

INTRODUÇÃO

Bem-vindo. E parabéns. Estou encantado com seu sucesso. Chegar aqui não foi fácil, eu sei. Na verdade, suspeito que foi um pouco mais difícil do que você imagina.

Para início de conversa, para você estar aqui agora, trilhões de átomos agitados tiveram de se reunir de uma maneira intrincada e intrigantemente providencial a fim de criá-lo. É uma organização tão especializada e particular que nunca antes foi tentada e só existirá desta vez. Nos próximos anos (esperamos), essas partículas minúsculas se dedicarão totalmente aos bilhões de esforços jeitosos e cooperativos necessários para mantê-lo intacto e deixá-lo experimentar o estado agradabilíssimo, mas ao qual não damos o devido valor, conhecido como existência.

Por que os átomos se dão esse trabalho é um enigma. Ser você não é uma experiência gratificante no nível atômico. Apesar de toda a atenção dedicada, seus átomos na verdade nem ligam para você - eles nem sequer sabem que você existe. Não sabem nem que *eles* existem. São partículas insensíveis, afinal, e nem estão vivas. (A idéia de que se você se desintegrasse, arrancando com uma pinça um átomo de cada vez, produziria um montículo de poeira atômica fina, sem nenhum sinal de vida, mas que constituiria você, é meio sinistra.) No entanto, durante sua existência, eles responderão a um só impulso dominante: fazer com que você seja você.

A má notícia é que os átomos são volúveis e seu tempo de dedicação é bem passageiro. Mesmo uma vida humana longa dura apenas cerca de 650 mil horas. E quando esse marco modesto é atingido, ou algum outro ponto próximo, por motivos desconhecidos, os seus átomos vão "desligar" você, silenciosamente se separarão e passarão a ser outras coisas. Aí você já era.

Mesmo assim, você pode se dar por satisfeito de que isso chegue a acontecer. No universo em geral, ao que sabemos, não acontece. É um fato estranho, porque os átomos que tão liberal e amigavelmente se reúnem para formar os seres vivos na Terra são exatamente os mesmos átomos que se recusam a fazê-lo em outras partes. Por mais complexa que seja, no nível químico a vida é curiosamente trivial: carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, um pouco de cálcio, uma pitada de enxofre, umas partículas de outros elementos bem comuns - nada que você não encontre na farmácia próxima - , e isso é tudo de que você precisa. A única coisa especial nos átomos que o constituem é constituírem você. É o milagre da vida.

Quer constituam ou não vida em outros cantos do universo, os átomos fazem muitas outras coisas. Na verdade, fazem todas as outras coisas. Sem eles, não haveria água, ar ou rochas, nem estrelas e planetas, nuvens gasosas de nebulosas rodopiantes ou qualquer das outras coisas que tornam o universo tão proveitosamente substancial. Os átomos são tão numerosos e necessários que nos esquecemos facilmente de que eles nem precisariam existir. Nenhuma lei exige que o universo se encha de partículas pequenas de matéria ou produza luz e gravidade e as outras propriedades físicas das quais depende nossa existência. Na verdade, nem precisaria haver um universo. Durante a maior parte do tempo, não existia. Não existiam átomos, nem um universo pelo qual flutuassem. Não existia nada - absolutamente nada, por toda parte.

Portanto, ainda bem que existem os átomos. Mas o fato de que você possui átomos e de que eles se agrupam de maneira tão prestativa é apenas parte do que fez com que você existisse. Para estar aqui agora, vivo no século XXI e suficientemente inteligente para saber disso, você também teve de ser o beneficiário de uma cadeia extraordinária de boa sorte biológica. A sobrevivência na Terra é um negócio surpreendentemente difícil. Das bilhões e bilhões de espécies de seres vivos que existiram desde a aurora do tempo, a maioria - 99,99% - não está mais aqui. A vida na Terra, veja bem, além de breve, é

desanimadoramente frágil. Um aspecto curioso de nossa existência é provirmos de um planeta exímio em promover a vida, mas ainda mais exímio em extingui-la. A espécie típica na Terra dura apenas uns 4 milhões de anos. Desse modo, se quiser permanecer aqui por bilhões de anos, você precisa ser tão volúvel quanto os átomos que o constituem. Precisa estar preparado para mudar tudo em você - forma, tamanho, cor, espécie a que pertence, tudo - , e fazê-lo vezes sem conta. Isso é mais fácil de falar que de fazer, porque o processo de mudança é aleatório. Passar do "glóbulo atômico primordial protoplásmico" (como diz a canção de Gilbert e Sullivan) para um ser humano moderno, ereto e consciente exigiu uma série de mutações, criadoras de novos traços, nos momentos certos, por um período longuíssimo. Portanto, em diferentes épocas nos últimos 3,8 bilhões de anos, você teve aversão ao oxigênio e depois passou a adorá-lo, desenvolveu membros e barbatanas dorsais ágeis, pôs ovos, fustigou o ar com uma língua bifurcada, foi luzidio, foi peludo, viveu sob a terra, viveu nas árvores, foi grande como um veado e pequeno como um camundongo, e milhões de outras coisas. Se você se desviasse o mínimo que fosse de qualquer dessas mudanças evolucionárias, poderia estar agora lambendo algas em paredes de cavernas, espreguiçando-se como uma morsa em alguma praia pedregosa ou lançando ar por um orifício no alto da cabeça antes de mergulhar vinte metros para se deliciar com uns suculentos vermes. Além da sorte de ater-se, desde tempos imemoriais, a uma linha evolucionária privilegiada, você foi extremamente - ou melhor, milagrosamente - afortunado em sua ancestralidade pessoal. Considere o fato de que, por 3,8 bilhões de anos, um período maior que a idade das montanhas, rios e oceanos da Terra, cada um dos seus ancestrais por parte de pai e mãe foi suficientemente atraente para encontrar um parceiro, suficientemente saudável para se reproduzir e suficientemente abençoado pelo destino e pelas circunstâncias para viver o tempo necessário para isso. Nenhum de seus ancestrais foi esmagado, devorado, afogado, morto de fome, encalhado, aprisionado, ferido ou desviado de qualquer outra maneira da missão de fornecer uma carga minúscula de material genético ao parceiro certo, no momento certo, a fim de perpetuar a única seqüência possível de combinações hereditárias capaz de resultar - enfim, espantosamente e por um breve tempo - em você.

Este é um livro sobre como isso aconteceu - em particular, sobre como passamos da total inexistência de tudo até a existência de algo e, depois, como um pouco daquele algo transformou-se em nós, e também sobre parte do que aconteceu naquele intervalo e desde então. É muita coisa a ser coberta, com certeza, daí o livro chamar-se *Breve história de quase tudo*, embora não o seja de fato. Nem poderia ser. Mas, com sorte, no final, teremos a impressão de que foi.

Meu ponto de partida, por insignificante que pareça, foi um livro de ciência ilustrado usado numa aula da quarta ou quinta série. Era um livro escolar convencional da década de 1950 - surrado, odiado, assustadoramente volumoso -, mas quase no início tinha uma figura que me cativou: um diagrama mostrando o interior da Terra como se você cortasse o planeta com uma faca gigante e retirasse cuidadosamente uma fatia representando cerca de um quarto de seu volume.

É difícil acreditar que houve uma época em que eu não tivesse visto esta figura, mas evidentemente havia, pois me lembro claramente de ter ficado atônito. Suspeito, com toda a franqueza, que meu interesse inicial foi despertado por uma imagem íntima de filas de motoristas, apanhados de surpresa ao viajarem para leste nos estados das planícies norte-americanas, mergulhando num súbito precipício de 6 440 quilômetros de altura estendendo-se entre a América Central e o pólo Norte, mas gradualmente minha

atenção voltou-se, de maneira mais escolar, para a importância científica do desenho e a percepção de que a Terra consistia em camadas separadas, terminando num centro com uma esfera ardente de ferro e níquel, tão quente como a superfície do Sol, de acordo com a legenda. E lembro de ter pensado com verdadeiro assombro: "Como é que eles sabem disso?".

Em momento algum duvidei da correção da informação - eu ainda tendo a confiar nas declarações dos cientistas, assim como confio nas dos cirurgiões, encanadores e outros detentores de informações privilegiadas -, mas eu não conseguia conceber como uma mente humana poderia saber o aspecto e a constituição de espaços que estavam a milhares de quilômetros sob a superfície, que nenhum olho humano jamais divisara e nenhum raio X conseguiria penetrar. Para mim, aquilo era simplesmente um milagre. Esta tem sido minha posição em relação à ciência desde então.

Empolgado, levei o livro para casa naquela noite e o abri antes do jantar - uma ação que espero tenha feito minha mãe medir a temperatura da minha testa e perguntar se eu estava bem. Comecei a ler da primeira página.

E agora vem a surpresa. O livro não era nem um pouco empolgante. Nem sequer era totalmente compreensível. O pior era que nem respondia às perguntas que a figura provocava em uma mente curiosa normal: como um Sol foi parar no meio do nosso planeta? E se ele está queimando lá em baixo, por que o solo não é quente? E por que o resto do interior não está derretendo (será que está)? E quando o núcleo terminar de queimar, parte da Terra desmoronará naquele vazio, abrindo um enorme buraco na superfície? E como se *sabem* essas coisas? *Como elas são descobertas?*

Mas o autor mantinha um estranho silêncio sobre tais detalhes - na verdade, um silêncio sobre tudo exceto anticlinais, sinclinais, falhas axiais e coisas do gênero. Era como se ele quisesse manter a parte agradável em segredo, tornando tudo aquilo tremendamente imperscrutável. Com o passar dos anos, comecei a suspeitar que aquele não era um caso isolado. Parecia haver uma conspiração universal entre os autores de livros escolares para assegurar que o material com que lidavam jamais se aproximasse do domínio do ligeiramente interessante e estivesse a léguas de distância do francamente interessante. Agora sei que felizmente existe uma série de escritores de ciência que escrevem textos lúcidos e emocionantes - Timothy Ferris, Richard Fortey e Tim Flannery são três que me vêm à mente só na letra F (e nem mencionei o falecido, mas magistral, Richard Feynman) -, só que infelizmente nenhum deles escreveu nenhum livro didático que eu chegasse a usar. Todos os meus foram escritos por homens (eram sempre homens) que achavam que tudo se tornava claro quando expressado por uma fórmula e acreditavam equivocadamente que as crianças dos Estados Unidos adorariam que os capítulos terminassem com perguntas para elas responderem nas horas vagas. Assim, cresci convencido de que a ciência era o supra-sumo do maçante, mas suspeitando de que não precisava ser, e sem realmente pensar nela na medida do possível. Essa também se tornou minha posição por um longo tempo.

Depois, bem mais tarde - uns quatro ou cinco anos atrás -, durante um longo vôo sobre o Pacífico, contemplando pela janela o oceano iluminado pela Lua, ocorreu-me, com certa intensidade desagradável, que eu nada sabia sobre o único planeta que eu chegaria a habitar. Eu ignorava, por exemplo, por que os oceanos eram salgados, mas os Grandes Lagos não eram. Não tinha a mínima idéia. Eu não sabia se, com o tempo, os oceanos ficariam mais ou menos salgados, e se o nível de salinidade deles era algo com que eu devesse me preocupar. (Fico satisfeito em contar que, até o final da década de 1970, os cientistas também ignoravam as respostas a essas perguntas. Eles simplesmente não falavam a respeito de forma muito audível.)

Claro que a salinidade do oceano representava apenas uma ínfima parte de minha

ignorância. Eu não sabia o que era um próton, ou uma proteína, ignorava a diferença entre um *quark* e um quasar, não entendia como os geólogos conseguiam olhar para uma camada de rocha no paredão de um cânion e dizer sua idade - em suma, eu nada sabia. Fui dominado por uma ânsia secreta e incomum de saber um pouco sobre essas questões e entender como as pessoas descobriram aquelas coisas. Este para mim continuava sendo o maior dos mistérios: como os cientistas descobrem os fatos. Como alguém *sabe* o peso da Terra, ou a idade das rochas, ou o que existe no centro do planeta? Como conseguem saber de que maneira e quando o universo começou e qual era seu aspecto? Como sabem o que ocorre dentro de um átomo? E por que cargas-d'água os cientistas parecem saber quase tudo, mas não conseguem prever um terremoto ou mesmo informar se devemos levar o guarda-chuva às corridas de cavalos na próxima quarta-feira?

Portanto, decidi que dedicaria parte de minha vida - foram três anos - à leitura de livros e revistas e à procura de especialistas bonzinhos e pacientes dispostos a responder a um monte de perguntas cretinas. A idéia era ver se seria possível entender e apreciar as maravilhas e realizações da ciência - surpreender-se com elas, até curtí-las -, num nível nem técnico ou difícil demais, nem muito superficial.

Essa era minha idéia e minha esperança, e é o que este livro pretende ser. De qualquer modo, temos um vasto terreno por percorrer e bem menos de 650 mil horas para fazê-lo. Começemos, pois!

PARTE I PERDIDOS NO COSMO

Estão todos no mesmo plano. Estão todos girando na mesma direção... É perfeito, veja bem. É deslumbrante. É quase misterioso.

Geoffrey Marcy, astrônomo, descrevendo o sistema solar

1. COMO CONSTRUIR UM UNIVERSO

Por mais que você se esforce, jamais conseguirá captar quão minúsculo, quão espacialmente modesto é um próton.

Um próton é uma parte infinitesimal de um átomo, que por sua vez é uma coisa insubstancial. Os prótons são tão pequenos que um tiquinho de tinta, como o pingo neste *i*, pode conter algo em torno de 500 bilhões deles, mais do que o número de segundos contidos em meio milhão de anos. Portanto, os prótons são exageradamente microscópicos, para dizer o mínimo.

Agora imagine que você possa (claro que isto é pura imaginação) encolher um desses prótons até um bilionésimo de seu tamanho normal, num espaço tão pequeno que, em comparação, um próton pareceria enorme. Agora compacte nesse espaço minúsculo uns trinta gramas de matéria. Ótimo. Você está pronto para iniciar um universo.

Estou pressupondo que você deseja construir um universo inflacionário. Se você prefere construir um universo mais convencional, do tipo *big-bang* comum, precisará de materiais adicionais. Na verdade, terá que reunir tudo que existe - cada partícula de matéria daqui até o limite do universo - e comprimir num ponto tão infinitesimalmente compacto que não terá nenhuma dimensão. Trata-se de uma singularidade.

Em ambos os casos, prepare-se para um verdadeiro *big-bang*. Naturalmente, você vai querer se retirar para um local seguro a fim de contemplar o espetáculo. Infelizmente,

não há local para onde se retirar, porque fora da singularidade não existe *local*. Quando o universo começar a se expandir, não estará se espalhando para preencher um vazio maior. O único espaço que existe é o espaço que ele cria ao se expandir.

É natural, mas errado, visualizar a singularidade como uma espécie de ponto grávido solto num vácuo escuro e ilimitado. Não há espaço, nem escuridão. A singularidade não tem nada ao seu redor. Não há espaço para ela ocupar, nem lugar para ela estar. Nem sequer podemos perguntar há quanto tempo ela está ali - se acabou de surgir, como uma boa idéia, ou se estava ali eternamente, aguardando com calma o momento certo. O tempo não existe. Não há passado do qual ela possa emergir.

E assim, do nada, o nosso universo começa.

Numa única pulsação ofuscante, um momento de glória por demais rápido e expansivo para ser descrito em palavras, a singularidade assume dimensões celestiais, um espaço inconcebível. No primeiro segundo dinâmico (um segundo ao qual muitos cosmologistas dedicarão suas carreiras tentando descrevê-lo em detalhes crescentes) são produzidas a gravidade e as outras forças que governam a física. Em menos de um minuto, o universo possui 1,6 milhão de bilhões de quilômetros de diâmetro e cresce a grande velocidade. Existe muito calor agora, 10 bilhões de graus, o suficiente para iniciar as reações nucleares que criam os elementos mais leves - principalmente hidrogênio e hélio, com uma pitada (cerca de um átomo em 100 milhões) de lítio. Em três minutos, 98% de toda a matéria existente ou que virá a existir foi produzida. Temos um universo. É um lugar da mais espantosa e gratificante possibilidade, e bonito também. E foi tudo produzido mais ou menos no tempo que se leva para preparar um sanduíche.

Quando ocorreu esse momento é objeto de discussão. Os cosmologistas há bastante tempo vêm discutindo se o momento da criação foi há 10 bilhões de anos, duas vezes essa cifra, ou um valor intermediário. O consenso parece estar se formando em torno de uns 13,7 bilhões de anos, mas essas coisas são notoriamente difíceis de medir, como veremos adiante. Tudo que se pode realmente dizer é que, em certo ponto indeterminado num passado bem remoto, por razões desconhecidas, surgiu o momento conhecido na ciência como $t = 0$. Estávamos a caminho.

Claro que existe muita coisa que não sabemos, e muito do que julgamos saber são descobertas recentes, inclusive a noção do *big-bang*. A idéia vinha pipocando desde a década de 1920, quando foi originalmente proposta por Georges Lemaître, um sacerdote e sábio belga, mas só se tornou uma noção ativa na cosmologia em meados da década de 1960, quando dois jovens radioastrônomos fizeram uma descoberta extraordinária e involuntária.

Seus nomes eram Arno Penzias e Robert Wilson. Em 1965, eles estavam tentando usar uma grande antena de comunicações de propriedade da Bell Laboratories, em Holmdel, Nova Jersey, mas foram incomodados por um ruído de fundo persistente - um zumbido constante e agitado que impossibilitava qualquer trabalho experimental. O ruído era incessante e disperso. Vinha de todos os pontos do céu, dia e noite, em todas as estações do ano. Durante um ano, os jovens astrônomos fizeram tudo que lhes ocorreu para localizar e eliminá-lo. Testaram todos os sistemas elétricos. Remontaram instrumentos, verificaram circuitos, sacudiram fios, removeram a poeira de plugues. Subiram até a antena e colocaram fita vedante em cada junção e rebite. Voltaram a subir à antena, com vassouras e escovões, e removeram cuidadosamente o que descreveram num artigo posterior como "material dielétrico branco", ou o que se conhece mais comumente como títica de pássaro. Nada do que fizeram funcionou.

Sem que eles soubessem, a menos de cinquenta quilômetros de distância, na Universidade de Princeton, uma equipe de pesquisadores, liderada por Robert Dicke,

vinha tentando descobrir exatamente aquilo de que eles com diligência procuravam se livrar. Os pesquisadores de Princeton perseguiram uma idéia que havia sido sugerida, na década de 1940, pelo astrofísico nascido na Rússia George Gamow. Segundo Gamow, se alguém perscrutasse o espaço a uma profundidade suficiente, encontraria alguma radiação cósmica de fundo remanescente do *big-bang*. Gamow calculou que, depois de atravessar a vastidão do cosmo, a radiação alcançaria a Terra em forma de microondas. Num artigo mais recente, ele chegou a sugerir um instrumento capaz de detectá-las: a antena da Bell em Holmdel. Infelizmente, nem Penzias, nem Wilson, nem ninguém da equipe de Princeton havia lido o artigo de Gamow.

O ruído que Penzias e Wilson estavam ouvindo era, sem dúvida, o mesmo ruído que Gamow postulava. Eles haviam encontrado o limite do universo, ou pelo menos da parte visível dele, a 145 bilhões de trilhões de quilômetros de distância. Eles estavam "vendo" os primeiros fótons - a luz mais antiga do universo -, embora o tempo e a distância os tivessem convertido em microondas, exatamente como Gamow previra no livro *Inflationary universe* [O universo inflacionário]. Alan Guth fornece uma analogia que ajuda a pôr essa descoberta em perspectiva. Se perscrutar as profundezas do universo for comparado a olhar a rua do alto do Empire State Building (o centésimo andar representando o agora e o nível da rua representando o momento do *big-bang*), na época da descoberta de Wilson e Penzias, as galáxias mais distantes até então detectadas estariam mais ou menos no sexagésimo andar, e as coisas mais distantes - os quasares - estariam mais ou menos no vigésimo. A descoberta de Penzias e Wilson trouxe nosso conhecimento do universo visível a 1,3 centímetro da calçada.

Ainda sem saber o que causava o ruído, Wilson e Penzias telefonaram para Dicke, em Princeton, e descreveram o problema na esperança de que ele pudesse sugerir uma solução. Dicke percebeu imediatamente o que os dois jovens haviam descoberto. "Pessoal, acabamos de ser passados para trás", ele informou aos colegas ao desligar o telefone.

Pouco depois, a *Astrophysical Journal* publicou dois artigos: um de Penzias e Wilson descrevendo sua experiência com o zumbido, o outro da equipe de Dicke explicando sua natureza. Embora não estivessem em busca da radiação cósmica de fundo, não soubessem o que era quando a encontraram e não descrevessem nem interpretassem seu caráter em nenhum artigo, Penzias e Wilson receberam o Prêmio Nobel de física em 1978. Os pesquisadores de Princeton obtiveram apenas manifestações de apoio. De acordo com Dennis Overbye, em *Lonely hearts of the cosmos* [Corações solitários do cosmo], nem Penzias nem Wilson entenderam a importância de sua descoberta até lerem a respeito no *New York Times*.

Aliás, a perturbação da radiação cósmica de fundo é algo que todos já experimentamos. Sintonize sua televisão em qualquer canal que ela não receba. Cerca de 1% da estática saltitante que você vê resulta desse remanescente antigo do *big-bang*. Da próxima vez que reclamar que não tem nada naquele canal, lembre-se de que você pode sempre assistir ao nascimento do universo.

[...]