) comentando sobre essa descoberta do físico Stephen Meyer, observa que:

[...] Os achados acrescentaram evidências não apenas para o quadro padrão da cosmologia do Big Bang, mas para a impressão de que o nosso universo começou de maneira incrivelmente bem organizada, uma maneira que até parece ter sido

orquestrada de um modo que distribuiria matéria para o nosso benefício, permitindo a formação de estrelas e galáxias.

Esta afirmação de Heeren mostra que um dos grandes “calcanhar de Aquiles” da Teoria do Big Bang é o fato desta contrariar leis conhecidas e já bem estabelecidas como, por exemplo, as leis da termodinâmica. A impressão de Herem (2008, p.273) de que “o nosso universo começou de maneira incrivelmente bem organizada”, é a mesma de Freeman Dyson (1979). “Quanto mais examino o universo e os detalhes de sua arquitetura, mais evidências encontro de que o universo de algum modo deve ter sabido que estávamos chegando”. (HEEREN, 2008, p. 273).

Na realidade, pelas leis da termodinâmica, todo o universo tende à degeneração e à desordem desde sua origem, e a Teoria do Big Bang aponta exatamente para o sentido contrário. A formulação mais geral da segunda lei da termodinâmica diz que qualquer sistema físico isolado avançará espontaneamente na direção de uma desordem sempre crescente, ou seja, de forma natural, sem nenhuma interferência externa, nenhum processo físico, químico ou biológico avançará de um estado desorganizado para um estado organizado. Pela segunda lei da termodinâmica, de forma natural, tudo tenderá ao desgaste, à desordem, ao caos.

#### 4.1 ENTROPIA

Em meados do século 19, o físico Rudolf Clausius, para expressar a segunda lei da termodinâmica de uma forma matemática precisa, introduziu uma nova quantidade, a que chamou "entropia". Entropia é a medida do grau de transformação de um sistema físico, e como essa transformação é acompanhada de crescente desordem, a entropia, também, pode ser vista como uma medida dessa desordem. Em outras palavras, a segunda lei da termodinâmica prevê que a tendência natural de todas as coisas é a desordem, e a entropia é a medida dessa desordem. Assim, de acordo com essa lei, todo o universo e tudo o que nele há tende ao aumento de entropia, ou seja, aumento da desordem, e nunca o contrário. Desta forma, o estado de baixa entropia inicial do universo ainda não tem explicação natural e a Teoria do Big Bang não consegue explicar por que o universo começou com potencial alto para a ordem ao invés da desordem. Paul Davies (DAVIES apud HEEREN, 2008, p. 258) afirma que:

Se o Big Bang foi apenas um evento aleatório, então a probabilidade parece devastadora (uma subestimação colossal) de que o material cósmico emergente estaria em equilíbrio termodinâmico na entropia máxima com ordem zero.

A despeito de todos os esforços realizados por físicos e astrônomos buscando compreender os eventos que possibilitaram a formação do universo tão precisamente organizado, o fato é que, ainda, não existe uma teoria moderna para explicar por que o nosso universo, de algum modo, atingiu um estado de tamanha ordem, contrariando totalmente a segunda lei da Termodinâmica. Para Davies (apud HEEREN, 2008, p. 258):

O mistério de como o universo atingiu seu estado de baixa entropia tem exercitado a imaginação de várias gerações de físicos e cosmólogo[...]Dada uma distribuição aleatória de matéria (sujeita à gravitação), é muitíssimo mais provável que ela se torne um buraco negro do que uma estrela ou uma nuvem de gás disperso...O arranjo atual da matéria e energia, com a matéria espalhada tenuamente a uma densidade relativamente baixa, na forma de estrelas e nuvens de gás, aparentemente resultaria apenas de uma escolha muito especial das condições iniciais. Roger Penrose computou as chances de o universo aparecer por acidente[...]Ele estima um número de  $10^{1030}$  para um.

Além da incompatibilidade entre a Teoria do Big Bang e as leis da termodinâmica, existem muitas outras questões até básicas que essa teoria, apesar de toda sua sofisticada abordagem científica, ainda não consegue explicar, como, por exemplo, por que a massa do próton é 1.836 vezes a massa do elétron? Simplesmente não há uma explicação científica natural para isso. O que se sabe é que se fosse muito diferente essa relação, as moléculas não se formariam. Hawking (2015, p. 158) faz a seguinte observação sobre esses números, que ele chama de fundamentais na natureza: “O que é notável é que os valores destes números parecem ter sido muito bem ajustados, para tornar possível o desenvolvimento da vida”.

Hawking (2015, p.154) aponta, outrossim, outras questões não respondidas pela Teoria do Big Bang:

Este cenário de um universo que começou muito quente e resfriou enquanto se expandia está de acordo com toda a evidência observacional que dispomos hoje. Com tudo, deixa uma série de questões importantes ainda a serem respondidas... Por que é que o Universo começou com uma taxa de expansão tão próxima da crítica, que separa universos que voltam a entrar em colapso daqueles que se expandem para sempre, de tal maneira que mesmo hoje, dez bilhões de anos mais tarde, continua a expandir-se aproximadamente à mesma razão crítica? Se a taxa de expansão um segundo depois do big bang tivesse sido menor, nem que fosse uma parte em cem mil milhões de bilhões, o Universo teria voltado a entrar em colapso antes de ter alcançado o seu tamanho atual.

Seguramente, essas questões ainda não solucionadas apresentadas por Stephen Hawking são apenas uma fração das inúmeras perguntas sem respostas que nem a Teoria do Big Bang e nem qualquer outra teoria sobre a formação do universo conseguiram dar. Outro exemplo de pergunta sem resposta na história da formação do universo a partir da singularidade inicial (Big Bang) está no fato de que as quatro forças fundamentais na natureza – gravidade, eletromagnética, nucleares forte e fraca – possuem intensidades ideais. Segundo o físico Richard Morris (apud HEEREN, 2008, p.255):

Cada uma dessas forças deve ter exatamente a intensidade correta para haver qualquer possibilidade de vida. Por exemplo, se as forças elétricas fossem muito mais fortes do que de fato são, nenhum elemento mais pesado do que o hidrogênio poderia ser formado...Mas a repulsão elétrica não pode ser fraca demais. Se fosse, os prótons se combinariam facilmente, e o sol...(supondo que ele tivesse encontrado um meio de subsistir até agora) explodiria como uma bomba nuclear.

Enfim, são tantas questões não respondidas pela Teoria do Big Bang, além de sua própria incompatibilidade com algumas leis conhecidas da física, como a segunda lei da termodinâmica, que muitos cientistas têm se questionado se algum dia a ciência encontrará resposta para o maior enigma da humanidade: De onde viemos... Como chegamos até aqui... e para onde vamos?

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se, neste trabalho, de forma sucinta, a teoria de alguns cientistas sobre a formação do universo e de forma um pouco mais detalhada a Teoria do Big Bang. Foi visto que a Teoria do Big Bang prevê que toda a massa que compõe o universo, bem como sua configuração atual, teve início em um dado momento, a partir do chamado tempo zero de sua criação (singularidade inicial).

Constatou-se, também, que mesmo antes da elaboração mais formal da Teoria do Big Bang, cientistas como Alexander Friedmann, Lemaître, George Gamow e Albert Einstein tinham ideias divergentes sobre a origem do universo. Mesmo hoje, respeitados cientistas como Stephen Hawking, que defendem a teoria do Big Bang, reconhecem que há nela muitas lacunas que não têm explicação científica.

Deste modo, neste trabalho foram apresentadas algumas incompatibilidades entre a Teoria do Big Bang e certas leis da Física como, por exemplo, a segunda Lei da Termodinâmica, e, ainda, reflexões de alguns autores que questionam, sob o ponto de vista científico, a veracidade dessa teoria devido às inúmeras variáveis não levadas em consideração em seu desenvolvimento.

Sabe-se que, de acordo com a segunda Lei da Termodinâmica, todo o universo tende a envelhecer e se tornar mais desordenado, todavia o que a Teoria do Big Bang propõe é que o universo iniciou a partir de uma grande explosão, logo, um grande nível de desordem, e evoluiu ao longo das eras para algo extremamente bem organizado. Sendo assim, para que isso tivesse ocorrido, seria inevitável uma interferência externa, que até hoje não consegue ser explicada pelos inúmeros cientistas que têm se dedicado ao estudo deste assunto.

Como é tarefa do cientista questionar tudo, este trabalho mostra que a Teoria do Big Bang, também, pode ser bastante questionável, uma vez que não explica como nosso universo pode ter surgido simplesmente do “nada”, com valores infinitos de temperatura e energia, e massa zero, a partir de uma grande explosão.

Desta forma o que se pode observar é que não existe até o momento uma explicação científica completa para a formação de um universo tão complexo, mas que, por algum motivo, foi criado com as condições ideais para que viesse a existir vida em nosso planeta. Assim, acredita-se que somente uma mente muito brilhante e eterna seria capaz de criar toda essa ordem e perfeição que se vê no universo. Nesse entendimento, concorda-se com a seguinte afirmação de Fred Heeren:

Quando você considera as diversas escolhas intencionais que foram feitas para fazer este universo surgir, se dá conta de que todo o passado eterno antecipou estes poucos momentos de que você desfruta. Há um propósito tremendo em sua vida aqui. Sua vida é um presente raríssimo. (HEEREN, 2008, p. 273).

## REFERÊNCIAS

DAMINELLI, Augusto et al. **O céu que nos envolve: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes**. 1.ed. São Paulo: Odysseus Editora Ltda., 2011.

NEBULOSACABULOSA. **Teoria do Big Bang**. Disponível em: <<http://nebulosacabulosa.blogspot.com.br/2015/10/teoria-do-big-bang.html>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

HAWKING, Stephen W. **O universo numa casca de noz**. 1.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2009.

\_\_\_\_\_. **Uma breve história do tempo**. 1.ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

HEEREN, Fred. **Mostre-me Deus: O que as mensagens do espaço nos dizem a respeito de Deus**. Ed. rev. São Paulo: Clio Editora, 2008.

HORVATH, Jorge E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

INPE. **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. Disponível em: <[http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/galaxias/6\\_4.htm](http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/galaxias/6_4.htm)>. Acesso em: 12 jun. 2017.

MOTTA, Alexandre de Medeiros. **O TCC e o fazer científico: da elaboração à defesa pública**. 2. ed. Tubarão: Copiart, 2015.

NOVELLO, Mário. **Do Big Bang ao Universo Eterno**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2010. Disponível em: <<http://minhateca.com.br/marcelosangueazul/BIBLIOTECA+G/Mario+Novello+-+Do+Big+Bang+ao+universo+eterno,939777716.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

OLIVEIRA, Kepler; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 3. ed. São Paulo: LF Editora, 2014.

RAMOS, Roberto. **A religião de Darwin**. São Paulo: Abba Press, 2015.

RIDPATH, Ian. **Guia Ilustrado Zahar Astronomia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

SOBRINHO, Laurindo. **O Big Bang e a evolução do universo**. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/Publicacoes/Pub/Modulos/modulo9.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2017.

SOARES, Domingos. **O universo estático de Einstein**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n1/v34n1a02.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

VIEIRA, Cassio Leite. **Einstein: O reformulador do Universo**. São Paulo: Odysseus Editora, 2003.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2010.