



Coordenação de Armindo Rodrigues

Como nasceu o Universo que conhecemos hoje?

Autores:

Margarida Lima
Cláudio Gomes

Tudo o que vemos à nossa volta teve um começo: estrelas, galáxias e até nós. A pergunta, talvez um pouco filosófica, de “Como tudo começou?” acompanha-nos desde os primeiros momentos do pensamento humano. Ao longo de muitos anos, fomos tentando reconstruir essa história, desde aquilo que conseguimos observar diretamente até ao que permanece invisível.

Uma das descobertas mais impactantes do século XX foi perceber que o Universo está em expansão. As galáxias afastam-se umas das outras, e quanto mais distantes estão, mais rapidamente se afastam. Isto sugere que, no passado, tudo estava muito mais próximo, concentrado num estado extremamente quente e denso. Nos primeiros momentos após o Big Bang, o Universo seria uma mistura de partículas livres, como prótons, electrões e luz. Para tentar explicar tanto esta característica surpreendente, como o facto de ser tão semelhante e uniforme em todas as direcções, os físicos propuseram que tenha existido uma fase muito breve de expansão extremamente rápida, chamada **inflação cósmica**. Durante esse período, pequenas **flutuações quânticas**, isto é, variações minúsculas na energia do próprio espaço-tempo (o vácuo é dinâmico, ou seja, o nada existe e cria continuamente pares

partícula-antipartícula que depois se podem aniquilar libertando luz/energia), terão sido ampliadas dando origem a regiões ligeiramente mais densas do que outras, que seriam as “sementes” que mais tarde viriam a formar estrelas, galáxias e todas as estruturas que hoje observamos.

Para que tudo isto fosse possível, o Universo teria de ser extremamente quente. Nos primeiros instantes, a energia seria tão elevada que podia dar origem a partículas fundamentais, que mais tarde se combinaram para formar prótons, neutrões e electrões. À medida que o Universo foi arrefecendo, estas partículas começaram a organizar-se, formando os primeiros núcleos de hidrogénio e hélio poucos minutos depois do início. No entanto, ainda era demasiado quente para existirem átomos. Só centenas de milhares de anos mais tarde é que os electrões se ligaram a esses núcleos, permitindo finalmente a formação de átomos e a que a luz passasse a viajar livremente. Essa luz ainda hoje pode ser observada, conhecida como **Radiação Cósmica de Fundo**, e apresenta uma uniformidade impressionante em todas as direcções, como podemos ver na Fig. 1.

Pequenas variações nessa radiação refletem diferenças de densidade no Universo primitivo, reforçando a ideia de que

ESA/PLANCK COLLABORATION.

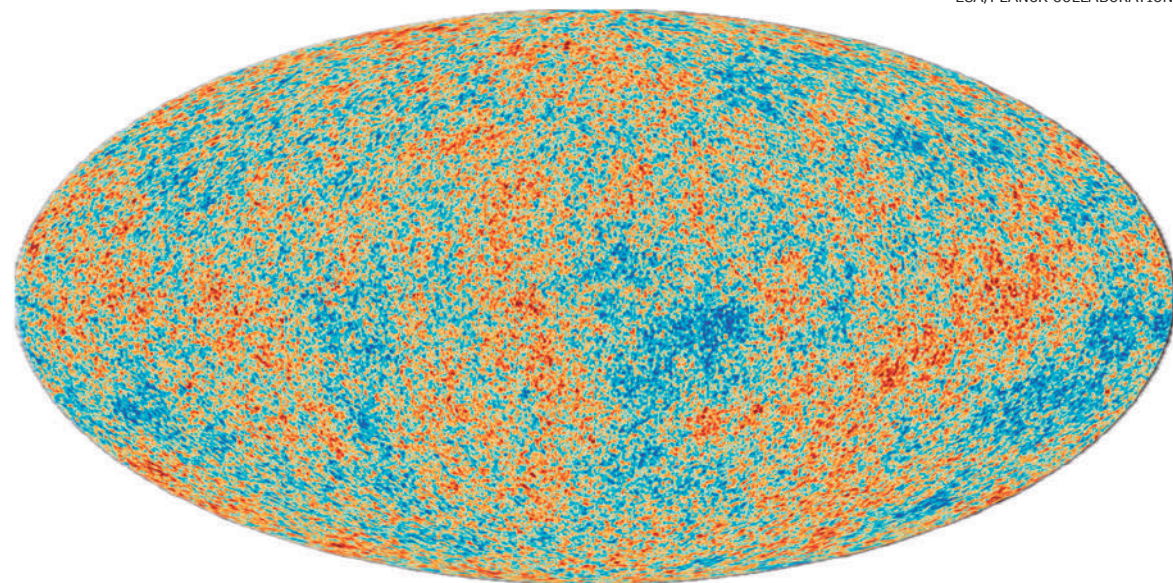


Fig. 1. Flutuações de temperatura da radiação cósmica de fundo observadas pela missão Planck. A sua temperatura média é de aproximadamente 2.7K, enquanto as anisotropias observadas correspondem a variações de 10^{-5} da temperatura média, isto é, cerca de 0.001%.

Coordenação de Armindo Rodrigues

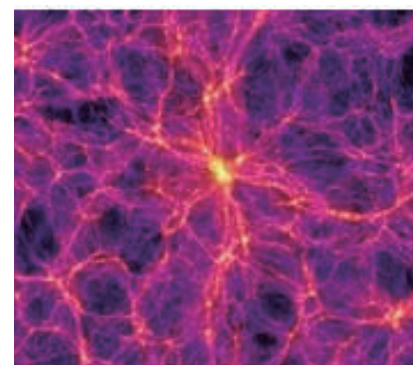
ESA/HUBBLE & NASA



Fig. 2. Anel de Einstein que resulta de uma galáxia azul mais distante cuja luz é distorcida em forma de anel devido à galáxia luminosa vermelha (LRG 3-757), em particular à matéria escura não visível, mas presente, no centro da imagem captada pelo telescópio espacial Hubble.

pequenas perturbações iniciais deram origem a toda a estrutura que observamos hoje. A partir dessas pequenas diferenças de densidade, a **gravidade** começou a desempenhar um papel muito importante. Regiões ligeiramente mais densas atraíam cada vez mais matéria, crescendo ao longo do tempo e dando origem às primeiras estruturas do Universo. Algumas centenas de milhões de anos depois, formaram-se as primeiras estrelas e galáxias. No interior das estrelas nasceram elementos mais pesados, como o carbono e o oxigénio, que mais tarde viriam a fazer parte de planetas e, eventualmente, da própria vida. Em torno de muitas dessas estrelas, discos de gás e poeira deram origem a sistemas planetários. Com o passar do tempo, estas estruturas organizaram-se em galáxias, aglomerados e numa vasta rede cósmica que ainda hoje define a estrutura do universo.

Ao longo deste percurso, as físicas teórica e observacional permitiram-nos reconstruir, com bastante detalhe e certeza, esta história do Universo. Ainda assim, permanecem grandes incógnitas. Sabemos, por exemplo, que a expansão do Universo está a acelerar, fenómeno associado à **energia escura**, que parece constituir a maior parte do Universo, mas cuja natureza continua desconhecida. Supomos que existe mais matéria do que aquela que conseguimos observar, a chamada **matéria escura**, uma forma de matéria invisível que ainda não foi diretamente detectada (ver Fig. 2). Várias questões fundamentais continuam em aberto: o que deu origem à inflação, porque existe mais matéria do que antimatéria, ou até que sentido faz falar de um “antes” do início do Universo, entre outros. Apesar do progresso, ainda há muito por compreender.



Cosmologia@UAc

Foi recentemente publicado um primeiro estudo sobre perturbações cosmológicas escalares em teorias com conexão de Weyl acopladas não-minimamente na revista Modern Physics Letters A, e resulta de parte dos trabalhos de doutoramento em curso da Mestre

Margarida Lima sob a orientação do Doutor Cláudio Gomes no Instituto Okeanos, com apoio do FRCT/GRA pela bolsa M3.1.a/F/001/2022. O artigo encontra-se em <https://doi.org/10.1142/S0217732325410019>.