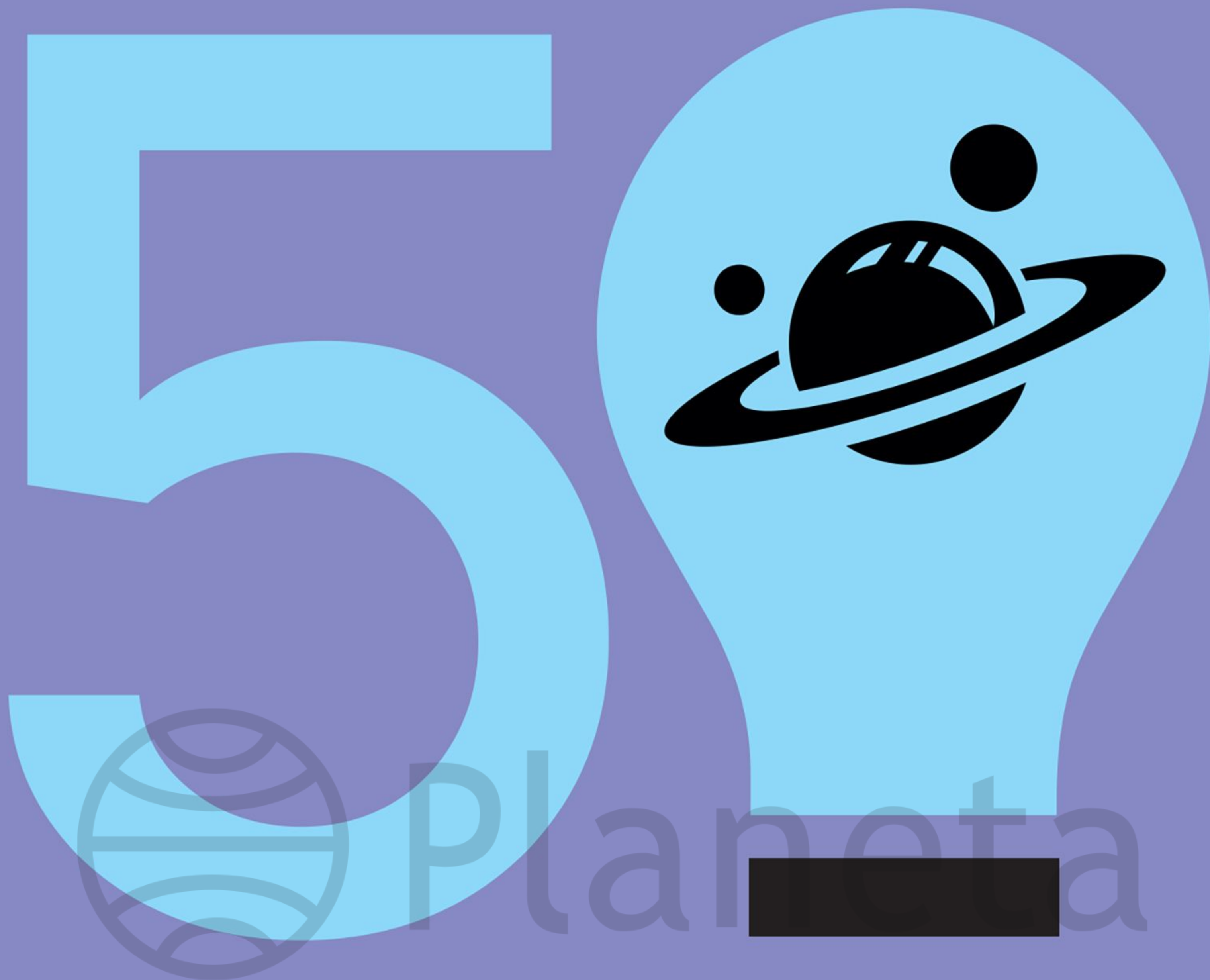

GILES SPARROW



IDEIAS DE

ASTRONOMIA

QUE VOCÊ PRECISA CONHECER

 **Planeta**

GILES SPARROW



IDEIAS DE

ASTRONOMIA

QUE VOCÊ PRECISA CONHECER

2ª edição

Tradução de
Helena Londres



TRECHO ANTECIPADO PARA DIVULGAÇÃO. VENDA PROIBIDA

Copyright © Giles Sparrow, 2016
Copyright © Editora Planeta do Brasil, 2018, 2022
Copyright da tradução © Helena Londres
Título original: *50 astronomy ideas you really need to know*
Todos os direitos reservados.

Preparação: Andressa Veronesi
Revisão: Olívia Tavares e Juliana de A. Rodrigues
Diagramação: Vivian Oliveira
Capa: Filipa Damião Pinto (@filipa_) | Foresti Design
Adaptação de capa: Fabio Oliveira

INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
ANGÉLICA ILACQUA CRB-8/7057

Sparrow, Giles

50 ideias de astronomia que você precisa conhecer / Giles Sparrow;
tradução de Helena Londres. – 2. ed. – São Paulo : Planeta, 2022.
216 p.

ISBN 978-65-5535-649-6

Título original: 50 astronomy physics ideas you really need to know

1. Astronomia 2. Curiosidades e maravilhas I. Título II. Londres, Helena

22-0942

CDD 523

Índice para catálogo sistemático:
1. Astronomia

Ao escolher este livro, você está apoiando o
manejo responsável das florestas do mundo

2022

Todos os direitos desta edição reservados à
EDITORA PLANETA DO BRASIL LTDA.
Rua Bela Cintra, 986, 4º andar – Consolação
São Paulo – SP – 01415-002
www.planetadelivros.com.br
faleconosco@editoraplaneta.com.br

TRECHO ANTECIPADO PARA DIVULGAÇÃO. VENDA PROIBIDA

Sumário

Introdução	5	26 Zonas de Goldilocks	106
01 Nosso lugar no Universo	6	27 Gigantes vermelhas	110
02 Observando os céus	10	28 Estrelas pulsantes	114
03 O reino do Sol	14	29 Supergigantes	118
04 O nascimento do sistema solar	18	30 Supernovas	122
05 Migração planetária	22	31 Remanescentes estelares	126
06 O nascimento da Lua	26	32 Estrelas binárias extremas	130
07 Água em Marte	30	33 Buracos negros	134
08 Gigantes de gás e gelo	34	34 A galáxia da Via Láctea	138
09 Luas oceânicas	38	35 O coração da Via Láctea	142
10 Planetas-anões	42	36 Tipos de galáxias	146
11 Asteroides e cometas	46	37 Galáxias em colisão e em evolução	150
12 Vida no sistema solar?	50	38 Quasares e galáxias ativas	154
13 Nosso Sol – uma estrela vista de perto	54	39 O Universo em larga escala	158
14 Medindo as estrelas	58	40 O cosmos em expansão	162
15 Química estelar	62	41 O Big Bang	166
16 O diagrama de Hertzsprung-Russell	66	42 Nucleossíntese e a evolução cósmica	170
17 A estrutura das estrelas	70	43 Estrelas monstros e galáxias primitivas	174
18 A fonte de energia das estrelas	74	44 A margem do Universo	178
19 O ciclo de vida das estrelas	78	45 A matéria escura	182
20 Nebulosas e aglomerados de estrelas	82	46 Energia escura	186
21 O nascimento de estrelas	86	47 Relatividade e ondas gravitacionais	190
22 Estrelas anãs	90	48 Vida no Universo	194
23 Estrelas binárias e múltiplas	94	49 O multiverso	198
24 Em busca de exoplanetas	98	50 O destino do Universo	202
25 Outros sistemas solares	102	Glossário	207
		Índice	211

01 Nosso lugar no Universo

Na história da astronomia, a compreensão do nosso lugar no Universo avança enquanto a nossa significância dentro do cosmos, aos poucos, diminui. Uma vez no centro da criação, nosso mundo agora é visto como uma partícula na vastidão do cosmos.

A humanidade tem sido obcecada por estrelas ao longo da história, não apenas contando casos a respeito delas e enchendo-as de significado, mas também as utilizando para objetivos práticos, como marcar o tempo. Os antigos egípcios previam a chegada da estação de cheia no Nilo quando Sirius, a estrela mais brilhante do céu, surgia logo depois da madrugada. Mas outra linha importante do pensamento antigo, a astrologia, produziu as primeiras tentativas de modelar nosso lugar no cosmos.

Antigos astrólogos eram levados pela ideia de que os céus eram um espelho da Terra: os movimentos do Sol, da Lua e dos planetas errantes entre os padrões das estrelas fixas, chamadas constelações, não necessariamente influenciavam os eventos na Terra, mas os refletiam. Desse modo, se uma grande fome se abatesse quando Marte e Júpiter estivessem em conjunção (próximos um ao outro no céu) em Touro, então você poderia prever um evento semelhante quando esses planetas se aproximassem outra vez do alinhamento dessa constelação. Mais ainda, os movimentos dos planetas não eram inteiramente imprevisíveis, de modo que se você conseguisse prevê-los, poderia prever futuros eventos na Terra.

O Universo geocêntrico O grande desafio, então, era desenvolver um modelo dos movimentos planetários que fosse suficientemente acurado. A maior parte dos astrônomos antigos ficou paralisada pela ideia do senso comum de que a Terra estava fixa no espaço (afinal de contas, não sentimos seu movimento). Sem qualquer ideia da escala do cosmos, eles assumi-

linha do tempo

c. 150 d.C.

O *Almagesto* de Ptolomeu consolida a visão clássica de um Universo geocêntrico, com a Terra no centro

1543

Copérnico publica sua conjectura de um Universo heliocêntrico, com o Sol no centro

1608

Kepler modela as órbitas como elipses, em vez de círculos, finalmente explicando o movimento dos planetas

TRECHO ANTECIPADO PARA DIVULGAÇÃO. VENDA PROIBIDA

ram que a Lua, o Sol, os planetas e as estrelas seguiam rotas circulares em velocidades variadas, de modo tal a produzir a movimentos aparentes vista no céu (ver boxe na página 8).

Infelizmente, esse modelo geocêntrico (centrado na Terra), apesar de sua atraente simplicidade, não gerava previsões acuradas.

Os planetas mudavam rapidamente suas rotas previstas através do céu, e os astrônomos acrescentavam diversas tolices para corrigir esse fato. O modelo atingiu o auge no século II d.C., por meio do trabalho do astrônomo grego-egípcio Ptolomeu de Alexandria. Sua grande obra, o *Almagesto*, descrevia planetas se movendo em rotas circulares, chamadas epiciclos, cujos centros por sua vez orbitavam a Terra. Endossado tanto pelo Império Romano como por seus sucessores cristãos e muçulmanos, o modelo de Ptolomeu reinou supremo durante mais de um milênio. Astrônomos contemporâneos se preocupavam muito em refinar as medidas dos movimentos planetários com o objetivo, eles esperavam, de adaptar os diversos parâmetros do modelo e melhorar suas previsões.

O Sol no centro Com a aurora do Renascimento europeu, a visão há muito sustentada de que a sabedoria antiga era impecável começou a soçobrar entre os pensadores em diversos campos, e alguns astrônomos passaram a pensar se o modelo geocêntrico de Ptolomeu não seria fundamentalmente falho. Em 1514, o padre polonês Nicolau Copérnico fez circular um livreto no qual alegava que os movimentos que se observavam no céu poderiam ser melhor explicados por um modelo com o Sol no centro, ou heliocêntrico. Em seu conceito, a Terra era apenas um entre diversos planetas em rotas circulares em torno do Sol e, na verdade, só a Lua orbitava a Terra (uma teoria que de fato tinha sido proposta por diversos filósofos gregos antigos). A ideia de Copérnico começou a ganhar terreno com a publicação póstuma de sua obra-prima, *Da revolução de esferas celestes*, em 1543, mas essas órbitas circulares trouxeram seus próprios problemas, quando se tratou de fazer previsões acuradas. Só em 1608, quando um astrônomo alemão, Johannes Kepler, apresentou um novo modelo no qual as órbitas eram elipses alongadas, foi que o mistério dos movimentos planetários ficou finalmente resolvido. Nosso mundo foi destituído de sua posição no coração da criação.

“... O vasto universo em que estamos embutidos como um grão de areia em um oceano cósmico.”

Carl Sagan

1781

William Herschel elabora o primeiro mapa da Via Láctea, mostrando nossa galáxia como um plano de estrelas achatado

1924

Edwin Hubble mostra que a nebulosa espiral corresponde a galáxias independentes, a milhões de anos-luz além da nossa

1929

Hubble mostra que o Universo está em expansão – a raiz da teoria do Big Bang

TRECHO ANTECIPADO PARA DIVULGAÇÃO. VENDA PROIBIDA

Movimentos planetários

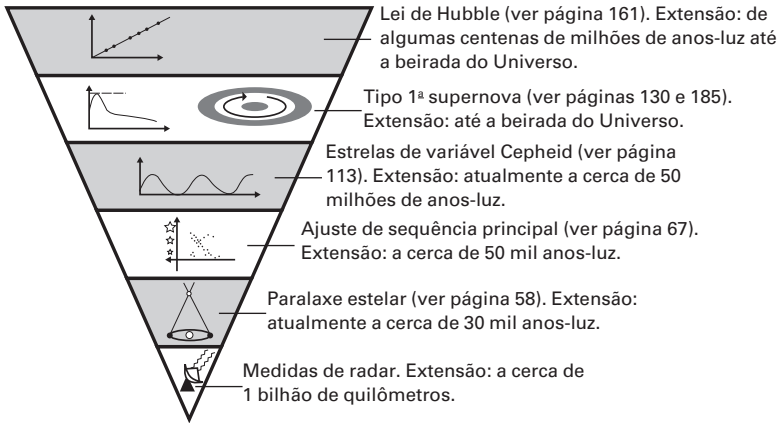
Os planetas nos céus da Terra são, grosso modo, divididos em dois grupos – os planetas “inferiores”, Mercúrio e Vênus fazem alças em torno da posição do Sol no céu, mas nunca se afastam dele, de modo que sempre aparecem no oeste, depois do pôr do sol, ou no leste, antes do nascer do Sol. Em contraste, os planetas “superiores” – Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno – seguem órbitas que os levam ao redor do céu inteiro, e podem aparecer no lado oposto do céu em relação ao Sol. Mas o movimento deles é complicado pelas laçadas retrógradadas, períodos em que temporariamente e com velocidade mais lenta retrocedem seu desvio para leste contra as estrelas, antes de acabarem seguindo seus caminhos. O movimento retrógrado era o maior desafio para os modelos geocêntricos do sistema solar, e Ptolomeu a explicou colocando os planetas superiores em órbitas dentro de órbitas, conhecidas como epiciclos. Em um sistema heliocêntrico, no entanto, o movimento retrógrado é bastante fácil de explicar como um efeito de mudança de pontos de observação, quando a Terra, que vai mais rápido, ultrapassa um planeta superior.

Logo os astrônomos perceberam que a Revolução Copernicana diminuiu ainda mais nosso lugar no Universo. Se a Terra estava andando de um lado para outro em uma órbita vasta, curva, então certamente o efeito de paralaxe (o desvio aparente de objetos próximos quando visto de pontos de observação diferentes) deveria afetar a posição das estrelas? O fato de que a paralaxe não podia ser vista, mesmo com o auxílio de novos recursos na observação, como o telescópio (ver página 10), implicava em que as estrelas estavam inimaginavelmente longe – não uma esfera de luzes em torno do sistema solar, mas elas mesmas sóis distantes. E mais ainda, os telescópios revelaram inúmeras estrelas anteriormente invisíveis, e mostraram que a faixa clara na Via Láctea era feita de densas nuvens de estrelas.

O Universo mais amplo Lá

pelo fim do século XVIII, os astrônomos começaram a mapear a estrutura da nossa galáxia, o plano achatado das estrelas (que mais tarde se mostrou ser um disco, depois uma espiral – ver página 138) que se pensava conter toda a criação. No início, a Terra foi mais uma vez privilegiada ao ser colocada perto do centro da galáxia, e só no século XX é que foi confirmada a verdadeira posição do nosso sistema solar – a uns 26 mil anos-luz para fora, em uma parte bastante insignificante da Via Láctea. A essa altura, o desenvolvimento da nossa compreensão das estrelas, inclusive medidas acuradas de suas distâncias (ver página 58) tinham mostrado que até o nosso Sol não tinha nada de especial. Na verdade, uma estrela amarela anã bastante apagada, obscurecida por muitas das 200 bilhões ou mais de estrelas na nossa galáxia.

Um grande avanço final na nossa perspectiva cósmica surgiu em 1924, quando o astrônomo norte-americano Edwin Hubble mostrou que nebulosas espirais vistas em diversas partes do céu eram, na verdade, um conjunto



Uma ampla gama de diferentes técnicas é usada para medir distâncias de objetos astronômicos próximos e distantes. Ao longo da história da astronomia, o estabelecimento de um degrau nessa escada de distância muitas vezes dá indícios de como podem ser encontrados objetos no degrau seguinte.

de sistemas estelares a distâncias inimagináveis. A Via Láctea, da qual somos uma parte tão insignificante, não passa de uma entre inúmeras galáxias (ver página 146) – talvez em mesmo número que as estrelas da nossa galáxia, espalhadas por um Universo em constante expansão (ver página 162). E até mesmo esse pode não ser o final da história: há cada vez mais evidências de que o nosso próprio Universo pode ser apenas um entre um número infinito de outros, na imensurável estrutura conhecida como multiverso (ver página 198).

A ideia condensada: cada nova descoberta diminui o nosso lugar no Universo

02 Observando os céus

Os telescópios transformaram o modo como entendemos o Universo. Os atuais observatórios no solo e em órbita conseguem espiar até a fronteira do espaço e resolver detalhes a enormes distâncias, enquanto outros instrumentos sofisticados usam radiação invisível para descobrir aspectos ocultos do cosmos.

Antes da invenção do telescópio, os instrumentos mais importantes à disposição dos astrônomos eram os astrolábios, quadrantes e outros dispositivos usados para medir a posição de objetos no céu e os ângulos entre eles. Sem ajuda, o olho humano impunha limites naturais, tanto no brilho de objetos que conseguiam ser avistados, como na quantidade de detalhes que podiam ser distinguidos. Então, em 1608, um fabricante holandês de óculos chamado Hans Lippershey depositou uma patente de um dispositivo engenhoso que usava duas lentes (uma objetiva convexa e uma ocular côncava) para criar uma imagem ampliada em cerca de 3 vezes. Esse foi o primeiro telescópio.

Uma visão melhor A notícia da invenção holandesa espalhou-se rapidamente, chegando a Galileu Galilei, em Veneza, em junho de 1609. Trabalhando sozinho os princípios, Galileu construiu diversos instrumentos, culminando com um que dava a ampliação sem precedentes de 33 vezes. Em 1610 ele fez inúmeras descobertas importantes com esse telescópio, inclusive os quatro brilhantes satélites de Júpiter, manchas no Sol e as fases de Vênus. Essas descobertas o convenceram de que o Universo heliocêntrico de Copérnico, com o Sol no centro, estava correto, e o fez entrar em conflito com as autoridades conservadoras da Igreja Católica.

Em 1611, Johannes Kepler calculou como, em princípio, um telescópio com duas lentes convexas poderia produzir ampliações muito maiores, e lá por meados do século XVII, esse tinha se tornado o tipo de telescópio mais popu-

linha do tempo

1609

Galileu é uma das primeiras pessoas a apontar um telescópio para o céu

1668

Isaac Newton constrói (baseado em espelhos) o primeiro telescópio refletor funcional

Anos 1870

William Huggins começa a usar fotografia e espectrografia por meio de telescópios como uma ferramenta de pesquisa

TRECHO ANTECIPADO PARA DIVULGAÇÃO. VENDA PROIBIDA

lar, levando a várias novas descobertas. Um fabricante de instrumentos especialmente bem-sucedido foi o cientista holandês Christiaan Huygens, que usou telescópios cada vez mais longos para fazer novos descobrimentos, inclusive a lua de Saturno, Titã, e o formato verdadeiro dos anéis de Saturno (que Galileu tinha identificado como uma estranha distorção).

Entretanto, o final dos anos 1600 viu um tipo inteiramente novo de telescópio ganhar grande apreço. O projeto do refletor usava um espelho primário curvo para coletar e focalizar a luz e um secundário, menor, para defletir a luz na direção da ocular. O primeiro telescópio prático desse modelo foi finalizado por Isaac Newton em

1668, e gerou muitas variantes. Os telescópios oferecem aos astrônomos maior alcance de luz e melhoram o poder de resolução. A lente objetiva de um telescópio, ou espelho primário, oferece uma superfície de coleta muito maior para a fraca luz das estrelas do que o pequeno diâmetro de uma pupila humana, então os telescópios em geral conseguem ver objetos muito mais esmaecidos. Ao mesmo tempo, o poder de ampliação oferecido pela ocular nos permite resolver detalhes e separar objetos muito próximos.

“Nosso conhecimento das estrelas e da matéria interestelar deve ser baseado principalmente na radiação eletromagnética que chega até nós.”

Lyman Spitzer



Esquema dos dois tipos básicos de telescópio. Em um refrator (topo) a luz coletada por uma lente objetiva é desviada para um foco, e depois uma imagem ampliada é criada pela lente ocular. Em um refletor newtoniano (inferior), um espelho primário curvo coleta a luz e a reflete de volta para um espelho secundário, que então a deflete para uma lente ocular.

1957

Bernard Lovell constrói o primeiro grande telescópio rádio dirigível no Observatório Jodrell Bank, na Inglaterra

1979

O primeiro telescópio multiespelho é construído no Mount Hopkins, Arizona

1990

O Telescópio Espacial Hubble passa a ser o primeiro grande telescópio ótico no espaço

TRECHO ANTECIPADO PARA DIVULGAÇÃO. VENDA PROIBIDA