O Big Bang

Orfeu Bertolami

Instituto Superior Técnico, Departamento de Física

Janeiro 1998

O Modelo do Big-Bang ou também como é muitas vezes referido Modelo Cosmológico Padrão (MCP) é, entre os muitos cenários conhecidos sobre a origem e evolução do Universo, aquele que mais naturalmente descreve o Universo observável. Este modelo baseia-se na ideia que o Universo se desenvolveu a partir de um estágio de grande densidade e temperatura, que teve início a aproximadamente entre 13 e 15 mil milhões de anos e que desde então vem expandindo e arrefecendo.

O edifício teórico do MCP assenta, como descreveremos, no estudo detalhado de essencialmente quatro "fósseis" do Universo primitivo nomeadamente, o desvio para o vermelho do espectro de fontes afastadas (sinal inequívoco da expansão do Universo), a existência duma radiação cósmica de fundo na região de microondas do espectro electromagnético, a abundância primordial de elementos leves, He^4 (23%, aproximadamente), He^3 (10^{-3} %), Deutério (10^{-3} %) e Li^7 (10^{-8} %) sintetizados nos primeiros minutos após o Big-Bang a partir do hidrogénio primordial, o qual termina como o elemento mais abundante no Universo com 76 % da massa total da matéria convencional observada * e a estrutura em larga escala do Universo.

A consistência do MCP exige que supostamente 10^{-35} segundos após o Big Bang o Universo tenha passado por um período de expansão extremamente acelerada denominada inflação, aproximadamente quando as interacções fundamentais da natureza (interacções nuclear forte, electromagnética e nuclear fraca) começaram a se diferenciar. Esta diferenciação das interacções básicas da natureza é também outro aspecto fundamental na história do Universo e está associada a questões de grande relevância tais como a das transições de fase cosmológicas relacionadas com a criação da assimetria bariónica e formação dos protões e neutrões a partir dos quarks (estas duas condições são absolutamente necessárias para viabilizar a nossa existência !) e com o aparecimento de defeitos topológicos (monopólos magnéticos, cordas cósmicas, paredes e texturas) que podem estar na origem da formação de estruturas no Universo, embora muito provavelmente esta formação esteja mais funda-

* É importante referir que a dinâmica do Universo como um todo é muito possívelmente determinada por matéria de natureza desconhecida que é costumeiramente designada por "matéria escura" uma vez que esta não emite radiação electromagnética.

mentalmente ligada ao processo inflacionário.

Outro aspecto que discutiremos refere-se ao facto que enquanto modelo descriptivo dos primeiros instantes da história do Universo o Modelo do Big Bang é a arena privilegiada de discussão das ideias mais avançadas sobre a unificação das interecções básicas da natureza que conciliam a teoria da Relatividade Geral de Einstein, que descreve a evolução do espaço-tempo em larga escala, com a Mecânica Quântica que descreve os fenómenos a escalas microscópicas. Assim, é no contexto do Big Bang que se estudam teorias nas quais o espaço-tempo tem mais que quatro dimensões e onde os constituintes fundamentais da natureza são objectos unidimensionais ou bidimensionais e não partículas elementares pontuais como acontece nas modernas teorias de cordas e membranas quânticas, etc. Nesta perspectiva o Modelo do Big Bang é uma ferramenta de análise indispensável para o estudo de teorias de vanguarda da física e o desenvolvimento destas se traduz num crescente grau de exigência e sofisticação na compreensão das implicações do modelo do Big Bang tanto a nível teórico como observacional.

Nós encerraremos a nossa apresentação abordando a problemática associada à determinação dos parâmetros cosmológicos (parâmetro de Hubble, o parâmetro de densidade, a constante cosmológica, etc .) que permitem estabelecer a idade e a geometria espacial do Universo e que serão alvo de discussões mais detalhas em subsequentes palestras de 1998.