

ÍNDICE

Prólogo	9
Prefácio	11
1. Um Cientista em Hollywood: A Génese de <i>Interstellar</i>	15
I. Fundamentos	
2. O Nosso Universo em Resumo	31
3. As Leis Que Controlam o Universo	41
4. Tempo e Espaço Distorcidos e a Gravidade de Maré	49
5. Buracos Negros	60
II. Gargântua	
6. Anatomia de Gargântua	73
7. Fisgas Gravitacionais	83
8. Imaginando Gargântua	91
9. Discos e Jatos	104
10. O Acidente É o Primeiro Pilar da Evolução	117
III. Desastre na Terra	
11. Praga	123
12. Em Busca de Oxigénio	130
13. Viagem Interestelar	133
IV. O <i>Wormhole</i>	
14. <i>Wormholes</i>	145
15. Visualizando o <i>Wormhole</i> de <i>Interstellar</i>	157
16. Descobrimo o <i>Wormhole</i> : Ondas Gravitacionais	165

V. Explorando as Redondezas de Gargântua	
17. O Planeta de Miller	179
18. Vibrações de Gargântua	189
19. O Planeta de Mann	193
20. A <i>Endurance</i>	198
VI. Física Extrema	
21. A Quarta e a Quinta Dimensões	203
22. Seres do <i>Bulk</i>	208
23. Confinando a Gravidade	214
24. Anomalias Gravitacionais	223
25. A Equação do Professor	233
26. Singularidades e Gravidade Quântica	244
VII. Clímax	
27. A Orla do Vulcão	259
28. Para dentro de Gargântua	269
29. Tesseracto	276
30. Enviando Mensagens para o Passado	288
31. Erguendo as Colónias da Terra	299
Onde Pode Aprender mais?	303
Algumas Notas Técnicas	317
Agradecimentos	325
Créditos das Imagens	327
Bibliografia	333

I

Fundamentos

O Nosso Universo em Resumo

O nosso universo é vasto. Dolorosamente belo. Espantosamente simples em alguns aspetos, intrincadamente complexo noutros. Das grandes riquezas do nosso universo, necessitaremos apenas de alguns factos básicos que irei expor em seguida.

O Big Bang

O nosso universo nasceu de uma gigantesca explosão há 13,7 mil milhões de anos. A explosão recebeu o nome irreverente de «*Big Bang*» por parte do meu amigo Fred Hoyle, um cosmólogo que, na altura (os anos 40 do século xx), achava que se tratava de uma ideia escandalosa e ficcional.

Fred foi contradito pelas provas. Desde então encontrámos radiação da explosão, ainda a semana passada (em relação à data em que escrevo), encontrámos algumas ténues provas da radiação emitida no primeiro bilionésimo de bilionésimo de bilionésimo de segundo depois do início da explosão!¹

Não sabemos o que desencadeou o *Big Bang*, nem o que, se alguma coisa, existia antes dele. Mas de algum modo o universo emergiu como um vasto mar de gás ultraquente que se expandia rapidamente em todas as direções como uma bola de fogo desencadeada pela explosão de uma bomba nuclear ou pela explosão de um gasoduto. Só que o *Big Bang* não foi destrutivo (tanto quanto sabemos). Pelo contrário, *criou* tudo o que existe no nosso universo, ou antes, as sementes para tudo.

¹ Procure no Google «ondas gravitacionais do *Big Bang*» ou «polarização CMB» para ficar a conhecer um pouco mais sobre esta espantosa descoberta de março de 2014. Apresento alguns pormenores no final do Capítulo 16. [Esta descoberta acabou por não se confirmar. (Nota do Revisor Científico.)]

Adoraria escrever um longo capítulo acerca do *Big Bang*, mas, com grande força de vontade, refreio-me. Não precisamos dele para o resto do livro.

Galáxias

À medida que o nosso universo se foi expandindo, o seu gás quente foi arrefecendo. Em algumas regiões, a densidade do gás era, de um modo aleatório, um pouco mais elevada do que noutras. Quando o gás arrefeceu o suficiente, a gravidade puxou para dentro de si mesma cada região de elevada densidade, dando origem a uma galáxia (um enorme aglomerado de estrelas e seus planetas, e de gás difuso entre as estrelas); veja a Figura 2.1. A galáxia mais antiga nasceu quando o universo tinha apenas algumas centenas de milhões de anos.



Fig. 2.1 Um rico aglomerado de galáxias chamado Abell 1689 e muitas outras galáxias mais distantes, fotografadas pelo Telescópio Espacial Hubble.

Existem cerca de um bilhão de galáxias no universo visível. As maiores galáxias contêm alguns bilhões de estrelas e têm cerca de um milhão de anos-luz de comprimento²; a mais pequena, cerca de 10 milhões de estrelas e mil anos-luz de comprimento. No centro de quase todas as galáxias grandes existe um enorme buraco negro (Capítulo 5), um buraco com cerca de um milhão de vezes, ou mais, o peso do Sol.³

A Terra fica localizada numa galáxia chamada Via Láctea. A maior parte das estrelas da Via Láctea está concentrada na brilhante faixa de luz que se estende através do céu da Terra nas noites limpas e escuras. E quase todos os pequenos pontos de luz que vemos no céu à noite, não apenas os que estão na faixa mais brilhante, situam-se também na Via Láctea.

A galáxia grande mais próxima da nossa chama-se Andrómeda (Figura 2.2). Situa-se a 2,5 milhões de anos-luz da Terra. Contém cerca de um bilhão de estrelas e tem perto de 100 000 anos-luz de comprimento. A Via Láctea é uma espécie de gémea de Andrómeda, mais ou menos do mesmo tamanho, forma e número de estrelas. Se a Figura 2.2 fosse a Via Láctea, então a Terra estaria situada no local onde coloquei o losango amarelo.

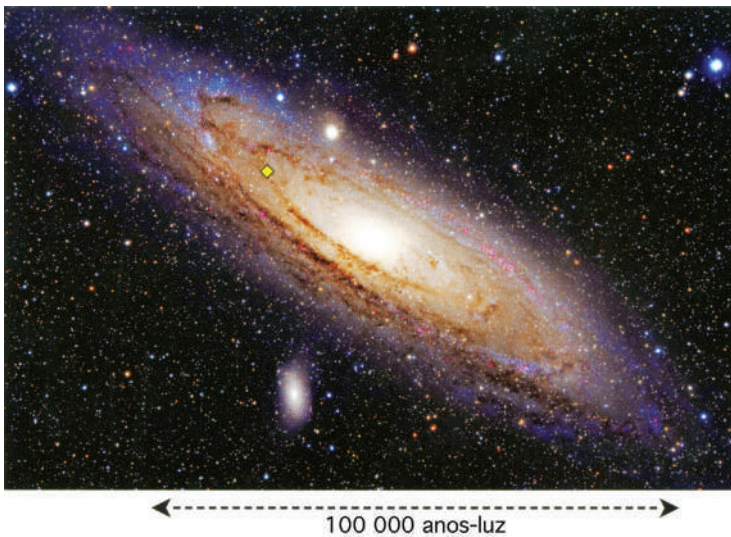


Fig. 2.2 A galáxia Andrómeda.

2 Um ano-luz é a distância que a luz viaja num ano: cerca de 10 bilhões de quilómetros.

3 Numa linguagem mais técnica, a sua massa é um milhão de vezes, ou mais, a do Sol, o que significa que a sua força gravitacional, quando o leitor se encontra a uma distância fixa dele, é a mesma de um milhão de Sóis. Neste livro utilizo «massa» e «peso» para referir a mesma coisa.

Andrómeda contém um gigantesco buraco negro, 100 milhões de vezes mais pesado do que o Sol e tão grande em largura quanto a órbita da Terra (o mesmo peso e dimensão de Gargântua de *Interstellar*; Capítulo 6). Situa-se no meio da esfera central brilhante na Figura 2.2.

Sistema Solar

As estrelas são grandes bolas de gás quente, cujo calor é, normalmente, mantido pelo combustível nuclear que arde nos seus núcleos. O Sol é uma estrela bastante normal. Tem 1,4 milhões de quilómetros de largura, é cerca de 100 vezes maior do que a Terra. A sua superfície tem erupções, e pontos quentes, e pontos mais frescos, e é fascinante explorá-lo através de um telescópio (Figura 2.3).

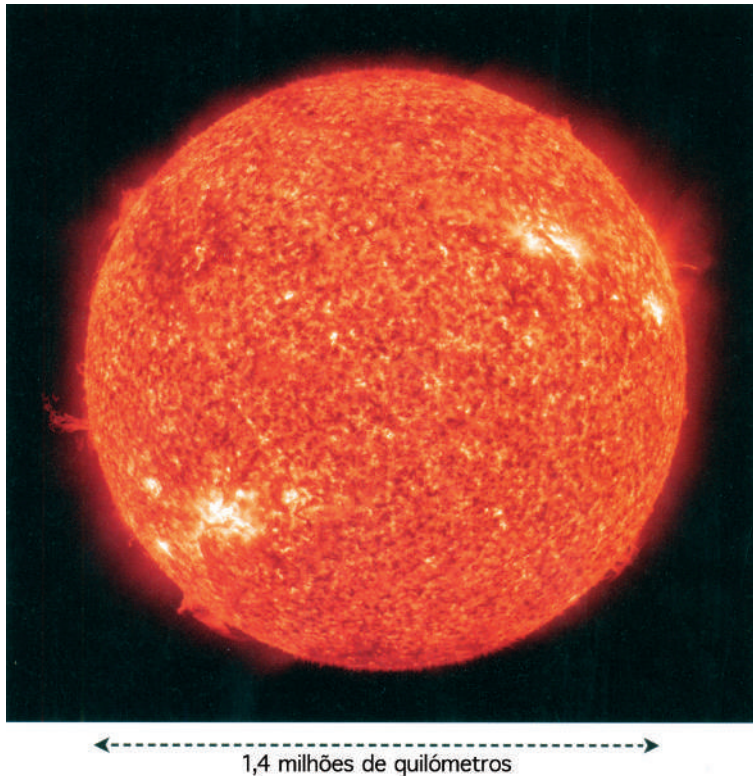


Fig. 2.3 O Sol fotografado pelo Solar Dynamics Observatory da NASA.

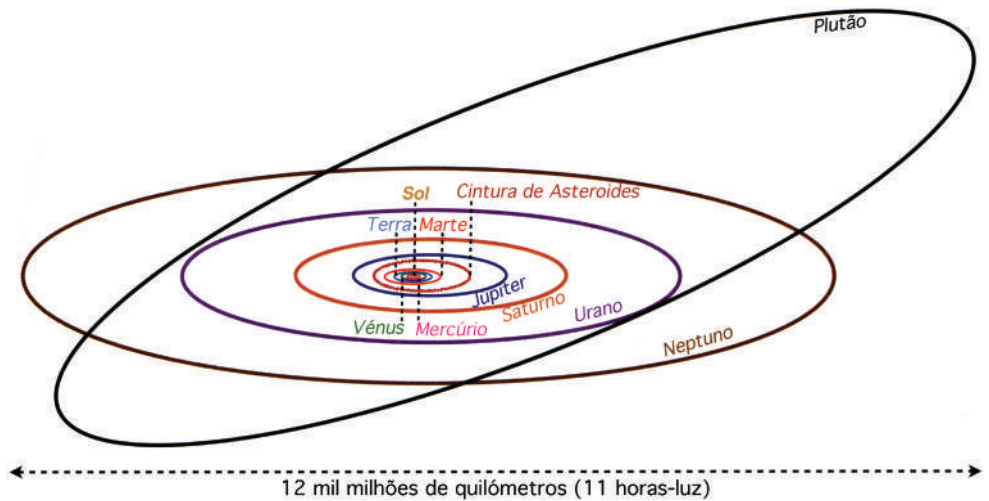


Fig. 2.4 As órbitas dos planetas do Sol, e de Plutão, bem como de uma região que contém muitos asteroides.

Oito planetas, incluindo a Terra, viajam em torno do Sol em órbitas elípticas, juntamente com muitos planetas anões (dos quais Plutão é o mais famoso) e muitos cometas e corpos rochosos mais pequenos, chamados asteroides e meteoroides (Figura 2.4). A Terra é o terceiro planeta a contar do Sol. Saturno, com os seus anéis lindíssimos, é o sexto planeta e desempenha um papel em *Interstellar* (Capítulo 15).

O sistema solar é mil vezes maior do que o próprio Sol; a luz necessita de onze horas para viajar através dele.

A distância para a estrela mais próxima, com exceção do Sol, Proxima Centauri, é de 4,24 anos-luz, 2500 vezes mais distante do que a largura do sistema solar! No Capítulo 13, abordo as terríveis implicações das viagens interestelares.

Morte das Estrelas: Anãs Brancas, Estrelas de Neutrões e Buracos Negros

O Sol e a Terra têm cerca de 4,5 mil milhões de anos, perto de um terço da idade do universo. Dentro de mais 6,5 mil milhões de anos, mais ou menos, o Sol esgotará o combustível nuclear existente no seu núcleo, o combustível que o mantém quente. Nessa altura, o Sol deixará de queimar com-