

# UMA BREVE HISTÓRIA DA TERRA

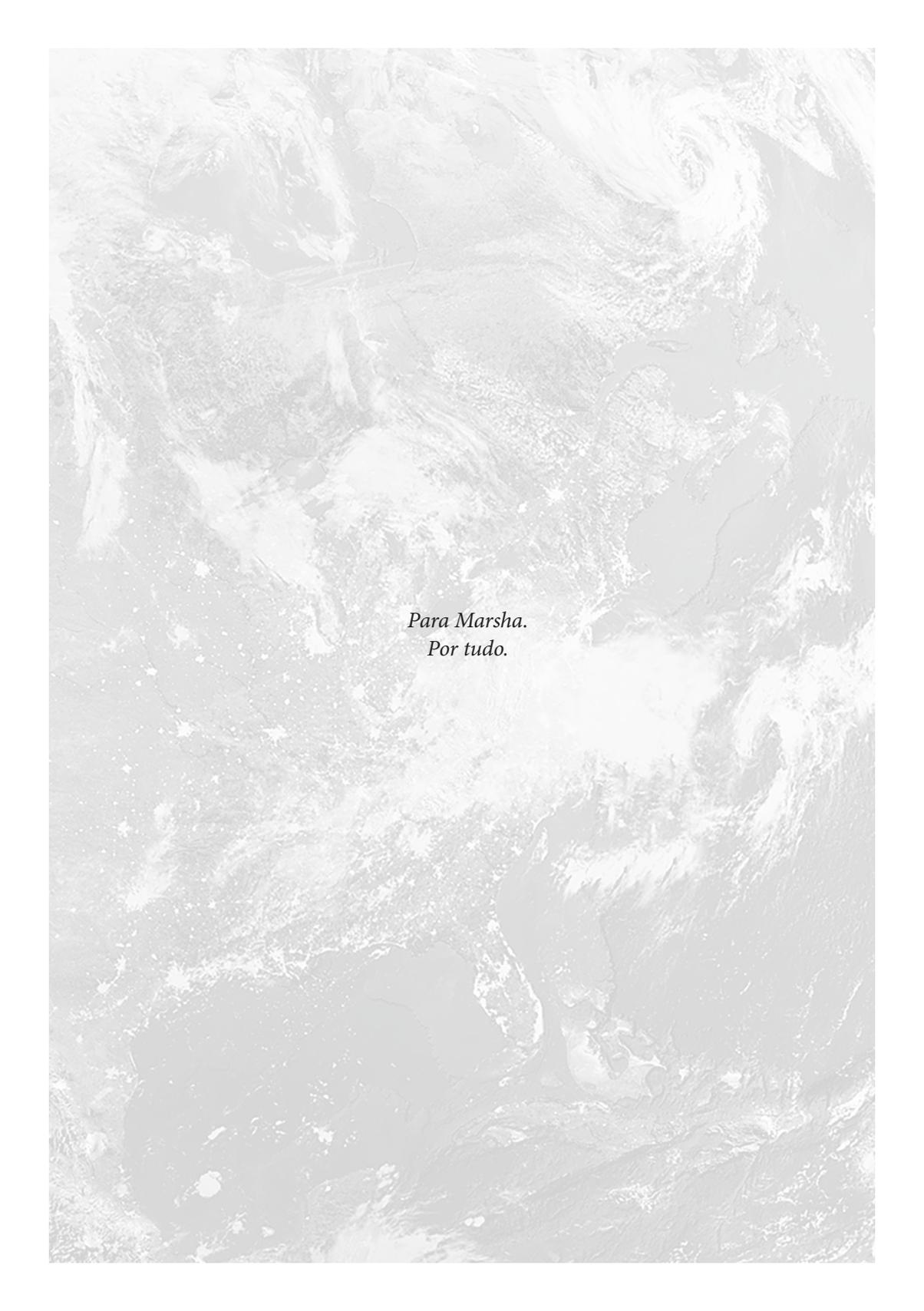
QUATRO MIL MILHÕES DE  
ANOS EM OITO CAPÍTULOS

ANDREW KNOLL

Tradução de Patrícia Xavier

 **DESASSOSSEGO**  
LIVROS PARA PENSAR



An aerial photograph of a coastline, showing a mix of dark water, light-colored sandy or rocky shorelines, and some inland areas. The image is in grayscale. In the center, there is a text overlay.

*Para Marsha.  
Por tudo.*



# ÍNDICE

## **Prólogo**

Um Convite ■ **11**

## **1**

Terra Química ■ **19**

## **2**

Terra Física ■ **41**

## **3**

Terra Biológica ■ **61**

## **4**

Terra do Oxigénio ■ **83**

## **5**

Terra Animal ■ **101**

## **6**

Terra Verde ■ **121**

## **7**

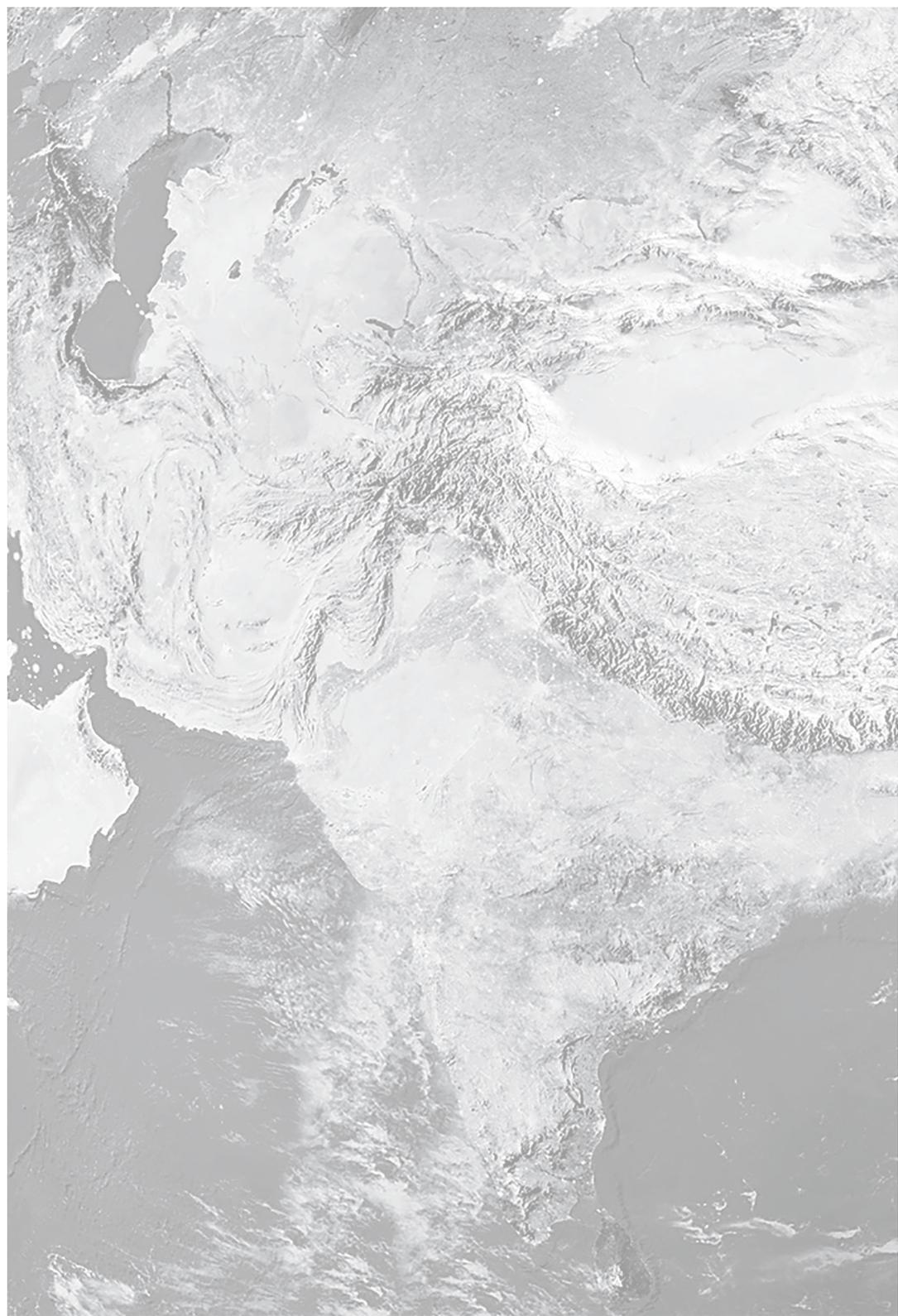
Terra Catastrófica ■ **143**

## **8**

Terra Humana ■ **163**

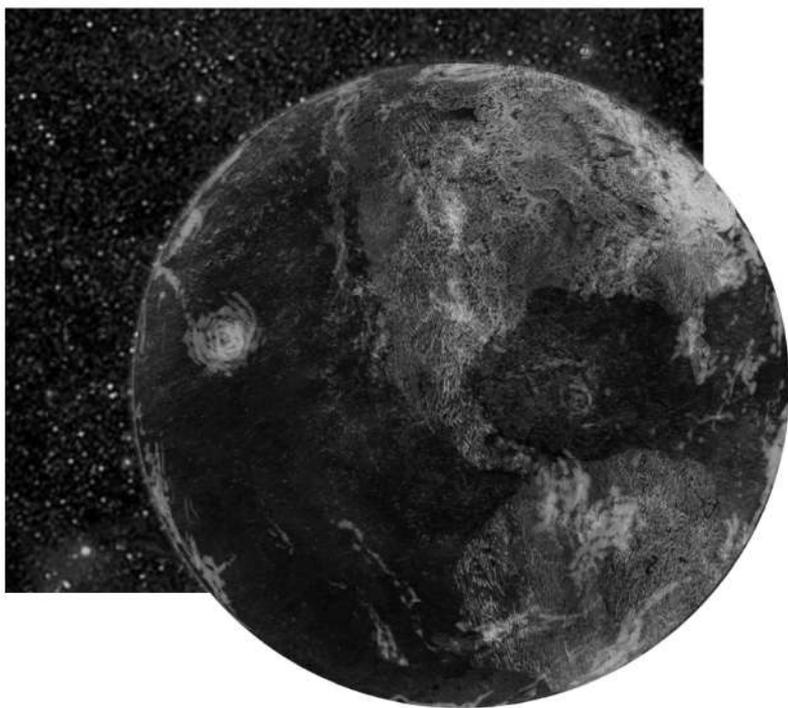
Agradecimentos ■ **189**

Sugestões de Leitura ■ **191**



PRÓLOGO

# UM CONVITE





**V**ivemos acorrentados à Terra por efeito da gravidade. Cada passo que damos põe-nos em contacto com rocha ou terra, mesmo que escondidas sob macadame ou soalho. Podemos pensar que escapámos à gravidade quando descolamos num avião, mas a excitação de voar é fugaz; passadas algumas horas a gravidade vai vencer-nos, e teremos novamente os pés em terra firme.

A nossa ligação à Terra vai muito além da gravidade. A comida que nos alimenta é feita de dióxido de carbono presente na atmosfera e nos oceanos, juntamente com água e nutrientes oriundos do solo ou do mar. De cada vez que inspiramos, levamos ar rico em oxigénio aos nossos pulmões, o que nos permite retirar energia do que comemos. Ao mesmo tempo, o dióxido de carbono na atmosfera impede-nos de gelar. Além disto, o aço na porta dos nossos frigoríficos, o alumínio nos nossos recipientes de «lata», o cobre nas moedas que usamos e os metais terras-raras nos nossos *smartphones* vêm todos do interior do planeta. Tendo tudo isto em conta, é de estranhar que a maioria de nós seja tão pouco curiosa a respeito desta grande esfera que nos sustenta e que, ocasionalmente, durante sismos ou furacões, nos põe em perigo.

Como podemos compreender o lugar da Terra no Universo? Como se formaram as rochas, o ar e a água que definem a nossa existência? Como explicamos os nossos continentes, montanhas e vales, os tremores de terra ou a água do mar? E como surgiu a imensa diversidade de vida

que nos rodeia? E, talvez mais importante do que tudo o resto, como estão as nossas ações a mudar a Terra e a vida? Estas são, em parte, perguntas que nos levam a refletir, mas são também questões históricas, e essa é a estrutura em que assenta este livro.

Esta é uma história sobre a nossa casa, a Terra, e sobre os organismos que habitam a sua superfície. No nosso planeta tudo é dinâmico, tudo está em constante mudança, apesar de uma comum, mas falsa, ideia de permanência. Boston, por exemplo, tem um clima temperado, com verões amenos, invernos frios e precipitação moderada distribuída de modo mais ou menos constante ao longo do ano. As estações são previsíveis, e se, como eu, o leitor já somar algumas décadas de vida, poderá ter a sensação de que nada disto é novo para si. Os meteorologistas vão, no entanto, dizer-lhe que a temperatura média anual em Boston aumentou mais de 0,6 graus Celsius ao longo da vida dos seus cidadãos mais idosos. Também sabemos que a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera — um importante regulador da temperatura à superfície — aumentou cerca de um terço desde os anos 50 do século xx. As medições dizem-nos ainda que o nível médio das águas do mar está a subir e que a quantidade de oxigénio dissolvida nos oceanos diminuiu cerca de três por cento desde que os Beatles conquistaram a fama.

Pequenas mudanças vão-se acumulando com o passar do tempo. Um voo de avião de Boston para Londres torna-se cerca de dois centímetros e meio mais longo todos os anos, à medida que um novo fundo marinho afasta lentamente a América do Norte e a Europa. Se pudéssemos rebobinar a fita, veríamos que há 200 milhões de anos a Nova Inglaterra e a velha Inglaterra pertenciam a um mesmo continente, com fendas como as que hoje vemos no leste de África a darem início à formação de uma bacia oceânica. Em períodos mais longos, as transformações da Terra são verdadeiramente profundas. Por exemplo, se tivéssemos visitado a Terra primordial teríamos sufocado rapidamente sob o ar desprovido de oxigénio do nosso planeta.

A história da Terra e dos organismos que a habitam é muito mais impressionante do que qualquer êxito de Hollywood, e tem reviravoltas suficientes para rivalizar com os mais populares livros de *suspense*. Há mais de quatro mil milhões de anos, um pequeno planeta constituído a partir de detritos rochosos girava em torno de uma estrela jovem e modesta. Nos

seus primeiros tempos de existência, a Terra viveu à beira do cataclismo, bombardeada por cometas e meteoros, enquanto turbulentos oceanos de magma cobriam a superfície e gases tóxicos sufocavam a atmosfera. No entanto, com o tempo, o planeta começou a arrefecer. Formaram-se continentes, que depois se dividiram e, mais tarde, colidiram, erguendo espetaculares cordilheiras, na sua maioria hoje desaparecidas. Vulcões um milhão de vezes maiores do que qualquer coisa vista por humanos. Ciclos de glaciação global. Inúmeros mundos perdidos, que só agora começamos a reconstituir. Neste estádio dinâmico, de alguma forma, a vida estabeleceu uma base de apoio e acabou por transformar a superfície do nosso planeta, preparando o caminho para trilobites, dinossauros e para uma espécie capaz de falar, de refletir, de fabricar utensílios e, por fim, de mudar novamente o mundo.

Conhecer a história da Terra ajuda-nos a compreender como as montanhas, os oceanos, as árvores e os animais que nos rodeiam tiveram origem, já para não falar do ouro, dos diamantes, do carvão, do petróleo e até do ar que respiramos. E a história do nosso planeta dá-nos o contexto necessário para percebermos como as atividades humanas estão a transformar o mundo no século XXI. Durante a maior parte da sua história, a nossa casa foi inhóspita para os humanos e uma das lições mais persistentes da geologia é o reconhecimento de quão fugaz, frágil e precioso é o momento presente.

**H**oje, os títulos das notícias parecem retirados do livro do Apocalipse: Amazónia em chamas e fogos florestais de dimensão inédita na Califórnia; temperaturas-recorde no Alasca e aceleração do degelo na Gronelândia; furacões gigantescos causam destruição nas Caraíbas e na Costa Sul dos EUA, enquanto as «maiores cheias do século» inundam o Midwest americano de forma cada vez mais regular; Chennai, a sexta maior cidade da Índia, prestes a ficar sem água, com a Cidade do Cabo e São Paulo quase na mesma situação. As notícias na área da biologia não são melhores: um declínio de 30 por cento das populações norte-americanas de pássaros desde a década de 70 do século passado; populações de insetos reduzidas a metade; elevada mortalidade de corais na Grande Barreira de Coral; rápido declínio de elefantes e rinocerontes; áreas de pesca comercial ameaçadas em todo o mundo. O declínio de

uma população não é o mesmo que a sua extinção, mas é o caminho que as espécies percorrem até ao seu final biológico.

Terá o mundo enlouquecido? Numa palavra: sim. E sabemos porquê: os culpados somos nós. São os humanos que lançam gases com efeito de estufa para a atmosfera, os quais não só aquecem a Terra como aumentam a magnitude e a frequência de ondas de calor, secas e tempestades. E foram os humanos a levar espécies ao limite, devido a alterações no uso dos solos, à sobre-exploração e, cada vez mais, às mudanças climáticas. Tendo tudo isto em mente, a notícia mais deprimente de todas é, possivelmente, a resposta humana ao problema: indiferença generalizada, talvez mais evidente no meu país, os Estados Unidos da América.

Por que razão tantas pessoas continuam indiferentes às mudanças planetárias que vão condicionar a vida dos nossos netos? Em 1968, Baba Dioum, um guarda-florestal senegalês, deu-nos uma resposta memorável: «No fim de contas, só vamos preservar aquilo que amarmos, só vamos amar o que compreendermos, e só vamos compreender o que nos ensinarem.»

Este livro pretende, assim, contribuir para a compreensão. É um convite para apreciar a longa história que trouxe o nosso planeta ao momento presente. É um apelo para que se reconheça quão profundamente as atividades humanas estão a alterar um mundo que levou quatro mil milhões de anos a formar-se. E é um desafio para que façamos algo a esse respeito.





1

# TERRA QUÍMICA

A FORMAÇÃO DE UM PLANETA





**N**o início havia... bem... um ponto, um grão, uma mancha incompreensivelmente pequena, mas inconcebivelmente densa. Não era uma concentração de matéria no vazio imenso do Universo. Era *o próprio* Universo. Como apareceu, ninguém sabe.

O que existiu antes, se é que existiu alguma coisa, é outro mistério, mas há cerca de 13,8 mil milhões de anos, este núcleo primordial do Universo começou a expandir-se rapidamente — um «Big Bang» que libertou uma imensa maré centrífuga de energia e matéria. Não eram as rochas e os minerais que conhecemos; nem sequer os átomos de que as rochas, o ar e a água são feitos. Na alvorada do Universo, a matéria consistia em *quarks*, leptões e gluões, uma curiosa espécie de partículas subatómicas que haviam de se aglutinar para formar átomos.

A nossa compreensão do Universo e da sua história advém, em larga medida, da mais efémera das fontes: a luz. Os alfinetes luminosos que dão forma ao céu noturno podem parecer livros de história improváveis, mas a luz tem duas propriedades que nos ajudam a compreender como o Universo evoluiu. Em primeiro lugar, a intensidade de diferentes comprimentos de onda na radiação que chega à Terra indica a composição da sua fonte. Os nossos olhos detetam apenas um estreito leque de comprimentos de onda, mas as estrelas e outros corpos celestes emitem ou absorvem um vasto espectro de radiação, desde ondas de

rádio e micro-ondas a raios X e raios gama, e todos eles têm histórias para contar. E, muito importante, a luz obedece a um limite de velocidade rígido: 299.792.458 metros por segundo no espaço. A luz do Sol é emitida oito minutos e vinte segundos antes de a vermos, e no que se refere às estrelas e outros corpos mais distantes, a luz que registamos foi emitida há mais tempo ainda — no caso dos objetos mais longínquos, há muito mais tempo. É por isso que o nosso céu estrelado é um livro de história celestial.

As micro-ondas uniformemente distribuídas no céu falam-nos do Big Bang e do período imediatamente a seguir, e a radiação da primeira geração de estrelas, formadas algumas centenas de milhares de anos depois de o tempo ter começado, só agora nos está a alcançar. Como se formaram estas primeiras estrelas? Está tudo relacionado com a gravidade, o arquiteto do Universo. A gravidade descreve a atração entre objetos distintos, sendo a força da atração determinada pelas massas dos objetos e pela distância entre eles. Quando os átomos se formaram no Universo em expansão, a gravidade começou a uni-los. Os aglomerados locais cresceram, fortalecendo a sua atração gravitacional, e acabaram por formar bolas quentes e densas, tão quentes e tão densas que os núcleos de hidrogénio se fundiram para formar hélio, libertando luz e calor. Quando isso acontece, uma estrela nasce. Grandes, quentes e de curta duração, essas estrelas primordiais determinaram o rumo de tudo o que havia de surgir mais tarde, incluindo nós.

A matéria gerada pelo Big Bang consistia sobretudo em átomos de hidrogénio, o mais simples dos elementos, juntamente com algum deutério (hidrogénio com um neutrão suplementar) e hélio. Formou-se também uma pequena porção de lítio, para além de quantidades ainda mais pequenas de outros elementos leves, mas não havia muito mais. Na verdade *havia* algo mais, mas não sabemos, ao certo, o quê. Nos anos 50 do século passado, os astrónomos começaram a usar os movimentos das estrelas e galáxias (uma coleção de estrelas, gás e poeira, unidos, mais uma vez, pela gravidade) para calcularem a atração gravitacional no espaço profundo, mas quando somaram a massa de todos os objetos conhecidos no céu descobriram que a mesma era insuficiente para explicar as suas observações. Tinha de haver algo mais, alguma coisa que interagisse com a matéria normal através da gravidade, mas que não interagisse com a luz; os astrónomos chamaram-lhe matéria

negra. Os astrónomos têm ideias a respeito do que possa ser a matéria negra, mas ninguém sabe ao certo do que se trata. Mais misteriosa ainda é a energia negra, que também se julga ser necessária para explicar o funcionamento do Universo. Pensa-se que, no seu conjunto, a matéria negra e a energia negra constituem cerca de 95 por cento de tudo o que existe; são constituintes enigmáticos que não podemos detetar, mas que se pensa terem desempenhado um papel fundamental na formação do Universo. Ainda temos muito a aprender.

Vamos voltar à matéria convencional. Quando começou a era da luz das estrelas, o Universo era um *cocktail* difuso e frio de (sobretudo) átomos de hidrogénio. As estrelas iniciais geraram mais hélio, mas não havia nada que pudesse ser convertido numa Terra (ver tabela na página seguinte). De onde vieram o ferro, o silício e o oxigénio necessários para formar o nosso planeta? E o carbono, o nitrogénio, o fósforo e outros elementos que compõem o nosso corpo? Estes elementos e todos os outros tiveram origem em sucessivas gerações de estrelas, fusões dos átomos que viriam um dia a constituir o nosso planeta. Com as elevadas temperaturas e pressões no seio das grandes estrelas, os elementos leves fundiram-se, dando origem a carbono, oxigénio, silício e cálcio; ferro, ouro, urânio e outros elementos pesados foram forjados nas gigantescas explosões estelares chamadas supernovas. A cara que vemos ao espelho pode ter décadas de vida, mas é composta por elementos formados há milhares de milhões de anos em estrelas antigas.

Através da imensidão do tempo, estrelas formaram-se e morreram, e cada ciclo acrescentou algo ao inventário dos elementos hoje concentrados na Terra e nos seus seres vivos. Galáxias fundiram-se e buracos negros (regiões tão densas que nenhuma luz de lá consegue escapar) emergiram, dando lentamente forma ao Universo que hoje observamos.