

SUPER
INTERESSANTE

SALVADOR NOGUEIRA

EXTRATERRESTRES

ONDE ELES ESTÃO E COMO A
CIÊNCIA TENTA ENCONTRÁ-LOS.



DADOS DE COPYRIGHT

Sobre a obra:

A presente obra é disponibilizada pela equipe [Le Livros](#) e seus diversos parceiros, com o objetivo de oferecer conteúdo para uso parcial em pesquisas e estudos acadêmicos, bem como o simples teste da qualidade da obra, com o fim exclusivo de compra futura.

É expressamente proibida e totalmente repudiável a venda, aluguel, ou quaisquer uso comercial do presente conteúdo

Sobre nós:

O [Le Livros](#) e seus parceiros disponibilizam conteúdo de domínio público e propriedade intelectual de forma totalmente gratuita, por acreditar que o conhecimento e a educação devem ser acessíveis e livres a toda e qualquer pessoa. Você pode encontrar mais obras em nosso site: [LeLivros.site](#) ou em qualquer um dos sites parceiros apresentados [neste link](#)

"Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento, e não mais lutando por dinheiro e poder, então nossa sociedade poderá enfim evoluir a um novo nível."

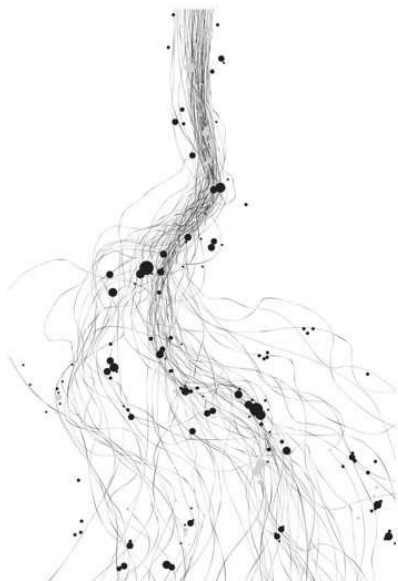




SALVADOR NOGUEIRA

~~EXTRATERRESTRES~~

ONDE ELES ESTÃO E COMO A
CIÊNCIA VAI ENCONTRÁ-LOS.



À minha avó Elisa e ao meu filho Salvador,
dois amores que vão além deste mundo.

SU
MÁ
RIO

Prefácio

Uma introdução às novas Terras

Pesquisas recentes demonstram, além de qualquer dúvida, que planetas similares ao nosso, possivelmente habitados, são extremamente comuns no Universo.

Capítulo 1

O peso da solidão cósmica

A humanidade só começou a pensar em alienígenas depois que Copérnico demonstrou que nosso mundo era apenas mais um. E desde então não paramos mais.

Capítulo 2

Extraterrestres equacionados

A probabilidade de encontrarmos inteligências fora da Terra é passível de cálculo. Só que precisamos adivinhar um monte de coisas para obter uma resposta.

Capítulo 3

A ciência da vida alienígena

Para compreender as chances de haver vida lá fora, primeiro devemos entender quais são as regras para seu surgimento, válidas em todas as partes do Universo.

Capítulo 4

Em busca dos (micróbios) ETs

Agências espaciais de vários países empreendem uma caça frenética a criaturas alienígenas em nosso Sistema Solar, ainda que sejam simples bactérias.

Capítulo 5

A verdade está lá fora

A descoberta de planetas em torno de outras estrelas que não o Sol reforçou a hipótese de que é quase impossível não haver mais biosferas na vastidão do cosmos.

Capítulo 6

Onde está todo mundo?

Se alienígenas são comuns, um dos maiores mistérios é compreender por que ainda não captamos nenhum sinal cientificamente verificável de sua existência.

Capítulo 7

A fantástica fábrica de alienígenas

Em laboratórios terrestres, cientistas mostram que a química da vida é flexível e pode assumir múltiplas formas, inclusive com versões “extraterrestres” de DNA.

Capítulo 8

Os deuses astronautas

Viajar entre as estrelas é difícil, mas não inviável. Considerando que a Terra tem 4,6 bilhões de anos, não é impossível que já tenhamos sido visitados no passado.

Capítulo 9

O fenômeno OVNI

Desde a década de 1940, temos relatos insistentes de aparições. No Brasil, aviões militares até perseguiram alguns desses estranhos objetos – e o mistério continua.

Capítulo 10

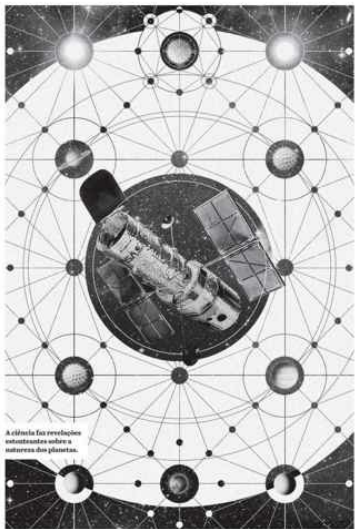
Eles já estão entre nós

A ficção científica tratou de produzir uma rica projeção de como podem ser os alienígenas. Independentemente de sua existência, eles já vivem no imaginário humano.

Capítulo 11

Coda: Seremos nós os alienígenas?

O que a busca por vida extraterrestre pode nos ensinar sobre o futuro da humanidade – e nossa responsabilidade conforme expandimos nossos domínios na Via Láctea.



A ciência faz revoluções
montando sobre a
natureza das planetas.

PREFÁCIO



UMA
INTRODUÇÃO
ÀS NOVAS
TERRAS

"Existem muitos mundos, ou há somente um único? Essa é uma das questões mais nobres e exaltadas no estudo da natureza."
SANTO ALBERTO MAGNO, século 13.

Uma introdução às novas Terras

Poucos trabalhos científicos me causaram um frio tão grande na espinha quanto um divulgado no dia 4 de novembro de 2013. Ele usava os dados do satélite Kepler para estimar a porcentagem de planetas de tamanho similar ao terrestre ao redor de astros parecidos com o Sol, numa órbita que pudesse preservá-los em estado habitável. Apresento logo de cara a conclusão: segundo o estudo estatístico, 22% das estrelas similares ao Sol têm ao menos um mundo rochoso como o nosso numa região do sistema planetário propícia à existência da vida. Na prática, uma Terra a cada cinco sóis. O trabalho, assinado por um trio de pesquisadores liderado por Geoffrey Marcy, o prestigiado caçador de planetas da Universidade da Califórnia em Berkeley, torna difícil aceitarmos a tese de que

estamos sós no Universo. Deixe essa conclusão assentar por alguns segundos antes de prosseguir com os detalhes. São de arrepiar.

Caçador de planetas desenvolvido pela NASA para buscar mundos além do Sistema Solar, o satélite Kepler passou três anos e meio apontado para a mesma região do céu, monitorando de forma praticamente ininterrupta cerca de 150 mil estrelas. Se a amostragem for representativa da nossa galáxia – e não há razão para crer que não seja –, podemos extrapolar esses dados para toda a Via Láctea.

O exercício vale a pena. Sabemos que as estrelas – imensas bolas de gás hidrogênio comprimidas por sua própria gravidade até que em seu interior os núcleos atômicos comecem a grudar uns nos outros, liberando grandes quantidades de energia – se distribuem em tipos relacionados à sua massa e temperatura, que por sua vez determinam sua luminosidade. São sete, as categorias: O, B, A, F, G, K e M. As do tipo O e B, azuis, são as maiores e mais raras, com mais de oito vezes a massa do nosso Sol. Elas são as que consomem muito depressa seu material para fusão nuclear e morrem em poucos milhões de anos, nas violentas explosões conhecidas como supernovas. Seu papel no surgimento da vida é indireto, mas fundamental: é nessas explosões que muitos elementos pesados essenciais à nossa existência são produzidos e espalhados pelo espaço, onde são reaproveitados.

O Sol, por sua vez, é uma estrela de tipo G – uma anã amarela bastante comum (quanto menor a massa de uma



estrela, mais predominante ela é).

No trabalho de Marcy e seus colegas, eles se limitaram a investigar estrelas dos tipos G e K – com algo entre metade e uma vez a massa do Sol, e que respondem por cerca de 20% de todas as estrelas da Via Láctea.

Estimativas conservadoras sobre nossa galáxia espiral – com seus aproximados 110 mil anos-luz de diâmetro – sugerem a presença de 100 bilhões de estrelas (embora há quem diga que ela tem até quatro vezes mais que isso). Ou seja, são pelo menos 20 bilhões de astros dos tipos G e K. Se 22% deles têm um mundo potencialmente habitável do tipo terrestre, estamos falando de 4,4 bilhões de planetas aptos ao surgimento da vida. Isso só em nossa galáxia. Tirando a média, o mais próximo desses planetas estaria a 12 anos-luz de distância – uma ninharia em termos astronômicos (mas não para nossas tecnologias atuais).

Mesmo se limitarmos mais os parâmetros aceitáveis para a vida – e os pesquisadores fizeram isso, excluindo órbitas que não tivessem aproximadamente um ano terrestre (entre 200 e 400 dias) –, temos que 5,7% dos sóis têm planetas habitáveis. E, ainda assim, terminamos com 1,1 bilhão de virtuais gêmeos terrestres.

Considere a probabilidade de você acertar os números da Mega Sena. Apostando em seis dezenas, a chance de acertar tudo é de 1 em 50 milhões. Agora imagine que um planeta habitável de fato desenvolver vida seja igualmente improvável. Ainda assim, teríamos 23 mundos habitados, só na Via Láctea.

Se extrapolarmos para o total de galáxias existentes no Universo observável – estima-se, grosseiramente, em 100 bilhões –, temos aí 2,3 trilhões de biosferas no cosmos. E isso supondo que a possibilidade de a vida surgir seja tão pequena quanto a de ganharmos na Mega Sena. A maioria dos cientistas que estudam o assunto tende a crer que o surgimento de formas biológicas seja bem mais corriqueiro que isso. E não custa lembrar que adotamos acima hipóteses bem conservadoras, calcadas em dados astronômicos reais.

Marcy e seus colegas deixam de fora, por exemplo, as estrelas anãs vermelhas (tipo M), que são ainda menores e mais comuns que as de tipo solar e, em tese, também podem abrigar mundos habitáveis. Sozinhas, elas respondem por 76% de todas as estrelas da Via Láctea.

Daí o meu frio na espinha. É possível que não só não estejamos sozinhos no Universo, como tenhamos os vizinhos bem próximos, a poucos anos-luz de distância.

Confesso: não foi a única vez que os resultados do Kepler tiveram um efeito embasbacante em mim. Essa também foi minha primeira reação quando William Borucki, cientista-chefe da missão da NASA, apresentou a primeira lista parcial de “candidatos a planeta” detectados por esse telescópio espacial, em fevereiro de 2011.

Lançado em 2009, o satélite identificava planetas ao detectar uma

momentânea redução de brilho de suas estrelas, conforme eles passavam à frente delas, com relação ao campo de visão. Sua detecção dependia, portanto, de um alinhamento apropriado do sistema planetário estudado – o que, por sua vez, levaria a um número reduzido de descobertas. Mesmo assim, uma imagem apresentada por Borucki falou mais do que mil palavras sobre o tamanho do sucesso do Kepler. Ela mostrava o número de planetas descobertos no campo de observação do satélite antes de seu lançamento, e as detecções que ele faria após meros quatro meses de observação científica. O salto foi de 3 planetas para 1.235 possíveis mundos detectados. E isso num único cantinho de céu, equivalente a 0,25% da abóbada celeste.

Eu fiquei a imaginar Giordano Bruno, o visionário filósofo italiano (de quem ainda falaremos bastante) que propôs, em pleno século 16, que cada estrela no céu era um sol, com sua própria família de planetas. Como ele se sentiria ao ver sua especulação confirmada mais de 400 anos depois?

Apesar de essas detecções serem apenas de “candidatos a planeta”, sabe-se que menos de 10% deles devem ser alarmes falsos. A imensa maioria é de fato o que parece. E a lista parcial de candidatos do Kepler divulgada em 2014 chegou a 3.845 objetos. O satélite teve um problema técnico grave em maio de 2013, que encerrou prematuramente o esforço de busca. Agora a NASA investe na possibilidade de usá-lo com uma nova estratégia de observação, que poderá gerar a descoberta de planetas em outras regiões do céu.

Seja como for, nunca as estatísticas astronômicas foram tão favoráveis à convicção de que a Terra não é um objeto especial no contexto do Universo. Daí, finalmente, não haver mais como sustentar a dúvida. Com toda probabilidade, não estamos sós.

Claro, essa é uma afirmação sólida, mas que ainda carece de qualificação mais precisa. Qual exatamente é a natureza das nossas companhias cósmicas espalhadas pelo Universo? Podemos estar cercados de civilizações avançadas? Só há vida simples lá fora? Os esforços de detecção de emissões de rádio por alienígenas inteligentes podem ter sucesso? Será que a vida mais próxima está tão distante que equivale a dizer que estamos, na prática, sozinhos? Por conta de dúvidas como essas, a maioria dos pesquisadores guarda cautela. É preciso ir além de simples cálculos de probabilidade, por mais bem calculados que estejam. Para o bem ou para o mal, até hoje nenhuma criatura extraterrestre foi estudada pela ciência, e nossas primeiras tentativas de encontrá-las fracassaram. Além disso, uma pequena revisão da história do pensamento sobre vida fora da Terra mostra que, desde que a ideia se firmou, no fim do século 16, cientistas de todas as épocas se julgaram no limiar de uma descoberta definitiva. Até agora, ela não veio.

O objetivo deste livro é apresentar essa grandiosa aventura científica – talvez a mais intrigante e importante da história da humanidade – em todas as suas

nuances. A começar pelo começo de tudo. De onde surgiu essa ideia de procurar ETs?



O céu e a Terra nunca
estão juntos ou separados
depois de Copérnico.

CAPÍTULO 1

⊕ PESO
DA SOLIDÃO
CÓSMICA

*"Não estamos sozinhos. Estamos solitários. Há uma grande diferença entre estar sozinho e sentir solidão."
PETER WARD, paleontólogo.*

O peso da solidão cósmica



Com o conhecimento atual, mesmo diante de perspectivas tão empolgantes, é impossível olhar para o céu e não se sentir oprimido por uma dúvida: há outros seres vivos além da Terra? Nosso planeta é um lugar especial, singular, ou apenas mais um dentre bilhões e bilhões de mundos pululando de vida, muitos dos quais abrigando espécies inteligentes? Quando olhamos para o céu, será que há

lá em cima alguém também trocando olhares conosco, visualizando nossa pequena estrela anã amarela e se perguntando se há alguém por aqui? É quase impossível não sentir o peso da solidão cósmica ao admirar o desconhecido representado pelas luzes celestes.

E, como o ser humano olha para o céu desde seu surgimento – estima-se que o *Homo sapiens*, versão mais inteligente de primata que já apareceu em nosso planeta, tenha pelo menos uns bons 200 mil anos –, poderíamos crer que essa dúvida nos persegue desde tempos imemoriais. Mas isso não é verdade. Durante a maior parte da existência humana, o céu não passou de um adereço, ou um palco para acontecimentos divinos, e se reservou à Terra o título de centro absoluto do Universo e ponto focal da Criação. Só se pode realmente pensar em alienígenas quando nosso mundo deixa de ter status privilegiado no contexto cósmico – e para isso acontecer é preciso, primeiro, derrubar o preconceito de que a Terra e o Céu são feitos de substâncias fundamentalmente distintas. Em seguida, temos de aceitar que vivemos num planeta dentre outros que orbitam ao redor de uma estrela, das tantas que existem no Universo. Esse processo só seria desencadeado de forma definitiva pelo trabalho do astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). Antes dele, nem fazia sentido especular sobre criaturas que poderiam habitar outros mundos – tão especiais (ou vulgares, como queira) quanto o nosso.

É bem verdade que houve quem, em tempos remotos, já pensasse nesses termos pluralistas. Na Antiguidade, filósofos de diversas localidades especularam sobre concepções de mundo que eliminavam – ao menos em teoria – a singularidade terrestre. Na Índia, no século 6 a.C., pensadores defenderam uma escola filosófica conhecida como “atomismo”. A versão mais conhecida dessa visão de mundo vem da Grécia Antiga, onde teria sido propagada por Demócrito de Abdera (460-370 a.C.), possivelmente absorvida de seu mestre Leucipo. Não se sabe se o atomismo grego é uma herança do indiano, sabidamente mais antigo, ou se surgiu independentemente. O que importa para nós é que, muito adiante de seu tempo, Demócrito já defendia que a natureza tinha dois princípios fundamentais: átomo e vazio. Os átomos seriam componentes indestrutíveis e irreduzíveis que criavam, por meio de movimentos e colisões, todas as coisas que observamos. O vazio dispensa grandes explicações: é a ausência de qualquer coisa.

E o que isso tem a ver com vida alienígena? “De acordo com esses celebrados senhores do Mediterrâneo, nosso mundo foi criado por um enxame de átomos que colidiram e coalesceram após chegar à vizinhança local, saídos de um submundo infinito”, explica o americano Seth Shostak, astrônomo do Instituto SETI, organização privada dedicada à busca por vida extraterrestre. “Mas, como se presumia que o número de átomos fosse infinito, e como apenas uma quantidade finita de átomos era necessária para construir o cosmos visível, esses

primeiros filósofos helênicos concluíram que um número ilimitado de cosmos paralelos deveria existir lá fora.”

Bacana. Mas convenhamos: isso ainda está muito longe da nossa noção moderna, pós-copernicana, de alienígenas. Demócrito e seus seguidores atomistas apenas sugeriam que outros universos poderiam surgir, separados para sempre de nós, e abrigar outras Terras como a nossa, habitadas por criaturas como nós. Mas, no nosso Universo, segundo os atomistas gregos, estaríamos para sempre sozinhos, com a Terra no centro de tudo que podemos ver e estudar. Nada muito revolucionário (pelo menos nesse aspecto em particular, embora o conceito de átomo comprovadamente estivesse muito à frente de seu tempo).

Mesmo essa visão semipluralista modesta não vingou diante de ideias ainda mais conservadoras que apareceriam depois. O atomismo seria atropelado na Grécia Antiga pela filosofia de Aristóteles (384-322 a.C.). Não há exagero em dizer que esse camarada foi o mais influente pensador da história da civilização. Sua concepção do Universo resistiu inabalada por nada menos que 20 séculos, preservada durante toda a Idade Média por sua consonância com os dogmas do cristianismo. O Universo de Aristóteles foi descrito em detalhes na obra *De Caelo* (Sobre os Céus) e era bem mais modesto e estático que o multiverso atomista de Demócrito e seus asseclas.

Aristóteles sugeriu que tudo em nosso mundo era composto por apenas quatro elementos – terra, água, fogo e ar – e cada qual tinha seu lugar natural, o que explicava sua extratificação, com o solo feito de terra, recoberto em parte por água, e ambos sob uma camada de ar, com o fogo sempre se lançando para cima, e nunca para baixo.

Esses seriam os constituintes básicos da chamada esfera sublunar – ou seja, o que havia da Lua para baixo. De lá para cima, as coisas seriam radicalmente diferentes. Tudo feito de um quinto elemento – o éter, sutil e perfeito, diferente das tranqueiras terrestres. É dele que seriam constituídos todos os objetos celestes, assim como as esferas cristalinas sólidas nos quais eles estavam afixados e que, ao girar, produziam os movimentos vistos no firmamento. Todos eles orbitavam em torno da Terra, firmemente postada no centro do Universo. E, a propósito, só havia um Universo.

Na superfície, parece até um conceito razoável. Muito mais fácil acreditar nisso do que na ideia propagada um pouco mais tarde por outro pensador grego, Aristarco de Samos (310-230 a.C.), que sugeriu que o Sol estava no centro do Universo, e a Terra era apenas mais um planeta a girar ao redor dele. Era a primeira vez, até onde sabemos, que alguém ousou proferir a hipótese heliocêntrica. Mas ela caiu em ouvidos surdos, diante do apelo intuitivo imediato do cosmos aristotélico, que ganharia seus contornos mais sofisticados no trabalho de Claudio Ptolomeu (90-168 d.C.), o famoso polímata de Alexandria, no Egito.

A seu glorioso livro, escrito em grego, o sábio deu o singelo nome de *Syntaxis*

mathematica, mas a obra acabou conhecida a partir da versão árabe do título: *Almagesto*—“O Maior”.

Combinando observações astronômicas detalhadas (que incluíam o mais completo catálogo estelar da Antiguidade, com cerca de mil estrelas) a um tratamento matemático sofisticado do universo geocêntrico, que permitia uma previsão mais ou menos acurada da posição dos planetas, Ptolomeu foi a última palavra no assunto por 1.400 anos. Mas não foi o alexandrino o responsável por transformar as ideias de Aristóteles em letra da lei. Esse papel coube à nascente Igreja Católica, que abraçou a filosofia aristotélica como complemento natural à pregação cristã.

Se parece estranho que uma religião nascida no Oriente Médio e propagada nas entranhas do decadente Império Romano fizesse uso das ideias de um filósofo pagão, basta lembrar que as premissas de Aristóteles, além de já serem populares na época, casavam perfeitamente com a teologia cristã. Para começo de conversa, o grego sugeria que o Universo precisava de um “primeiro motor imóvel” – algo que colocasse em andamento as engrenagens do cosmos e permitisse os fenômenos celestes tais quais eles se manifestam. Deus é uma ótima pedida nessa função.

Além disso, o cosmos geocêntrico à moda de Aristóteles era ideal para defender a singularidade da Terra na Criação. Temos aí uma sequência de esferas celestes cristalinas, como as camadas de uma cebola, em que se dispõem os planetas. A Terra ficava imóvel no centro, seguida por orbes que abrigavam, na ordem, Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Na última esfera estavam as estrelas ditas fixas (porque, diferentemente dos planetas, pareciam estar sempre na mesma posição, umas com relação às outras), e aí terminava o Universo – numa parede cristalina salpicada de estrelinhas. Um cosmos fechado e não muito grande.

Para terminar o cenário, uma distinção clara entre o terreno – mutável, decaído, composto pelos quatro elementos – e o celeste – sublime, divino, imutável, feito do misterioso éter. Uma imagem que casava muito bem, de forma literal até, com o “Reino dos Céus” cristão. (Talvez seja um resquício dessa ideia aristotélica da qualidade sublime e intocável do mundo celestial o que impeça muitas pessoas religiosas, ainda hoje, de acreditar que seres humanos visitaram a Lua.)

Uma estimativa feita por Ptolomeu do tamanho do Universo geocêntrico sugeriu que o diâmetro da última das esferas cristalinas, a das estrelas fixas, tinha cerca de 160 milhões de quilômetros – um pouco mais do que hoje sabemos ser apenas a distância entre a Terra e o Sol. Embora a descrição desse cosmos nos pareça atualmente de uma pequenez absurda, ela soou superlativa aos antigos, e mais do que adequada para defender a beleza da Criação divina – que tem a Terra e seus habitantes humanos como ponto central, e reserva a infinitude

somente para Deus, e não para o Universo que ele criou.

Estariamos todos plenamente satisfeitos com essa visão até hoje, não fosse um pequeno detalhe. Estava tudo errado. Tudinho. A popularidade de Aristóteles só foi sobrepujada pela quantidade de asneiras que ele escreveu sobre o mundo natural. Algumas, a propósito, de fácil contestação empírica – como as que dizem respeito ao movimento de projéteis. Uma hora alguém ia reparar. E a revolução que dali adviria nos permitiu calcar em bases científicas a grande questão que nos instiga até hoje.

Estamos sós no Universo?

Como vimos, a pergunta só passa a ter sentido uma vez que a Terra é convertida de corpo imóvel no centro do cosmos a apenas mais um planeta, de uma coleção deles girando ao redor do Sol. Esse salto conceitual coube a um clérigo polonês trepidante, que não se animou muito em contradizer o geocentrismo dogmático instaurado no cerne de sua fé católica. Seu nome: Nicolau Copérnico.

Nascido em Torun, em 1473, o nosso Nico era o mais jovem de quatro irmãos. Filho de uma família de mercadores, ele começou a carreira acadêmica na Universidade da Cracóvia. Foi lá que se familiarizou com a matemática e a astronomia, antes de iniciar sua vida religiosa. Amante da observação celeste, não custou para que percebesse a fragilidade do modelo geocêntrico. Mas um dos maiores empurrões na direção da teoria heliocêntrica (com o Sol no centro do sistema planetário), ironicamente, acabou sendo dado pela própria Igreja Católica.

Para o Vaticano, o céu tinha importância fundamental na formulação dos calendários, que permitiam determinar quando se comemoravam certas datas festivas, como a Páscoa. O calendário juliano, em vigor desde o tempo de Júlio César (100-44 a.C.), estava mostrando sinais de senilidade, na forma de desajustes cada vez maiores entre a data estipulada para a comemoração da Páscoa e o equinócio de março (momento do ano em que o dia e a noite têm aproximadamente a mesma duração). Na média, os avanços para solstícios e equinócios eram de apenas 11 minutos a cada ano no calendário juliano. Mas, depois de 15 séculos em vigor, esse pequeno efeito deixa de ser desprezível. A diferença acumulada já representava mais de dez dias.

Copérnico, a essa altura reconhecido como astrônomo de certa estatura, foi procurado em 1513 pelo bispo de Fossombrone, Paul de Midelburgo, para que desse sugestões de como ajustar a contagem dos dias (o que acabaria sendo feito apenas em 1582, pelo papa Gregório 13, dando origem ao calendário gregoriano, em vigor até hoje). Apesar de soterrado em obrigações administrativas na Catedral de Frombork, o polonês conduziu nessa época uma bateria de observações astronômicas, muitas delas presumivelmente em conexão com o problema do calendário. Foi nesse mesmo período que ele desenvolveu a primeira versão de sua teoria heliocêntrica, redigida num pequeno tratado de 40 páginas – conhecido como *Commentarioulus* –, que fez circular primeiro entre amigos e colegas.

Apesar de sua convicção pessoal e da boa recepção ao trabalho – inclusive em círculos católicos –, Copérnico sabia que o tema despertaria controvérsia. Mais que uma simples afronta a Aristóteles, ele parecia estar em flagrante contradição com trechos bíblicos, que descrevem Deus fazendo o Sol parar no céu. Se o Sol está imóvel no centro do Universo, como sugere Copérnico, o que fazer da

palavra divina, sugerindo que o astro-rei estava em movimento até que Deus ordenasse sua parada momentânea, a fim de ajudar Josué e os israelitas em uma batalha? Pergunta cabeluda naqueles tempos bicudos.

Copérnico logo encontrou seus críticos, não entre os católicos, mas entre os emergentes protestantes. Um de seus mais vocais opositores foi Martinho Lutero (1483-1546), líder da reforma religiosa que deixou o Vaticano em estado de alerta no século 16. Informações sobre as ideias do astrônomo polonês chegaram aos ouvidos dele, que teria dito à mesa do jantar:

“Há conversas de um novo astrólogo [sic] que quer provar que a Terra se move e gira, em vez do céu, do Sol, da Lua, como se alguém que estivesse se movendo numa carruagem ou num navio pudesse argumentar que estava parado e em repouso enquanto a Terra e as árvores andavam e se moviam. Mas é assim que as coisas são hoje em dia: quando um homem deseja ser esperto, ele precisa inventar algo especial, e a forma que ele faz precisa ser a melhor! O tolo quer virar toda a arte da astronomia de cabeça para baixo. Entretanto, como as Sagradas Escrituras nos dizem, Josué pediu que o Sol ficasse parado, e não a Terra.”

Temeroso de mais reações como essa, Copérnico sentou em cima de sua teoria durante três décadas. Seguiu coletando dados e se incomodou com o fato de que a hipótese heliocêntrica não era muito melhor que os antigos trabalhos ptolomaicos para prever a posição dos planetas – embora pouco tenha feito para tentar eliminar as discrepâncias. A motivação para sua teoria não era, no final das contas, promover um avanço preditivo na astronomia. O que ele queria era sugerir uma nova organização para o Universo. E essa nova ordem contradizia dois milênios de senso comum e contrariava dogmas cristãos enraizados, em meio a um período de dissidências religiosas. Que medo...

Não é à toa que o cônego polonês só decidiu seguir com a publicação de sua grande obra quando já estava prestes a bater as botas. Diz a lenda que Copérnico recebeu a primeira cópia do livro, intitulado *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Das Revoluções dos Orbes Celestes), em seu leito de morte, em 1543.

O conteúdo incendiário não passou despercebido pelo homem responsável pela preparação dos originais para publicação, o teólogo luterano Andreas Osiander.

“Na época, publicar um livro significava passar um tempo junto com o editor, acertando todos os detalhes”, conta o físico brasileiro Marcelo Gleiser, da Universidade Dartmouth, nos Estados Unidos. Isso exigiria viajar de Frombork a Nuremberg, onde se daria a impressão, e o velho Copérnico não tinha saúde para isso. O astrônomo então despachou seu único pupilo, Rheticus, para dar cabo do trabalho, mas o rapaz acabou expulso da cidade, após ter sua homossexualidade revelada. Em fuga, Rheticus deixou o manuscrito aos cuidados de Osiander. Para quê?

O luterano adicionou um prefácio anônimo, sem o consentimento de Copérnico, dizendo que o tratado não se propunha a descrever a realidade, mas meramente fazia uso de artifícios matemáticos para calcular os movimentos planetários. Se o autor chegou a ver o que fizeram do livro dele, é óbvio que não gostou. Mas o fato é que o prefácio “amaciou” o impacto da obra, que passou despercebida pelo radar religioso durante gloriosas sete décadas.

Contudo, alguns leitores mais astutos perceberam imediatamente o poder das ideias sustentadas por Copérnico. E a revolução copernicana daria, pela primeira vez, a oportunidade científica de pensar sobre vida extraterrestre. Afinal, se a Terra era apenas mais um mundo a girar ao redor do Sol, e era habitada por toda sorte de criaturas, por que não os outros planetas?

O princípio copernicano

“No centro de tudo fica o Sol. Sentado no trono real, ele comanda a família de planetas que gira em torno dele. (...) Encontramos nesse arranjo uma admirável harmonia do mundo.”

Assim escreveu Copérnico, nas primeiras páginas realmente dele em *De Revolutionibus* (sem contar o prefácio porco de Osiander). Cinco anos após a publicação dessas palavras, nascia em Nola, perto de Nápoles, um homem que, mais que qualquer outro, apreciaria a implicação da hipótese copernicana. Seu nome era Filippo Bruno, mas, ao entrar na Ordem Dominicana, aos 15 anos de idade, ele passou a ser chamado de Giordano.

De espírito inquieto e mente livre, o jovem noviço teve contato com a obra de Copérnico provavelmente na biblioteca do monastério de Santo Domingo. E talvez tenha sido um dos livros menos controversos que ele leu ali. Depois que foi pego anotando um tomo proibido de Erasmo de Roterdã (1466-1536), um defensor da tolerância religiosa e fonte inspiradora da reforma protestante, Bruno foi acusado de heresia e fugiu de Nápoles.

O filósofo passou sete anos perambulando, sempre um passo à frente da Inquisição Romana, até chegar à França, onde se tornou influente na corte de Henrique 3º, para depois passar outros dois anos na Inglaterra, amparado pelo embaixador francês. Lá ele teve contato com Elizabeth 1ª e chegou a trabalhar brevemente como espião para os ingleses, além de produzir suas obras mais influentes. Transitando entre os calvinistas e os anglicanos, e revelando livremente seus pensamentos incendiários, o italiano nada fez para aplacar a fúria crescente da perseguição católica.

Em 1584, Giordano Bruno redigiu o trabalho que revelou sua interpretação pessoal da obra copernicana: *De l'Infinito Universo et Mondi* (Sobre o Universo Infinito e Seus Mundos). Ali, ele deixou claro que a hipótese heliocêntrica era apenas um modesto ponto de partida. Em sua opinião, Copérnico não fora ousado ao explorar filosoficamente sua proposição. Para Bruno, o Sol nada mais é do que apenas mais uma estrela, das tantas visíveis no céu noturno. Sua aparência diferenciada seria uma ilusão provocada pela proximidade. “Há incontáveis sóis e uma infinidade de planetas que circulam em torno de seus sóis, como os nossos sete planetas circulam em torno do nosso”, escreveu Bruno.

O leitor pode estranhar a contagem de sete planetas, mas a Lua na época também era tratada como planeta e incluída na lista. Urano e Netuno, só visíveis ao telescópio, ainda não haviam sido descobertos. Portanto, Bruno ali se refere a Mercúrio, Vênus, Terra, Lua, Marte, Júpiter e Saturno. (Palavra originária do grego, “planeta” significa “errante”, e era usado em tempos geocêntricos para designar todos os corpos celestes que não seguiam o mesmo movimento padronizado das “estrelas fixas”. Com a revolução copernicana, os astrônomos

passaram a designar como planetas os objetos de grande porte orbitando em torno de estrelas. Somente em 2006, contudo, a União Astronômica Internacional produziu uma definição científica oficial de planeta, o que levou à recategorização de Plutão como planeta anão.)

O ousado pensador italiano também sugeriu que esses mundos sem fim, num Universo igualmente infinito, são habitados por criaturas similares às que vivem na Terra. De protagonista da Criação, nosso planeta foi rebaixado a mero figurante. Pior: a ideia criava problemas sérios para a teologia cristã. Como lidar com múltiplos mundos habitados e aceitar que Deus enviou à Terra seu único filho, Jesus Cristo, para redimir a humanidade? Nessa redenção, eventuais ETs estavam incluídos? Ou Jesus precisaria encarnar e se sacrificar em planeta após planeta para estabelecer o Evangelho entre todos os povos do Universo? E, se esse Universo é infinito, o trabalho de evangelização universal jamais estaria concluído?

Essas perguntas são complicadas do ponto de vista teológico até hoje, imagine naquela época. E um detalhe: elas figuravam entre as menos controversas levantadas por Bruno, com essa mania que ele tinha de pensar livremente. O filósofo questionou, por exemplo, o conceito da Santíssima Trindade (a noção de que Pai, Filho e Espírito Santo são igualmente divinos, sem subordinação entre eles). Outra briga que o ex-monge dominicano comprou com a Igreja foi a discussão sobre a eucaristia. A hóstia e o vinho de fato se transformam no sangue e no corpo de Cristo durante a comunhão ou meramente os representam? O tema já era controverso entre católicos e protestantes, e Bruno achou que podia chegar a um meio-termo que agradasse a ambos. Para substanciá-lo, jogou fora Aristóteles e foi buscar a noção atomista defendida por Demócrito, segundo a qual todas as coisas, no céu e na Terra, são feitas de átomos.

Para fechar a conta, Giordano Bruno também se meteu a estudar práticas de ocultismo e religiões pagãs. Tamanha foi a sanha da Igreja Católica de capturá-lo que montaram uma armadilha, com a ajuda de um nobre de uma das mais ilustres famílias de Veneza. Giovanni Mocenigo convidou o pensador a retornar de seu exílio para lhe ensinar sobre mnemônica (técnicas de memorização, estudadas a fundo por Bruno), em troca de uma vida de rei em seu palácio. Tudo não passou de pretexto para permitir o acúmulo de evidências de heresia e levá-lo a julgamento.

Bruno foi julgado primeiro em Veneza, em 1592, e depois, atendendo a pedidos insistentes do Vaticano, acabou extraditado para Roma. Seu julgamento pela Inquisição Romana foi interminável, de 1593 a 1600. Durante todo esse tempo, Bruno foi mantido preso e submetido a torturas (com que frequência e intensidade, ninguém sabe). Recusando-se a retratar e abjurar suas heresias, foi levado à fogueira em 17 de fevereiro de 1600.

Após a pronúncia da sentença, perguntaram ao condenado se ele tinha algo a

dizer. De joelhos, ele ergueu a cabeça, olhou para seus acusadores e disse, em alto e bom som: “Talvez o seu medo em passar esta sentença seja maior do que o meu em aceitá-la.”

Até o fim, um rebelde, Bruno estava disposto a dar a vida, se significasse levar suas ideias a novas alturas. O que de fato fez. Seu pensamento influenciou a visão dos primeiros cientistas modernos que ousaram especular sobre vida extraterrestre. Mas, por mais correta que fosse sua visão do Universo, ela era apenas uma especulação filosófica. Não muito diferente, aliás, do próprio trabalho de Copérnico, que ainda careceria de outros campeões para elevá-lo definitivamente ao status de consenso científico.

E, no entanto, a Terra se move

No começo de 1592, antes de ser finalmente capturado pela Igreja, Giordano Bruno passou pela cidade de Pádua. Lá, chegou a lecionar na universidade local, onde na mesma época um novo professor de geometria, mecânica e astronomia acabava de ser integrado aos quadros: Galileu Galilei.

Nascido em Pisa no dia 15 de fevereiro de 1564, Galileu de início estudou medicina, antes de embarcar numa aventura astronômica que levou Albert Einstein (1879-1955) a chamá-lo de “o pai da ciência moderna”. Em Pádua, não há registro que confirme que Galileu e Bruno se conheceram e conversaram, mas é quase certo que o pisano tenha sido influenciado pelas ideias do colega de Nola. “Galileu pode ter lido Bruno muito antes de o segundo ser condenado, e a semelhança entre certas passagens em Galileu e em Bruno que lidam com o lugar da Terra no Universo é tão grande que pode não ter sido incidental”, afirmou o estudioso germano-americano Paul Oskar Kristeller (1905-1999).

Uma diferença marcante entre os dois é que Galileu tinha um espírito prático e reducionista – essencial ao desenvolvimento do nascente método científico. A questão da infinitude do Universo, tão cara a Bruno, Galileu julgava pura perda de tempo. “A razão e meus poderes mentais não me permitem conceber nem a finitude, nem a infinitude”, disse o cientista.

Com esse nível de praticidade, o pisano elevou a teoria heliocêntrica além das especulações filosóficas, fornecendo evidências experimentais contundentes de sua correção. Para isso, o astrônomo lançaria mão, pela primeira vez, de um telescópio refrator (a popular luneta) para a observação celeste.

Não foi o italiano o pioneiro na construção de um instrumento desse tipo. Na verdade, ele só se interessou pelo assunto depois de ouvir dizer que um holandês – Hans Lippershey – havia tentado patentear em 1608 um instrumento que usava lentes para enxergar mais longe. Com base na descrição crua, e em seus já sofisticados conhecimentos de óptica, Galileu construiu suas próprias lunetas em 1609. A melhor delas permitia um aumento de 30 vezes, suficiente para uma série de descobertas como nunca antes havia se visto na história da astronomia.

Em menos de um ano, Galileu revelou que há mais estrelas fixas no céu do que aquelas identificáveis a olho nu e que a Via Láctea (aparentemente uma mancha nebulosa que cruza o céu de ponta a ponta, na verdade o disco de nossa galáxia) é composta por estrelas, densamente agrupadas. Mas, mais importante, o astrônomo descobriu quatro satélites girando ao redor de Júpiter.

Foi a primeira confirmação experimental de que ao menos alguns dos objetos celestes não orbitavam ao redor da Terra. Ponto para Copérnico. A descoberta das “estrelas mediceanas”, assim batizadas em homenagem à poderosa família Médici, da Toscana, foi publicada em março de 1610 num pequeno livro intitulado *Sidereus Nuncius* (Mensagem das Estrelas). O puxa-saquismo deu certo

(os Médicos passaram a financiar o trabalho de Galileu), mas só até certo ponto. As quatro maiores luas de Júpiter no final perderam o título de “mediceanas” e acabaram conhecidas como “satélites galileanos”, em homenagem a seu descobridor.

Um achado ainda mais contundente em favor do heliocentrismo seria feito por Galileu em setembro de 1610, quando o cientista usou a luneta para constatar que Vênus tem fases, como as da Lua. Isso só podia significar que aquele planeta orbitava ao redor do Sol, como predizia Copérnico. Além disso, as observações telescópicas revelaram que a Lua tinha montanhas, vales e planícies, como a Terra – muito longe de ser uma esfera etérea e perfeita, como sugeria Aristóteles. A batata do geocentrismo estava assando.

Católico fervoroso, Galileu ficou genuinamente preocupado com o impacto das novas descobertas sobre a credibilidade da Igreja. Cartas que ele trocou entre 1613 e 1616 mostram essa preocupação, defendendo que não pode haver discrepância entre duas verdades para ele indubitáveis: a da palavra divina e a da natureza. Portanto, o perigo de fato reside não num confronto direto entre as duas, mas num erro na interpretação de uma e de outra. Defensor do método experimental, Galileu apontava que a investigação científica era o melhor meio de lançar luz sobre as controvérsias. Uma vez revelada a verdade natural, ela ajudaria os clérigos a interpretar corretamente o texto bíblico, sem risco de, por assim dizer, deixar o bebê religioso escorrer pelo ralo junto com a água do banho de dogmas.

A preocupação do cientista é que o copernicanismo fosse declarado herético e, uma vez comprovado verdadeiro pela ciência, lançasse sob suspeita o valor da Bíblia. “Não seria talvez senão sábio e útil parecer não acrescentar à Escritura outros artigos sem necessidade, além dos concernentes à salvação e ao fundamento da Fé, contra cuja firmeza não há perigo algum de que possa surgir jamais doutrina válida e eficaz”, escreveu o cientista em 1615.

De nada adiantou. Cega por seus próprios dogmas e confiante em seu poder, a Igreja Católica incluiu em 1616 a obra de Copérnico ao *Index Librorum Prohibitorum*—a lista de livros proibidos—, onde já estavam todos os trabalhos de Giordano Bruno desde 1603.

Galileu não se conformou e dedicou mais de dez anos de sua vida preparando a obra definitiva de defesa do copernicanismo. Alertado para não falar de Copérnico, exceto na condição de hipótese, o italiano fez tudo menos isso. Publicado em 1632, *Dialogo Sopra i Due Massimi Sistemi del Mondo* (Diálogo sobre os Dois Principais Sistemas de Mundo) contrapôs o Universo geocêntrico de Ptolomeu (e por tabela Aristóteles) ao heliocêntrico de Copérnico, apresentando um vencedor claro. Estruturada como uma série de conversas entre três personagens, a obra tinha como defensor do geocentrismo um sujeito meio toscão chamado Simplicio. O papa Urbano 8º ficou convencido de que o

paspalho do livro era uma versão satirizada de si mesmo, o que foi a gota d'água para que Galileu, a exemplo de Bruno, fosse levado a Roma diante da Inquisição para julgamento por heresia.

O cientista sabia que de nada adiantaria bancar o mártir e ser queimado na fogueira, como seu predecessor, e acabou abjurando e repudiando todas as heresias que pudesse ter cometido, além de prometer jamais proferir qualquer nova defesa do copernicanismo. Escapou da morte, mas ganhou em 1633 uma sentença de prisão perpétua domiciliar. Mesmo idoso, Galileu seguiu contribuindo com a ciência e morreu, cego, em 1642. Reza o mito que, após confessar e abjurar todas as suas heresias, Galileu sussurrou a seus inquisidores: *E ppur si muove*. “E, no entanto, ela se move”, referindo-se à Terra.

A matemática dos planetas

Ainda restava um problema sério a ser resolvido para que a teoria heliocêntrica fosse aceita de uma vez: ela não era muito melhor que o geocentrismo de Ptolomeu para prever as posições dos astros no céu. Ambas faziam uso de um recurso artificial, que consistia em colocar círculos em torno de círculos (os chamados epiciclos) para melhorar o poder preditivo. Mas ninguém podia acreditar que os astros seguissem aqueles trajetos malucos, girando ao redor de um ponto numa órbita que também girava ao redor do centro do sistema, fosse ele a Terra ou o Sol. O sistema heliocêntrico com órbitas circulares ensinava um uso mais parcimonioso desse recurso, mas ainda assim Copérnico precisou lançar mão dele para atingir o mesmo poder preditivo do antigo modelo geocêntrico.

A solução desse enigma veio de um astrônomo arrojado, que nunca teve medo de especular. Johannes Kepler (1571-1630) era um entusiasta das descobertas de Galileu. Mas, ao mesmo tempo em que o italiano revolucionava a astronomia observacional, o alemão fazia descobertas teóricas fundamentais para decifrar o enigma dos movimentos do Sistema Solar.

Kepler estudou na Universidade de Tübingen, no final do século 16, onde entrou em contato com a teoria copernicana e se convenceu de sua veracidade. Em 1600, conseguiu a oportunidade de ir trabalhar com o famoso astrônomo dinamarquês Tycho Brahe. Em Benátky, próximo a Praga, Tycho faria as mais espetaculares observações a olho nu das posições dos planetas. Kepler mais tarde usaria esses dados para decifrar os movimentos desses astros.

Em 1609, ele encontrou a razão pela qual Copérnico tropeçava em suas previsões: os planetas não seguiam órbitas circulares, como todo mundo pensava, mas ovais – elípticas. O Sol também não ficaria exatamente no centro do sistema, mas em um dos focos da elipse.

Ao mesmo tempo, Kepler também descobriu que planetas varrem áreas iguais dentro da elipse em tempos iguais. Na prática, isso quer dizer que um planeta anda mais depressa quando está mais perto do Sol, e mais devagar quando está mais distante.

Essas são as famosas duas leis de Kepler, que finalmente colocaram a teoria copernicana funcionando como um relógio suíço. Mais tarde, o astrônomo alemão ainda descobriria uma terceira lei, publicada em 1619: o quadrado do período orbital de um planeta é proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol. Essa equação simples é usada até hoje por cientistas para calcular as órbitas de mundos fora do Sistema Solar!

Àquela altura, Kepler enterraria não só o velho geocentrismo, mas também o sistema de mundo alternativo criado por seu antigo mestre. Tycho havia proposto um modelo maluco, em que os planetas giravam ao redor do Sol, que por sua vez

orbitava a Terra, ainda parada no centro do Universo. Só mesmo numa época complicada como aquela para achar essa opção bacana. Venceu, ao fim, o heliocentrismo. E, mesmo sem as ideias radicais de Bruno, segundo as quais todas as estrelas tinham sua família de planetas, muitos astrônomos se viram obrigados a defender a hipótese de que outros mundos ao redor do Sol deviam ser habitados por alienígenas.

Especulações científicas

Desde o século 17, todos os pensadores têm partido de duas premissas filosóficas para defender a existência de outros mundos habitados. Uma delas é o princípio copernicano, também conhecido como *princípio da mediocridade*, sobre o qual já discorremos: se a Terra é apenas mais um planeta, de uma coleção completa que gira ao redor do Sol, não há razão, a priori, para supor que ela é especial e é o único abrigo para a vida.

O segundo princípio, muito mais delicado, é de ordem teleológica. Parte do pressuposto – fundamentalmente religioso – de que o Universo foi construído de forma metódica seguindo um propósito definido. De acordo com essa premissa, a descoberta das luas de Júpiter, por si só, seria evidência de que há gente vivendo naquele planeta.

Johannes Kepler pensava desse jeito. Na cabeça dele, Deus não teria criado as luas jovianas para observação humana porque Galileu precisou de uma luneta e muita atenção para encontrá-las. Na cabeça do alemão, a função pretendida pelo divino Criador para os satélites galileanos era óbvia. Nossa Lua brilha para nós, na Terra. Da mesma maneira, as luas de Júpiter devem brilhar em benefício dos habitantes daquele planeta. Seguindo essa mesma lógica, todos os planetas deveriam ter vida e, possivelmente, luas.

Uma conclusão ousada, mas com limites. Ao considerar o ser humano a suprema criação divina, o alemão sugere que Deus teria colocado nosso planeta no local certo do Sistema Solar – recebendo a quantidade exata de calor do Sol – para permitir a existência das “mais nobres criaturas racionais”: nós.

Kepler passou muito perto de expressar um conceito astronômico moderníssimo na busca por planetas com vida fora do Sistema Solar: a zona de habitabilidade, onde um mundo recebe a quantidade adequada de radiação para manter água em estado líquido em sua superfície. Mas o astrônomo alemão também deu belas bolas fora. Seu trabalho mais detalhado em matéria de alienígenas foi a especulação de que há vida – e criaturas inteligentes – na Lua.

Pela primeira vez na história da astronomia, Kepler tinha observações telescópicas que permitiam concluir, sem sombra de dúvida, que o solo lunar não era muito diferente do terrestre, com todas as irregularidades que lhes são peculiares. Entre as marcas mais características distinguíveis nos estudos conduzidos por Galileu em 1610 estavam estranhos buracos circulares – as crateras. Para Kepler, aquelas formações geometricamente exatas não podiam ser obra da natureza. Em vez disso, seriam construções artificiais erigidas para proteger os habitantes lunares da intensa insolação a que eram submetidos. Os selenitas construiriam cidades inteiras no subsolo, e usariam o refúgio seguro da sombra das crateras quando precisassem vir à superfície.

As ideias sobre a Lua e sua habitabilidade já estavam na cabeça de Kepler

havia muito tempo. Em 1593, ele escreveu um pequeno tratado a respeito enquanto estava em Tübingen, usando-o para defender a causa heliocêntrica. Controverso demais, acabou engavetado. Mas, depois que Galileu expôs suas descobertas telescópicas, em 1610, Kepler recobrou a coragem e escreveu sua obra ficcional “baseada em fatos reais”. É o que muitos consideram o primeiro livro de ficção científica da história. *Somnium* (Sonho) narra a aventura de Duracotus, um rapaz que é expulso de casa por Fiolxhilde, sua mãe, e vaga pelo mundo até conseguir um trabalho sob a tutela do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe. Após cinco anos de observações com Tycho, Duracotus decide voltar para casa. Encontra sua mãe feliz por revê-lo e conta a ela tudo que aprendeu sobre a Lua com o venerável cientista. Fiolxhilde então revela que já sabia de tudo isso e muito mais, instruída pelo “demônio da Lavania” – o espírito da Lua. Ela diz que a criatura tem o poder de transportá-los até a superfície lunar, oferta que se torna irrecusável para Duracotus. Levados em uma jornada de quatro horas, Duracotus e Fiolxhilde são recebidos pelo “demônio” na Lua e então instruídos sobre a astronomia e a biologia lunares.

A exemplo do que havia feito Copérnico com seu *Commentariolus*, o alemão fez circular algumas cópias do *Somnium* em 1611. E aí viu o sonho se transformar em pesadelo quando as autoridades interpretaram o relato como sendo autobiográfico, para suportar a acusação de que a mãe de Kepler, Katherine, praticava bruxaria. Deixando todo o resto de lado, o astrônomo passou a se dedicar à defesa de sua mãe, e a obra de ficção só viria a ser publicada postumamente, em 1634.

Galileu, com a atitude científica madura que sempre marcou seu pensamento, observou atentamente a Lua durante décadas e nada viu que corroborasse as ideias de Kepler. No clássico *Sidereus Nuncius*, que apresenta seus primeiros desenhos lunares feitos com a ajuda da luneta, o italiano nada fala sobre vida extraterrestre. Mais de duas décadas depois, em 1632, ele sai do silêncio para se mostrar cético, ao dizer que não acredita que ervas, plantas ou animais similares aos nossos habitassem a Lua, ou que chuvas, ventos ou tempestades ocorressem lá. Ele também julgou improvável que alienígenas inteligentes vivessem no satélite, como defendia Kepler. Galileu limitou-se apenas a não descartar a possibilidade de criaturas lunares de um tipo inimaginável por nós. Um ceticismo admirável, ainda mais naquele tempo: num mundo de efervescência especulativa, Galileu evitou desvios, com medo de perder a defesa do copernicanismo ao associá-la a afirmações que não passavam de especulações.

O mesmo tipo de cautela mostrou Sir Isaac Newton (1642-1727), o cientista inglês que conseguiu reunir os grandes trabalhos de Kepler e Galileu por meio de uma lei física universal: a gravitação. Embora suas teorias acerca do movimento, tanto terrestre como celeste, tenham rapidamente se tornado a pedra angular da física de seu tempo, o carrancudo e brilhante pensador se absteve de escrever

em livro o que pensava sobre a possibilidade da existência de extraterrestres, ou mesmo de outros mundos além daqueles do Sistema Solar. Pressionado pelo reverendo Richard Bentley, Newton sugeriu que as estrelas pudessem servir como centros de atração para outros sistemas planetários – endossando a visão pioneira de Bruno –, sem no entanto cruzar a fronteira que separa a possibilidade da existência de outros mundos e o fato de serem ou não habitados.

Apesar da postura ponderada de gente como Galileu e Newton, a maioria absoluta dos astrônomos preferia levar ao pé da letra o princípio copernicano e defender a existência de vida em toda parte.

Um dos maiores divulgadores dessa ideia, no final do século 17, foi o escritor francês Bernard le Bovier de Fontenelle (1657-1757). Em 1686, ele publicou o best-seller *Entretiens sur la Pluralité des Mondes* (Diálogos sobre a Pluralidade dos Mundos). Na forma de conversas travadas durante cinco noites estreladas entre um filósofo culto e uma inteligente marquesa, o livro resume o que a maioria dos cientistas pensava a respeito de vida extraterrestre.

De saída, Fontenelle, por meio de seu filósofo, descarta a proposição teleológica de que o Universo inteiro foi criado para o uso exclusivo da humanidade. Aliás, o autor procura deixar Deus de fora da conversa tanto quanto possível, substituindo-o por um conceito mais abstrato: a natureza e suas leis.

Na segunda noite, a marquesa quer saber sobre as possibilidades de existência de criaturas lunares. O filósofo aponta as semelhanças de terreno entre a Terra e seu satélite natural como prova suficiente de que deve haver vida na Lua. Para falar da natureza desses seres, Fontenelle lança mão das ideias de Kepler, os abrigos subterrâneos sob crateras. A marquesa demonstra intensa curiosidade sobre o aspecto dessas formas de vida, ao que o filósofo responde que humanos e selenitas devem travar contato em breve. Ele considera bem possível que os terráqueos construam máquinas capazes de levá-los até a Lua e, caso isso se prove complicado demais, serão os habitantes lunares que desenvolverão os meios para vir até aqui. Ele usa como exemplo o fato de que os nativos da América jamais esperavam que Colombo lá aportasse um belo dia.

Conforme as conversas evoluem, o assunto muda da vida lunar para a que existe em outros planetas. Fontenelle, por meio de seu filósofo, afirma que é impossível, com os telescópios da época, enxergar quaisquer detalhes reveladores em mundos mais distantes, como Vênus ou Júpiter. Ainda assim, isso não quer dizer que eles sejam desabitados. Ele recorre à metáfora propiciada por outro instrumento óptico: o microscópio. Àquela altura, já se sabia da existência de minúsculas criaturas que vivem na Terra e eram invisíveis sem a ajuda desse aparelho. Da mesma maneira, não é porque não vemos sinais de vida em outros planetas que eles não seriam povoados.

Apesar da falta de observações seguras sobre os planetas, Fontenelle ousa discutir algo a respeito deles em função da distância que guardam do Sol. De

acordo com o autor francês, a natureza da vida em Mercúrio, o planeta mais próximo do astro-rei, seria bem diferente da encontrada em Júpiter, submetida a um frio congelante. Aqui mais uma vez se cristaliza a noção de que a distância que o planeta guarda de sua estrela é fundamental, ainda que Fontenelle se permita imaginar que o Universo é suficientemente criativo para permitir a existência de vida, de um tipo ou de outro, em todos os lugares.

O escritor francês era um argumentador astucioso e produziu uma obra estupenda, mas lhe faltava uma qualidade: ele não era cientista. Coube ao astrônomo holandês Christiaan Huygens (1629-1695) produzir o livro que seria a principal referência científica sobre o tema de vida extraterrestre durante praticamente todo o século 18 – ainda que hoje suas ideias soem um tanto quanto antiquadas. Responsável por descobertas importantes, como a maior lua de Saturno, Titã, e o estudo intensivo de seus anéis, Huygens dedicou os últimos dez anos de sua vida a escrever *Kosmotheoros*. Publicada em 1697, a obra apresentava uma série de “conjecturas prováveis” sobre a existência de fauna e flora em outros planetas.

A conclusão a que o holandês chegou, com base nos argumentos teleológicos de sempre, é de que Deus criou o Universo com um propósito, que não era unicamente servir aos humanos. Por isso, Ele teria concebido outros planetas, para o uso e benefício de outros habitantes racionais do cosmos. Num ponto, contudo, Huygens destoava de outros entusiastas da vida extraterrestre, como Fontenelle: ele não via sinal algum de criaturas lunares. Rejeitando a hipótese de que as crateras eram construções alienígenas (grandes demais para terem sido produzidas por vias artificiais), o astrônomo apontava que os melhores telescópios falharam em encontrar qualquer sinal de água em solo lunar. Além disso, o satélite natural parecia desprovido de atmosfera. Sem ar e sem água, fica difícil.

Confrontado com o mistério teleológico da criação da Lua, se não para habitação, o holandês concedeu que talvez houvesse plantas e animais lá, “mas esses são meros palpites, ou melhor, dúvidas”. Em compensação, com relação aos planetas do Sistema Solar, Huygens se mostrou entusiasmado e convicto. Sem nenhuma observação capaz de suportar suas ideias – salvo, talvez, a determinação, feita por ele, de que Marte tem um período de rotação de aproximadamente 24 horas, como o terrestre –, o holandês afirma que não só esses mundos são habitados por criaturas inteligentes, como elas também devem ter estrutura corporal parecida com a nossa, organização social similar e até mesmo se dedicam à arte da astronomia!

Ele também aponta o que um crítico poderia dizer a respeito dessa falta de imaginação, e usa como contra-argumento a chegada dos europeus à América. Após navegar um oceano de distância, os exploradores encontraram no Novo Mundo seres humanos e animais bem similares aos existentes do outro lado do Atlântico. (Hoje sabemos que esse argumento não para em pé, mas fazia sentido

no fim do século 17.)

E a tradição de imaginar alienígenas em toda parte continuou, mesmo com o avanço dos telescópios. Sir William Herschel (1738-1822) desenvolveu equipamentos cada vez maiores, e um dos intuítos era encontrar sinais de vida extraterrestre. Em maio de 1776, o famoso astrônomo britânico anunciou ter visto grandes áreas de vegetação na Lua. Ele também se entusiasmou pela velha hipótese de Kepler de que as crateras fossem construções de uma civilização lunar e convocou os astrônomos a fazer um censo completo de todas as estruturas circulares no satélite, de forma que fosse possível identificar alguma nova cratera “construída” no futuro. O delírio era tanto que o astrônomo classificou os círculos lunares em três categorias: metrópole, cidade e vila.

Ao ver calotas polares e estações do ano em Marte, Herschel ficou ainda mais convencido de que o planeta vizinho também era habitado. Aliás, para ele, praticamente todos os corpos celestes tinham formas de vida. Até mesmo o Sol! O astrônomo inglês alegava que a estrela era quente só no lado de fora, e em seu interior criaturas podiam curtir um clima ameno e levar sua vida tranquilamente. Só havia um lugar em que o cientista descartava por completo a possibilidade de criaturas vivas: os cometas. (Ironia das ironias: hoje alguns cientistas renomados, como o físico britânico Freeman Dyson, acreditam que esses objetos feitos de gelo e rocha são candidatos a abrigar formas simples de vida; sabe-se pelo menos que eles contêm todos os ingredientes essenciais.)

Essas viagens na maionese perpetradas por nossos históricos heróis da astronomia costumam ficar de fora de suas biografias sumárias apresentadas em livros escolares. Sobre Herschel, as únicas coisas de que ouvimos são sobre como ele descobriu o planeta Urano, em 1781 – o primeiro a ser identificado com a ajuda do telescópio – e fez avançar as tecnologias de observação astronômica, produzindo catálogos detalhados de estrelas e descobrindo a radiação infravermelha. Essa paranoia alienígena de “vida em toda parte” acabou sendo varrida para debaixo do tapete, apesar de ter servido como uma das grandes motivações de seu trabalho científico.

Durante o século 19, o grande foco da busca por sinais de vida alienígena saiu da Lua e foi parar em Marte, que supostamente possuía canais artificiais de irrigação construídos por uma civilização moribunda. Essas lendas, defendidas primeiro pelo italiano Giovanni Schiaparelli (1835-1910), em 1877, e depois pelo americano Percival Lowell (1855-1916), resistiram pelo menos no imaginário popular até o início da era espacial, em meados do século 20. Foi nessa época que o ser humano finalmente atingiu a proficiência tecnológica prevista por Fontenelle, desenvolvendo os meios necessários para visitar a Lua. Mas os astronautas não encontraram nenhum selenita para recebê-los por lá. A exploração robótica dos outros planetas revelou mundos muito diferentes da Terra. Nem toda esperança de encontrar seres vivos em outras partes do Sistema

Solar se esvaiu, como veremos adiante, mas a essa altura já está claro que uma estimativa baseada somente no princípio copernicano (“somos apenas mais um planeta, entre muitos”) não sustenta a hipótese de um Universo cheio de vida. E o fato de que os cientistas preservam até hoje argumentos teleológicos para defender a existência de alienígenas também não ajuda.

Um dos maiores “campeões” da vida extraterrestre no século 20 foi o astrônomo americano Carl Sagan (1934-1996). Embora tenha pregado a vida inteira em favor do pensamento racional e cético diante de um “mundo assombrado pelos demônios”, ele também já foi vítima, ainda que sutil, do pressuposto teleológico, ao se apropriar de uma citação do filósofo escocês Thomas Carlyle (1795-1881) em um simpósio realizado na Universidade de Boston na década de 1970. “Se elas [as estrelas] não são habitadas, que desperdício de espaço.” Como se o propósito do Universo fosse a habitação por criaturas vivas. É um preconceito fácil de compreender – sendo nós seres vivos –, mas difícil de justificar racionalmente.

Parece haver uma compulsão, ao olhar para o céu, de encontrar lá nossos iguais. O que pode muito bem não corresponder à realidade. Quando conversei com o astrônomo americano Donald Brownlee, da Universidade de Washington em Seattle, ele comentou sobre essa desconexão que há entre o que se espera, a partir do princípio copernicano, e o que temos de fato lá fora.

“Muitos vão pensar que o propósito da natureza é produzir planetas como a Terra, e o propósito dos planetas como a Terra é a evolução de pessoas”, afirma. “E isso é complicado, a natureza produz todo tipo de planeta. E, mesmo quando a vida evolui, não há nenhuma preferência para evoluir até pessoas.”

Não é à toa que os entusiastas da vida alienígena, Carl Sagan incluído, a partir da década de 1960 – a mesma época em que se consolidaram as maiores desilusões com relação à vida no Sistema Solar –, decidiram “temperar” o princípio copernicano com estatísticas mais realistas. Se o Universo claramente não está aí só para abrigar planetas como a Terra e conduzir à evolução de pessoas como nós, em qual porcentagem dos casos – em meio às incontáveis estrelas mencionadas por Giordano Bruno – há a esperança de encontrarmos vida e, quiçá, uma civilização alienígena?

A resposta definitiva, ainda não temos. Mas pelo menos já existe uma equação matemática que dá cabo de formular essa pergunta crucial.



A evolução de cada
civilização: o contato
ou a autodestruição.

CAPITULO 2




EXTRATERRESTRES
EQUACIONADOS

*"Duas possibilidades existem: ou estamos
sozinhos no Universo ou não estamos.
Ambas são igualmente assustadoras."
ARTHUR C. CLARKE, escritor.*

Extraterrestres equacionados

Em novembro de 1961, um grupo de 11 cientistas brilhantes se reuniu em Green Bank, na Virgínia Ocidental, Estados Unidos, para discutir um tema no mínimo pouco ortodoxo: “vida extraterrestre inteligente”. O evento foi proposto por J. Peter Pearman, da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, para “examinar, à luz do conhecimento atual, as perspectivas de existência de outras sociedades na galáxia com as quais comunicações poderiam ser possíveis; tentar estimar seu número; considerar alguns dos problemas técnicos envolvidos no estabelecimento de comunicação; e examinar modos pelos quais nossa compreensão do problema possa ser melhorada”.

Apesar do caráter informal e do pequeno número de participantes, a reunião



representava a nata da sociedade científica. Para que se tenha uma ideia do nível do encontro, o menos prestigiado dos acadêmicos presentes era um jovem astrônomo de 27 anos, ainda em seu pós-doutorado, chamado Carl Sagan. Para organizar a reunião, Pearman contou com a colaboração do radioastrônomo Frank Drake, que no ano anterior havia conduzido a primeira busca sistemática de sinais de rádio contendo mensagens de origem extraterrestre. Entre abril e julho de 1960, o cientista havia usado o radiotelescópio do Observatório Nacional de Radioastronomia de Green Bank para observar as estrelas Tau Ceti e Epsilon Eridani, ambas relativamente próximas e similares em idade e tamanho ao nosso Sol. Durante seis horas por dia, Drake apontaria a enorme antena de 26 metros na direção de cada uma das estrelas e procuraria emissões na frequência de 1,42 gigahertz. Essa sintonia foi escolhida por Drake porque era a mesma emanada pelo hidrogênio – o elemento mais abundante do Universo – no espaço interestelar. Considerando que esse comprimento de onda, 21 centímetros, era relativamente livre de interferência cósmica, exigia pouca energia para transmissão e atravessava com facilidade atmosferas similares à terrestre, o cientista supôs que seria o escolhido por alienígenas inteligentes para enviar mensagens a seus potenciais vizinhos.

Podia ser um chute no escuro, mas pelo menos seres inteligentes de proveniência terrestre pensavam mais ou menos do mesmo jeito. Em 19 de setembro de 1959, o italiano Giuseppe Cocconi e o americano Philip Morrison,

ambos então ligados à Universidade Cornell, nos Estados Unidos, escreveram um artigo para a prestigiosa revista científica *Nature* sugerindo a “busca por comunicações interestelares” na mesma frequência escolhida de forma independente por Drake no ano seguinte. Os alvos também foram parecidos. Cocconi e Morrison queriam que a busca começasse por observações de Tau Ceti, 02 Eridani, Epsilon Eridani e Epsilon Indi.

Sabendo do tamanho da controvérsia que seria tratar cientificamente a busca por civilizações alienígenas, os autores do artigo dedicam o último parágrafo a se defender.

“O leitor pode querer consignar essas especulações totalmente ao domínio da ficção científica. Propomos, em vez disso, que essa linha de argumentação demonstra que a presença de sinais interestelares é inteiramente consistente com tudo que sabemos, e que, se os sinais estiverem presentes, os meios para detectá-los estão agora à disposição. Poucos negarão a profunda importância, prática e filosófica, que a detecção de comunicações interestelares teria. Nós, portanto, sentimos que um esforço discriminado por sinais merece uma atenção considerável. A probabilidade de sucesso é difícil de estimar; mas, se nunca buscarmos, a chance de sucesso é zero.”

Em dois dedos de prosa, Cocconi e Morrison apresentaram a justificativa clássica para todos os esforços hoje coletivamente conhecidos como SETI (Busca por Inteligência Extraterrestre, na sigla em inglês). Não que os financiadores governamentais de pesquisa concordem com eles.

Drake, sem saber do artigo da dupla, seguiu os mesmos passos, com seu esforço de observação de Tau Ceti e Epsilon Eridani. Ele também não era ingênuo de imaginar que obteria sucesso imediato, o que fica demonstrado pelo nome que deu à tentativa: Projeto Ozma. A inspiração era a obra literária de L. Frank Baum, escritor que supostamente mantinha comunicação com Oz por rádio para então escrever o que se passava naquela terra mágica e distante. Mas Drake ficou surpreso ao ouvir, logo no primeiro dia de observação, 8 de abril de 1960, um sinal forte e pulsado. “Será possível que é tão fácil assim?”, perguntou-se o radioastrônomo, num misto de pavor e empolgação.

Acabou que era só um sinal produzido por uma aeronave militar secreta, o primeiro de uma longa lista de falsos positivos colecionados pela SETI nas últimas cinco décadas. “Mas claro que não identificamos isso até algumas semanas mais tarde, e naquele momento ficamos muito empolgados. Não podíamos acreditar no tamanho da nossa sorte.”

Encerrado após cerca de 200 horas acumuladas de escuta de Tau Ceti e Epsilon Eridani, o Projeto Ozma fracassou em estabelecer contato com alienígenas. Mas despertou a atenção da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, o que motivou Pearman a promover a conferência de Green Bank. Naturalmente, Cocconi e Morrison foram convidados a participar.

Além de Pearman, Drake, Cocconi, Morrison e Sagan, estiveram presentes Dana Atchley, especialista em comunicações que colaborou com o Ozma; Melvin Calvin, bioquímico que identificou o papel da clorofila na fotossíntese e foi agraciado com o Prêmio Nobel em Química exatamente durante a reunião; Su-Shu Huang, astrônomo sino-americano que naquela época foi um dos primeiros a conduzir análises detalhadas dos tipos de estrelas capazes de permitir o surgimento da vida; John Lilly, médico e neurofisiologista que se engajou numa tentativa de compreender a linguagem dos golfinhos; Bernard Oliver, fundador da Hewlett Packard que nos anos 80 se tornaria o chefe do programa SETI na NASA; e Ott o Struve, astrônomo russo-americano, diretor do Observatório de Green Bank e entusiasta da hipótese de vida inteligente fora da Terra.

A Ordem do Golfinho

No começo da reunião, depois que os convidados se sentaram e tomaram um cafezinho, Frank Drake foi à lousa e escreveu:

$$N = R^* fp ne fl fi fc L$$

Mal sabia ele que estava escrevendo uma das mais famosas equações da história da ciência, que perdia em apelo somente para $E = mc^2$, do inigualável Albert Einstein. Drake tinha ambições muito mais modestas. Para ele, a expressão matemática era praticamente conversa de bar. Sêrio. Reza a lenda que uma das primeiras vezes que essa sequência de fatores foi escrita aconteceu num *pub* defronte à Universidade do Arizona. O estabelecimento, chamado 1702, tem a tradição de deixar os clientes escreverem em suas paredes, e Drake não teria perdido a chance (pelo menos de acordo com os funcionários do bar).

O objetivo da equação era dar um norte ao primeiro encontro científico sobre civilizações alienígenas. “Conforme eu planejava a reunião, percebi alguns dias antes que precisaríamos de uma agenda. Então eu escrevi todas as coisas que alguém precisa saber para prever quão difícil será detectar vida extraterrestre. E olhando para elas ficou bem evidente que, se você multiplicasse todas, você obteria um número N , que é o número de civilizações detectáveis em nossa galáxia. Isso era focado na busca por rádio, e não em procurar formas de vida primitivas”, recontou o cientista, durante um debate promovido pela NASA em 2003.

A equação de Drake, como acabou conhecida, é basicamente uma sequência de probabilidades que ajudou – e ainda ajuda – pesquisadores ligados à busca por extraterrestres a compreender a complexidade da questão. Ela reúne, em forma matemática simples, estimativas de astronomia, biologia e sociologia. Para perceber isso, basta uma olhada no significado de cada um dos termos:

R^* é a taxa anual de produção de estrelas na Via Láctea, a nossa galáxia.

fp é a fração de estrelas que têm planetas.

ne é o número de planetas habitáveis por sistema planetário.

fl é a fração de planetas habitáveis que efetivamente desenvolvem vida.

fi é a fração de planetas vivos que desenvolvem vida inteligente.

fc é a fração de planetas com vida inteligente que atingem o estágio tecnológico necessário para se comunicar por rádio com outras civilizações.

L é o tempo de vida médio de uma civilização comunicativa.

Nos dias subsequentes, Drake e seus colegas discutiram detidamente cada um dos termos. Como se podia esperar, quanto mais se avança na equação, mais complicado se torna estimar números para colocar nela.

O grupo, que se autoproclamou a Ordem do Golfinho – inspirado pelos

trabalhos de Lilly, que sugeriam que esses cetáceos poderiam ser uma segunda espécie inteligente a emergir na Terra –, duelou com a equação em busca de uma resposta.

R^* é o número que causa menos controvérsia e o único que já permitia uma estimativa mais ou menos segura em 1961, pois exige basicamente dividir o total de estrelas presentes na Via Láctea pela idade da galáxia. Mas a Ordem do Golfinho optou por uma estimativa conservadora, restringindo-se apenas àquelas estrelas similares ao Sol. Imaginava-se que só para essas estrelas o Sistema Solar – o único conhecido na época – pudesse ser um exemplo típico, o que teria implicações importantes na estimativa dos termos seguintes. Por isso, para aquele grupo pioneiro de cientistas, $R^* = 1$ estrela por ano.

O termo f_p era, na época, bem mais controverso, uma vez que nenhum planeta fora do Sistema Solar havia sido descoberto ainda. Os cientistas tinham de se escorar nas teorias disponíveis para explicar a formação dos nossos planetas e então extrapolar isso para as demais estrelas. O grupo preferiu mais uma vez ser conservador, imaginando que apenas de 20% a 50% das estrelas acabavam abrigando planetas – uma estimativa baseada na suposição de que somente estrelas solitárias, como o Sol, minoria na galáxia, tinham estabilidade suficiente para ter um sistema planetário. Estrelas binárias ou trinárias então eram tidas como inadequadas (conclusão que foi contestada por pesquisas recentes). Daí a estimativa de que f_p ficava entre 0,2 e 0,5.

Para n_e , a Ordem do Golfinho nem sabia por onde começar e não chegou a um consenso. Usando o exemplo fornecido pela Terra, eles podiam afirmar que um planeta por sistema seria adequado, mas até cinco poderiam ter condições para a vida. Segundo o grupo, n_e ficaria em algum lugar entre 1 e 5.

E aí, conforme deixamos o campo da astronomia para mergulhar na biologia, os chutes começam a ser ainda menos calibrados. Ironicamente, quanto mais controverso, mais facilmente os membros da Ordem do Golfinho começaram a convergir para um número de consenso. Sem levar em conta quaisquer complexidades envolvidas nos processos que conduzem à origem da vida, eles se calcaram no registro fóssil terrestre para fazer sua estimativa. Os sinais mais antigos de vida na Terra remontam a quase 4 bilhões de anos atrás – a mesma época em que o ambiente planetário teria se estabilizado e se tornado favorável à atividade biológica. O fato de que isso se deu com relativa rapidez fez os cientistas imaginarem que, uma vez que as condições certas se apresentam, a vida logo aparece. De forma destemida, calcularam que $f_l = 1$. Ou seja, em todos os lugares em que a vida pode surgir, ela acaba aparecendo.

O item seguinte diz respeito a vida complexa e inteligente. Enviesados pelo exemplo terrestre, que sabidamente possui uma civilização tecnológica e pode ter pelo menos mais um grupo de espécies inteligentes (os cetáceos, segundo as controversas pesquisas de Tully), os membros da Ordem do Golfinho

imaginaram que a inteligência era um desfecho natural da evolução biológica. Para eles, $f_i = 1$. Otimismo a toda prova.

Já o termo f_c foi um dos que causaram maior debate entre os membros da Ordem do Golfinho. Segundo Morrison, a história humana sugeria que a emergência de sociedades tecnológicas poderia ser um fenômeno convergente. As antigas civilizações na China, no Oriente Médio e na América apareceram independentemente e seguiram linhas gerais de desenvolvimento similares. Ainda assim, ao fim das contas elas trilham caminhos diferentes, e não estava claro quais seriam os impulsores dessas mudanças sociais e dos progressos tecnológicos.

Um exemplo: embora os chineses tenham desenvolvido tecnologias como a pólvora, a bússola, o papel e a imprensa bem antes dos europeus, isso não os conduziu à exploração do Novo Mundo, ao Renascimento ou à Revolução Industrial. Ou seja, a expansão de uma civilização não depende apenas de seu desenvolvimento tecnológico, mas também de um fator de escolha. Os chineses optaram por não navegar e colonizar o mundo, embora estivessem em posição para fazê-lo muito antes dos europeus.

Da mesma maneira, é impossível prever se uma civilização tecnológica, além de poder, decidirá efetivamente transmitir mensagens para as estrelas – um empreendimento para lá de especulativo. Por conta disso, a Ordem do Golfinho imaginou que apenas 10% a 20% de todas as civilizações tecnológicas se dispõem a tentar comunicação interestelar.

Restava o último – e mais importante – fator da equação: L , o tempo de vida médio de uma civilização comunicativa. Isso causava imensa apreensão entre os membros da Ordem do Golfinho. Drake acreditava que o número total de civilizações estava atrelado indissolavelmente a seu tempo de vida. Se houvesse espécies inteligentes muito longevas, elas acabariam se acumulando pela galáxia, mesmo que sua ocorrência fosse bem rara. Por outro lado, se civilizações comunicativas se autodestruíssem logo após atingir esse estágio, mesmo que elas fossem comuns, provavelmente jamais encontraríamos outra, nem estaríamos por aqui por muito tempo para procurá-las.

Philip Morrison temia muito por isso, depois de ter trabalhado no Projeto Manhattan, que levou à criação das primeiras bombas atômicas, durante a Segunda Guerra Mundial. Ele apontou durante a reunião que os humanos desenvolveram radiotelescópios e foguetes interplanetários mais ou menos na mesma época em que criaram as armas de destruição em massa. Talvez as sociedades alienígenas seguissem o mesmo caminho, tornando-se visíveis ao resto do Universo na mesma época em que adquiriam o poder de autodestruição. Morrison sugeriu que, se o tempo de vida médio de uma civilização comunicativa fosse de dez anos, provavelmente jamais encontraríamos alguém lá fora. Essa era, para ele, a principal razão para procurarmos ETs: caso encontrássemos

algun, isso por si só seria motivo de esperança para os humanos. Pelo menos alguém lá fora teria conseguido sobreviver à “adolescência tecnológica”.

Carl Sagan era bem menos pessimista. Ele acreditava ser muito possível que uma civilização encontrasse estabilidade global e prosperidade antes ou mesmo depois de desenvolver armas de destruição em massa. Essas sociedades evoluiriam para explorar os recursos naturais de seu sistema planetário e poderiam ser virtualmente “imortais”, alcançando uma sobrevivência em escala astronômica – centenas de milhões a bilhões de anos.

Entre o pessimismo de Morrison e o otimismo de Sagan, a Ordem do Golfinho estimou o valor de L entre mil e 100 milhões de anos.

Adotando os valores mais pessimistas das estimativas da Ordem do Golfinho, temos a seguinte solução:

$$N = 1 \times 0,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,1 \times 1.000$$

$$N = 20 \text{ civilizações comunicativas na Via Láctea.}$$

Trata-se de um número modesto, que coloca a SETI em posição difícil. Afinal de contas, se por um lado havia alguém transmitindo lá fora, a chance de encontrarmos uma das 19 sociedades alienígenas (sendo a de número 20 a nossa!) em meio a 100 bilhões de estrelas era bem baixa.

Em compensação, usando as estimativas mais otimistas, teríamos:

$$N = 1 \times 0,5 \times 5 \times 1 \times 1 \times 0,2 \times 100.000.000$$

$$N = 50 \text{ milhões!}$$

Quando um grupo de cientistas se reúne para estimar uma determinada quantidade e, após alguns dias de reunião, conclui que esse valor gira entre 20 e 50 milhões, temos de admitir que o pessoal não está muito seguro da resposta. De forma surpreendente, esse é sem dúvida um dos grandes apelos da equação de Drake. Ela não responde nada, só permite que cada um coloque suas próprias estimativas a fim de calcular o tamanho da nossa solidão cósmica. Mais que um cálculo sobre alienígenas, ela ficou famosa como uma expressão do tamanho de nossa ignorância. Apesar disso, diversos cientistas se arriscaram a realizar esse exercício desde 1961.

O otimista e o pessimista

A solução mais entusiástica da equação de Drake parece ser a produzida pelo cientista russo Iosif Shlovskii e pelo astrônomo americano Carl Sagan, no clássico livro *A Vida Inteligente no Universo*, publicado em 1966.

Eles adotam uma interpretação mais ampla para R^* , sugerindo que praticamente todas as estrelas – salvo aquelas muito grandes, com vida útil estimada em poucos milhões de anos – podem ser incluídas na equação de Drake. Arredondando os números (100 bilhões de estrelas na Via Láctea, nascidas nos últimos 10 bilhões de anos), eles chegam a $R^* = 10$.

Para *fp*, eles atribuem o valor 1, pois estão certos de que o desfecho natural do nascimento de uma estrela é a produção de um sistema planetário (os estudos atuais parecem corroborar essa hipótese). Para *ne*, adotam o valor do Sistema Solar: 1 planeta habitável por sistema. Esse valor pode até ser considerado conservador para Sagan, que nunca abandonou a esperança de encontrarmos vida em Marte. Para *fl*, de novo o valor 1. Sempre que a vida pode surgir, ela surge, argumenta a dupla. Para *fi*, um falso pessimismo: 0,1. Ou seja, a cada dez planetas com vida, apenas um produz seres inteligentes. Pode parecer conservador, mas poucos biólogos concordariam com essa estimativa – muito exagerada, eles diriam. Para *fc*, eles também atribuem o valor de 0,1, indicando que nem sempre uma civilização tecnológica evolui para se tornar comunicativa.

Multiplicando tudo, temos $N = 10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,1 \times 0,1 \times L = 0,1 \times L$

Ou seja, sem estimar *L*, eles podem afirmar que a cada dez anos surge uma nova civilização comunicativa na galáxia! Se usarmos o entusiasmo de Sagan, que sugere que sociedades desse tipo podem sobreviver tranquilamente por 10 milhões de anos, temos que há 1 milhão de civilizações disparando sinais de rádio galáxia a fora!

Mas para cada entusiasmado há um pessimista inveterado. Em 2000, o paleontólogo Peter Ward e o astrônomo Donald Brownlee escreveram o livro *Sós no Universo?*, sugerindo que planetas similares ao nosso – supostamente necessários ao surgimento de vida complexa e multicelular – seriam incomuns ao extremo, solapando quaisquer resultados otimistas para a equação de Drake.

Em seu livro, eles sugerem que diversos fatores são importantes, como a posição do sistema planetário na galáxia (nem muito perto do centro galáctico, onde há muita radiação, nem muito longe, onde há baixa quantidade de elementos pesados para a fabricação de planetas) e o tipo de estrela em torno da qual o mundo orbita (não pode ser grande demais, pois esgota seu combustível e explode antes que a vida tenha tempo de evoluir, e não pode ser pequena demais, caso em que o planeta localizado na estreita zona habitável da estrela estará travado gravitacionalmente, mostrando a mesma face para a estrela o tempo todo, com metade sob perpétua luz e metade sob uma sombra eterna).

Além disso, o mundo teria de manter estabilidade ambiental por um longo período de tempo, ter o tamanho certo para possuir atividade tectônica (que é fundamental para manter o ciclo do carbono e produzir um campo magnético que proteja a superfície de radiação cósmica) e adquirir uma lua de grande porte, capaz de estabilizar seu eixo de rotação. Essas coisas todas tornariam muito improvável encontrarmos um planeta similar à Terra com uma biosfera tão rica quanto a nossa, argumentam os cientistas.

Somente esses aspectos, que incidem sobre a equação de Drake nos termos *ne*, *fl* e *fi*, já tornariam qualquer discussão sobre a busca de outra civilização inócua. De acordo com Ward e Brownlee, a fração de planetas habitáveis que chegam a ter vida animal seria de 0,00000000001. Mesmo que você multiplique esse número por outros fatores bastante otimistas, ainda assim seria obrigado a concluir que devemos estar sozinho na Via Láctea.

E a coisa ainda piora. O prestigiado biólogo Ernst Mayr (1904-2005) considera o salto que parte de vida animal elementar para vida inteligente tão complicado quanto, se não for ainda mais difícil. “A elaboração do cérebro dos hominídeos começou menos de 3 milhões de anos atrás, e a do córtex do *Homo sapiens* ocorreu apenas há cerca de 300 mil anos. Nada demonstra melhor a improbabilidade da origem de alta inteligência do que o fato de que milhões de linhagens filogenéticas fracassaram em atingi-la”, afirmou Mayr, em um célebre debate com Carl Sagan sobre o valor da pesquisa SETI, em 1995.

Mayr segue adiante para atribuir números a essa singularidade humana. “Se há 30 milhões de espécies vivas hoje, e se a expectativa média de vida de uma espécie é de 100 mil anos, então pode-se postular que houve bilhões, talvez até 50 bilhões de espécies desde a origem da vida. Apenas uma delas atingiu o tipo de inteligência necessária para estabelecer uma civilização.”

Adotando, portanto, uma probabilidade da ordem de uma em 1 bilhão para o surgimento de vida inteligente, somos novamente obrigados a concluir que não haverá transmissões de rádio alienígenas que possamos detectar.

Em resposta a Mayr, Sagan admite aquilo que qualquer olhada mais séria para a equação de Drake mostra: apesar de sua popularidade, ela é pouco informativa.

“A noção de que podemos, por argumentos apriorísticos, excluir a possibilidade de vida inteligente nos planetas possíveis dos 400 bilhões de estrelas da Via Láctea soa estranha aos meus ouvidos. Ela me lembra uma longa série de preconceitos humanos que nos colocavam no centro do Universo, ou diferentes não só em grau mas em qualidade do resto da vida na Terra, ou mesmo afirmavam que o Universo foi produzido para nosso benefício. A começar por Copérnico, foi demonstrado que cada um desses preconceitos não tinha mérito. No caso da inteligência extraterrestre, admitamos nossa ignorância, coloquemos de lado argumentos a priori, e usemos a tecnologia que somos afortunados de ter para tentar de fato encontrar a resposta. Isso seria, penso eu, o que Charles Darwin –

que foi convertido da religião ortodoxa para a biologia evolutiva pelo peso das evidências observacionais – teria defendido.”

E assim prossegue a pesquisa SETI, em busca de qualquer sinal de possíveis inteligências alienígenas que ajude a colocar estatísticas reais na equação de Drake. Enquanto isso não acontece, somos obrigados a lidar cientificamente apenas com os fatores mais conhecidos e usar os desconhecidos como elementos de contemplação. Com efeito, Drake jamais presumiu responder quantas civilizações existem na Via Láctea. Sua equação foi só um instrumento – extraordinariamente bem-sucedido – para permitir que os cientistas refletissem sobre a natureza da vida e seu contexto no Universo.

Em resposta ao desafio central proposto pela equação, vários pesquisadores produziram versões alternativas que julgavam ser mais adequadas para uma estimativa concreta do nível de presença de inteligências na Via Láctea. Glen David Brin, da Universidade da Califórnia em San Diego, por exemplo, sugeriu em 1983 que a equação deveria levar em conta os efeitos de colonização interestelar por civilizações avançadas, cada uma com uma velocidade de expansão v e um tempo de vida L . O resultado é um conjunto de três equações ligadas entre si. Já o russo Aleksandr Zaitsev sugeriu, em 2005, que um novo fator deveria ser incluído, para levar em conta qual a fração das sociedades comunicativas – como nós – que de fato se engaja na transmissão de sinais a sistemas vizinhos. Os humanos têm sido notoriamente tímidos nesse aspecto, embora algumas mensagens específicas tenham sido direcionadas ao espaço cósmico. E esses são apenas dois exemplos. Mais recentemente, Nicolas Glade, da Universidade Joseph Fourier, na França, e seus colegas sugeriram a necessidade de um tratamento estatístico mais rigoroso e que levasse em conta o fator tempo para a obtenção de resultados relevantes com a equação de Drake.

Enquanto isso, outros astrônomos preferem “comer pelas beiradas” e abordar o problema a partir de observações que não dependam da colaboração de civilizações comunicativas. Para nossa felicidade, uma versão adaptada (e mais contida) da equação de Drake sugere que eles podem chegar a uma conclusão já na próxima década.

Uma proposta modesta

A astrofísica canadense Sara Seager começou a estudar atmosferas de planetas fora do Sistema Solar muito antes que elas pudessem ser investigadas por meios observacionais. Trabalhando com modelos teóricos, ela tenta compreender que forma podem ter os invólucros de ar dos estranhos e diferentes mundos que existem lá fora. Trata-se de uma pesquisa da maior importância, e uma das perguntas que a pesquisadora vem se fazendo é: que tipo de assinatura química poderia ser detectada num planeta que tivesse vida?

Olhando para a Terra, mesmo de uma imensa distância, astrônomos alienígenas poderiam concluir que há vida por aqui. Para isso, basta ver que nossa atmosfera está bem longe do equilíbrio químico, o que só pode ser justificado por algum tipo de atividade biológica. Os 20% de oxigênio molecular que compõem o nosso ar só estão lá porque formas de vida capazes de fotossíntese reabastecem constantemente a atmosfera com o precioso gás que habilita nossa respiração. Além disso, astrônomos extraterrestres poderiam encontrar sinais de quantidades representativas de vapor d'água na nossa atmosfera, indicando o importante fato de que se trata de um planeta “molhado”, com um ciclo hidrológico. Considerando a importância da água como solvente para reações químicas ligadas à vida (ao menos como a conhecemos), esse seria outro indício da biosfera terrestre.

Seager concentrou seus estudos, conduzidos no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), na investigação de assinaturas similares que pudessem ser detectadas em planetas fora do Sistema Solar, e finalmente está chegando o dia em que o ar desses estranhos mundos poderá ser estudado.

Ela faz parte do grupo de cientistas envolvidos com a missão TESS, a ser lançada pela NASA em 2017. Sigla para Transit Exoplanet Survey Satellite, o projeto deve caçar planetas rochosos – similares, ao menos em porte, à Terra – em torno de estrelas próximas, em todas as regiões do céu. De certa forma, trata-se de uma continuação do trabalho do satélite Kepler, sobre o qual já falamos um pouco, e muitos dos pesquisadores envolvidos com a espaçonave lançada em 2009 estarão a bordo do novo projeto. O objetivo é identificar os mil “melhores” planetas de pequeno porte, para a realização de futuras sondagens de sua atmosfera.

O estudo do ar de exoplanetas só pode ser feito de maneira indireta. Ele exige que o mundo a ser investigado passe à frente da sua estrela, de forma que parte da luz estelar atravesse a borda da atmosfera e carregue consigo as “assinaturas” dos gases que ela contém. Alguns planetas excepcionalmente favoráveis a esse tipo de observação já tiveram componentes da atmosfera identificados com o Telescópio Espacial Hubble, mas é tudo ainda muito incipiente. Para investigar a sério planetas de tipo terrestre, em órbitas favoráveis à vida, será preciso usar o

sucessor do Hubble, o poderoso Telescópio Espacial James Webb, com lançamento marcado para 2018.

Quais as chances de, usando a dupla TESS e James Webb, sermos capazes de identificar um planeta com vida? Para responder a essa pergunta, Seager desenvolveu uma versão alternativa da equação de Drake. Veja como ficou:

$$N = N^* F_q F_{hz} F_o f_l f_s$$

N é o número de planetas com bioassinaturas gasosas detectáveis: vida.

N^* é o número de estrelas analisadas na amostra.

F_q é a fração de estrelas “quietas”, ou seja, com baixa atividade, o que favoreceria a identificação e o estudo subsequente do planeta, além de ajudar a preservar a vida nesses mundos.

F_{hz} é a fração de estrelas com planetas rochosos na chamada zona habitável, onde a superfície planetária é capaz de preservar água líquida.

F_o é a fração de sistemas observáveis.

f_l é a fração de planetas com vida.

f_s é a fração com assinaturas espectroscópicas detectáveis.

Seager afirma que a equação serve para qualquer amostra de estrelas e qualquer pesquisa bem definida. Além disso, ela elimina os termos mais controversos da versão original de Drake, que falam sobre a emergência de vida complexa, inteligência e sociedades comunicativas. Em resumo, é preciso chutar bem menos para obter uma resposta cientificamente significativa.

Com sua versão revisada, a astrofísica passa então a estimar todos os termos para chegar a um valor para N , se concentrando na pesquisa de estrelas anãs vermelhas — menores e mais numerosas que as de tipo solar.

O primeiro termo, N^* , é o número de estrelas anãs vermelhas que poderão ser investigadas pelo TESS. Estimativas giram entre 30 mil e 50 mil, e Seager opta pela margem mais conservadora: 30 mil.

Os dados do satélite caçador de planetas Kepler permitem estimar quantas dessas estrelas têm planetas do tipo rochoso (entre uma e duas vezes o diâmetro da Terra) na zona habitável, região do sistema em que o planeta pode abrigar água em estado líquido na superfície. Seager optou por cruzar esses dados com os do nível de atividade estelar, selecionando apenas as consideradas de baixa atividade. Portanto, ela calcula que $F_q \times F_{hz}$ (número de estrelas “quietas” com planetas na zona habitável) seja igual a 0,15.

Para estimar a fração de planetas efetivamente observáveis, Seager combina tanto a probabilidade de o sistema estar alinhado apropriadamente com a Terra para permitir sua observação, como a capacidade do James Webb de estudar sua atmosfera. Daí ela estima que a chance é de 1 em 1.000. Portanto, F_o é igual a 0,001.

E aí vem um chute. Como só conhecemos um planeta com vida, não temos a

menor ideia de qual a probabilidade de um outro mundo desenvolver uma biosfera. Por isso, para *Fl*, Seager adota uma postura otimista e crava o valor 100%, 1, o que significa dizer que, sempre que um planeta tem condições adequadas para a vida, ela se desenvolve. É uma estimativa defensável (dado o fato de que a vida se desenvolveu na Terra assim que foi possível), mas ainda assim ela admite: “Esse fator é puramente especulativo.”

Por fim, ela estima a chance de que um planeta com vida deixe sinais de atividade biológica em sua atmosfera. Na Terra, isso obviamente acontece. Mas Seager opta por um número até certo ponto conservador, sugerindo que em apenas metade dos casos a vida produz traços detectáveis de sua existência na atmosfera. *Fs*, portanto, seria 0,5.

Ao final temos:

$$N = 30.000 \times 0,15 \times 0,001 \times 1 \times 0,5$$

$$N = 2,25$$

Moral da história: é preciso investigar 15 mil estrelas anãs vermelhas para encontrar um planeta com sinais de vida.

Um aspecto interessante é que, na época em que a equação de Drake foi originalmente escrita, as anãs vermelhas não eram consideradas um bom lugar para abrigar planetas com vida. Hoje, esse conceito está mudando, o que abre perspectivas muito interessantes. Uma estrela como o Sol tem tempo de vida estimado em cerca de 10 bilhões de anos. Já uma anã vermelha, bem menor, pode durar por trilhões de anos. Para dar uma ideia da escala, 1 trilhão de anos é cerca de cem vezes a idade atual do Universo. Com todo esse tempo disponível para a evolução, até os mais pessimistas podem imaginar que, em algum momento, vida inteligente pode dar as caras. Principalmente porque as anãs vermelhas são o tipo mais abundante entre as estrelas, respondendo por 76% do total da Via Láctea.

Se Seager e seus colegas encontrarem um planeta com vida ao redor de uma anã vermelha, não só darão a resposta científica definitiva sobre a existência de extraterrestres como aumentarão bastante a chance estatística de haver alienígenas inteligentes. Mas, enquanto eles não chegam lá, não custa nos admirarmos com a complexidade da biologia, que faz um monte de gente duvidar do fato de que ela seja de fato um fenômeno comum no Universo.



A biología é algo que acontece nos planetas ou nos planetas?




A CIÊNCIA
DA VIDA
ALIENÍGENA

"Muitos pesquisadores se sentem desconfortáveis em dizer em público que a origem da vida é um mistério, mesmo que a portas fechadas admitam que estão perplexos."
PAUL DAVIES, físico.

A ciência da vida alienígena

É impossível discutir seres extraterrestres sem antes fazer uma parada aqui mesmo, na Terra, a fim de tentar compreender como a vida surgiu por essas bandas. Gostemos ou não, no momento este é o único exemplo de biosfera que conhecemos, e não temos senão ele para basear nossas especulações. Somente sabendo de que maneira os organismos vivos terrestres mais primitivos foram gerados é que podemos estimar e teorizar sobre a possibilidade de que o mesmo fenômeno – ou algo similar – tenha acontecido em outros mundos.

Esse exercício obrigatoriamente nos leva de volta ao ano de 1953, quando dois cientistas americanos realizaram o experimento que até hoje é conhecido como o grande marco na compreensão da origem da vida. Num arranjo de laboratório



que simulava um corpo d'água e uma atmosfera primitiva, combinada a faíscas elétricas (cumprindo o papel de relâmpagos), Stanley Miller (1930-2007) e seu orientador Harold Urey (1893-1981) queriam responder a uma pergunta relativamente simples: quão complexos os compostos químicos podem se tornar a partir de reações simples e indistintas que teriam ocorrido na Terra primitiva? Ou, em termos talvez menos tediosos, pode-se chegar à vida a partir de materiais orgânicos simples num tubo de ensaio?

O ponto de partida do experimento era uma mistura gasosa de metano, amônia e hidrogênio molecular. É muito diferente do ar que respiramos hoje, mas uma versão aproximada do que então se esperava da atmosfera terrestre em seu primeiro bilhão de anos (hoje sabemos que a composição provavelmente não era essa). Um outro frasco contendo água era aquecido por um bico de Bunsen. O vapor d'água então subia por um tubo para encontrar a “atmosfera” no frasco principal, onde eram disparadas as faíscas elétricas. A água voltava a se liquefazer e descia por um outro tubo, onde se acumulava, carregando consigo outras moléculas produzidas. O experimento foi mantido ao longo de uma semana. “Durante a execução, a água no frasco se tornou notavelmente rosa depois do primeiro dia, e ao final da semana a solução havia se tornado intensamente vermelha e turva”, relatou Miller em seu clássico artigo, que ele assinou sozinho por insistência de Urey, publicado na revista *Science* em maio de 1953.

Ao analisar a gosma avermelhada

resultante do experimento, Miller descobriu que sua atmosfera simples havia dado origem a vários compostos complexos chamados de aminoácidos, entre eles alguns conhecidos pelos palavrões glicina, alfa-alanina e beta-alanina.

Os aminoácidos, como já se sabia naquela época, são os tijolos básicos de que são feitas as proteínas – as imensas moléculas responsáveis pelo metabolismo e pelas estruturas em todos os organismos vivos. Demonstrar que eles podiam se formar a partir de gases bem simples foi de fato provar que a química podia atingir níveis de complexidade similares aos da vida por rotas naturais e de maneira rápida. Se em uma semana dava para fazer aminoácidos, que coisas incríveis alguns milhões de anos de reação não fariam? As implicações eram incrivelmente otimistas. Nunca antes a humanidade se viu tão próxima de reencenar a origem da vida. Talvez por isso, tomados de cautela diante do impacto da pesquisa, os editores da *Science* tenham hesitado em publicar o artigo de Miller. Somente depois que Urey (um pesquisador já consagrado) resolveu fazer pressão sobre a revista, e ameaçou até levar o material a outro periódico, foi que os editores aceitaram publicar.

Os pesquisadores americanos estavam seguindo uma trilha teórica deixada pelo bioquímico russo Alexander Oparin (1894-1980). Em seu clássico livro *A Origem da Vida*, publicado em 1924, ele já sugeria que a vida só podia ser um produto natural de matéria não viva. De acordo com ele, uma atmosfera redutora (que tende a perder oxigênio e ceder elétrons em suas reações), contendo metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água, podia dar origem à química complexa que, no fim das contas, produziria os primeiros replicantes merecedores de ser chamados de vida. Com o experimento de Miller e Urey, pela primeira vez imaginou-se possível recriar de forma controlada, em laboratório, as condições que levaram ao surgimento da biologia terrestre.

Quase simultaneamente, no Reino Unido, outra descoberta espetacular relacionada à natureza da vida estava se desenrolando. Uma dupla de cientistas do Laboratório Cavendish, em Cambridge, acabara de decifrar a estrutura do material genético da vida. Num artigo modesto, de apenas uma página, publicado na revista *Nature* em abril de 1953, o mundo conhecia pela primeira vez a forma de dupla hélice do DNA.

Sigla inglesa para ácido desoxirribonucleico (com esse nome lindo, não é à toa que todo mundo chama só de DNA mesmo), essa molécula lembra o formato de uma escada torcida. Duas espinhas dorsais compostas por açúcar (desoxirribose) e fosfatos são ligadas entre si por sequências de pares de bases nitrogenadas – elas formam os degraus da escada, e são descritas como pares porque se ligam em duplas: adenina (A) só se liga com timina (T), e citosina (C) só se conecta com guanina (G). Aliás, é justamente esse pareamento o grande trunfo que o DNA traz para a vida: se você só tem metade da fita (um dos lados da escada), pode imediatamente reconstruí-la usando bases nitrogenadas complementares. A

utilidade dessa característica para replicação é óbvia.

“Não escapou à nossa atenção que o pareamento específico que postulamos imediatamente sugere um possível mecanismo de cópia para o material genético”, destacaram de forma quase simplória o físico britânico Francis Crick (1916-2004) e o biólogo americano James Watson (1928-), duas das maiores superpotências da nascente biologia molecular, em seu revolucionário artigo na *Nature*.

Todas as células vivas têm em seu interior uma certa quantidade de DNA, amontoada em um ou mais cromossomos. Isso aí. Aqueles cromossomos fofinhos que vemos em imagens de microscópio não passam de uma fita interminável de DNA, só que bem enovelada. Se você pudesse esticar a fita inteira de todos os cromossomos humanos (são 46 ao todo) contidos em uma única célula, ela teria 2 metros de comprimento. Se emendássemos todas as fitas de DNA contidas em cada um dos 100 trilhões de células do corpo humano, elas teriam um comprimento de 20 bilhões de quilômetros, ou cerca de 130 vezes a distância entre a Terra e o Sol. Um bocado de molécula para uma pessoa só.

O conjunto de cromossomos contido no núcleo de uma célula é o famoso genoma de uma espécie: a sequência completa de “letrinhas” (A, T, C e G) inscritas em todo o DNA. Lá estão contidas as “receitas” para a fabricação das proteínas necessárias à estruturação e ao funcionamento interno do organismo vivo.

Numa célula viva moderna, a informação é armazenada no DNA, como se ele fosse uma biblioteca. Para se tornar útil, alguém precisa ir até o DNA e copiar o trecho de interesse – a receita para uma dada proteína, por exemplo. E quem tem esse papel é uma molécula similar, mas em forma de hélice simples (sem pareamento), chamada RNA (ácido ribonucleico). Após copiar a informação, esse mensageiro leva a receita até uma estrutura localizada no interior da célula chamada ribossomo. Composto por fitas de RNA e algumas proteínas, o ribossomo é basicamente uma fábrica. Com base nas especificações trazidas pelo RNA-mensageiro, ele monta a proteína específica codificada na receita, ligando aminoácidos uns aos outros na sequência correta. Essa ordem específica e inalterável dos eventos – DNA gera RNA que gera proteína – foi batizada por Francis Crick como o “dogma central da biologia molecular”. (Por razões não difíceis de imaginar, Crick logo se arrependeu do uso da palavra “dogma”.)

E como essas preciosas receitas proteicas são codificadas, para começo de conversa? Essa foi a pergunta que se seguiu imediatamente à descrição física da estrutura do DNA e levou à criação do Clube da Gravata do RNA (*RNA Tie-in Club*). Engendrado pelo brilhante físico russo-americano George Gamow (que, além de se meter a querer decifrar o código genético, teve alguma coisa a ver com uma pequena teoria hoje conhecida pelo singelo nome de Big Bang), o

clube era semelhante à Ordem do Golfinho de que falamos no capítulo anterior: um grupo de cientistas cuidadosamente escolhido para tentar decifrar um enigma até então intratável.

No caso do clube da gravata, eram 20 os membros – um para cada um dos 20 aminoácidos usados pela vida como a conhecemos para construir suas proteínas. Todos os cientistas participantes receberiam uma gravata com a sigla correspondente ao seu aminoácido. Gamow (1904-1968) era ALA (alanina). Watson era PRO (prolina). Crick era TYR (tirosina). Além dos “suspeitos de sempre”, o grupo era eclético, reunindo químicos, físicos e biólogos, e continha alguns dos maiores expoentes da ciência no século 20, como Richard Feynman (1918-1988), gênio da mecânica quântica, e Edward Teller (1908-2003), pai da bomba de hidrogênio.

Alguns avanços importantes foram feitos pelo grupo. Em 1954, Gamow usou matemática básica para produzir uma poderosa conclusão: o código genético deveria ser composto por trios de bases nitrogenadas. Com uma única base (e quatro opções, A, T, C e G), somente quatro aminoácidos poderiam ser codificados. Com duas bases, diferentes combinações poderiam codificar até 16 aminoácidos. Mas somente com três bases havia suficiente número de combinações para codificar todos os 20 aminoácidos usados pela vida.

O biólogo sul-africano Sydney Brenner (1927-), em parceria com Francis Crick, levou adiante essa proposição. Em 1961, coube à dupla demonstrar experimentalmente o conceito de “códon” – um trio de bases codificava cada aminoácido, mais ou menos como Gamow havia sugerido. Faltava decifrar o código propriamente dito: quais trios de letrinhas genéticas indicavam quais aminoácidos, e o que fazer das 64 combinações possíveis, uma vez que só havia 20 aminoácidos usados pela vida (embora existissem muitos mais na natureza, “dispensados” das receitas biológicas por alguma razão ainda hoje desconhecida). O enigma seria resolvido naquele mesmo ano, mas por um pesquisador de fora do Clube da Gravata: o bioquímico americano Marshall Nirenberg (1927-2010).

Houve algum tipo de ciúmeira por parte dos membros do grupo de Gamow? De jeito nenhum. Tive a chance de entrevistar Nirenberg em 2003, e poucas vezes vi um cientista responsável por uma descoberta tão importante, vencedor de Prêmio Nobel e tudo mais, ser tão humilde – postura que aparentemente se mostrou a mesma durante toda a sua carreira. Ninguém fazia a mais vaga ideia da importância do trabalho dele com o código genético até uma conferência realizada em Moscou, onde apresentou os resultados pela primeira vez. “Era uma palestra agendada, que teve um grupo pequeno, cerca de 35 pessoas”, ele me contou. “Mas então houve um grande simpósio sobre ácidos nucleicos e eu fui convidado a apresentá-la uma segunda vez, por Francis Crick. Fui aplaudido de pé e foi uma recepção realmente maravilhosa. É raro ter recepções como aquela

em ciência.”

Dos gigantes daquele tempo, Nirenberg tinha lembranças vívidas de Gamow – o “peixe fora d’água” no mundo da bioquímica. “Ele foi um dos homens mais interessantes que conheci em minha vida”, contou-me. “Ele era esse grande homem-urso, fumava constantemente, segurando seu cigarro daquele jeito russo, entre seu mindinho e o dedo seguinte. Ele tinha um maravilhoso senso de diversão no que fazia. Quando escreveu um estudo predizendo um código genético, pensando que três bases no DNA diretamente codificavam um aminoácido na proteína, enviou-o para a revista *PNAS* [publicação da Academia Nacional de Ciências do EUA]. Ele também deu cópias para alguns de seus amigos, físicos, e disse que o dia da verdade havia chegado. Eles pediram, imploraram, para que ele retirasse o estudo. Diziam: ‘Você é um físico. O que você sabe de biologia? Você está fazendo papel de bobo.’ Então ele desistiu e enviou para a Academia Dinamarquesa de Ciências, da qual também era membro, e publicou lá. Ele estava errado em todos os detalhes, mas a ideia essencial de um código estava absolutamente correta.”

Com a linguagem do DNA finalmente decifrada, parecia que o funcionamento da vida, ao menos em suas linhas gerais, já era compreendido. Mas sua origem, apesar do promissor experimento realizado por Stanley Miller em 1953, ainda seguia nebulosa.

O milagre da vida

O grande problema era justamente que todas as formas biológicas conhecidas se assentavam sobre duas bases indispensáveis: as proteínas, cujas receitas são codificadas pelo DNA, e o DNA, cuja replicação só é possível com a ajuda de proteínas.

Temos aí um clássico problema do tipo “o ovo ou a galinha”. Considerando as diferenças entre os dois tipos de molécula, e simples cálculos de probabilidade, é impossível imaginar que ambos tenham aparecido simultaneamente, de forma aleatória, para formar a primeira célula. E aí vem a pergunta: quem surgiu primeiro, a informação replicável, que viabiliza a hereditariedade (e, portanto, a evolução), ou o metabolismo, conduzido por proteínas?

Nos anos 50, depois do sucesso do experimento de Urey-Miller, imaginava-se que tudo começava com os aminoácidos, que se juntariam aleatoriamente para produzir as proteínas, que por sua vez depois se reuniriam aos ácidos nucleicos (RNA e DNA). No fim, todos seriam encapsulados juntos numa bolha de lipídio (gordura) que fizesse as vezes de célula primitiva. Embora ainda seja defendida bravamente por muitos cientistas, essa abordagem nunca foi demonstrada muito além da fabricação de aminoácidos individuais, como fizeram Urey e Miller, e peptídeos simples (pedaços pequenos de proteínas). Repetições e variações experimentais conseguiram produzir copiosas quantidades desses tijolos proteicos, mas nunca se viu aminoácidos se reunirem para produzir uma proteína funcional. Pior: estudos posteriores mostraram que a atmosfera da Terra em seus primórdios deve ter sido diferente da proposta por Oparin, de forma que a simulação de 1953, embora fosse um caminho viável para a produção de aminoácidos, talvez nunca tivesse ocorrido antes em nosso planeta.

Por outro lado, o dogma central da biologia molecular (DNA leva a RNA, que leva a proteínas) parecia sugerir uma ordem inversa, hierárquica, para a origem da vida: tudo começaria com a informação, representada pelos ácidos nucleicos. E aí a complicação experimental se torna ainda maior: ninguém jamais conseguiu sintetizar DNA ou RNA a partir de compostos simples. E aparentemente isso é impossível em um ambiente que tenha água. Como o poderoso solvente que é, ela desmancharia moléculas intermediárias antes que se reunissem para produzir o primeiro gene funcional e replicável do mundo.

Seja qual for o ponto de partida, parece inevitável que metabolismo e replicação atuem juntos para produzir o primeiro ser vivo. DNA não faz metabolismo. Aliás, ele é praticamente uma diva do mundo celular: guarda informação e olhe lá. Já as proteínas são “burras”. Podem realizar feitos metabólicos prodigiosos, mas não têm em si dados que permitam produzir sua própria replicação. Sem reprodução, nada de vida. Eis que surge a salvação da lavoura: entre o DNA e as proteínas, há o discreto e subvalorizado RNA.

Hoje mero capacho do queridinho DNA na biologia, ele pode ter tido um papel fundamental na origem da vida. Menos competente que seu irmão mais famoso para preservar informação (mas ainda assim capaz de fazê-lo) e também relativamente hábil na produção de metabolismo (embora menos que as proteínas), ele pode ter sido no passado o faz-tudo que resolveu a questão, poupando-nos assim do dilema do ovo e da galinha. Dê mais valor a este que é o “marido de aluguel” celular, porque é bem possível que a trajetória evolutiva que desembocou em criaturas como eu e você tenha começado no que os cientistas chamam de “mundo de RNA”.

A hipótese foi primeiro advogada por Francis Crick, em 1968, e é hoje, por todas as conveniências e simplificações que oferece, tida como a principal candidata à origem da vida. Mas ela não resolve tudo. Primeiro porque uma cadeia de RNA produzida às cegas, de forma aleatória, não levaria tão facilmente a organismos funcionais como os que vemos hoje em todos os cantos do mundo.

O físico J. Hoods Halley, da Universidade de Minnesota, fez alguns cálculos a esse respeito em seu livro *How Likely is Extraterrestrial Life?* (Quão Provável é a Vida Extraterrestre?), de 2012. Ele parte do material genético de uma bactéria bastante conhecida dos cientistas, a *Escherichia coli*, famosa entre outros motivos por nos dar o desprazer do piriri. Essa (não tão) simpática criatura tem um genoma composto por cerca de 5 milhões de pares de base. Já é um tamanho diminuto, se comparado ao DNA humano (3 bilhões de pares de base), mas ainda assim grande demais para ser construído de forma aleatória. Por sorte, sabemos que a vida tem bastante flexibilidade com essa coisa de genoma: para ser funcional, basta que 10% de todas as letrinhas estejam no lugar certo (a maioria delas tem função estrutural, mas não codifica genes). Temos então modestos 500 mil pares de base. Halley imaginou como seria essa composição, feita em RNA, caso a molécula fosse pescando seus nucleotídeos aleatoriamente no oceano primordial e formando a sequência. Considerando que há quatro nucleotídeos possíveis, temos uma chance em quatro de acertar a primeira base. Temos uma chance em 4^2 (ou seja, 16) de acertarmos também a segunda. Para juntarmos a terceira, a chance cai para uma em 4^3 (64). Para acertar a coisa toda, a chance seria de uma em $4^{500.000}$. Pouparei o leitor do cálculo de quanto é 4 elevado a 500.000. “Vamos seguir em frente com uma estimativa real de probabilidade”, sugere Halley. “A pequena chance de acertar significa que, para ter sucesso por um processo aleatório, em média metade de $4^{500.000}$ cadeias de RNA terão de ser construídas. Quanto tempo isso ia levar? Pode-se imaginar que isso não estaria acontecendo com um só polímero, mas com um número muito grande deles no oceano. Estimativas do número de átomos de carbono nos oceanos primitivos são da ordem de 10^{44} [uma forma de imaginar esse número é pensar

no 1 seguido por 44 zeros – uma quantia inimaginavelmente grande]. Suponha, talvez de forma otimista, que 10^{42} cadeias estejam sendo construídas simultaneamente o tempo todo durante esse período prebiótico. O tempo de reação associado à adição de uma base pode ser presumido como da ordem de 1 milésimo de segundo (de novo de maneira otimista). Portanto, nossa estimativa do tempo exigido é de $10^{300.953}$ anos.”

É um número tão grande que é impossível descrevê-lo com palavras. Seria incontáveis zilhões de zilhões de zilhões de vezes mais do que o tempo de existência do nosso Universo, estimado em 13,8 bilhões de anos. (Para efeito de comparação, a ordem de grandeza do tempo de vida do Universo é de meros 10^{10} .) O que isso quer dizer? Em essência, que um genoma de bactéria não tem como emergir pronto por meio de processos aleatórios. Foi esse um dos fatores que levaram o astrônomo britânico Fred Hoyle (1915-2001) a dizer: “A chance de que formas de vida sofisticadas tenham emergido deste modo é comparável à chance de que um tornado varrendo um depósito de lixo construa um Boeing 747 a partir dos materiais encontrados ali.”

Contudo, precisamos aceitar o fato de que se trata de um exemplo radical. Ninguém seria ingênuo de imaginar que um genoma complexo de bactéria poderia emergir sozinho, do nada, por mágica, para formar o primeiro ser vivo. Agora, se você parte do princípio de que uma sequência de RNA com cerca de cem nucleotídeos colhidos aleatoriamente possa ser o ponto de partida da evolução, o tempo exigido ainda é longo, mas já se torna manejável, da ordem de 1 bilhão de anos.

Experimentos conduzidos pelo bioquímico alemão Manfred Eigen mostraram que essa é uma suposição bem razoável. Moléculas de RNA compostas por cem bases, auxiliadas por uma única enzima para propiciar sua replicação, já sofrem evolução, com aumento crescente do comprimento genômico. Aí está o segredo para tocar o negócio da vida, depois que a aleatoriedade fez sua parte: a seleção natural, favorecendo a replicação das moléculas mais capazes, em detrimento das menos capazes, impulsiona o rápido aumento de complexidade, sem precisarmos contar com o vendaval que fabrica aviões. Ainda assim, os experimentos (descritos no livro *Steps Towards Life*, publicado por Eigen em 1992) encontraram limitações importantes. Após atingir um determinado tamanho (bem aquém dos 500 mil mínimos pedidos por uma criatura como a *E. coli*), o genoma “evoluído” em laboratório parou de crescer. Talvez mais grave, nada teria acontecido se não houvesse lá no laboratório uma enzima – uma proteína complexa e de origem biológica – para ajudar na replicação.

E tudo isso para não mencionar o mais triste: ninguém jamais conseguiu sintetizar uma molécula de RNA, de qualquer tamanho, a partir de experimentos de química precursora da vida, à la Stanley Miller. O próprio, em 1995, chegou a

reportar que havia conseguido sintetizar citosina e uracila (base nitrogenada que, no RNA, faz o mesmo papel que a timina no DNA) sob condições prebióticas plausíveis. A técnica envolveu colocar ureia e cianoacetaldeído no equivalente ambiental de um lago morno com ondas. Conforme a evaporação concentrou a mistura, os compostos reagiram para produzir citosina e uracila em grandes quantidades.

Mas fazer as bases é muito mais simples do que obter a espinha dorsal do RNA, composta por um açúcar (ribose) e um sal (fosfato). “O RNA já foi chamado de ‘o pesadelo de um químico prebiótico’ por conta de sua combinação de tamanho grande, componentes de carboidrato, ligações químicas que são termodinamicamente instáveis em água e sua instabilidade intrínseca”, descreve Steven Benner, o bioquímico do Instituto Westheimer de Ciência e Tecnologia, na Flórida, que decidiu enfrentar a questão. Até agora, ele foi o que mais perto chegou de produzir a cobiçada molécula a partir de compostos simples, o que levou o paleontólogo Peter Ward a apelidá-lo de “o mestre-cuca do RNA”.

Benner defende que o RNA pode sim ser sintetizado a partir de uma química não viva, contanto que toda a ação ocorra no deserto e seja auxiliada por alguns minerais bem específicos.

Antes de prosseguirmos, gaste uns segundinhos para pensar no quanto isso muda o paradigma do surgimento da vida. Sempre ouvimos falar que a água é o composto essencial a qualquer atividade biológica. E, de fato, nunca vimos vida que não tivesse água em sua composição. Contudo, pouca gente imaginou que água demais poderia atrapalhar, e que um ambiente desértico pudesse ser o mais propício ao início do “mundo de RNA”. De repente, não mais que de repente, a água se tornou um empecilho ao surgimento dos primeiros seres vivos.

Captou? Calma que vai ficar ainda mais maluco.

Um dos paradoxos que Benner encontrou em seus esforços de síntese é que, quando você junta moléculas orgânicas e as coloca para reagir, você não cria vida – de RNA ou de qualquer outro tipo. “O que você tem é algo como piche, óleo ou asfalto”, diz. Para evitar isso, a solução é ter boratos, minerais baseados no elemento boro que impedem a tendência de os compostos orgânicos simples virarem piche quando misturados. E fica melhor ainda se você tiver uma pitada de molibdatos (versões oxidadas de molibdênio) para intermediar o rearranjo das moléculas capturadas pelos boratos. Misturando tudo isso, o que você consegue obter? Ribose. “O R do RNA”, afirma. “E estamos usando ambientes desérticos para administrar a instabilidade intrínseca do RNA em água.”

Quase tudo resolvido. Só um probleminha: muito provavelmente, não havia lugar na Terra primitiva que reunisse todas essas condições. O lugar certo para o nascimento desse admirável mundo novo de RNA, segundo Benner, seria Marte, 4 bilhões de anos atrás.

Eu avisei que ia ficar mais maluco.

Terra, esse planeta inóspito

Benner me explicou a sugestão radical, quando conversei com ele em agosto de 2013. “Nosso desafio é que muitos geólogos não nos ‘dão’ boratos em alta concentração, molibdatos e desertos na Terra primitiva. Na opinião deles, a Terra era jovem demais para ter concentrado os boratos, muito redutora para dar molibdênio nesse estado de oxidação, e alagada em água.”

Vale a pena aproveitar a deixa para falarmos de como a Terra surgiu e em que ponto de sua evolução ela estava no momento em que a vida apareceu pela primeira vez.

O Sistema Solar – ou seja, o Sol e seus planetas – nasceu cerca de 4,6 bilhões de anos atrás. Uma onda de choque, possivelmente provocada pela detonação de uma supernova próxima, levou a uma compressão de uma nuvem indistinta de gás e poeira, como tantas que há pela Via Láctea afora. Com a ajuda dessa perturbação, a gravidade fez o resto. Condensando cada vez mais gás no centro de uma nuvem giratória, ali estava nascendo o Sol. Um disco de poeira e gás se formou ao redor da estrela nascente. Colapsos locais do gás nesse disco – ocorridos pela força da gravidade – produziram os dois maiores planetas, Júpiter e Saturno. Mais para dentro do sistema, pequenos agregados de poeira foram se juntando por colisão para produzir pedregulhos chamados de planetesimais. Esse processo continuou provocando colisões cada vez maiores, até levarem à criação de objetos rochosos grandes e redondos – os planetas interiores, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

Àquela altura, o Sol já estava “aceso”, produzindo reações de fusão nuclear em seu interior (colando átomos de hidrogênio e convertendo-os em hélio), e o vento solar – a corrente de partículas elementares emanada da estrela – havia soprado o gás que havia na região interna. Por isso, esses planetas mais próximos não se tornaram gigantes gasosos. Quanto a Urano e Netuno, os dois mundos mais distantes do Sol, acredita-se que primeiro eles tenham produzido núcleos rochosos, por meio da acreção de planetesimais – processo facilitado pelo fato de que, naquela região longínqua e fria do sistema, água também contava como rocha sólida –, e ao fim tenham “sugado” gás remanescente do disco para formar os enormes invólucros atmosféricos que têm hoje, menores apenas que os de Júpiter e Saturno em nosso sistema planetário.

Em termos astronômicos, tudo isso aconteceu muito depressa, numa escala de poucos milhões de anos. Mas, como se pode imaginar, esse é um processo que, na real, nunca termina de vez. Ele deixa ainda muitos detritos – planetesimais que seguiram circulando por aí depois que os planetas já estavam formados. Aliás, foi a colisão de um desses, na versão tamanho família (com metade do diâmetro da Terra), cerca de 4,4 bilhões de anos atrás, que produziu a nossa Lua. Um impacto violentíssimo, que jorrou grandes quantidades de matéria – tanto do

nosso planeta quanto desse objeto desastrado – na órbita terrestre. Os detritos primeiro formaram um anel, como os que há ao redor de Saturno, mas em pouco tempo as rochas acabaram coalescendo para formar a Lua.

Uma pancada similar pode ter acontecido na mesma época em Vênus, nosso vizinho mais próximo, mas com resultados bem diferentes. Em vez de espalhar material no espaço para produzir um satélite natural, a colisão teria alterado seriamente o padrão de rotação do planeta, que passou então a girar lentamente em sentido retrógrado (horário), contrário ao movimento rotacional da Terra e de todos os outros planetas, exceto Urano (que também tem giro retrógrado e ainda por cima mantém seu eixo apontado para o Sol, como se orbitasse deitado).

A Terra então rodopiava num ritmo muito mais rápido do que o atual. Um dia durava mais ou menos 5h, e a primeira atmosfera em nosso mundo provavelmente foi composta pelos principais gases do disco que formou os planetas: hidrogênio e hélio. Mas esses átomos eram leves demais para ficar presos à gravidade terrestre e acabaram se dissipando pelo espaço em poucos milhões de anos, dando origem à segunda atmosfera terrestre primitiva, produzida pelas emissões gasosas da atividade vulcânica – bem mais intensa naqueles tempos turbulentos.

Além disso, embora o planeta já estivesse mais ou menos formado, colisões violentas com planetesimais deixados pelo processo de formação planetária ainda continuariam por centenas de milhões de anos. A cada pancada da Terra com, digamos, um objeto de 100 km de diâmetro, o calor da colisão derreteria toda a superfície e vaporizava boa parte dela, assim como o objeto em colisão. A atmosfera de então era uma mistura venenosa de gases vulcânicos, vapor d'água e rocha vaporizada.

Durante essa época, qualquer tentativa de vida acabaria em extinção precoce, por conta dos impactos esterilizantes. Um registro inegável dessa época de pancadaria indiscriminada é a ausência de rochas na Terra com idade muito superior a 4 bilhões de anos. A frequência de impactos só diminuiu para valer por volta de 3,8 bilhões de anos atrás, e somente a partir dessa época passou a haver chance para a evolução da vida. O vapor d'água presente em quantidade brutal na atmosfera ultra-aquecida finalmente teve chance de “chover”, as temperaturas caíram para menos de 100 graus Celsius, e o planeta foi quase totalmente recoberto por água. Um oceano global. Se sobrou algum terreno rochoso exposto à atmosfera, ou seja, sem oceano por cima, ele deve ter sido predominantemente resultado de erupções vulcânicas, como as ilhas do Havaí. Nem sinal dos desertos exigidos por Benner para seu admirável mundo novo de RNA.

Paradoxalmente, mesmo sem “berço”, a vida apareceu muito depressa em nosso planeta, segundo o registro fóssil. As evidências mais antigas confirmadas de sua presença na Terra datam de 3,48 bilhões de anos atrás. Estudados pela

equipe de Nora Noffke e, da Old Dominion University, em Norfolk, nos Estados Unidos, esses sinais foram encontrados em rochas da Formação Dresser, em Pilbara, no oeste australiano. Eles são conhecidos pela sigla MISS (*microbially induced sedimentary structures*). Em português, estruturas sedimentares induzidas por micróbios. Note o plural em “micróbios”. As MISS representam o trabalho não de uma única espécie, mas de uma comunidade complexa de criaturas unicelulares. Um ecossistema microbiano.

E, se a vida já estava tão bem adaptada assim há 3,5 bilhões de anos, isso é sinal forte de que ela surgiu bem antes disso. Outras evidências – não tão seguras, porque não podem ser indiscutivelmente atribuídas à vida – sugerem que ela já estava por aí 3,8 bilhões de anos atrás, na Groenlândia. Essa data coincide exatamente com o fim do bombardeio cataclísmico vindo do espaço. Resumo da ópera: se o registro fóssil nos diz alguma coisa, é que a vida surgiu assim que as condições se mostraram favoráveis.

É um contraste assustador com as probabilidades calculadas a partir da composição aleatória de moléculas de RNA, que pedem pelo menos 1 bilhão de anos para produzir um cutuquinho de cem pares de base – um biopolímero ainda muito distante de poder ser considerado vida como a conhecemos.

Transferir o problema da origem da Terra para Marte resolve, ao menos em parte, a questão. Embora o planeta vermelho também tenha sofrido com o mesmo bombardeio que assolou nosso mundo, sabemos que esse vizinho era mais hospitaleiro cerca de 4 bilhões de anos atrás, com uma atmosfera mais densa e temperaturas menos gélidas que as atuais. E, embora lá houvesse lagos, rios e até mares na superfície, Marte nunca teve um oceano global. Havia deserto na época exigida para “cumprir o prazo” de produção e entrega das primeiras formas de vida. A questão é: como despachá-las para a Terra? Sedex estava fora de cogitação.

Panspermia em ação

Benner é sem dúvida um pioneiro no que diz respeito à síntese de RNA. Mas a sugestão de que a vida terrestre pode ter surgido em outro planeta e depois migrado já pronta para a Terra está longe de ser nova. O primeiro tratamento científico completo dessa hipótese data de 1903, pelas mãos do químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927). Ele sugeriu que vida unicelular simples poderia viajar entre as estrelas, impulsionada por nada mais que a própria luz emanada por esses astros brilhantes. Seus cálculos sugeriam que partículas com um tamanho inferior a 1,5 micrômetro (milésimo de milímetro) poderiam ser aceleradas a altíssimas velocidades pela pressão da radiação solar. Essa ideia explicaria, por exemplo, por que a vida se estabeleceu na Terra tão logo foi possível. Ela simplesmente teria chovido do céu.

Arrhenius não tinha como saber, contudo, que o ambiente espacial é altamente prejudicial a micróbios, mesmo na forma de esporos. Sua sugestão foi alvejada por ninguém menos que Iosif Shklovskii e Carl Sagan, que em 1966 apontaram o poder destruidor dos raios X e ultravioleta para criaturas expostas ao vazio cósmico.

Apesar disso, ainda há quem siga defendendo essa hipótese de que a vida chove do espaço, talvez envolvida em pequenos grãos de poeira. O britânico Fred Hoyle foi um dos grandes apoiadores da ideia, assim como seu pupilo indiano Chandra Wickramasinghe (1939-), que até hoje advoga que formas de vida alienígenas adentram diariamente nossa atmosfera, provenientes das profundezas cósmicas. Ele também defende a hipótese de que a vida surge nos cometas e de lá migra, prontinha, para planetas como a Terra.

Contudo, a versão mais viável da chamada *teoria da panspermia* (algo como “sementes em toda parte”, em grego) é sem dúvida a que envolve o transporte de formas de vida em meteoritos. Esse método de transplante permite que planetas vizinhos troquem “figurinhas biológicas”, por assim dizer, embora seja impraticável para viabilizar a transferência da vida em distâncias interestelares. Segundo os proponentes dessa hipótese, a começar por William Thomson (1824-1907), o bom e velho Lorde Kelvin, uma rocha contendo vida poderia ser ejetada de uma superfície planetária pelo impacto de um asteroide. Ao atingir velocidade de escape, a pedra ficaria vagando pelo espaço até acabar caindo num planeta vizinho. E tudo que estivesse dentro dela iria junto, até encontrar uma nova morada num mundo alienígena. O velho físico, embora ainda não tivesse formulado em detalhes essa ideia de rochas sendo ejetadas de um planeta para cair em outro, chegou a declarar: “Precisamos considerar provável no mais alto grau que existam incontáveis pedras meteóricas portadoras de sementes se movendo pelo espaço.”

Poderia ter sido mais uma ideia infeliz que saiu de moda junto com o século

19, mas estudos realizados cem anos depois demonstraram conclusivamente que o interior de uma rocha desse tipo pode permanecer “frio”, sem se esterilizar, tanto na ejeção quanto na reentrada atmosférica. E lá dentro as bactérias encontrariam relativa proteção contra a radiação espacial. Dessa forma, seria possível uma forma de vida viajar de Marte até a Terra e sobreviver para contar a história (literalmente, no nosso caso).

Se ainda lhe parece uma sugestão absurda, dois episódios famosos merecem recapitulação. O primeiro data da época das missões tripuladas à Lua. A Apollo 12, de 1969, tinha como um de seus objetivos recolher a câmera de TV da sonda não tripulada Surveyor 3, lançada três anos antes pelos Estados Unidos. Os astronautas realizaram com sucesso a recuperação do dispositivo e trouxeram-no de volta à Terra. Qual não foi a surpresa da NASA ao encontrar no interior da câmera algumas bactérias da espécie *Streptococcus mitis*? Depois de sobreviver três anos como esporos em solo lunar, elas voltaram à vida ao serem colocadas em meio de cultura pelos cientistas! Ao longo dos anos, foram se acumulando dúvidas sobre uma potencial contaminação posterior, mas a agência espacial americana ainda defende a hipótese de que aqueles micróbios em particular passaram uma temporada na Lua e sobreviveram.

A segunda história é ainda mais controversa. Em 1984, cientistas encontraram em Alan Hills, na Antártida, um meteorito que mais tarde seria classificado como de origem marciana – uma pedra que fez exatamente o que era esperado pelos defensores da panspermia, sendo ejetada de Marte e vindo parar aqui. A rocha, batizada de ALH 84001, teria se formado cerca de 4 bilhões de anos atrás, para ser ejetada do planeta vermelho por um impacto há meros 15 milhões de anos. Sua queda no continente antártico, após uma longa viagem, se deu mais ou menos na mesma época em que os humanos pré-históricos começaram a desenvolver a agricultura, uns 13 mil anos atrás.

Pois bem. Em 6 de agosto de 1996, o ALH 84001 deixaria de ser uma peça de coleção para ficar famoso: cientistas da NASA liderados por David McKay haviam analisado o interior do meteorito e supostamente encontrado nele sinais que poderiam ter sido produzidos por bactérias marcianas. Até Bill Clinton, então presidente dos Estados Unidos, fez um pronunciamento no dia seguinte. Mas a euforia não durou muito. Logo o escrutínio da comunidade científica recaiu sobre o estudo, e hoje o consenso é de que não se tratava de fósseis, e sim estruturas produzidas por meios não biológicos. É a tal história, que Carl Sagan gostava de lembrar: “Afirmações extraordinárias exigem evidências extraordinárias.” Ainda assim, o ALH 84001 é a prova de princípio de que a panspermia é uma hipótese viável. Se houvesse uma bactéria marciana viajando em seu interior, ela poderia tranquilamente desembarcar na Terra sem medo de ser feliz.

Aí você pode dizer: mas o que uma bactéria marciana iria fazer na Antártida? Muita coisa, meu caro leitor. Pois a vida, apesar de sua origem entevada e

misteriosa, uma vez nascida, parece ocupar todos os nichos possíveis. E até alguns impossíveis, se levarmos em conta as descobertas feitas em nosso próprio planeta nas últimas quatro décadas.

Vivendo no limite

A base americana de McMurdo, na Antártida, estava fervilhando de atividade em janeiro de 2013. A expedição liderada por John Priscu, da Universidade Estadual de Montana, havia enfrentado os rigores de uma temporada no polo Sul por um motivo especialíssimo: investigar o conteúdo de um lago de água líquida preservado em isolamento por um tampão de gelo com quase um quilômetro de espessura. Foi preciso perfurar até lá embaixo para que eles pudessem coletar amostras da água e do sedimento no leito do lago antártico. Naquela escuridão gelada, isolada do mundo exterior, os cientistas encontraram células. Formas de vida que, se não são alienígenas, estão passando a maior vontade de ser.

O esforço, que recebeu US\$ 10 milhões da Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos, além de outros recursos de fontes diversas, inclusive da NASA, é apenas um de três em andamento na Antártida para o estudo de lagos sob o gelo. Os britânicos pretendem realizar procedimento similar para estudar o lago Ellsworth, e os russos tocam no momento o empreendimento mais ousado, que se concentra numa perfuração do lago Vostok, localizado quatro quilômetros abaixo da superfície do gelo. Estima-se que ele esteja selado e isolado da superfície por pelo menos 15 milhões de anos. Em 10 de janeiro de 2013, cientistas russos obtiveram uma amostra de água colhida do lago e também encontraram vida. Os estudos genéticos dessas criaturas ainda estão em andamento, mas de uma coisa ninguém duvida: são micróbios bem diferentes dos que costumamos ver por aí. Bem-vindo ao mundo dos extremófilos.

O termo é autoexplicativo. Extremófilo: amante de condições extremas. E essas criaturas parecem estar em todo lugar, das profundezas do oceano às altas camadas da atmosfera terrestre. Para cada ambiente desagradável para a maioria dos seres vivos, lá estão eles, como se estivessem tomando um solzinho na praia e bebendo água de coco.

Não é brincadeira. Há os que resistem a condições de acidez capazes de corroer metal. Há os que aguentam temperaturas bem acima do ponto de ebulição da água. E os que resistem ao frio polar? A Antártida está cheia deles.

Entre os mais incríveis amantes da vida extrema estão as criaturas unicelulares descobertas nas fontes hidrotermais – “chaminés” de fumaça no leito oceânico causadas por água que penetra por fraturas na rocha, é aquecida por calor geotérmico e volta a aflorar no fundo do mar. O transporte de sulfetos extraídos das rochas e o choque térmico com o retorno à gélida água marinha provocam as fumarolas negras observadas por submarinos científicos.

Com tanta energia sendo trocada ali, bem que os cientistas acreditavam que pudesse haver criaturas metabolizando nas proximidades. Mas ninguém imaginava o que uma expedição da NOAA (Administração Nacional Atmosférica e Oceânica dos Estados Unidos, uma espécie de NASA dos mares)

encontrou em 1977. A mais de 2 mil metros de profundidade, na região das Ilhas Galápagos, o submarino DSV Alvin coletou amostras de dentro das fumarolas e descobriu ali organismos vivendo em água cuja temperatura ultrapassava os 400 graus Celsius! O pH medido indicava altíssima acidez, quase comparável à do suco gástrico, que nosso estômago usa para quebrar as moléculas dos alimentos.

O estudo genético desses micróbios mostra que eles estão entre as mais antigas criaturas da Terra, o que faz alguns cientistas suporem que as fontes hidrotermais podem ter sido o verdadeiro berço primordial da vida terrestre (embora provavelmente por outra rota que não a do mundo de RNA, que, como já vimos, não resiste a um belo banho de mar).

Aliás, a essa altura você já deve ter percebido que há tanto desconhecimento sobre como se dá o salto crucial de substâncias químicas para uma célula viva que existem as mais variadas hipóteses sobre qual habitat terrestre teria sido o originário do primeiro ancestral comum a toda a vida conhecida. Há quem ainda siga a lobre levantada por Charles Darwin em 1871, de que a vida nasceu “num laguinho morno”. Há quem opte pelas fumarolas negras investigadas pelo DSV Alvin no fundo do oceano. Há os que argumentam que a vida nasceu nas nuvens (o que teria implicações extraordinárias para a busca por extraterrestres, uma vez que até mesmo os planetas gasosos, como Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, possuem nuvens) e ainda existem os que defendem o deserto, se bobear, em Marte (como Steven Benner). Faça suas apostas.

Seja onde for que a vida começou, ela avançou rapidamente para ocupar todos os ambientes oferecidos pela Terra, dos triviais aos bizarros. Alguns extremófilos vivem até em meio à rocha sólida, a vários quilômetros de profundidade. Mas o maior candidato a alienígena dentre todas as criaturas conhecidas foi encontrado no que talvez seja o mais inóspito de todos os habitats conhecidos: a carne enlatada.

Sério. Diante da dificuldade em preservar esse alimento sem causar intoxicação em seus consumidores, em 1956, pesquisadores da Estação de Experimentos Agrários do Oregon, nos Estados Unidos, decidiram esterilizar alimentos enlatados usando altas doses de radiação gama. Felizmente nenhum dos pesquisadores se transformou num monstro verde, gigante e furioso. Em compensação, mesmo depois do procedimento, a carne continuava estragando – sinal de que havia ainda alguma bactéria por lá. Estudos subsequentes levaram à descoberta do *Deinococcus radiodurans*. Como o nome sugere, o superpoder desse extremófilo é sua imensa resistência à radiação. Submetido a doses mil vezes maiores do que as capazes de matar um humano, ele sai absolutamente ileso.

Os extremófilos estão distribuídos entre os três domínios da vida terrestre, como introduzidos em 1977 pelo microbiologista americano Carl Woese (1928-2012). São eles as bactérias, as arqueias e os eucariontes. Os dois primeiros são

indistinguíveis com base em sua aparência (morfologia): não têm núcleo celular, e só comparando o conteúdo do RNA ribossômico de um e de outro grupo percebe-se uma distância evolutiva que justifique a separação em dois domínios. Já os eucariontes são mais sofisticados, com células bem maiores, DNA protegido por um núcleo e diversas organelas no citoplasma (a gosma que existe no interior celular). O reino animal, do qual fazemos parte, é um dos grandes grupos de criaturas do domínio eucarionte. Dentre os animais, o campeão da extremofilia é a pequena e fascinante criatura de oito patas conhecida como tardígrado. Ele aparece no registro fóssil cerca de 530 milhões de anos atrás, e não vai ser fácil achar algo capaz de extingui-lo. Os tardígrados podem resistir a temperaturas que vão quase do zero absoluto até bem acima do ponto de ebulição da água, são capazes de aguentar pressões cerca de seis vezes mais intensas que as encontradas nas mais profundas fossas oceânicas, se dão bem sob radiação centenas de vezes mais forte do que a que mataria uma pessoa, e sobrevivem por algum tempo ao vácuo do espaço. Eles podem viver sem comida ou água por mais de dez anos, ressecando-se a ponto de contar com menos de 3% da massa do corpo em água. Depois é só reidratá-lo que ele volta à vida e se reproduz normalmente. O tardígrado é um astronauta por excelência.

A essa altura, talvez você esteja em estado de choque, e com bons motivos. O fenômeno que conhecemos como vida é paradoxal. Por um lado, temos dificuldade em compreender os detalhes de sua formação a partir de matéria não viva e de como ela atingiu rapidamente (ao menos na Terra) o ponto em que a evolução pudesse empurrar seu aumento de complexidade. Por outro lado, uma vez sob o poder das forças invisíveis da seleção natural, ela parece ocupar todos os espaços possíveis, tornando difícil encontrar algum lugar da Terra que ela não tenha colonizado. Sua versatilidade e resiliência faz pensar que, ainda que seu surgimento fosse improvável (o que decerto não parece, levando em conta o registro fóssil), é inevitável que, pegando carona em grãos de poeira e em meteoritos, ela acabe ocupando outros mundos do Sistema Solar e, quiçá, além dele. E isso porque estamos, por ora, limitados a discutir a vida como a conhecemos. E quanto à vida como não a conhecemos?

À sombra da biosfera

Uma coisa que, surpreendentemente, não fizemos até agora foi aquele pequeno exercício escolar de tentar definir o que é vida. Já ouvimos de nossos professores uma listinha desse tipo, que inclui tipicamente sete características essenciais a todos os seres vivos.

Primeiro, tudo que é vivo precisa ser no mínimo uma célula, separada do seu ambiente circundante. Ela precisa realizar metabolismo, ou seja, se aproveitar de conteúdos externos para deles extrair energia química a fim de manter seu funcionamento interno. Por isso, toda vida precisa necessariamente responder a estímulos externos. Ela precisa igualmente se preocupar com seu lado de dentro, mantendo no interior celular um ambiente adequado às reações químicas necessárias. Precisa ser capaz de se desenvolver ao longo da vida e se reproduzir nas circunstâncias adequadas. Por fim, precisa ser capaz de passar por evolução biológica.

É uma lista e tanto, extraída a partir da única coleção de formas de vida que conhecemos. Todas elas rezam segundo o “dogma central da biologia molecular”: DNA produz RNA, que por sua vez produz proteínas.

Beleza. Ao descrever os seres vivos nesses termos, temos uma definição bastante completa. Mas será que os biólogos combinaram tudo isso com o resto do Universo?

Ao buscar extraterrestres, temos que estar prontos a reconhecer vida diferente daquela com que estamos tão familiarizados.

A NASA, naturalmente interessada nessa questão, reuniu um comitê em 1994 para, entre outras coisas, produzir uma definição menos restritiva, que pudesse se aplicar a qualquer criatura viva que encontremos por aí. O grupo tinha gente como Gerald Joyce, do Instituto Scripps de Pesquisa, e Carl Sagan. A sugestão adotada acabou sendo: “Vida é um sistema químico autossustentado, capaz de evolução darwiniana.”

À primeira vista, parece bom. Com uma descrição desse tipo, estamos definindo que vida é um fenômeno de natureza química (o que parece ser suficientemente genérico) e que ele passa por evolução (o que sem dúvida é fundamental). Se dispensássemos o pedaço da evolução, por exemplo, seríamos obrigados a concluir que as estrelas, sendo sistemas químicos autossustentados, poderiam ser consideradas seres vivos. E elas obviamente não são.

Mas será que a descrição ainda não estaria excluindo possibilidades promissoras? Por “autossustentado” não devemos presumir que uma criatura deva ser capaz de cumprir seu ciclo de vida inteiramente sozinha? O que dizer de parasitas que precisam de um hospedeiro para se reproduzir? Eles são formas de vida, mas estariam incluídos na definição? E quanto aos vírus, entidades que até então mantivemos cuidadosamente de fora de toda essa discussão?

O consenso biológico corrente é o de que os vírus não estão vivos. Eles decerto são sistemas químicos e com certeza passam por evolução darwiniana – o que as variações anuais da gripe demonstram de forma mais que evidente –, mas faltalhes a qualidade da autossustentação. Eles só podem se replicar e evoluir por mutações ao invadir uma célula viva e se apoderar de seu maquinário celular, a fim de produzir cópias de si mesmos. Pela definição da NASA, eles não estariam vivos.

Claro, nem todo mundo concorda com isso. O paleontólogo Peter Ward está entre os mais ousados, ao sugerir que os três domínios da vida, conforme definidos por Carl Woese, são insuficientes para descrever toda a vida de fato existente na Terra. Os domínios – bactéria, arqueia e eucariontes – só dizem respeito a criaturas organizadas em células e programadas por DNA. Mas, para ele, os vírus têm tanto direito a ser considerados vivos quanto os demais, por conta de sua evidente evolução darwiniana.

Para inclui-los na árvore da vida, Ward propõe a criação de uma nova categoria acima dos domínios: os *dominions*. Todas as criaturas hoje definidas como vivas fariam parte do dominion Terroa, definido basicamente como vida como a conhecemos, baseada no dogma central da biologia molecular.

Um dominion à parte seria o que ele chamou de Ribosa, definido como “vida composta de química orgânica com água como solvente e RNA como seu genoma”. Esse dominion, a exemplo de Terroa, seria dividido em domínios, e Ward propõe dois deles. O primeiro seria chamado Ribovira, definido como vida encapsulada (ou seja, não-celular) que tem RNA como genoma. Essa categoria inclui todos os vírus que usam RNA em vez de DNA para armazenar seu código genético. Um exemplo bem conhecido é o HIV, causador da aids.

O segundo domínio pertencente ao dominion Ribosa seria chamado de Ribogenoma, e incluiria as criaturas de natureza celular que usam RNA como genoma. Hoje não há nenhum ser vivo com essas características, mas as hipotéticas formas de vida pioneiras, pertencentes ao “mundo de RNA”, se enquadrariam na definição. Para Ward, essas criaturas antigas teriam dois caminhos evolutivos possíveis, ambos refletidos na biosfera atual.

Ao adquirir DNA, esses ancestrais do domínio Ribogenoma dariam o salto evolutivo para o outro lado da árvore da vida, dando início ao dominion Terroa (a vida como a conhecemos, que segue o dogma central da biologia molecular). Ao perder as ribozimas – moléculas de RNA que viabilizavam sua replicação autônoma – e canibalizar outras células, ela daria origem aos membros do domínio Ribovira – os vírus de RNA (hoje normalmente considerados não-vivos).

Até agora, a maioria dos biólogos não se mostrou receptiva às audazes sugestões de Ward. Entretanto, uma mensagem importante que ele traz é: talvez existam seres vivos aqui mesmo na Terra que não se encaixam em nossa classificação tradicional. Os vírus são os mais óbvios candidatos a formar uma

“biosfera alternativa”, que por chauvinismo celular somos incapazes de reconhecer. Outra possibilidade é que ainda exista alguma forma de vida diferente de tudo que vimos, mas que passa ao largo de nossas técnicas de detecção.

“Poderia haver algo ainda mais espetacular lá fora esperando para ser encontrado, como vida não Terra? A ideia já não parece mais tão ridícula. Na verdade, poderíamos perguntar se uma biosfera alternativa inteira não existe na Terra em concerto com nossa biosfera familiar de DNA. Esse é realmente um segredinho sujo. Enquanto continuamos a afirmar que não há senão uma forma de química biológica na Terra, nós realmente não sabemos”, aponta Ward.

Ele argumenta que vida baseada em outra coisa que não DNA pode já ter sido encontrada, mas escapou por entre nossos dedos por um simples viés de observação. “É preciso inspecionar os genes para reconhecer o grau de diferença entre os micróbios”, diz. “O método que usamos para diferenciar vida de DNA é comparar DNA, ou RNA ribossômico. Miramos o ribossomo para estudo. Mas vida de RNA não teria ribossomos! Nossa vida de RNA teria um tipo diferente de RNA, presumivelmente, e portanto seria invisível em nossos testes!”

Nessa saga de buscar uma biosfera-sombra na Terra, Ward não está sozinho. O microbiologista americano Joshua Lederberg (1925-2008), vencedor do Prêmio Nobel em 1958 por descobrir que bactérias podiam trocar genes entre si, já sugeriu formas de detectarmos vida terrestre sem base em DNA, seguindo a pista de uma rota alternativa à do mundo de RNA, segundo a qual haveria formas de vida baseadas somente em proteínas.

Sua proposta era cultivar amostras de micróbios em conjunto com fosfato radioativo. Formas de vida convencional incorporariam esse material à espinha de seus ácidos nucleicos (DNA e RNA) e acabariam batendo com as dez. O que sobrasse vivo seria *vida como não a conhecemos*, baseada somente em proteínas. Uma alternativa menos complicada seria tentar cultivar microrganismos num meio livre de qualquer fosfato. Sem ele, não haveria matéria-prima para alimentar um metabolismo de DNA e RNA. Qualquer coisa que seguisse vivendo ali não seria nossa conhecida vida terrestre. “Infelizmente, a busca que Lederberg propôs nunca foi realizada”, lamenta-se Ward em seu livro *Life As We Do Not Know It* (Vida como não a conhecemos), de 2005.

A essa altura, já deve estar evidente para você a enorme dificuldade que há em buscar formas de vida extraterrestres. Mesmo que elas existam em quantidades incrivelmente altas em outros planetas, identificá-las pode não ser tão fácil. Nada atesta isso de forma mais clara do que o fato de que espécies “semialienígenas” podem estar vivendo entre nós sem que sejamos capazes de reconhecê-las. E olhe que nem mergulhamos (ainda) em possibilidades realmente radicais, como vida que faz uso de silício em vez de carbono como seu elemento essencial.

Mas, claro, não são essas dificuldades que nos impedirão de pelo menos tentar encontrar nossos primeiros ETs.



É difícil encontrar
alienígenas sem
saber o que procurar.

EM BUSCA DOS
(MICRÓBIOS) ETS

*"O terceiro planeta é incapaz de suportar vida",
disse o marido pacientemente. "Nossos cientistas
dizem que há muito oxigênio em sua atmosfera."*
RAY BRADBURY, escritor, em *As Crônicas Marcianas*.

Em busca dos (micróbios) ETs

Em 1975, a NASA se preparava para conduzir a primeira missão robótica com o objetivo expresso de buscar vida extraterrestre. O alvo era o planeta Marte. Meros seis anos antes, os primeiros astronautas caminharam sobre a superfície da Lua e confirmaram o que já se desconfiava – nosso satélite natural é estéril, incapaz de abrigar qualquer tipo de vida. Agora, um par de robôs gêmeos pousaria em dois lugares distintos na superfície marciana, com a missão de travar contato com os habitantes daquele planeta. Embora a maior parte dos cientistas envolvidos com o programa Viking só esperasse achar criaturas unicelulares, se tanto, nem todos eram tão pessimistas. Pouco antes do lançamento, Carl Sagan declarou: “Fico tendo essa fantasia recorrente de que

vamos acordar uma manhã e ver nas fotografias pegadas ao redor da Viking feitas durante a noite, mas nunca veremos a criatura que as fez, porque é noturna.”

Acredite se quiser, mas não era brincadeira dele. Sagan foi uma das grandes forças motrizes por trás das sondas Viking. Ele achava – talvez com certa razão – que ainda havia naquele ponto do jogo informações muito escassas e desconstruídas sobre Marte (ou mesmo sobre a vida) para descartarmos surpresas de ordem biológica. E ele queria ser surpreendido.

O astrônomo insistiu que as duas espaçonaves tivessem câmeras capazes de registrar movimentos na superfície, a fim de detectar qualquer animal que se desse ao desfrute de caminhar à frente do módulo de pouso. Em certo momento, com base em sua “fantasia recorrente”, Sagan desejou instalar holofotes nas já pesadas espaçonaves, para garantir que a “vida noturna” fosse flagrada em ação no planeta vermelho. Esse desejo em particular não foi atendido, mas as câmeras chegaram a ser testadas no deserto do Great Sand Dunes National Park, no Colorado, expostas aos movimentos de uma cobra, um camaleão e duas tartarugas que o próprio Sagan havia alugado de uma loja de animais. Ele realmente falava sério sobre encontrar bichos em Marte. À imprensa, chegou a dizer que poderia haver por lá os equivalentes marcianos de ursos polares.

Hoje, essas ideias soam como completos disparates. Mas é preciso recuperar o contexto das especulações



de Sagan. Até o advento da era espacial, iniciada com o lançamento do Sputnik pela União Soviética em 1957, tudo que os astrônomos tinham para investigar a questão de vida fora da Terra eram o princípio copernicano e observações telescópicas limitadas. E foi graças a elas, combinadas a uma boa dose de imaginação, que um dos maiores mitos da astronomia foi construído ao final do século 19: o de que Marte era habitado por uma civilização inteligente. Essa ideia não seria mais relegada ao status de especulação filosófica genérica. Em vez disso, estaria calcada em evidências concretas e científicas. Ou assim pensavam alguns astrônomos.

A história toda começou em 1877, quando o italiano Giovanni Schiaparelli fez um mapeamento, por telescópio, da superfície marciana e enxergou estruturas que identificou como *canali* – canais, em italiano. O astrônomo não mencionou, de saída, se acreditava que se tratava de fenômenos naturais ou construções artificiais, nem fez escarcéu com base em seu mapeamento. Mas o trabalho chegou aos ouvidos de um excêntrico diletante americano chamado Percival Lowell. Amante da astronomia, ele decidiu embarcar na aventura de estudar a fundo o planeta vermelho e seus *canali*. O magnata criou seu próprio observatório, em Flagstaff, no Arizona, para mapear Marte assim que ele se afigurasse num momento de máxima aproximação com a Terra, fenômeno chamado de oposição (porque o planeta se posiciona exatamente do lado oposto ao Sol, do ponto de vista terrestre). Após realizar suas observações, em 1895, Lowell publicou um livro a respeito, chamado simplesmente *Mars* (Marte). Ali ele conta a história dos canais e as descobertas que teria feito ao prosseguir nessa linha de investigação.

“A primeira pista que o mundo teve de sua existência foi quando Schiaparelli viu algumas das linhas em 1877, 18 anos atrás”, escreveu o astrônomo americano. “O mundo, entretanto, estava tudo menos preparado para a revelação, e, quando ele anunciou o que havia visto, prontamente decidiram desacreditá-lo. Schiaparelli teve o infortúnio de estar à frente de seu tempo, e infortúnio ainda maior de permanecer assim; pois não só ninguém mais viu as linhas naquela oposição, como ninguém conseguiu fazê-lo nas subsequentes. Por muitos anos, o destino permitiu que Schiaparelli as tivesse todas para si mesmo, uma confiança que ele amplamente retribuiu. Enquanto outros duvidavam, ele foi de descoberta em descoberta. O que ele havia visto em 1877 não era tão intrigante, em vista do que ele viu depois. Suas primeiras observações poderiam bem ter sido de simples estuários, longas rachaduras naturais correndo sobre os continentes, assim cortando-os em dois. Suas observações posteriores eram muito peculiares para serem explicadas mesmo por uma configuração tão improvável da superfície marciana. Em 1879, os *canali*, como ele os chamou (canais naturais ou construídos, a palavra pode ser assim traduzida, e é no segundo sentido que ele hoje as considera), mostraram-se mais retos, e ele distinguiu mais

deles. Finalmente, perto do fim do ano, Schiaparelli observou, numa noite, o que o chocou como um fenômeno muito intrigante, a duplicação de um dos canais: dois canais paralelos subitamente apareceram onde apenas um havia sido visto antes. O paralelismo era tão perfeito que suspeitou de ilusão de óptica. Não pôde, entretanto, constatar nenhuma ao mudar seus telescópios ou lentes oculares. O fenômeno, aparentemente, era real.”

Schiaparelli ainda defendia a hipótese de que os canais eram formações naturais, mas não sabia mais o que fazer de suas observações. Segundo Lowell, seu eminente colega admitiu que os *canali* podiam muito bem ser sinais de uma civilização marciana. Teria dito o italiano: “*Io mi guarderò bene dal combatt ere questa supposizione la quale nulla include d'impossibile*” (“Devo evitar cuidadosamente combater essa suposição, que não envolve nenhuma impossibilidade”).

A afirmação de que Marte era habitado teve o efeito de uma faísca num barril de pólvora. Embora as conclusões de Lowell não fossem compartilhadas pela maioria dos astrônomos, a história era saborosa demais para não cair no gosto do público. A noção de um planeta moribundo e desértico, lar de uma civilização avançada conduzindo imensas obras de engenharia para sobreviver, era apaixonante. Foi ela que inspirou o inglês H.G. Wells a escrever seu clássico *A Guerra dos Mundos*, publicado em 1898. Da mesma fonte, também bebeu o americano Edgar Rice Burroughs, autor de uma série de livros centrados em John Carter, um soldado da Guerra Civil que por meios misteriosos vai parar em Marte. Embora Burroughs tenha ficado mais famoso graças a outro personagem de sua criação – Tarzan –, suas aventuras marcianas encontrariam no menino Carl Sagan, na década de 1940, um leitor voraz.

Lowell morreu em 1916, acreditando nos mapeamentos que fez dos canais marcianos e nos motivos que levaram os alienígenas a promover sua construção. Nas décadas seguintes, a comunidade astronômica sepultaria em definitivo essa hipótese, atribuindo as observações feitas por Schiaparelli e seus seguidores a ilusões de óptica. Ainda assim, uma sombra de dúvida sempre pairou, e até a década de 1950 ainda havia mapas marcianos em uso com indicações dos canais. Um deles havia sido fornecido à Força Aérea dos Estados Unidos por Earl Slipher, ex-assistente de Lowell, quando os militares iniciaram as discussões sobre a condução de missões espaciais a Marte.

Esse empreendimento se tornaria realidade na década seguinte, impulsionado pela corrida espacial. Americanos e soviéticos se dedicaram com afinco a projetar espaçonaves para fazer o primeiro reconhecimento robótico do Sistema Solar. O planeta vermelho, com todas as lendas que circulavam a seu respeito, naturalmente se tornou um alvo preferencial, e a primeira sonda a enviar fotos de superfície marciana foi a Mariner 4, lançada em 1964. Em um sobrevoo rápido a meros 9.846 km da superfície marciana, em 14 de julho de 1965, o

veículo tirou 21 fotos de baixa resolução do solo de Marte. E o que se viu foi a mais completa desolação: um mundo árido e cheio de crateras, muito mais parecido com a Lua do que com as fantasias de Burroughs que Sagan tanto apreciava.

A atmosfera extremamente rarefeita (um centésimo da densidade do ar terrestre), composta quase totalmente por dióxido de carbono, impediria a presença de água em estado líquido na superfície gélida do planeta vermelho por longos períodos. Sem água, as chances de vida eram praticamente nulas. Ali morreu o sonho da vida marciana.

Outras duas sondas, Mariner 6 e 7, voltaram a fazer sobrevoos em 1969, enquanto todas as atenções estavam voltadas para o Projeto Apollo, com suas viagens tripuladas à Lua. Mas quando a Mariner 9 se tornou o primeiro artefato humano a entrar em órbita de Marte, em 1971, essa história tomaria um novo rumo. O mapeamento da superfície do planeta, com milhares de fotos, revelou cursos de rios secos, vales e outras formações que sugeriam um passado mais úmido para o deserto marciano. Foi nesse momento que Sagan resgatou sua esperança de encontrar vida naquele mundo misterioso. Seu raciocínio era de que, se no passado houve condições para o surgimento da vida em Marte, ela poderia ter evoluído para se adaptar mesmo às mais inóspitas circunstâncias do presente.

E foi esse panorama que levou ao planejamento das sondas Viking 1 e 2. Compostas por dois orbitadores e dois módulos de pouso, elas cumpririam diversos objetivos científicos em Marte. Mas o maior deles era procurar vida no solo marciano – provavelmente microbiana, mas não necessariamente. As sofisticadas estações eram equipadas com um braço robótico capaz de colher amostras do chão e colocá-las em uma câmara no interior da sonda, onde os experimentos seriam realizados.

As descidas ocorreram em regiões diferentes do planeta, em 1976. A Viking 1 pousou em Chryse Planitia. Sua irmã gêmea, Viking 2, em Utopia Planitia. Em ambas as regiões, a pressão atmosférica permitiria a existência de água líquida por breves períodos, se a temperatura fosse favorável. Amostras foram colhidas e passaram por quatro experimentos destinados a verificar a presença de organismos vivos.

“Como se detecta vida?”, provocou o cientista planetário americano Bruce Murray (1931-2013) ao falar das Vikings, em uma palestra proferida em homenagem a Carl Sagan. “É uma boa pergunta. Se alguém entrega um material, como se prova que tem algo vivo nesse material? Havia apenas um modo realmente universal. É necessário que se encontrem provas de que algo está se replicando e crescendo. Havia três experiências para buscar algo que estivesse crescendo. Duas delas usavam diferentes caldos, oferecendo algo que as supostas criaturas marcianas gostassem de comer. Depois se mediam as

mudanças químicas resultantes de atividade metabólica para provar o crescimento – caso houvesse algum. A terceira experiência media a absorção de carbono radioativo. Além disso, se houvesse vida, obviamente deveria haver material orgânico no solo. Talvez os próprios seres, mas certamente suas carcaças e ambiente químico residual, estivessem presentes em pequenas quantidades. Então houve outra experiência chamada espectrômetro de massa/cromatografia de gás (GCMS), que era um modo extremamente sensível de procurar material orgânico no solo.”

Com quatro experimentos complementares, os responsáveis pela Viking imaginavam que, se houvesse algo vivo nos primeiros centímetros de espessura do solo marciano, ele seria detectado. Assim que o braço mecânico da sonda se estendeu e coletou as primeiras amostras de solo, levando-as para o laboratório interno, os dados começaram a fluir. Não demorou a surgir a informação de que o carbono presente no “caldo nutritivo” da Viking, marcado radiativamente, estava sendo de alguma maneira deglutido e devolvido na forma de gás carbônico. Parecia haver um metabolismo em ação ali. Os cientistas ficaram eufóricos: os dados apontavam para a existência de vida em Marte. Nada parecido com um urso polar, mas talvez Sagan tivesse razão em ter mantido as esperanças.

Contudo, havia algo estranho nas medições. O acúmulo de gás carbônico na câmara foi seguindo um padrão linear e, de repente, cessou. Caso fosse fruto de ação biológica, seria esperado um perfil diferente. A curva de aumento de gás carbônico deveria ir lentamente se achatando, atingindo um patamar máximo e depois ir descendo aos poucos, formando uma parábola. Não a forma retilínea que foi observada. A prova dos nove foi o GCMS. Ultrassensível, ele foi incapaz de detectar sinais de compostos orgânicos nas amostras de solo marciano. Sem química orgânica, nada de vida como a conhecemos. Ao que parece, a Viking havia detectado um falso positivo.

E essa foi a conclusão oficial apresentada pela NASA: Marte não só estava morto, como era completamente avesso à vida. O resultado obtido não teria sido fruto de metabolismo, mas meramente da presença de uma substância altamente oxidante no solo marciano, que degrada rapidamente compostos orgânicos assim que entra em contato com eles. Os projetistas dos experimentos da Viking não podiam ser culpados por não ter antecipado isso. Eles não tinham como saber, com base nos dados colhidos pelas sondas Mariner.

A única voz dissonante foi Gilbert Levin, bioquímico que concebeu o experimento do carbono radioativo. Até hoje ele insiste que a sonda de fato detectou vida em Marte. Mas, como uma andorinha só não faz verão nem aqui, nem no planeta vermelho, esse foi o fim da triste história da busca pelos marcianos.

Até que um fato novo apareceu para mudar tudo. De novo.

No meio do caminho tinha uma pedra

Ninguém nega que as duas Vikings foram um sucesso estonteante do ponto de vista de seu desempenho. Pela primeira vez, espaçonaves da Terra pousavam em outro planeta e registravam fotos coloridas de sua superfície. Em paralelo, dois orbitadores faziam o mais completo mapeamento do globo marciano de que se teve notícia até aquele momento. Dentre as fotos mais famosas está a da região de Cydonia, que mostra a conhecidíssima “face de Marte”. (Relembrando toda a mística do planeta vermelho, não é difícil compreender como o público “abraçou” aquela imagem como evidência de uma civilização extinta. Na verdade, era só uma montanha e jogo de luz e sombra – uma ilusão de óptica não muito diferente da que produziu os canais marcianos, cem anos antes.)

Apesar de todos esses resultados sensacionais, nada escondia o fato de que a missão principal – encontrar vida em Marte – fracassou. E isso ainda se deu de maneira meio esquisita, com um falso positivo e resultados conflituosos. Ninguém queria saber dos feitos inéditos do projeto. À pergunta “existe vida em Marte?”, a Viking respondeu, sem muita convicção: “Hummm, sei lá, mas, ao que tudo indica, não.” Muita incerteza por um investimento equivalente a cerca de US\$ 4 bilhões, em valores de 2013. É uma dinheirama.

A NASA ficou com uma ressaca marciana das brabas. Decretou Marte um planeta morto e fim de papo. Nunca mais a agência espacial lançou uma sonda com propósito declarado de encontrar vida. Para lugar nenhum. E o planeta vermelho só voltaria a receber a atenção dos americanos novamente em 1992, com o lançamento da orbitadora Mars Observer, 17 anos depois das Vikings. Pior: a sonda falhou e perdeu contato com a Terra três dias antes de entrar em órbita de Marte. Mais um caminhão de dinheiro jogado fora. O planeta vermelho estava dando um baile nos ianques.

Eis então que surgiu o pedregulho que ia mudar tudo: o ALH 84001. Já falamos um pouco desse meteorito e do anúncio bombástico de que continha possíveis evidências fósseis de bactérias marcianas de 4 bilhões de anos, feito em 1996 por cientistas da NASA. A notícia reacendeu a polêmica sobre vida alienígena e motivou até Bill Clinton a sair do Salão Oval para fazer um pronunciamento sobre ETs. “Se essa descoberta for confirmada, será certamente uma das revelações mais estonteantes sobre o Universo que nossa ciência já fez”, afirmou o então presidente, anunciando que o programa espacial americano iria “jogar todo o seu poderio intelectual e tecnológico na busca por outros indícios de vida em Marte”. Sagan também chegou a se manifestar sobre a história do meteorito marciano naquele ano, pouco antes de morrer. “No âmbito dos OVNI, venho enfatizando há anos que afirmações extraordinárias exigem provas extraordinárias”, afirmou. “Os indícios de vida em Marte ainda não são extraordinários o suficiente. Mas trata-se de um começo. Um começo que nos aponta para outras

partes desse meteorito marciano específico. E que nos guia para outros meteoritos marcianos... Que mostram a necessidade de reexaminarmos os resultados enigmáticos das experiências biológicas das naves Viking, alguns dos quais apontados por poucos cientistas como indicativos da presença de vida. Que sugerem que enviemos expedições espaciais àqueles locais especiais em Marte que possam ter sido os últimos a reter calor e umidade. Que nos abrem todo o campo da exobiologia marciana.”

Pois não, Carl. Foi exatamente por esse caminho que a NASA prosseguiu suas investigações, desta feita de forma sistemática e agressiva, para esclarecer de uma vez por todas esse enorme mistério chamado Marte. Entre 1996, ano do anúncio do meteorito, e 2013, a agência espacial americana enviou ao planeta vermelho as seguintes sondas:

- Mars Global Surveyor (1996)
- Mars Pathfinder (1996)
- Mars Climate Orbiter (1998, perdida por falha humana)
- Mars Polar Lander (1998, perdida por problema no pouso)
- Mars Odyssey (2001)
- Spirit (2003)
- Opportunity (2003)
- Mars Reconnaissance Orbiter (2005)
- Phoenix (2007)
- Curiosity (2011)
- Maven (2013)

As janelas de lançamento para Marte acontecem a cada 26 meses, momento em que a Terra e o planeta vermelho estão na posição certa no Sistema Solar para viabilizar uma jornada mais curta e econômica entre os dois mundos. Uma olhadinha nas datas acima revela que a NASA aproveitou todas as janelas disponíveis entre 1996 e 2013, exceto a de 2009. E para o futuro próximo o fluxo de espaçonaves deve continuar. Em 2016 partirá a sonda InSight e, em 2020, um novo jipe robótico, nos moldes do bem-sucedido Curiosity.

Apesar de ter menos grana, a Agência Espacial Europeia (ESA) também tem planos arrojados para Marte. Em 2003, a Mars Express, pioneira sonda europeia destinada ao planeta vermelho, instalou-se na órbita daquele mundo e permanece em operação até o momento. Para 2016 e 2018, estão sendo preparados, respectivamente, um orbitador e um jipe robótico. O projeto duplo, chamado ExoMars, será a primeira missão desde as Vikings com o objetivo explícito de, mais uma vez, procurar sinais de vida.

Ou seja, talvez até o final da década já tenhamos a sonhada resposta a uma pergunta que atormenta a humanidade há séculos: afinal, existe vida em Marte?

Nosso vizinho mais hospitaleiro

No Sistema Solar, não há planeta mais parecido com a Terra. E, para fazer essa constatação, o senso comum já basta. Uma olhadinha nas imagens enviadas pelas sondas da NASA revela um cenário estranhamente familiar. Trocando a tonalidade ocre do céu pelo costumeiro azul terrestre, o que temos é um ambiente muito semelhante ao deserto do Atacama, no Chile. E, se existem chilenos, por que não existiriam marcianos?

Bem, a resposta mais simples a essa pergunta é que as aparências enganam. Marte é bem menor que a Terra, o que pode ter feito toda a diferença.

Estudos promovidos pelos jipes Spirit, Opportunity e Curiosity mostraram sistematicamente que, em seus primórdios, o planeta foi habitável. Os robôs encontraram nas rochas sinais de antigos lagos de água doce e mares salobres, que se somaram aos inúmeros cursos de rios antigos identificados em imagens orbitais para revelar um passado bem mais agradável do que o gélido presente. É verdade que Marte nunca foi tão “alagado” quanto a Terra teria sido em seu primeiro bilhão de anos, mas isso nem chega a ser má notícia. Talvez essa condição fosse até melhor que a do nosso planeta para dar origem à química necessária ao surgimento da vida.

O testemunho geológico encontrado no solo marciano que indica um passado habitável é ainda mais surpreendente se pensarmos que o Sol, durante seu primeiro bilhão de anos, era 30% menos brilhante do que é hoje. Com menos radiação solar disponível, o planeta precisava de uma atmosfera muito mais densa que a atual para produzir o efeito estufa exigido para conservar o calor. Um visitante interestelar que chegasse ao Sistema Solar naquela época, entre 4 bilhões e 3 bilhões de anos atrás, decerto se encantaria com ele. Não só Terra e Marte preservavam água em sua superfície, como possivelmente Vênus também.

Mas foi aí que o tamanho de Marte começou a influenciar seu destino a longo prazo. Com modestos 6.792 km de diâmetro, o planeta vermelho carecia de calor interno em quantidade suficiente para alimentar grande atividade vulcânica. Embora lá esteja o maior vulcão conhecido do Sistema Solar, Olympus Mons, com seus imponentes 27 km de altura, estima-se que a época das grandes erupções em Marte tenha acontecido até 3,5 bilhões de anos atrás. Depois disso, a atividade vulcânica se estagnou a quase zero. Há evidências de erupções ocasionais que se estendem até poucos milhões de anos atrás, mas nada de grandes proporções. Hoje, em termos geológicos, Marte é um planeta morto.

O esfriamento do interior marciano também resultou na gradual perda de seu campo magnético – importante para proteger formas de vida dos efeitos deletérios da radiação vinda do espaço.

Como Marte provavelmente nunca teve placas tectônicas, não havia nenhum

mecanismo geológico que ajudasse a manter o chamado ciclo do carbono. Sem tectonismo e com pouco vulcanismo, muito carbono atmosférico se fixou em minerais na superfície, formando carbonatos, e pouco era devolvido à atmosfera em forma de gás-estufa. Com isso, o calor começou a se esvaír. Era o início do fim para os gloriosos marcianos.

Esse processo eventualmente levou ao congelamento do planeta. A baixa gravidade também não ajudou Marte a se agarrar à sua atmosfera, que foi se tornando mais rarefeita com o passar do tempo até atingir a pobreza de 1% da densidade da atmosfera terrestre. Parte da água evaporada certamente se perdeu no espaço, enquanto o resto foi preservado no subsolo congelado. Medições orbitais feitas pela sonda europeia Mars Express detectaram grandes quantidades de hidrogênio logo abaixo da superfície, que com toda probabilidade está lá na forma de gelo de água. Essa premissa foi confirmada pela sonda Phoenix, que pousou próximo ao polo norte de Marte e escavou o solo para encontrar grandes quantidades de gelo a poucos centímetros de profundidade. Se toda essa água fosse “degelada”, produziria um oceano global de 10 a 20 metros de profundidade.

Então sabemos que a atmosfera antiga se dissipou, o calor foi embora e a água congelou. Mas não está descartada a possibilidade de que, nas profundezas do subsolo, fontes de energia geotérmica possam descongelar a água e mantê-la em estado líquido – um possível ambiente habitável ainda nos dias de hoje!

Por conta disso tudo, há motivos para crer que, se a vida é um fenômeno químico comum quando as condições se mostram propícias, Marte um dia já foi habitado – pelo menos por micróbios. Considerando que ainda pode haver regiões habitáveis, talvez eles estejam lá até agora, esperando para ser encontrados.

Uma das evidências mais enigmáticas de vida no planeta vermelho consiste na detecção de pequenas quantidades de gás metano na atmosfera. Um produto comum de atividade microbiana, esse gás só duraria na atmosfera marciana por 300 anos antes de ser decomposto pela radiação solar. Ou seja, algo está reabastecendo constantemente a atmosfera, e as explicações possíveis são duas: vida ou vulcanismo. Medições orbitais feitas pela Mars Express em 2003 e 2006 sugeriam que havia 10 partes por bilhão de metano na atmosfera e que a concentração variava bastante de acordo com a região e o momento da medição.

O jipe Curiosity chegou a Marte em 2012, babando para medir o metano atmosférico. Ele estava equipado até para ver variações atômicas na composição numa tentativa de distinguir entre metano de origem vulcânica e biológica. Mas ficou só na vontade. Para o embaraço dos cientistas, o equipamento foi incapaz de detectar sinal do gás. Isso colocou um limite máximo de 5 partes por bilhão e frustrou qualquer tentativa imediata de identificar a fonte do metano – ou confirmar em solo sua existência. O planeta vermelho parece não querer

entregar seus segredos aos terráqueos.

De toda forma, a exploração de Marte deve continuar, e o fato de que o planeta vermelho continua na mira da NASA significa que eles podem ter motivos que nem todos conhecem para prosseguir nesse curso. Peter Ward, paleontólogo que gerenciou um dos centros do Instituto de Astrobiologia da agência espacial americana, fez uma sugestão no mínimo enigmática em seu livro *Life As We Do Not Know It*. “A NASA teve imensos triunfos neste novo século em suas missões marcianas e sabe mais do que está dizendo sobre a possibilidade de vida em Marte. Para a NASA, informação sobre vida em Marte é a joia da coroa de sua inteligência, e obter essa informação é um pouco como fazer a CIA divulgar o que ela realmente sabia sobre as armas de destruição em massa de Saddam Hussein, mesmo para nós que estamos do lado de dentro.”

Foi a primeira vez que vi um cientista respeitável, atrelado à agência, sugerir algo desse tipo. Talvez a NASA já saiba que há algo bem estranho – e possivelmente vivo – em Marte, e falem só as evidências científicas definitivas para anunciar a descoberta. Depois de tantos falsos positivos na longa história da busca por vida marciana, a cautela faz todo sentido.

Mas e quanto àquele outro planeta que também teria começado sua trajetória recoberto por oceanos azuis, 4 bilhões de anos atrás, antes de se tornar um inferno escaldante? Poderia Vênus abrigar vida? Alguns cientistas acreditam que sim.

O gêmeo que deu errado

Um planeta tem 12.756 km de diâmetro; o outro, 12.103 km. Ambos foram constituídos dos mesmos materiais, na mesma época, na mesma região do Sistema Solar. Ambos formaram núcleos de ferro e níquel, envoltos em silicatos. Os dois são os vizinhos planetários mais próximos em todo o Sistema Solar. E, no entanto, 4,6 bilhões de anos após sua formação, não poderia haver dois mundos tão diferentes quanto Terra e Vênus.

Enquanto nosso planeta se tornou um abrigo estável para a vida durante 4 bilhões de anos, seu vizinho se transformou numa versão científica do inferno. Com uma atmosfera cerca de 90 vezes mais densa que a da Terra, quase inteiramente composta por dióxido de carbono, Vênus tem um efeito estufa tão intenso que a temperatura média é de 460 graus Celsius. E não há resfriamento. Seja dia ou noite, o denso ar venusiano dá um jeito de distribuir igualmente o calor. Rochas chegam a brilhar suavemente no escuro, tamanha a temperatura que atingem.

Essas informações foram obtidas com muito custo, por diversas espaçonaves que orbitaram o planeta. Por telescópio, pouco se podia dizer acerca de Vênus, pois aquele mundo está permanentemente envolto por uma grossa camada de nuvens. Aliás, são essas nuvens claras que explicam seu espetacular brilho no céu noturno terrestre.

Em contraste com o que fizeram em Marte, os americanos jamais levaram uma sonda para tirar fotos na superfície venusiana. Por lá, o grande sucesso foi dos russos, que com seu programa Venera chegaram a fazer diversos pousos bem-sucedidos e produzir vistas panorâmicas do solo, entre 1970 e 1982. Mas nenhuma das missões durava muito tempo. O máximo que uma sonda conseguiu operar no hostil ambiente venusiano foi 127 minutos, antes de virar ferro-velho derretido no calor acachapante.

A NASA preferiu prosseguir em suas investigações com satélites orbitais, e a sonda Magellan (homenagem ao navegador português Fernão de Magalhães) operou entre 1989 e 1994 usando radar para fazer um mapeamento detalhado da superfície venusiana. Desde 2005, a ESA opera a sonda Venus Express, que estuda a atmosfera do planeta – a chave para compreender o que deu errado por lá para que aquele mundo terminasse de um jeito bem diferente do nosso.

É verdade que Vênus está mais perto do Sol do que a Terra. Mas isso, por si só, não justifica a temperatura. Mercúrio, ainda mais próximo de nossa estrela-mãe, atinge a temperatura máxima de 430 graus Celsius. Sem atmosfera para distribuir o calor, na noite mercuriana, a temperatura despenca para 170 graus negativos. O menor planeta a girar em torno do Sol nunca reuniu, nem jamais reunirá, condições para abrigar vida. Mas o mesmo não se pode dizer de Vênus.

O astrobiólogo David Grinspoon, do Museu de Natureza e Ciência de Denver,

nos Estados Unidos, dedicou boa parte de sua vida a estudar os supostos oceanos de Vênus. Aparentemente, nosso planeta-irmão pode ter sido indistinguível da Terra em seu passado remoto. “Os dados ainda são frouxos para permitir opinião contrária, mas a maioria dos cientistas que analisaram todas as evidências e como elas se encaixam no que aprendemos sobre o Sistema Solar acredita que, quase com certeza, Vênus começou como um lugar úmido, muito parecido com a Terra – um planeta com oceanos mornos de água líquida.”

Mais uma vez, cabe lembrar que, logo após o seu nascimento, o Sol era 30% menos brilhante. Portanto, havia menos radiação para esquentar Vênus. Embora a estrela parecesse ter o dobro do tamanho no céu venusiano se comparado ao que se vê na Terra, naqueles tempos o segundo planeta a contar do Sol não recebia muito mais energia do que nós temos hoje em nosso mundo.

Então, o que deu errado? Por que Vênus não conseguiu conservar sua água como a Terra? Porque o planeta foi vítima de um efeito estufa descontrolado. Em algum momento, que os cientistas não sabem precisar exatamente qual, o crescente aumento de brilho do Sol iniciou um processo de evaporação dos oceanos. Vapor d'água é um gás-estufa poderosíssimo – muito mais que o famoso dióxido de carbono CO_2 , e o acúmulo gradual na atmosfera fez a temperatura se elevar ainda mais, que levou a mais evaporação, que esquentou o planeta ainda mais, até que toda a água na superfície estivesse evaporada, acumulada no ar venusiano. Como se não fosse tragédia suficiente, Vênus a seguir perdeu toda essa água da atmosfera. No ar, vapor d'água fica sujeito à ação da radiação ultravioleta do Sol, que quebra a molécula (H_2O). De um lado, fica o oxigênio. O hidrogênio, muito mais leve, acaba escapando para o espaço. Os átomos liberados de oxigênio se recombinaram para formar dióxido de carbono, e era uma vez a água venusiana. Mesmo que o planeta voltasse a esfriar, jamais teria seus oceanos de volta.

Uma pergunta que pode lhe ocorrer é: se a água foi toda embora, como sabemos que ela um dia esteve lá? “Como os sapatos de refugiados forçados a partir na correria, vemos os sinais de uma evacuação completa do hidrogênio, que deixou para trás um resíduo forte de deutério – a variante mais pesada do hidrogênio, que tem mais dificuldade em fazer as malas e partir”, diz Grinspoon. “O grande acúmulo desse hidrogênio pesado nos diz que a maior parte da água escapou. Não indica quando, ou quanto, apenas que foi a maior parte.”

Talvez um dos segredos para preservar a água nos primórdios de Vênus tenha sido um dos mais notórios diferenciais entre ele e a Terra. Enquanto nosso planeta gira relativamente depressa, completando uma volta em torno de si mesmo a cada 23 horas e 56 minutos, nosso vizinho leva molдорrentos 243 dias terrestres para dar uma misera voltinha em torno de si mesmo. É o dia mais lento entre os planetas do Sistema Solar, e no caso venusiano é maior até que o próprio ano naquele planeta, que leva 224 dias terrestres. Para completar a bizarrice, Vênus

gira em sentido retrógrado, diferentemente de todos os outros planetas, exceto Urano.

Um estudo feito por Jérémy Leconte e colegas do Instituto Pierre Simon Laplace, em Paris, publicado em 2013 na revista *Nature*, simulou os efeitos da radiação solar sobre o ambiente venusiano e concluiu que, se ele girasse tão depressa quanto a Terra, teria sofrido de efeito estufa descontrolado desde o nascimento. Contudo, ao levar em conta os fluxos atmosféricos produzidos por sua lenta rotação, os cientistas concluíram que a água deve ter sido estável no planeta em épocas remotas. O mesmo grupo realizou simulações para a Terra e concluiu que, em mais 1,1 bilhão de anos, nosso planeta terá o mesmo triste fim que Vênus. Com o suave aumento da atividade solar ao longo do tempo, a Terra também atingirá o ponto de não-retorno, em que o efeito estufa descontrolado leva à evaporação dos oceanos e esteriliza o planeta.

Se olhar para Vênus equivale a conhecer o futuro da Terra, por que não pensar que a vida pode ter evoluído no planeta vizinho enquanto seus oceanos estiveram por lá? É bem possível. Contudo, não há a menor hipótese de se buscar fósseis venusianos. Estudos da superfície mostram que ela é relativamente recente, com menos de 1 bilhão de anos de idade, renovada por um imenso surto de vulcanismo. (Especula-se que, sem a preservação de oceanos para impulsionar uma dinâmica de placas tectônicas, Vênus tenha um padrão vulcânico bem diferente do terrestre. Em vez de ir expelindo lava a conta-gotas nas áreas de choque entre as placas, como acontece aqui, em Vênus a pressão toda vai se acumulando até produzir explosivas ejeções de lava em escala global.)

Nem tudo está perdido, contudo. David Grinspoon defende que talvez ainda existam formas de vida proliferando naquele planeta infernal. Onde? Na alta atmosfera.

Enquanto a superfície enfrenta temperaturas de 460 graus e pressão acachapante, nas altas nuvens de Vênus, a 50 km de altura, pode-se encontrar uma densidade atmosférica não muito diferente da terrestre ao nível do mar. A temperatura é de agradáveis 20 graus Celsius, e algumas medições revelam a presença de gotículas de água. Mais fresco que Carnaval no Nordeste.

Uma coisa que não há lá é monóxido de carbono, e o curioso é que deveria haver, porque relâmpagos e radiação solar deveriam produzir esse composto em copiosas quantidades. Sua ausência é interpretada por Dirk Schulze-Makich e Louis Irwin, da Universidade do Texas em El Paso, como indicativo (admitidamente não conclusivo) de vida. De acordo com eles, microrganismos poderiam estar metabolizando gases atmosféricos e produzindo as quantidades de sulfeto de hidrogênio e dióxido de enxofre observadas por sondas.

Isso para não falar de sulfeto de carbonila, molécula detectada pelas sondas russas que estudaram a atmosfera venusiana. Sabe-se que essa substância age como catalisador para juntar aminoácidos e com eles formar peptídeos – versões

em miniatura de proteínas, que, como já vimos, são a base para o metabolismo dos organismos vivos. Tudo muito suspeito.

Grinspoon sugere que existam até evidências visuais dos micróbios. Ele aponta que há manchas misteriosas, complexas e estáveis na atmosfera de Vênus que são globais e que contêm faixas mais claras e mais escuras – potencialmente organismos fotossintetizantes flutuando nas nuvens, segundo ele. Em contrapartida, não custa lembrar que há copiosas quantidades de ácido sulfúrico na atmosfera, que de vez em quando até chovem, descendo em forma líquida até os 25 km de altitude antes de evaporar novamente. Não chega a ser o ambiente ideal, mas na Terra já encontramos extremófilos que poderiam lidar com esse nível de acidez sem pestanejar. O grande desafio para os supostos venusianos, na verdade, é manter um ecossistema inteiro somente nas nuvens. Na Terra, muitas criaturas são capazes de viver na atmosfera, mas em algum momento a vida nas nuvens interage com o que acontece nos oceanos ou na superfície sólida. Se de fato for possível manter criaturas vivas e se replicando somente na alta atmosfera, exiladas para sempre do solo de seu próprio planeta, Vênus é candidatíssimo a abrigar vida. O duro é ir lá buscá-la.

Eis que nos deparamos com uma chocante revelação: embora hoje só encontremos desertos por todos os lados, no passado do Sistema Solar, três dos quatro planetas rochosos tiveram tudo para ser abrigos viáveis para a vida. Um, o nosso, sabemos que vingou. O que aconteceu nos outros dois, Vênus e Marte, e o que ainda há por lá, são questões em aberto.

Como se isso não fosse bom o suficiente, descobertas recentes revelam que também nas regiões mais externas do nosso sistema planetário podem existir abrigos para formas de vida. Vamos a eles.

Rumo aos mundos de gelo

Conforme atravessamos o cinturão de asteroides que fica entre Marte e Júpiter, adentramos as regiões mais frias do Sistema Solar. A essa altura, já ultrapassamos o que os cientistas chamam de “linha da neve”, ponto em que a água se torna sólida no espaço. Não é uma boa notícia para a proliferação de vida como a conhecemos. Com o Sol distante, produzindo somente um pálido brilho, de onde poderia vir a energia básica para alimentar qualquer ecossistema?

Durante os anos 60 e 70, alguns pesquisadores chegaram até a sugerir a presença de vida nos planetas exteriores. Carl Sagan (sempre ele!) imaginou criaturas imensas flutuando feito balões na alta atmosfera de Júpiter.

O arrojado de hipóteses como essa não vem do fato de que esses mundos estão muito distantes do Sol, mas sim porque se trata de planetas muito diferentes daqueles que inspecionamos até aqui. Enquanto Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são rochosos, com superfícies sólidas, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno são imensas bolas gasosas. Recobertos por gigantescas atmosferas, a pressão interna neles chega a ser tão grande em suas profundezas que cria superfícies de hidrogênio metálico em estado líquido. No caso dos dois últimos, significativamente menores, há uma presença maior de gelos, o que os faz às vezes serem chamados de “gigantes gelados”, em contraposição a “gigantes gasosos”.

De toda forma, ninguém hoje os considera seriamente como bons abrigos para formas de vida. Entretanto, outra propriedade que os diferencia de seus colegas rochosos é que esses planetas gigantes têm grandes coleções de luas ao seu redor. Cada um deles possui uma espécie de sistema planetário em miniatura. E aí é que o bicho, literalmente, pode pegar.

As quatro maiores luas de Júpiter foram descobertas por Galileu em 1610. Mas durante muito tempo pouco se pôde saber a respeito delas além de sua existência. Somente quando as sondas Voyager cruzaram as redondezas de Júpiter, em 1979, é que descobrimos algo sobre a natureza desses miniplanetas. E não faltaram surpresas.

A mais interna dessas quatro luas, Io, se revelou o mundo geologicamente mais ativo do Sistema Solar. Apesar de ter praticamente o mesmo diâmetro da nossa Lua (3.642 km de Io contra 3.473 km do nosso satélite natural), trata-se de um objeto muito diferente. Salpicado por mais de 400 vulcões ativos que cospem lava constantemente para o espaço, com enxofre voando para todo lado, Io é o sonho de um geólogo transformado em seu pior pesadelo.

A segunda lua galileiana é a menor das quatro (3.121 km de diâmetro) e tão estranha quanto, mas a seu próprio modo. Com uma superfície de gelo, quase livre de crateras (o que sugere que ela se renova constantemente), esse mundo está cheio de fraturas lineares mais escuras espalhadas pelo solo. Seu nome:

Europa.

“Houve um momento em particular quando as primeiras imagens de Europa chegaram”, relembra David Grinspoon, que estava no JPL (Laboratório de Propulsão a Jato) da NASA na ocasião. “Acho que foi um daqueles momentos fantásticos de surpresa e revelação. Quando em um instante suas ideias, e nesse caso eu acho que as ideias da humanidade, sobre algumas coisas muito importantes mudam. Lá estava Europa, nada parecida com esse tipo de mundo insípido, congelado, morto e velho que deveria ser, segundo o que aprendemos na escola. Em vez disso, ela estava toda cheia de riscos cruzados, com todas essas marcas estranhas. Eu me lembro de Carl Sagan na sala gracejando: ‘Sabe, Percival Lowell estava certo, só que os canais ficam em Europa.’ As marcações pareciam canais: algo novo, algo estranho, algo que parecia importante, e, claro, se tornou de fato muito importante.”

As outras duas luas galileanas estavam mais em linha com o que se esperava delas. Ganimedes, com seus gloriosos 5.268 km de diâmetro (trata-se da maior lua do Sistema Solar, maior até que o planeta Mercúrio, com 4.879 km), era uma bola de gelo e rocha marcada por crateras. Calisto, a mais distante das quatro, tem 4.820 km de diâmetro, a mesma composição aproximada e uma superfície ainda mais esburacada. Mas Io e Europa apresentavam um grande desafio ao entendimento: de onde estava vindo a energia para os fenômenos superficiais tão impressionantes?

Ocorreu aos cientistas que nem só de Sol vivem os objetos do Sistema Solar. Girando ao redor de um planeta gigante gasoso há outra *commodity* tão ou mais valiosa que a luz solar: a energia gravitacional.

Estamos bem familiarizados com o efeito de maré experimentado na Terra, em que a atração da Lua e do Sol mobilizam as regiões mais plásticas da superfície terrestre – os oceanos são as vítimas mais visíveis, mas isso acontece também com o manto e com a atmosfera –, movendo-os para lá e para cá conforme nosso mundo gira em torno de seu próprio eixo. (Na praia, quando você vir a maré subindo ou descendo, lembre-se de que está testemunhando um fenômeno astronômico.)

As luas galileanas, sobretudo as duas mais próximas, estão submetidas a uma força de atração ainda mais violenta. E como as órbitas delas não são exatamente circulares, essa força tem intensidade variável. Para completar, as três primeiras luas giram em torno de Júpiter em ressonância – Io dá quatro voltas no mesmo tempo que Europa leva para dar duas, e que Ganimedes leva para dar uma. Isso quer dizer que as forças gravitacionais que elas exercem constantemente se somam umas às outras para influenciar as condições nesses satélites.

O resultado do poderoso efeito de maré a que são submetidos esses mundos é uma intensa perturbação de suas regiões mais plásticas – localizadas em seu

interior. Io é a lua que sofre mais, estando mais perto de Júpiter, o que explica sua atividade vulcânica intensa. Europa, um pouco mais afastada, é menos afetada, mas ainda assim seu interior é bastante alterado pela gravidade. Sob sua crosta de gelo, se esconde um oceano global de água, mantido a uma temperatura amena e em estado líquido pelo efeito de maré. Segundo os estudos mais recentes, trata-se de água salgada, enriquecida com cloreto de sódio e cloreto de magnésio.

É difícil ignorar a relevância dessa descoberta para a busca por vida extraterrestre. Ela primeiro foi sugerida pela passagem das sondas Voyager, em 1979, e depois confirmada, com mais detalhes, pela sonda Galileo, que trabalhou em órbita de Júpiter entre 1995 e 2003. Em essência, pela primeira vez encontramos evidências irrefutáveis de um oceano de água líquida – elemento essencial à química biológica terrestre – em outro objeto do Sistema Solar. A única diferença do oceano europeano para os terrestres é que o de lá está completamente tampado por uma grossa camada de gelo. A espessura exata, ainda não se sabe. Mas fala-se em números que vão de 10 km a 100 km.

“Se você pudesse nadar no oceano de Europa e provar o gosto, ele teria o mesmo gosto do nosso sal”, diz Mike Brown, astrônomo do Caltech que em 2013 obteve resultados importantes no estudo dessa lua. Um detalhe importante é que, mesmo depois de comprar uma passagem da Júpiter Airlines, você jamais poderia nadar no oceano europeano. Supondo que ele tenha uma profundidade de 100 km, a pressão da água seria 1.200 vezes maior que a da atmosfera terrestre ao nível do mar. Não há como um ser humano resistir a isso. Mas outros organismos poderiam dar conta do recado. Haja vista que no fundo da fossa das Marianas, no Pacífico, a uma profundidade de 11 km, a pressão chega a ser mil vezes maior que a da atmosfera na superfície, e ainda assim há micróbios vivendo lá.

Uma vantagem da grande capa de gelo é que ela protege uma potencial biosfera europeana da intensa radiação existente nos arredores de Júpiter, armazenada naquela região por conta do campo magnético do planeta gigante. Sob tanto gelo, mesmo as partículas mais poderosas têm dificuldade de penetrar.

Em compensação, a falta de contato entre o oceano interno e o ambiente externo pode ser um problema. Muitos nutrientes necessários à manutenção de um ecossistema podem estar na superfície, onde nunca poderão ser usados por criaturas presas sob o gelo. Daí a importância dos resultados obtidos por Brown e sua equipe em 2013: eles demonstraram que há troca constante de material entre a superfície e o oceano abaixo.

“Agora temos evidência de que o oceano de Europa não é isolado – de que o oceano e a superfície falam um com o outro e trocam compostos entre si. Isso significa que a energia deve estar indo para o oceano, o que é importante em termos das possibilidades de haver vida lá”, afirma Brown. “Também significa que, se você quer saber o que há no oceano, você pode simplesmente ir à

superfície e raspar um pouco dele.”

Isso eliminaria uma das grandes dificuldades de uma missão dedicada a buscar vida em Europa. A sabedoria convencional sugere que seria preciso perfurar o gelo e atingir o oceano para detectar uma possível biosfera europeana. Mas, se material do oceano é facilmente acessível na superfície, basta pousar e analisar o gelo para encontrar nossos cobiçados alienígenas.

E talvez não seja preciso nem pousar. Em outro resultado espetacular obtido por Lorenz Roth e seus colegas do Southwest Research Institute, nos Estados Unidos, com a ajuda do Telescópio Espacial Hubble, foi demonstrado que, de vez em quando, no hemisfério sul europeano, são ejetadas grandes quantidades de água do oceano diretamente para o espaço, formando plumas a partir de fissuras na superfície. O trabalho, publicado na revista *Science*, levanta a hipótese de que talvez vida possa ser detectada até mesmo por uma missão orbital focada em analisar de perto essas plumas.

Não há dúvida de que o conjunto da obra faz de Europa um excelente candidato a abrigar vida como a conhecemos. Embora estudos focados na identificação de fontes de energia química necessárias para a vida sugiram que há bem menos recursos lá do que na Terra – o que provavelmente limitaria a evolução a seres unicelulares –, ainda assim deve haver o suficiente para alimentar algum tipo de criatura viva. E pode até haver mais energia do que tipicamente se calcula, caso o fundo do oceano europeano possua fontes hidrotermais, como as que existem na Terra. A verdade é que não sabemos.

Assim como também não temos a menor ideia sobre o potencial de Europa para produzir vida a partir de química prebiótica. Se a hipótese de Steven Benner a respeito da necessidade de um ambiente seco para o surgimento das primeiras formas de vida estiver certa, Europa com certeza não é um bom local. Supõe-se que, em seus primórdios, quando Júpiter ainda ardia de calor logo após sua formação, a temperatura local pode ter sido suficiente para que o oceano europeano estivesse na superfície, recoberto por uma atmosfera rica em vapor d'água. Dificilmente RNA poderia se formar nessas condições.

Por outro lado, se a vida terrestre nasceu em fontes hidrotermais, por mecanismos ainda não compreendidos, Europa pode ter produzido uma biosfera inteira de forma independente. Só vamos saber mandando robôs até lá para investigar. E, se Europa tiver vida, existe uma boa chance de que Ganimedes e Calisto também tenham. Embora sejam bem menos ativas, essas luas também parecem ter oceanos de água sob o gelo.

O mesmo talvez se aplique a Encélado, uma pequena lua de Saturno com apenas 505 km de diâmetro, que é internamente aquecida pelo efeito de maré e ocasionalmente também dispara plumas de água para o espaço. Uma das grandes surpresas da missão Cassini, que está desde 2004 em órbita do planeta famoso por seus anéis, foi o potencial de Encélado para abrigar vida. Trata-se de

uma lua que leva ao extremo o conceito de atividade interna promovida por efeito de marés. Por seu tamanho diminuto, os cientistas jamais esperavam que ela pudesse conservar água líquida em seu interior. E, no entanto, lá está ela, vez por outra sendo ejetada em plumas na superfície da lua. Imagens da Voyager 2 já sugeriam algo diferente, num solo com regiões muito antigas – cheias de crateras de impacto – e outras relativamente novas, com rachaduras espalhadas pela superfície. Encélado é quase uma versão em miniatura – e menos colorida – de Europa. Após os resultados obtidos com a Cassini, ela se confirmou como potencial habitat para vida alienígena no Sistema Solar. O que até certo ponto foi uma surpresa, porque o foco da missão era outra lua: Titã.

Uma Terra congelada no tempo?

Quando as Voyagers passaram por Saturno, esperava-se que elas fossem revelar a natureza desse mundo tão curioso. Contudo, a névoa densa que recobre toda a superfície impediu qualquer observação detalhada. O que, por si só, já é uma estranheza. Titã é a única lua do Sistema Solar a ter uma atmosfera densa. Se, em vez de estar em torno de Saturno, esse objeto girasse ao redor do Sol, decerto seria considerado um planeta. É a maior lua saturnina e a segunda maior do Sistema Solar, menor apenas que Ganimedes. Mas como então, mesmo sendo um pouco menor (5.150 km), Titã conseguiu manter uma atmosfera?

Ninguém sabe a resposta certa, mas uma das possibilidades é de que Saturno, duas vezes mais distante do Sol que Júpiter, tenha tão pouca energia solar disponível que o frio ajude a conservar o ar. Quanto menos energia, menos agitação das partículas. Menos agitadas, elas atingem com menos frequência a velocidade de escape. Ficam, portanto, presas à lua, mesmo que a gravidade não seja lá grande coisa – bem menos intensa que a de Marte, por exemplo, que tem uma atmosfera, mas muito menos densa que a de Titã.

Outra coisa que chama atenção na lua saturnina é a composição atmosférica. Na porção mais próxima da superfície, ela tem 95% de nitrogênio e 5% de metano. Nitrogênio é também o gás predominante no ar terrestre (aqui corresponde a 80% do total). Já metano é um composto orgânico, muitas vezes associado à vida, que não sobrevive na atmosfera a não ser que seja repostado de forma contínua.

Essa composição faz de Titã um alvo preferencial dos cientistas para o estudo de química prebiótica – análises feitas pelas Voyagers e pela Cassini mostram que há grandes quantidades de moléculas orgânicas mais complexas na atmosfera. Ao menos nesse sentido, Titã poderia ser imaginado como uma versão da Terra primitiva que acabou “congelada” no tempo, diante do frio que faz nas profundezas do Sistema Solar. Poderia evoluir lá a série de reações químicas que culminam com a vida, tal qual a conhecemos?

Muito provavelmente, não. A temperatura da superfície de Titã é de 179 graus negativos, medida pela sonda europeia Huygens, que pousou lá em 2005, depois de uma viagem de sete anos acoplada à americana Cassini. Estamos falando de um frio tão intenso a ponto de água existir apenas como rocha sólida. O cenário em torno da Huygens mostrou diversas pedras arredondadas e brancas – gelo de água, tão duro quanto granito na Terra.

Não escapou aos cientistas o fato de as rochas serem arredondadas, como pedras de rios. E aí entra outro aspecto tão interessante quanto estranho de Titã: ele é o único corpo do Sistema Solar, além da Terra, a ter um ciclo hidrológico. A temperatura é tal que metano, em vez de água, pode estar ora em estado líquido, ora em estado gasoso. Ou seja, metano evapora e chove, e Titã tem vários lagos

e pequenos mares dessa substância em sua superfície. Tão familiar e tão bizarro, tudo ao mesmo tempo.

Especula-se que, sob a atmosfera e a superfície congelada, Titã possa, a exemplo de outros mundos do Sistema Solar exterior, ter um oceano de água líquida, talvez misturado a amônia (que reduziria a temperatura de congelamento), mantido aquecido pelo efeito de maré. Não está descartada a presença de criovulcanismo – vulcões que expõem lava de água de vez em quando na superfície.

Será que, num passado remoto, esse oceano pode ter estado diretamente exposto à atmosfera, em forma líquida? Estudos feitos por Brett Bladman, da Universidade da Columbia Britânica, em 2006, mostram que pedras ejetadas da Terra por impactos de asteroides poderiam chegar a Titã, da mesma forma que o ALH 84001 veio parar na Antártida. “Micróbios da Terra podem ter sido levados à superfície de Titã”, afirma Ralph Lorenz, cientista britânico que participa da missão Cassini-Huygens, complementando que a chance de isso ter acontecido é baixíssima. “Se [os micróbios] calharam de pousar durante os primórdios de Titã, quando o oceano de água e amônia estava exposto à atmosfera, talvez possam ter florescido. Você nunca pode dizer nunca.”

Uma ideia que talvez seja ainda mais intrigante é imaginar vida diferente da terrestre habitando Titã. Será que uma química completamente diversa não poderia usar metano como solvente, em vez de água? Há quem especule que formas de vida baseadas em silício – elemento químico similar ao carbono, mas bem menos versátil para formar moléculas – encontrariam um ambiente propício em mundos gelados. É uma proposta que há muito tempo circula na ficção científica e que pode fazer sentido em um ambiente tão alienígena quanto Titã.

Afinal, em meio àquele frio, a energia disponível para reações químicas é menor, e talvez as ligações feitas por carbono sejam fortes demais para ser quebradas à vontade. As de silício, menos poderosas, mas com características similares, talvez sejam melhores para construir a base de moléculas úteis para a vida.

Embora alguns astrobiólogos, como Dirk Schulze-Makuch e David Grinspoon, osem imaginar possíveis metabolismos adequados a seres vivos em Titã, por ora tudo não passa de especulação. Parte-se da premissa de que a vida é um processo químico que pode se originar e se configurar de muitas maneiras diferentes. Não sabemos se esse realmente é o caso.

Viajando além da órbita de Saturno, nossos conhecimentos são ainda menores. Urano e Netuno até hoje foram visitados por apenas uma espaçonave – a Voyager 2 –, em 1986 e 1989. Mas já foi o suficiente para deixar alguns pontos de interrogação, sobretudo acerca de Tritão, a maior lua netuniana. Com uma superfície suspeitamente nova, ela parece uma versão (ainda mais) gelada de

Titã. O metano e o nitrogênio, que na lua saturnina estão na atmosfera, em Tritão estão em estado sólido na superfície. Com 2.706 km de diâmetro, o satélite natural tem uma atmosfera ultratênue, que apesar disso pode até gerar nuvens.

Isso para não falar em Plutão, o planeta anão que está para ser visitado pela sonda New Horizons, e tem um intrincado sistema de luas. Que surpresas podemos esperar?

De toda essa jornada pelo Sistema Solar, temos de confrontar dois fatos contrastantes. Por um lado, os cientistas conseguem conceber abrigos para a vida em Vênus, Marte, Europa, Ganimedes, Calisto, Encélado, Titã e, quem sabe, Tritão. Por outro lado, nenhuma das investigações já conduzidas por telescópio ou por sondas obteve evidências conclusivas de vida nesses mundos, embora na Terra a presença de uma biosfera seja tudo menos discreta, até para quem nos estudasse a partir do espaço. Será que, a exemplo do que vimos da postura dos astrônomos de outras épocas, ainda hoje há um excesso de otimismo, baseado no princípio copernicano?

Por isso, a descoberta de vida extraterrestre no Sistema Solar é prioridade dos programas espaciais mais avançados. Embora muito provavelmente esses alienígenas não passem da escala microbiana e, mesmo na melhor das hipóteses, não incluam criaturas inteligentes, saber que eles estão por aí confirmaria a hipótese de que os fenômenos químicos que levam à biologia se repetem com frequência no Universo. Só de saber que a Terra não é o único abrigo para a vida – com a possibilidade de estudar uma segunda história de origem ou, caso a panspermia esteja correta, compreender como cada ambiente conduz a evolução por caminhos diferentes –, já estaríamos dando um passo fundamental para aplacar nossa solidão cósmica.

Entretanto, a busca por animais complexos e civilizações de origem alienígena só pode ser promovida de fato quando voltamos nossas atenções para além do nosso sistema planetário. É lá, entre as estrelas, que procuraremos as respostas definitivas sobre vida extraterrestre.



**Si descubrimos
decenas de planetas
candidatos a albergar
vida inteligente.**

CAPÍTULO 5


A VERDADE
ESTÁ LÁ
FORA

*"Um tempo virá em que os homens serão
capazes de estender seus olhos. Eles
deverão ver planetas como a nossa Terra."
CHRISTOPHER WREN, astrônomo do século 17.*

A verdade está lá fora

Eu tive a sorte de ter crescido numa casa cheia de livros velhos. Quando era criança, na década de 1980, bastava que fossem livros. Somente depois eu fui apreciar a vantagem adicional de muitos deles serem antigos, oferecendo uma janela para o passado e para a evolução do conhecimento. Muito bacana, mesmo que causasse um pouco de confusão mental vez por outra.

Uma das obras que mais me marcaram quando jovem foi *Pequena História do Mundo para Crianças*, de Virgil M. Hillyer. Embora a edição lá de casa fosse de 1961, o livro foi originalmente publicado em 1924. De todo o vasto conteúdo do volume, as primeiras páginas eram as que mais me interessavam, pois abordavam a origem do Sistema Solar. Ali, o autor afirmava que a coleção de



planetas existente ao redor do Sol era fruto de um acidente cósmico – outra estrela teria passado de raspão pela nossa nos primórdios de sua existência, e a interação gravitacional da quase colisão fez com que certa quantidade de matéria fosse ejetada do astro-rei, juntando-se para formar os planetas. Sistemas planetários como o nosso, portanto, seriam raríssimos no Universo, produtos do mais puro acaso.

Não lembro que idade exatamente eu tinha quando li sobre essa terrível perspectiva (imagine a tristeza de um Universo sem planetas além dos solares), mas é possível estimá-la com base no fato de que achei uma boa ideia, na época, pintar com caneta hidrográfica amarela a figura que mostrava o Sol cuspidor seus planetas. Ficou bonita, segundo me recordo.

Poucos anos depois, meu avô José Carlos, sabedor do meu interesse incontido por astronomia e espaço, me daria outro livro velho que estava juntando poeira em seu escritório. Era *Exploração dos Planetas*, escrito por Iain Nicolson em 1970. Aquele livro, contagiado pela recente conquista da Lua, exibiu uma perspectiva muito mais animadora sobre a busca por planetas fora do Sistema Solar – e mais bem ilustrada, diga-se de passagem. Ele mencionava até algumas descobertas já feitas, como um planeta com oito vezes a massa de Júpiter orbitando a estrela 61 Cygni!

Aquela informação me chegou às mãos provavelmente no fim da década de 1980, e duas coisas me deixaram coçando a cabeça: qual dos dois livros

contava a verdadeira história sobre a origem dos sistemas planetários, e por que eu não conseguia encontrar nenhuma outra referência ao misterioso planeta de 61 Cygni? Hoje uma busca na internet resolve em dois minutos essas dúvidas, mas naquela época, e com a idade que eu tinha, a única opção era esperar o próximo livro velho – quem sabe menos velho que os anteriores – cruzar meu caminho. Mal sabia que os astrônomos estavam sob um estado de angústia parecido com o meu, na mesma época, e por motivos semelhantes.

Foi um longo caminho a ser trilhado entre a hipótese filosófica de Giordano Bruno e a confirmação científica de que as estrelas eram de fato outros sóis, com coleções completas de planetas. O físico alemão Joseph von Fraunhofer (1787-1826) teve um papel fundamental nessa determinação. Ele foi além do trabalho do inglês Isaac Newton, o primeiro a perceber que a luz, quando atravessa um prisma, se decompõe em seu espectro de cores, que pode então ser estudado. Usando os melhores prismas de seu tempo, em 1814, Fraunhofer notou como, em meio ao arco-íris colorido, viam-se algumas linhas escuras. A primeira fonte de luz que ele usou para descobrir essas faixas negras foi a do Sol. Mais tarde, ele analisaria a luz de outras estrelas e descobriria traços similares. Em 1819, inventou o dispositivo conhecido como espectroscópio, com o objetivo de mapear a frequência exata de cada uma das linhas. Mas levaria quase meio século até que o físico Gustav Kirchhoff (1824-1887) e o químico Robert Bunsen (1811-1899) descobrissem seu significado: elas eram idênticas às vistas conforme certos elementos eram aquecidos e emitiam luz. Graças a isso, tornou-se possível revelar a composição de astros distantes, analisando sua luz num espectroscópio. Essas faixas escuras observadas no espectro são até hoje chamadas de *linhas de Fraunhofer*, em homenagem a seu descobridor.

Claro que os filósofos naturais que precederam essas descobertas todas não se furtaram a especular sobre a formação de planetas. O francês René Descartes (1596-1650) sugeriu que sistemas planetários podiam se formar como resultado de vórtices que se criavam em torno de estrelas infantis, sendo portanto um desfecho natural de seu nascimento. Um pouco mais tarde, o alemão Immanuel Kant (1724-1804) propôs que nosso sistema havia surgido de uma grande nuvem de gás, a nebulosa solar, que colapsou num disco pela ação gravitacional. Em um lance ainda maior de inspiração, Kant imaginou que a Via Láctea era também um disco, muito maior, e que nebulosas semelhantes eram na verdade outras galáxias similares à nossa, mas muito distantes. Para demonstrar o tamanho da antevisão, basta lembrar que essa discussão perdurou até o início do século 20 e só foi solucionada (em favor da hipótese de Kant) pelo astrônomo americano Edwin Hubble (1889-1953).

Bonito, mas onde estavam as evidências de que os sistemas planetários eram decorrência natural da formação das estrelas? No século 18, não havia nenhuma, de forma que o naturalista francês Georges-Louis Leclerc (1707-1788), o Conde

de Buffon, se sentiu à vontade para sugerir outra hipótese para o surgimento do Sistema Solar, que envolvia a colisão de um grande objeto com o Sol em tempos imemoriais, arrancando matéria suficiente dele para formar os planetas. Essa hipótese, apresentada em 1749, tinha vários problemas – um dos mais graves é que não explicava como o Sol, em si, surgiu – e acabou não se tornando muito popular. Mas sua proposição motivou o matemático e astrônomo francês Pierre Simon de Laplace (1749-1827) a criar sua própria teoria de formação planetária. Embora não conhecesse o trabalho de Kant, sua proposta saiu muito parecida, só que mais substanciada por cálculos matemáticos. Parecia ser o caminho certo.

“Ele retratou a nebulosa como algo que se contraía lentamente e, conforme se contraía, sua rotação aumentava”, explicou com sua costumeira clareza o escritor russo-americano Isaac Asimov (1920-1992) em seu *Guide to Earth and Space* (Guia para a Terra e o Espaço). “Essa não foi uma ideia que Laplace teve de inventar; a contração é resultado da atração gravitacional, que sabemos que funciona porque ela opera dentro do Sistema Solar, e o espiralamento acelerado da nebulosa conforme se contrai segue a lei de conservação do momento angular, um efeito que qualquer patinador no gelo conhece ao começar a girar e então acelerar o giro ao trazer seus braços para mais perto do corpo.”

Esse disco cada vez mais acelerado acabaria dando origem aos planetas. No geral, uma bela e sensata descrição, compatível com o fato de que as órbitas dos mundos solares são coplanares, ou seja, todas estão aproximadamente no mesmo plano. “Por um século, os astrônomos estiveram mais ou menos satisfeitos com a hipótese nebular, mas, infelizmente, eles foram ficando cada vez menos satisfeitos”, prossegue Asimov. “O problema apareceu no assunto do momento angular. O momento angular mede a quantidade de giro de um objeto, que é parcialmente ligada à rotação do objeto sobre seu eixo e parcialmente ligada à sua revolução em torno de outro objeto. O planeta Júpiter, girando em torno de seu próprio eixo e ao redor do Sol, tem 30 vezes o momento angular do Sol, que é um corpo muito maior. Todos os planetas juntos têm cerca de 50 vezes o momento angular do Sol. Se o Sistema Solar começou como uma única nuvem com uma dada quantidade de momento angular, como quase todo esse momento acabou concentrado em pequenos pedaços de matéria que se separaram para formar os planetas? Os astrônomos não encontravam uma resposta e começaram a procurar outras explicações.”

Foi aí que a porca torceu o rabo para o autor do meu *Pequena História do Mundo para Crianças*. Em 1904, dois cientistas americanos, Thomas Chamberlin (1843-1928) e Forest Ray Moulton (1872-1952) resolveram revisitar a ideia de Buffon, com uma novidade. Em vez de uma colisão, teríamos outra estrela passando de raspão pelo Sol. A atração gravitacional mútua faria com que um filete de matéria saísse de cada um dos astros, mais tarde se comprimindo e ganhando uma dose cavalara de momento angular. Ao se esfriar, esse material

produziria objetos sólidos e pequenos, que colidiriam entre si para finalmente formar os planetas. Tanto o Sol quanto essa hipotética estrela errante teriam saído do encontro com sua família de planetas. Mas, como eventos desse tipo devem ser raríssimos, dada a distância média entre as estrelas, a imensa maioria delas seria desprovida de mundos orbitando ao seu redor. Quando Hillyer escreveu seu livro de divulgação, em 1924, essa era a última palavra na ciência de formação de planetas, e ele a seguiu religiosamente.

Contudo, como aconteceu antes com o trabalho de Laplace, a hipótese de Chamberlin e Moulton também não resistiu ao escrutínio. Estudos conduzidos pelo astrônomo britânico Arthur Eddington (1882-1944) na década de 1920 sugeriram que o Sol é muito mais quente do que antes se pensava, e que qualquer matéria extraída dele acabaria se espalhando pelo espaço, em vez de se condensar para formar os planetas. O último prego no caixão da hipótese dualista (assim chamada por envolver duas estrelas na geração dos planetas) foi martelado pelo astrônomo americano Lyman Spitzer Jr. (1914-1997), em 1939, ao dar ainda maior confiança às conclusões de Eddington.

Somente na década de 1940 a hipótese nebular – e a noção de que os sistemas planetários eram desfechos comuns da formação de estrelas – voltou à preferência científica, com versões mais sofisticadas do trabalho laplaciano que se demonstraram suficientemente robustas até os dias atuais. Mas, claro, não há teoria que se sustente sem evidência observacional. Onde estariam os outros mundos lá fora e como fazer para observá-los?

A saga dos planetas extrassolares

O astrônomo holandês Peter van de Kamp assumiu a direção do Observatório Sproul, em Swarthmore, na Pensilvânia, em 1937, com um objetivo muito claro na cabeça: encontrar os primeiros planetas fora do Sistema Solar.

Kamp era especialista em astrometria – técnica que consiste em medir a posição exata de certos astros com relação a estrelas mais distantes que estejam no mesmo campo de visão. A aplicação mais comum desse tipo de observação é determinar a distância precisa de uma determinada estrela, usando o trajeto da Terra ao Sol como unidade de medida.

É menos esquisito do que parece. Imagine duas observações de uma estrela, a segunda feita seis meses após a primeira. Na medição inicial, a Terra estava de um lado do Sistema Solar; um semestre depois, ela estava do lado oposto, a 300 milhões de quilômetros de distância. Essa mudança de perspectiva é irrelevante para objetos extremamente distantes, mas se torna maior quanto mais próximo estiver um astro. Comparando a pequena mudança de posição de estrelas mais próximas com relação às mais distantes, é possível calcular sua distância.

Mas Kamp queria usar as medições astrométricas com outro objetivo. Em vez de captar pequenas variações na posição da estrela causadas pela mudança de perspectiva da Terra (ou mesmo seu chamado “movimento próprio”, que representa a mudança de posição com relação ao Sistema Solar com o passar do tempo), o holandês queria observar alterações sutis que fossem causadas pela influência gravitacional de um corpo planetário ao redor de sua estrela. Captar diretamente a luz emanada do planeta era tido como impossível para a tecnologia de observação da época, uma vez que seu brilho sutil é completamente ofuscado pela estrela. Restava tentar detectar efeitos gravitacionais do planeta sobre a sua estrela, cuja posição poderia ser bem definida por trigonometria simples, sabendo-se o raio da órbita da Terra em torno do Sol.

É uma coisa que não se costuma pensar, mas os planetas também geram gravidade e, portanto, fazem a estrela se mover, embora seja bem pouco. Como os corpos planetários têm muito menos massa, o movimento deles é proporcionalmente muito mais pronunciado – longas órbitas ao redor do centro de gravidade do sistema, normalmente contido dentro da própria estrela. Contudo, mesmo sendo muito mais difíceis de mover, as estrelas também são deslocadas pela atração gravitacional de seus planetas, ainda que bem pouquinho. O efeito de Júpiter sobre o Sol, por exemplo, faz com que a estrela execute um ligeiro bamboleio, conforme é atraída para lá e para cá pelo planeta gigante girando em torno dela.

Não era a primeira vez que alguém tinha tido a ideia de usar astrometria para caçar planetas. O grande astrônomo William Herschel já havia apontado a técnica como uma maneira de detectar planetas fora do Sistema Solar, e chegou

a afirmar que havia um mundo em torno da estrela binária 70 Ophiuchi. O não tão grande astrônomo W. S. Jacob, do Observatório Madras, na Índia, fez a mesma sugestão em 1855, mas ambas foram refutadas por observações posteriores.

Kamp, por sua vez, queria tirar fotos sequenciais de estrelas, recurso indisponível para seus predecessores do século 19, e analisar a posição a cada momento para deduzir a presença de planetas. Em 1938, ele iniciou seu esforço ao colher imagens da estrela de Barnard – uma anã vermelha localizada na constelação do Ofiúco a cerca de 6 anos-luz da Terra (um ano-luz é a distância que a luz percorre em um ano, cerca de 9,5 trilhões de quilômetros). Estudada em detalhe pelo astrônomo americano Edward Emerson Barnard (1857-1923), ela é a estrela que mais rapidamente se desloca pelo céu, com relação ao Sistema Solar, o que a torna uma candidata natural para estudos de astrometria.

Entre 1938 e 1942, o astrônomo dinamarquês Kaj Strand trabalhou lado a lado com Kamp no Observatório Sproul. Também seduzido pela possibilidade de encontrar planetas fora do Sistema Solar, ele repetiu o procedimento com a estrela binária 61 Cygni, a 11,4 anos-luz de distância. Em 1943, Strand anunciaria a descoberta de um terceiro objeto invisível em torno de 61 Cygni A, a mais brilhante das duas anãs do tipo K (ligeiramente menores que o Sol). Estudos subsequentes em 1957 feitos por Strand e Kamp sugeriam que esse objeto seria um planeta com oito vezes a massa de Júpiter. Ai estava a descoberta mencionada no meu *Exploração dos Planetas*, de 1970.

Em 1951, Kamp e sua aluna Sarah Lippincott anunciariam a descoberta de outro planeta, desta vez ao redor da anã vermelha Lalande 21185, a 8,3 anos-luz da Terra. Doze anos depois, o holandês faria a afirmação de que um planeta similar a Júpiter orbitava seu alvo original de pesquisa, a Estrela de Barnard.

Uma coisa curiosa é que todas essas fantásticas descobertas haviam sido feitas no Observatório Sproul. Outra é que nenhum outro telescópio havia detectado nada parecido. Até o começo dos anos 70, as detecções estavam sendo aceitas pelo valor de face, mas em 1973 os astrônomos George Gatewood e Heinrich Eichhorn usaram outro equipamento para tentar confirmar os planetas de Kamp, sem sucesso. Pior: John Hershey, no Observatório Sproul, estudaria as imagens usadas nos trabalhos do holandês e descobriria que as variações astrométricas tinham relação direta com a época em que ajustes e modificações eram feitos na lente objetiva do telescópio. As detecções não passavam de artefatos gerados pelo próprio equipamento! Isso explica por que eu jamais ouvi falar do planeta 61 Cygni nos anos 80. Ele nunca existiu.

Kamp deixou o Sproul e voltou à Holanda em 1972. Mesmo depois da publicação das contestações, o astrônomo se manteve convicto de que havia descoberto planetas fora do Sistema Solar. Em 1982, chegou a publicar novo trabalho defendendo o achado em Barnard. Morreu em 18 de maio de 1995, aos

93 anos, acreditando que havia dois planetas gigantes ao redor daquela anã vermelha. Em 6 de outubro daquele mesmo ano, uma dupla de pesquisadores suíços fazia história ao reportar a descoberta do primeiro planeta a girar ao redor de uma estrela similar ao Sol. E dessa vez foi para valer.

51 Pegasi

Quando Michel Mayor e Didier Queloz, do Observatório de Genebra, decidiram iniciar uma busca por mundos fora do Sistema Solar, estavam pisando em terra movediça. O trauma dos planetas-miragem do Observatório Sproul ainda assustava os astrônomos, que temiam de duas uma: ou não encontrar nada e perder décadas numa busca infrutífera, ou achar alguma coisa e depois serem ridicularizados, quando a descoberta se mostrasse mais um engano.

É bem verdade que já havia mais segurança de que os planetas deveriam estar lá do que duas décadas antes. Em 1984, uma dupla de astrônomos americanos conseguiu obter imagens de um disco de gás e poeira em torno da estrela Beta Pictoris, um astro extremamente jovem (8 milhões a 20 milhões de anos) localizado a 63,4 anos-luz da Terra. Trata-se de uma estrela do tipo A – 75% mais massiva que a nossa – e estava claro que os pesquisadores haviam flagrado um sistema planetário em plena formação.

Além disso, em 1992, os radioastrônomos americanos Alexander Wolszczan e Dale Frail haviam feito uma descoberta no mínimo bizarra: dois objetos com cerca de quatro vezes a massa da Terra orbitando o pulsar PSR 1257+12. Eram planetas, no lugar onde ninguém jamais esperava encontrá-los. Afinal, um pulsar é o cadáver que resta de uma estrela de alta massa depois que ela esgota seu combustível e detona violentamente, como uma supernova. Imaginou-se que os restos dessa explosão tenham se reaglutinado para formar os planetas observados, ou que eles representassem antigos gigantes gasosos que perderam suas atmosferas na detonação da estrela.

Oficialmente, esses são os primeiros mundos detectados fora do Sistema Solar, embora ninguém dê muita bola para eles, pelo fato de ser impossível haver vida em planetas sob a deletéria influência de um pulsar próximo, poderoso emissor de radiação mortal para qualquer ser vivo conhecido. Mas o achado propiciou, no mínimo, um aumento de confiança. Se até pulsares podiam ter planetas, o que não se dizer de estrelas comuns, ainda durante a fase ativa de suas vidas? A descoberta dos primeiros mundos em torno de estrelas como o Sol finalmente parecia próxima.

Mayor e Queloz iniciaram sua busca em abril de 1994, monitorando 142 estrelas que pareciam ser solitárias, sem fazer parte de sistemas binários. Um esforço de detecção astrométrica, como o de Kamp e seus colegas, estava fora de cogitação. Ainda assim, a dupla suíça planejava contar com o bamboleio gravitacional provocado pela presença de planetas ao redor da estrela. A única diferença seria o método para medir esse movimento.

Os cientistas decidiram explorar um efeito com o qual somos muito familiarizados. Ele é tão comum, na verdade, que no século 19 já havia sido bem compreendido. O primeiro a explicá-lo foi o físico austríaco Christian Doppler

(1803-1853), em 1842. A hipótese esclarecia, por exemplo, por que a sonoridade provocada por um objeto qualquer muda de acordo com o movimento que ele faz.

Um exemplo clássico é o das corridas de Fórmula 1, quando ouvimos o ronco do motor conforme ele passa pelo microfone: *iiiiiiuuuuuuooooooooommmmm...* Essa mudança de frequência num som que deveria ser uniforme acontece porque o carro, quando vem, comprime a distância entre as ondas sonoras; quando vai, ele a estica. Doppler sugeriu que a mesma coisa também acontecia com a luz, uma vez que ela também apresentava comportamento ondulatório.

Mayor e Queloz queriam medir a oscilação de frequência da luz das estrelas conforme elas se aproximam e se afastam de nós, mobilizadas pela gravidade de um planeta ao seu redor. Para encontrar alguma coisa parecida com Júpiter fora do Sistema Solar, eles precisariam detectar diferenças de velocidade da ordem de 13 metros por segundo. Para tanto, conceberam um espectrógrafo em que a luz vinda do espaço era comparada à emitida por uma lâmpada de tório e argônio. Contrastando as linhas de Fraunhofer referentes a esses dois elementos na luz da estrela (em movimento) e na da lâmpada (parada), eles poderiam saber o quanto o espectro estelar estava se deslocando na direção do azul (estrela se aproximando) ou do vermelho (se afastando).

Sacada perfeita, não fosse um detalhe. Gordon Walker, astrônomo da Universidade da Columbia Britânica, e Bruce Campbell, da Universidade de Victoria, no Canadá, já haviam desenvolvido essa técnica havia mais de uma década. Em 1988, a dupla chegou até a anunciar a possível descoberta de um planeta em torno de Gamma Cephei A, a 45 anos-luz da Terra. Todavia, temerosos pelo retrospecto dos primeiros caçadores de planetas, em 1992 eles admitiram que os dados colhidos estavam aquém do mínimo necessário para confirmar o achado. (Em 2002, o planeta anunciado cheio de dedos em 1988 foi confirmado. Se Campbell e Walker não tivessem feito sua retratação, provavelmente seriam considerados os primeiros a descobrir um planeta fora do Sistema Solar. Há de se admirar sua honestidade intelectual.) Em agosto de 1995, os canadenses publicaram na revista científica *Icarus* o artigo definitivo sobre a busca que conduziram em torno de 21 estrelas monitoradas durante 12 anos: nada foi encontrado.

A essa altura, Mayor e Queloz já tinham detectado seu primeiro planeta, em torno da estrela 51 Pegasi, localizada a 50,9 anos-luz de distância. As medições de velocidade radial sugeriam uma variação brutal, da ordem de 55 metros por segundo, que só poderia ser explicada pela presença de um objeto com pelo menos metade da massa de Júpiter orbitando ao seu redor. E o detalhe sórdido: ele parecia completar uma volta em torno de sua estrela a cada 4,2 dias terrestres!

A descoberta foi anunciada durante uma conferência em Florença, na Itália, e

deixou a comunidade astronômica em polvorosa. Podia ser verdade? Quatro dias num telescópio bem equipado ofereceriam a resposta, e coube aos astrônomos americanos Geoffrey Marcy, da Universidade Estadual de San Francisco, e Paul Butler, da Universidade da Califórnia em Berkeley, confirmar as medições. O planeta 51 Pegasi b, por mais improvável que fosse, estava mesmo lá. Ele acabou classificado como um Júpiter Quente, sem igual no Sistema Solar.

Marcy e Butler já estavam desenvolvendo sua técnica de medição havia uma década e colhendo dados de qualidade pelos últimos quatro anos, mas praticamente sem financiamento. Quem colocaria grandes somas de dinheiro numa pesquisa tão especulativa? Naquela época, poder computacional não era tão barato quanto hoje, e encontrar os planetas exigia mastigar os dados durante longas noites de processamento ininterrupto. Depois da descoberta de Mayor e Queloz, a grana finalmente começou a fluir, os americanos ganharam mais computadores e logo tomaram a dianteira na caça aos planetas fora do Sistema Solar. Em janeiro de 1996, eles já haviam analisado os dados de metade de sua amostra original de 120 estrelas. Em um anúncio feito durante a reunião da Sociedade Astronômica Americana, em San Antonio, Marcy apresentou, além da confirmação de 51 Pegasi, dois novos achados: um planeta com 2,4 vezes a massa de Júpiter completando uma volta em torno da estrela 47 Ursae Majoris a cada três anos, e outro com pelo menos 6,6 vezes a massa de Júpiter em torno da estrela 70 Virginis, completando uma volta a cada 117 dias.

A técnica de medição de velocidade radial comprovadamente funcionava, e a era dos exoplanetas havia começado. Agora era questão de aumentar esses números.

Os americanos passaram a usar um poderoso espectrômetro de uso geral instalado no telescópio Keck I, no Havaí, chamado HIRES (sigla para High Resolution Echelle Spectrometer), e rapidamente se tornaram os reis dos planetas fora do Sistema Solar. E pensar que, segundo Paul Butler, alguns anos antes eles eram vistos como os “patinhos feios” da comunidade astronômica.

“No início, a maioria das pessoas nem conhecia Geoff e eu. Estávamos na Universidade Estadual de San Francisco, da qual ninguém no mundo da física ou da astronomia tinha ouvido falar. Na pequena comunidade de especialistas em espectroscopia estelar e velocidades Doppler de precisão, não éramos muito bem vistos. Quando estivemos numa reunião de verão em Harvard sobre velocidades de precisão em 1992, o consenso geral era de que estávamos em quarto lugar, no máximo. Quando descrevi o esforço extraordinário que estávamos fazendo para construir modelos de computador com nossos dados, que exigiam seis horas de tempo de computador para analisar cinco minutos de dados do telescópio, riram na minha cara.”

Marcy e Butler permaneceram na dianteira durante os anos seguintes, ao anunciar seus primeiros gigantes gasosos ferventes, em 1997, ao redor das

estrelas Tau Boötis e 55 Cancri, e o primeiro sistema com múltiplos planetas, em torno de Upsilon Andromedae, em 1999. Os rivais do Observatório de Genebra também seguiram em frente com suas descobertas, enquanto se preparavam para instalar um novo espectrógrafo de alta resolução no telescópio de La Silla, no Chile, pertencente ao ESO (Observatório Europeu do Sul). O HARPS (High Accuracy Radial velocity Planet Searcher) começou a operar em 2003 e devolveu a vantagem tecnológica aos europeus. Mas a rivalidade era ferrenha.

Enquanto isso, outros pesquisadores trabalhavam numa técnica alternativa de detecção de planetas: medir a pequena diminuição de brilho causada por um mundo que passa à frente de sua estrela, fenômeno conhecido como trânsito. Não é tão fácil quanto soa, principalmente porque o método depende do alinhamento preciso do sistema planetário com relação à Terra. Precisamos olhá-lo “de lado”, por assim dizer, caso contrário os planetas nunca passam à frente de sua estrela do nosso ponto de vista.

O primeiro mundo detectado com esse método foi um Júpiter Quente orbitando a estrela HD 209458, e sua passagem à frente do astro foi registrada independentemente por dois grupos, um liderado por David Charbonneau, de Harvard, e outro por Gregory Henry, da Universidade Estadual do Tennessee. A detecção, em 1999, demonstrou a viabilidade dessa estratégia que se tornaria importante para as primeiras plataformas espaciais dedicadas a encontrar planetas fora do Sistema Solar: o satélite franco-europeu CoRoT, que colheu dados no espaço entre 2007 e 2012, e o americano Kepler, que foi lançado em 2009 e operou em sua missão original até 2013.

A técnica do trânsito oferece algumas vantagens, como permitir a potencial análise da atmosfera desses planetas por meio da luz estelar que a atravessa pelas beiradas e chega até nós. Além disso, ela é complementar aos estudos de velocidade radial, porque oferece uma estimativa do diâmetro do planeta (quanto maior, mais luz ele bloqueia durante o trânsito), enquanto as medições do efeito Doppler oferecem uma estimativa da massa. Tendo massa e volume, os cientistas podem calcular a densidade, que por sua vez permite estimar a composição aproximada do mundo em questão.

Uma terceira técnica desenvolvida para encontrar planetas extrassolares envolve as chamadas microlentes gravitacionais, um fenômeno previsto pela teoria da relatividade geral de Einstein. Uma microlente acontece quando uma estrela passa à frente de outra, mais distante, e a gravidade do astro mais próximo curva os raios de luz emanados do que está atrás, produzindo um efeito de distorção da imagem do objeto similar ao obtido por uma lupa. Ao observar atentamente o desenrolar desse fenômeno, os astrônomos podem detectar não só o efeito de lente provocado pela estrela, mas o de eventuais planetas que estejam ao seu redor. A primeira descoberta desse tipo foi feita em 2004, e várias outras se seguiram, mas elas têm um sério inconveniente: depois que acaba o fenômeno

de microlente, torna-se impossível voltar a observar aqueles objetos.

Como se não bastasse, uma quarta estratégia para detectar planetas foi proposta em 2013 por um trio de pesquisadores brasileiros. Caius Lucius Selhorst e Cássio Leandro Barbosa, da UNIVAP (Universidade do Vale do Paraíba), em São José dos Campos, e Adriana Válio, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, propõem a possibilidade de “escutar” trânsitos planetários com radiotelescópios, ao medir mudanças no fluxo de emissão de ondas de rádio por uma estrela conforme um planeta passa à frente dela. A ideia, contudo, ainda não foi testada. Até então, medidas de rádio só foram usadas para descobrir planetas em torno de pulsares, como os detectados por Wolszczan e Frail em 1992.

A essas técnicas todas, soma-se a velha estratégia da astrometria, que já resultou na descoberta de três planetas de verdade e deve servir de base para o satélite Gaia (recém-lançado pela Agência Espacial Europeia), destinado a localizar novos mundos com o tamanho de Júpiter em nossas redondezas galácticas.

Sem falar, é claro, na mais óbvia de todas as tentativas: observação direta. Se o planeta estiver suficientemente afastado da estrela, pode ser detectado desse modo, por meio de um coronógrafo – dispositivo que bloqueia a luz do astro central, permitindo a detecção mais sutil de seu planeta. Já foram feitas algumas descobertas desse tipo (a começar por um planeta no disco de poeira de Beta Pictoris, com sete vezes a massa de Júpiter e um período de 20 anos, em 2008), e duas câmeras projetadas para detectar gigantes gasosos em órbitas afastadas estão começando suas operações no Observatório Gemini Sul e no VLT, ambos no Chile.

Essa incrível escalada nas descobertas se fez sentir nas estatísticas. Em 2001, eram mais de 60 os planetas conhecidos. Em 2004, mais de 120. Em 2009, ano em que o satélite Kepler foi lançado, eram cerca de 400. Em 2013, a contagem ultrapassou os mil astros confirmados, e a ele a missão espacial da NASA adicionou nada menos que cerca de 3.500 candidatos, dos quais cerca de 90% devem ser planetas reais. O avanço tecnológico permitiu ir de mundos gigantes gasosos (de início, os únicos detectáveis) até astros menores que a Terra. Finalmente chegamos a um ponto em que há informação suficiente para tentar compreender os detalhes da formação dos sistemas planetários. O que não quer dizer que já tenhamos resolvido isso.

Diversidade é a alma do negócio

As coisas estavam mais ou menos combinadas entre os astrônomos na década de 1990. Diversos modelos de computador conseguiam explicar a formação de planetas tal qual se afigurava no Sistema Solar por meio do modelo de acreção de planetesimais. No início, uma nuvem gasosa se condensava e, girando, se transformava num disco. No centro dele, nascia a estrela. Na periferia, surgia, a partir de pedregulhos cada vez maiores, uma coleção de planetas em órbitas aproximadamente circulares, com mundos rochosos nas órbitas mais internas e gigantes gasosos nas órbitas mais externas. Ótimo.

E aí, para estragar a festa, o planeta 51 Pegasi, logo o primeiro a ser descoberto, revelou-se um gigante gasoso que completa uma volta em torno de seu sol em meros 4,2 dias. Nada parecido com o nosso bom e velho Júpiter. Nada que pudesse ser esperado com base nos modelos de formação planetária. Ali começou a ruir o castelo de areia de que o nosso sistema planetário era o único modelo possível, e que uma teoria de formação podia se contentar em reproduzi-lo nas simulações.

“Antes de 1995, a maioria dos teóricos estava convencida de que a arquitetura do Sistema Solar – órbitas circulares concêntricas com pequenos planetas rochosos perto da estrela e gigantes gasosos mais distantes – era a única possível. Hoje sabemos que isso dificilmente poderia estar mais longe da verdade. Órbitas circulares concêntricas representam o caso mínimo de entropia, o mais organizado. A maioria dos sistemas planetários não vai ser assim, já que qualquer evento que perturbe essa ordem levará a sistemas caóticos e então excêntricos. A grande questão é: que fração de planetas estará numa arquitetura igual à do Sistema Solar?”, disse-me Paul Butler em 2001, arriscando um palpite na época: “Menos que 10%.”

Doze anos depois, vemos que ele pode ter sido um pouco pessimista. Mas não muito. Das 802 estrelas com exoplanetas conhecidos até 7 de janeiro de 2014, 175 têm mais de um planeta girando ao seu redor. Ou seja, cerca de 20%. Os outros 80% são sistemas com um único mundo solitário (pele menos até onde se pode detectar com a tecnologia atual), algumas vezes um Júpiter Quente. E aí vem a pergunta que não quer calar: como o processo de formação planetária, tal qual o entendemos hoje, pode terminar com a criação de uma aberração como essa?

Cabem aqui dois dedinhos de prosa para explicar o tamanho do susto dos astrônomos. Nos modelos até então vigentes, inspirados pelo único exemplo conhecido, a estrela central é o primeiro objeto a se formar. Ela começa a fazer fusão nuclear e emitir energia. Com isso, vai soprando o gás que está nos seus arredores, no disco de acreção. Ao mesmo tempo, a poeira (mais pesada) vai se agregando e formando objetos rochosos maiores, conhecidos como

planetesimais, que vão se juntar para formar os planetas. Como o gás já foi soprado das regiões internas, ali não há mais como agregá-lo em quantidade suficiente em torno dos núcleos rochosos, transformando-os em mundos gigantes gasosos. Isso, em tese, só pode acontecer nas regiões mais externas do sistema, onde o gás não foi todo soprado.

Por isso, é impensável que o planeta 51 Pegasi já tenha nascido tão perto de sua estrela como ele está hoje. Acredita-se que, em vez disso, ele tenha passado por um processo de migração – atraído pelo material interno do disco na direção da estrela. Como você pode ter adivinhado, essa é uma má notícia para a busca de planetas de tipo terrestre, rochosos. Afinal, ao migrar, o gigante gasoso destrói tudo que há em seu caminho até chegar à sua órbita final, bem pertinho da estrela. A boa notícia é que planetas dessa categoria são relativamente incomuns – aparecem em apenas 1% das estrelas.

O astrônomo Andrew Howard, da Universidade do Havaí em Manoa, fez em 2013 um levantamento dos perfis encontrados nos sistemas planetários já descobertos e chegou à seguinte conclusão: “A diversidade demonstra que a maioria das características grosseiras do Sistema Solar é só um dos desfechos possíveis num continuum de possibilidades.”

Outra descoberta surpreendente é que não existe, lá fora, uma distinção tão bem definida entre planetas rochosos e gasosos. No Sistema Solar, há um “abismo” entre o maior planeta rochoso, a Terra, e o menor mundo gasoso, Netuno, com 17 massas terrestres. Entre os exoplanetas, essa divisão não existe. Conforme as técnicas foram ficando mais sensíveis à detecção de objetos menores, eles foram aparecendo, em todos os tamanhos possíveis. Surgiram então duas novas classes, sem igual no Sistema Solar: os mininetunos e as superterras. O que os divide não é tanto o tamanho que têm, mas sim as características, que podem aproximar um planeta mais de um gigante gasoso ou de um do tipo rochoso.

As estatísticas mais robustas de prevalência de planetas vêm do satélite Kepler, que operou durante cerca de quatro anos apontado na direção de uma pequena região do céu na constelação do Cisne, acompanhando simultaneamente cerca de 150 mil estrelas. O telescópio espacial tinha a habilidade para detectar desde gigantes gasosos até planetas minúsculos, do tamanho de Mercúrio. Infelizmente, um defeito em seu sistema de apontamento obrigou a missão a ser interrompida. O resultado é que só podemos ter uma boa noção do que existe lá fora nas regiões mais internas dos sistemas planetários – até no máximo uma órbita de tamanho similar à da Terra.

Essas medições permitem concluir que os planetas são tão mais comuns quanto menores eles são, até atingirem o equivalente a dois diâmetros terrestres. A partir daí, o aumento de prevalência se estabiliza. Isso quer dizer que planetas do tamanho da Terra são tão comuns quanto os menores que ela (como Marte) e

que os ligeiramente maiores, com até o dobro do tamanho. Juntos, eles formam a categoria mais comum de planeta existente em nossa Via Láctea, se a amostra do Kepler refletir a média galáctica.

Está demonstrado que praticamente todas as estrelas são capazes de ter planetas, das menores às maiores. E, ao contrário do que antes se imaginava, muitos sistemas binários e trinários podem ter planetas. Em alguns casos, os mundos podem orbitar ao redor de duas estrelas, noutros podem girar em torno de uma delas. E já houve até um caso em que um planeta ligeiramente maior que Netuno foi descoberto em torno de uma das estrelas de um sistema quaternário! É de fazer inveja a Tatooine, planeta com “só” dois sóis em que cresceram Anakin Skywalker e seu filho Luke na saga cinematográfica *Star Wars*.

Um dos aspectos mais curiosos desse achado, feito em 2012, é que ele foi obtido por cientistas-cidadãos (não profissionais) reunidos no projeto Planethunters.org. Trata-se de uma iniciativa de ciência colaborativa em que voluntários analisam curvas de luz de estrelas que foram monitoradas pelo Kepler em busca de sinais de trânsitos planetários. A ideia por trás é de que pessoas são mais eficazes para detectar os sinais que um computador programado para buscá-los automaticamente. Iniciado em 2010, o projeto já conta com mais de 170 mil participantes inscritos, espalhados pelos cinco continentes. É a empolgação da caça aos planetas chegando a qualquer pessoa que tenha um computador e vontade de colaborar!

Diante de tantas e tão variadas descobertas, os astrônomos seguem à procura do cálice sagrado da pesquisa de exoplanetas: encontrar um gêmeo perfeito da Terra em outra parte da Via Láctea. Eles ainda não chegaram lá, mas estão cada vez mais perto.

Necessidades vitais

Existem duas exigências básicas estipuladas pelos astrônomos para definir um planeta como potencialmente habitável. Ele precisa ser rochoso, como a Terra, e deve estar na chamada zona de habitabilidade – a região do sistema planetário em que a quantidade de radiação que chega lá, vinda da estrela, permite a preservação de água líquida na superfície. Difícil é estimar onde exatamente fica esse anel. Ele varia conforme a estrela evolui (e fica mais brilhante) e não necessariamente abriga em seu interior planetas de fato habitáveis.

Em 2013, Geoffrey Marcy e seus colegas adotaram uma definição padronizada de zona habitável que iria de 0,5 a 2 unidades astronômicas para estrelas de tipo solar (uma unidade astronômica, UA, equivale à distância média entre a Terra e o Sol, 150 milhões de quilômetros). Mas note que tanto Vênus (0,7 UA) quanto Marte (1,6 UA) estariam nessa faixa, e não nos parecem particularmente habitáveis. Por outro lado, como já vimos, eles foram bem mais amigáveis à água (e, portanto, à vida como a conhecemos) em tempos progressos, o que dá certa legitimidade à definição, se for usada sem considerar a idade da estrela em questão ou particularidades dos planetas ao seu redor (talvez, se invertêssemos as posições de Vênus e Marte no Sistema Solar, ainda hoje ambos fossem úmidos).

Essa zona de habitabilidade depende do tipo da estrela envolvida. Se ela for menor que o Sol, uma anã vermelha, a região de interesse fica bem mais perto. Se for uma estrela muito maior que o Sol, uma gigante azul, a porção habitável do sistema migra para bem mais longe.

De início, os astrônomos consideravam estrelas muito menores ou maiores que o Sol inadequadas para a vida nas proximidades. Entre as maiores, a razão é óbvia: como elas queimam seu combustível rápido e explodem como supernovas, mesmo que tenham planetas habitáveis, a vida não teria tempo de evoluir. Entre as menores, o principal motivo é que planetas na zona habitável estariam tão perto delas que acabariam submetidos a uma “trava gravitacional”. É o que acontece, por exemplo, com a Lua. Ela gira sempre com a mesma face voltada para a Terra, em razão da interação gravitacional entre ela e nosso planeta. Todas as luas grandes do Sistema Solar têm a mesma configuração: mantêm o mesmo lado o tempo todo voltado para seu planeta.

Para um planeta habitável, essa condição seria potencialmente catastrófica: com um lado sempre iluminado pela estrela, e outro permanentemente escuro, teríamos um hemisfério quente demais para a vida, e outro frio demais. Isso automaticamente excluiria as anãs vermelhas – 76% das estrelas da galáxia – da busca por biosferas alienígenas.

Contudo, estudos mais recentes mostram que não precisa ser assim. Primeiro porque a circulação atmosférica pode distribuir o calor mesmo em planetas que

estejam com a mesma face voltada para suas estrelas o tempo todo. E, em segundo lugar, porque é possível que nem todos os planetas estejam nesse tipo de “trava gravitacional”.

A chave para compreender esse processo está em nosso Sistema Solar. O planeta Mercúrio, mais próximo do Sol, leva 58 dias para girar em torno de seu próprio eixo e 88 dias para dar uma volta em torno da estrela. Por que ele não acabou travado como a Lua, numa ressonância 1:1 entre rotação e translação?

Segundo Benoît Noyelles, da Universidade de Namur, na Bélgica, Mercúrio chegou a um padrão diferente de travamento (ressonância 3:2), em razão de especificidades do planeta. No caso em questão, a órbita mais oval que a média e o efeito gravitacional sobre o manto pastoso daquele mundo favoreceram a trava observada: três voltas em torno de si mesmo para cada duas em torno do Sol.

De forma similar, planetas em torno de anãs vermelhas podem acabar com travamentos gravitacionais diferentes de 1:1. Uma análise feita por colegas de Noyelles com o planeta Gliese 581d, girando ao redor de uma anã vermelha, sugere que ele esteja num travamento 2:1 – duas voltas em torno de si mesmo para cada giro em torno da estrela.

Contornado esse problema, as anãs vermelhas saltam direto para o topo da lista dos astros mais favoráveis a cultivar vida. Como são pequenas, consomem seu combustível de forma extremamente frugal. Um planeta pode se manter habitável durante períodos que excedem 1 trilhão de anos. Não que elas tenham tido, até o presente momento, chance de promover evolução de espécies durante todo esse tempo. O Universo tem “apenas” 13,8 bilhões de anos de idade. Mas as perspectivas para a vida no futuro do Universo são as mais animadoras, graças às anãs vermelhas.

Pesquisadores da Universidade de Porto Rico em Arecibo estão produzindo, com as descobertas já feitas, um catálogo de mundos potencialmente habitáveis. Gliese 581d, com pelo menos seis vezes a massa da Terra, entrou na lista dos “22 mais” publicada em junho de 2014.

Uma pequena amostra de mundos habitáveis

Como comparar esses planetas distantes, sobre os quais pouco se sabe, com a Terra? Para isso, um grupo liderado por Dirk Schulze-Makuch (o mesmo astrobiólogo que vimos apostando na possibilidade de vida exótica na atmosfera de Vênus e em Titã, a maior das luas de Saturno) apresentou em 2011 o conceito de Índice de Similaridade com a Terra (IST). É um número, com valor entre 0 e 1, que leva em conta fatores mais ou menos conhecidos entre os exoplanetas – massa, raio e temperatura – para compará-los com o nosso mundo. O sonho dos astrobiólogos, claro, é encontrar um planeta cujo índice seja 1 – um virtual gêmeo terrestre. Até o momento, eles tiveram de se contentar com menos. Dê uma olhada na ficha técnica dos 22 mundos identificados até junho de 2014 como os mais parecidos com a Terra (alguns deles sem existência completamente confirmada). Para criar um suspense, coloco a lista em ordem crescente de similaridade.

22º lugar

Gliese 581d

Índice de Similaridade com a Terra: 0,53

Status de existência: Confirmado

Tipo da estrela: M (anã vermelha)

Distância: 20,2 anos-luz

Massa estimada: 6 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,7 vez o da Terra

Período: 66,6 dias terrestres

Temperatura média: -51 °C

21º lugar

Gliese 682c

Índice de Similaridade com a Terra: 0,59

Status de existência: Candidato

Tipo da estrela: M (anã vermelha)

Distância: 16,5 anos-luz

Massa estimada: 8,7 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,9 vez o da Terra

Período: 57,3 dias terrestres

Temperatura média: -31 °C

20º lugar

Gliese 667C e

Índice de Similaridade com a Terra: 0,60
Status de existência: Confirmado
Tipo da estrela: M (anã vermelha)
Distância: 23,6 anos-luz
Massa estimada: 2,7 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 1,4 vez o da Terra
Período: 62,2 dias terrestres
Temperatura média: -46 °C

19º lugar

Kepler-174d

Índice de Similaridade com a Terra: 0,61
Status de existência: Confirmado
Tipo da estrela: K (anã laranja)
Distância: não divulgada
Massa estimada: 14,8 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 2,2 vezes o da Terra
Período: 247,4 dias terrestres
Temperatura média: -20 °C

18º lugar

Kepler-186f

Índice de Similaridade com a Terra: 0,64
Status de existência: Confirmado
Tipo da estrela: M (anã vermelha)
Distância: 492,3 anos-luz
Massa estimada: 1,2 vez a da Terra
Diâmetro estimado: 1,1 vez o da Terra
Período: 129,9 dias terrestres
Temperatura média: -46 °C

17º lugar

Kepler-62f

Índice de Similaridade com a Terra: 0,67
Status de existência: Confirmado
Tipo da estrela: K (anã laranja)
Distância: 1.199,7 anos-luz
Massa estimada: 2,8 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 1,4 vez o da Terra
Período: 267,3 dias terrestres

Temperatura média: -33 °C

16º lugar

Kapteyn b

Índice de Similaridade com a Terra: 0,68

Status de existência: Confirmado

Tipo de estrela: M (anã vermelha)

Distância: 12,7 anos-luz

Massa estimada: 4,8 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,6 vez o da Terra

Período: 48,6 dias terrestres

Temperatura média: -25 °C

15º lugar

Kepler-298d

Índice de Similaridade com a Terra: 0,68

Status de existência: Confirmado

Tipo da estrela: K (anã laranja)

Distância: não divulgada

Massa estimada: 26,8 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 2,5 vezes o da Terra

Período: 77,5 dias terrestres

Temperatura média: 49 °C

14º lugar

Gliese 422b

Índice de Similaridade com a Terra: 0,71

Status de existência: Candidato

Tipo da estrela: M (anã vermelha)

Distância: não divulgada

Massa estimada: 9,9 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 2 vezes o da Terra

Período: 26,2 dias terrestres

Temperatura média: 51 °C

13º lugar

Kepler-22b

Índice de Similaridade com a Terra: 0,71

Status de existência: Confirmado

Tipo da estrela: G (anã amarela)

Distância: 619,4 anos-luz
Massa estimada: 20,4 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 2,3 vezes o da Terra
Período: 289,9 dias terrestres
Temperatura média: 37 °C

12º lugar

Kepler-61b

Índice de Similaridade com a Terra: 0,73
Status de existência: Confirmado
Tipo da estrela: M (anã vermelha)
Distância: 1.062,8 anos-luz
Massa estimada: 13,8 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 2,1 vezes o da Terra
Período: 59,9 dias terrestres
Temperatura média: 41 °C

11º lugar

HD 40307g

Índice de Similaridade com a Terra: 0,74
Status de existência: Confirmado
Tipo da estrela: K (anã laranja)
Distância: 41,7 anos-luz
Massa estimada: 7,1 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 1,8 vez o da Terra
Período: 197,8 dias terrestres
Temperatura média: -3 °C

10º lugar

Gliese 163c

Índice de Similaridade com a Terra: 0,75
Status de existência: Confirmado
Tipo da estrela: M (anã vermelha)
Distância: 48,9 anos-luz
Massa estimada: 7,3 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 1,8 vezes o da Terra
Período: 25,6 dias terrestres
Temperatura média: 47 °C

9º lugar

Gliese 180b

Índice de Similaridade com a Terra: 0,75

Status de existência: Candidato

Tipo da estrela: M (anã vermelha)

Distância: 38,1 anos-luz

Massa estimada: 8,3 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,9 vez o da Terra

Período: 25,6 dias terrestres

Temperatura média: 39 °C

8º lugar

Gliese 581g

Índice de Similaridade com a Terra: 0,76

Status de existência: Candidato

Tipo da estrela: M (anã vermelha)

Distância: 20,2 anos-luz

Massa estimada: 3,2 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,5 vez o da Terra

Período: 36,7 dias terrestres

Temperatura média: -13 °C

7º lugar

Gliese 667C f

Índice de Similaridade com a Terra: 0,77

Status de existência: Confirmado

Tipo da estrela: M (anã vermelha)

Distância: 23,6 anos-luz

Massa estimada: 2,7 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,4 vez o da Terra

Período: 39 dias terrestres

Temperatura média: -14 °C

6º lugar

Gliese 180c

Índice de Similaridade com a Terra: 0,77

Status de existência: Candidato

Tipo da estrela: M (anã vermelha)

Distância: 38,1 anos-luz

Massa estimada: 6,4 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,8 vez o da Terra

Período: 24,3 dias terrestres

Temperatura média: 9 °C

5º lugar

Tau Ceti e

Índice de Similaridade com a Terra: 0,78

Status de existência: Candidato

Tipo da estrela: G (anã amarela)

Distância: 11,9 anos-luz

Massa estimada: 4,3 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,6 vez o da Terra

Período: 168,1 dias terrestres

Temperatura média: 50 °C

4º lugar

Kepler-296f

Índice de Similaridade com a Terra: 0,78

Status de existência: Confirmado

Tipo da estrela: K (anã laranja)

Distância: não divulgada

Massa estimada: 6,7 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,8 vez o da Terra

Período: 168,1 dias terrestres

Temperatura média: 43 °C

3º lugar

Kepler-283c

Índice de Similaridade com a Terra: 0,79

Status de existência: Confirmado

Tipo da estrela: K (anã laranja)

Distância: não divulgada

Massa estimada: 7 vezes a da Terra

Diâmetro estimado: 1,8 vez o da Terra

Período: 92,7 dias terrestres

Temperatura média: 18 °C

2º lugar

Kepler-62e

Índice de Similaridade com a Terra: 0,83

Status de existência: Confirmado

Tipo da estrela: K (anã laranja)
Distância: 1.200 anos-luz
Massa estimada: 4,5 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 1,6 vez o da Terra
Período: 122,4 dias terrestres
Temperatura média: 29 °C

1º lugar

Gliese 667C c

Índice de Similaridade com a Terra: 0,84
Status de existência: Confirmado
Tipo da estrela: M (anã vermelha)
Distância: 23,6 anos-luz
Massa estimada: 3,8 vezes a da Terra
Diâmetro estimado: 1,5 vez o da Terra
Período: 28,1 dias terrestres
Temperatura média: 13 °C

Claro, há muita adivinhação no preenchimento desses dados. Nem sempre se pôde detectar o diâmetro e a massa dos planetas, que juntos esclareceriam se esses mundos também são rochosos como a Terra. Nos casos em que um dos valores faltou, os pesquisadores optaram por estimá-lo com base na média dos exoplanetas similares que tiveram sua densidade calculada. Outro fator que depende de chutômetro é a temperatura média. Os cientistas calcularam os valores presumindo que os planetas tinham uma atmosfera similar à terrestre e proporcional à massa deles, com um efeito estufa causado por 1% de dióxido de carbono e um albedo (nível de reflexão da luz solar) similar ao terrestre.

Foi esse fator em particular que levou a descoberta que causou furor em abril de 2014 – a primeira detecção de um planeta com o tamanho aproximado da Terra na zona habitável de sua estrela, uma anã vermelha – a obter apenas a modesta 18ª posição no ranking. Adotando uma atmosfera padronizada, o mundo conhecido como Kepler-186f se mostrou frio demais para competir com outros planetas maiores, embora seja, para todos os efeitos, o mais próximo de uma segunda Terra que os cientistas chegaram até o momento.

Eu fico imaginando se um dia, em algumas décadas, alguma criança curiosa vai deparar com este livro e se perguntar por que nunca ouviu falar em nenhum desses planetas, embora eles no começo do século 21 nos parecessem tão importantes.

Por isso, aos leitores de hoje e do futuro, fica um conselho: tomem essa lista como uma curiosidade e interpretem os resultados com uma pitada de sal. Se

you still haven't been convinced by this, just remember that Venus has a similarity index of 0,72 with Earth, despite the fact that it doesn't seem to be habitable from our point of view.

The only important message of this ranking is that, in less than two decades of research, we managed to find a handful of worlds that are really promising for life. And the number of stars studied up to now is tiny, compared to the vastness of the Milky Way. Even with all the variety existing in the planetary systems scattered throughout space, it is inevitable that at least some millions of worlds potentially habitable will be found.

Will any of them have a biosphere as rich as ours, with plants, animals and, perhaps, an intelligent species capable of asking questions like this?



O sistema lunar está
ainda sob o controle
dos EUA inteligentes.

ONDE ESTÁ
TODO MUNDO?

*"Acho que o sinal mais garantido de que
existe vida inteligente lá fora no Universo
é que ninguém tentou nos contatar."*
BILL WATTERSON, cartunista,
na tirinha Calvin e Haroldo.

Onde está todo mundo?

Dois grandes mistérios alimentaram os jornais de Nova York no verão de 1950. As latas de lixo públicas que estavam desaparecendo sem deixar vestígios e as alegadas aparições de discos voadores. Isso levou a revista *New Yorker* a publicar um cartum que mostrava alienígenas desembarcando de uma espaçonave em seu planeta natal carregando consigo as lixeiras sumidas. A ilustração bem-humorada virou assunto para o almoço no Laboratório Nacional de Los Alamos, onde trabalhava o físico ítalo-americano Enrico Fermi (1901-1954). Mas, como acontece com frequência em qualquer papo entre cientistas, o que era piada de repente virou conversa séria. Os eminentes físicos passaram a especular sobre qual seria a chance real de a humanidade travar contato com extraterrestres.

Fermi era conhecido por sua habilidade em fazer cálculos prodigiosos de cabeça envolvendo o que ele chamava de “estimativa de ordem de magnitude”, técnica que usava para responder aos problemas mais variados (e improváveis), como “quantos grãos de areia existem em todas as praias?” ou “quantos afinadores de piano há em Chicago?”.

Pois bem. Seus colegas navegavam tortuosamente por suas próprias estimativas, imaginando que a chance de a humanidade travar contato com alienígenas fosse algo como 1 em 1 milhão, quando Fermi chegou à sua conclusão particular: estava mais para 1 em 10. Ou seja, altamente provável. O cálculo o perturbou. Durante a sobremesa, inconformado, do nada, ele fez a pergunta crucial: “Onde está todo mundo?” Seus amigos imediatamente compreenderam o desconforto. Se a presença de civilizações extraterrestres parece tão certa, diante da vastidão do cosmos, por que temos tanta dificuldade em nos certificar de sua existência?

Esse problema ficou conhecido como o *paradoxo de Fermi*. E, a exemplo da equação de Drake, ninguém até hoje conseguiu resolvê-lo a contento, embora represente uma questão central na busca por inteligência alienígena. De saída, poderíamos imaginar que a única resposta possível é: ainda não encontramos nenhum sinal porque estamos sozinhos no Universo. Em meio a toda a vastidão cósmica, seríamos as únicas criaturas pensantes. Convenhamos, não chega a ser um disparate, e basta uma olhada na história



da Terra para compreender a dificuldade envolvida na “gestação” de uma espécie como a nossa.

Já discutimos os mistérios da origem da vida e como ainda somos incapazes de determinar se ela é um fenômeno comum ou raro no Universo. Em favor da raridade está o fato de que ela só pode ser produzida a partir de química simples sob condições muito apropriadas, e ainda pode exigir muito tempo (da ordem de bilhões de anos) sendo moldada por mutações químicas aleatórias até que essa gosma atinja um estágio em que a evolução por seleção natural tome conta e acelere o aumento da complexidade. Por outro lado, temos evidências fósseis na Terra de que esse processo todo aconteceu depressa por aqui; assim que as condições favoráveis à vida surgiram, lá estavam as primeiras células, quase 4 bilhões de anos atrás. Todo mundo sabe que estatística com um único exemplo não tem valor, mas é difícil ouvir uma história dessas e não optar pela hipótese mais simples: a vida teria surgido depressa porque, assim que as condições se fazem presentes, é isso que acontece. Alternativamente, teríamos de aceitar que nosso planeta foi o sorteado numa improvável loteria cósmica, adquirindo em poucos milhões de anos uma condição que na média leva mais que a idade atual do Universo (13,8 bilhões de anos) para se materializar. Não cola, vai?

Em compensação, o surgimento da vida é só o começo da história. Se vida simples, unicelular, apareceu rapidamente, formas complexas e multicelulares, como os primeiros animais, surgiram bem depois, menos de 1 bilhão de anos atrás. E uma explosão bombástica de espécies animais e vegetais só aconteceu mesmo há cerca de 540 milhões de anos. Essa é uma descoberta dramática. Se imaginarmos que a história da Terra é uma partida de futebol, temos que as primeiras formas de vida surgiram aos 15 minutos do primeiro tempo – quase um gol-relâmpago. Mas aí a equipe do Darwin Futebol Clube ficou cozinhando o jogo em banho-maria, e o segundo gol – o aparecimento das formas mais complexas de vida, multicelulares – foi acontecer só aos 35 do segundo tempo. E o *Homo sapiens* só viria sedimentar a vitória, 3x0, faltando menos de um segundo para o árbitro apitar o fim do jogo!

Se temos de aceitar que seres vivos simples surgem com facilidade, baseados na história da Terra, pelo mesmo raciocínio somos obrigados a sugerir que a evolução de formas complexas é bem menos provável. Criaturas inteligentes, então, são um acidente de baixíssima probabilidade.

E o que é mais dramático: a vida na Terra não tem todo o tempo do mundo para produzir criaturas inteligentes como nós. Em mais 1 bilhão de anos (gloriosos 19 minutos de acréscimos dados pelo árbitro à nossa partida!), o nível crescente de radiação emitida pelo Sol fará com que os oceanos terrestres evaporem e o nosso planeta siga o triste caminho de Vênus. Talvez tenhamos tido muita sorte de aparecer antes que o jogo estivesse encerrado.

Os cientistas respondem a essas incógnitas tentando estabelecer relações

causais que expliquem como e por que se deram essas etapas cruciais para o surgimento de inteligência. A começar pela decifração do gatilho que levou a formas de vida complexas, compostas por múltiplas células especializadas. O melhor palpite que eles têm até agora é que isso aconteceu somente no momento em que a Terra reuniu condições de abrigar essas criaturas. Quanto mais sofisticadas, mais energia elas precisam para sobreviver. A antiga biosfera terrestre não podia suportar criaturas complexas, pelo mesmo motivo que os astrobiólogos acreditam que não possa haver hoje peixes nadando no oceano de Europa, a lua de Júpiter. Em duas palavras, falta oxigênio.

Foi a própria vida primitiva que injetou oxigênio na atmosfera, com o advento da fotossíntese. As primeiras bactérias a desenvolver a “tecnologia” certamente foram favorecidas pela seleção natural. Afinal, essa reação é o que permite a construção de açúcares, moléculas altamente energéticas, a partir de compostos vulgares: dióxido de carbono e água, combinados pelo poder da energia solar. Ao que parece, esses micróbios, ancestrais das cianobactérias, surgiram relativamente cedo na história da vida, mais de 3 bilhões de anos atrás.

Apesar da evolução relativamente rápida das criaturas fotossintetizantes, levou muito tempo até que o gás essencial ao nosso metabolismo se acumulasse na atmosfera terrestre. De início, ele era absorvido pelos oceanos ou acabava fixado na superfície. Somente depois que essa deposição se tornou menos eficaz, cerca de 2,4 bilhões de anos atrás, é que o oxigênio começou a se acumular, ainda em quantidades discretas, na atmosfera. Isso representou uma tragédia ambiental sem precedentes, pois o oxigênio era tóxico para a maioria dos organismos da época. Além disso, o novo gás reagiu com o metano atmosférico, reduzindo brutalmente o efeito estufa. O resultado foi o congelamento quase completo do planeta, um episódio conhecido como “Terra Bola de Neve”, que durou cerca de 300 milhões de anos.

Ainda assim, o oxigênio atmosférico ficou num nível relativamente baixo – um décimo do atual – durante um longo período. Ele só começou a subir para valer cerca de 850 milhões de anos atrás, até atingir um patamar próximo do atual há aproximadamente 540 milhões de anos. Note-se que essa data bate com a chamada explosão do Cambriano, o momento em que a vida complexa multicelular toma conta do planeta para valer.

Não é excessivamente imaginativo, portanto, especular que a vida complexa surge assim que a presença de oxigênio atinge o patamar exigido para alimentar esse metabolismo mais energético. O problema é chegar até lá. Que garantia temos de que a fotossíntese seja uma “descoberta” certa da evolução? E como podemos ter certeza de que o processo de oxigenação da atmosfera sempre acontece numa velocidade que permita a evolução de vida complexa antes de a estrela se tornar brilhante demais e esterilizar o planeta?

Bem, essa é uma moeda que tem dois lados. E se esse processo todo demorou

mais tempo na Terra do que em outros planetas? Poderia a vida complexa ter surgido lá antes? Uma sugestão intrigante vem de Marte. Um estudo realizado por Bernard Wood, da Universidade de Oxford, no Reino Unido, comparou a composição de meteoritos marcianos com rochas analisadas pelo jipe robótico Spirit e concluiu que o planeta vermelho tinha quantidade apreciável de oxigênio em sua atmosfera 4 bilhões de anos atrás. Aliás, teria sido esse oxigênio todo que “enferrujou” a superfície marciana e a deixou com a aparência avermelhada que tem hoje. O trabalho, publicado na *Nature* em 2013, parece casar bem com uma pesquisa anterior conduzida pelo astrobiólogo Christopher McKay, do Centro Ames de Pesquisa, da NASA. Ele defende que oxigênio poderia ter se acumulado muito mais depressa na atmosfera marciana que na terrestre. “Como Marte é menor, não tem placas tectônicas e tinha abundância menor de água, poderia ter sido mais rapidamente oxidado que a Terra”, afirma, sugerindo que, uma vez que o terreno já esteja saturado com oxigênio, ele só pode se acumular na atmosfera.

Chris sugere que criaturas fotossintetizantes poderiam ter elevado a quantidade de oxigênio a níveis relevantes em meros 300 milhões de anos, pavimentando em tempo recorde o caminho para o surgimento de vida complexa. “É possível que durante sua curta vida biótica, estimada em 1 bilhão de anos ou menos, Marte tenha experimentado o mesmo alcance de evolução biológica que só seria duplicado na Terra no início do Cambriano.” Será?

Mesmo que o planeta vermelho tenha desenvolvido criaturas complexas (e não conheço muitos cientistas que defendam a ideia), isso só seria parte do trabalho que queremos ver executado em outros mundos. Uma vez que o Darwin Futebol Clube faz o segundo gol e atinge o estágio de vida animal, o que é preciso para produzir uma espécie inteligente?

Mais uma vez, a perspectiva de início não parece muito animadora. Desde a explosão do Cambriano – 540 milhões de anos atrás – até agora, tivemos cinco grandes extinções em massa, além de vários outros episódios menores de matança de espécies. Nos maiores cataclismos, pelo menos 50% das formas de vida macroscópicas da Terra desapareceram. Em um caso específico, 251 milhões de anos atrás, a taxa chegou a 90%. Foi a chamada extinção do Permiano, que eliminou do cenário biológico os trilobitas e encaminhou o recomeço evolutivo que levou à ascensão dos dinossauros. Essas extinções em massa são fenômenos devastadores. É como se, a cada 100 milhões de anos, o planeta Terra sofresse um “reset” da vida complexa. Pode-se pensar que, com essas interrupções frequentes no processo evolutivo, fica difícil chegar a seres inteligentes. Teríamos sido sortudos. E a sorte pode acabar a qualquer momento.

As causas das matanças são as mais diversas – e nem sempre são bem compreendidas. Especula-se que pelo menos três dos cinco eventos mais violentos tenham sido causados pelo impacto de um asteroide. Isso inclui a última

das grandes extinções, que deu fim ao reinado dos dinossauros, 65 milhões de anos atrás. A cratera causada pela colisão foi encontrada na península de Yucatán, no México, e confirmou a hipótese originalmente levantada em 1980 pelo físico Luis Alvarez (1911-1988) e seu filho Walter: os lagartos teriam sido vítimas da colisão de um objeto com mais de 10 quilômetros de diâmetro.

Veja o tamanho do problema: a pancada provoca terremotos e incêndios em escala global. Esteriliza de imediato uma área com raio de centenas de quilômetros. E o pior é o que vem depois: a poeira levantada pelo impacto vai à atmosfera e bloqueia a luz solar, provocando o equivalente natural do chamado “inverno nuclear” (porque é o que aconteceria em caso de uma guerra mundial com bombas atômicas). Durante uma década, invernos rigorosos e baixo índice de iluminação devastam a vida animal e vegetal. A acidez dos oceanos aumenta, matando espécies marinhas. Você entendeu: é o fim para a maior parte da biosfera complexa.

Uma pergunta que pode lhe ocorrer é: se os dinossauros não tivessem sido extintos, nós teríamos surgido? Provavelmente não. Os mamíferos já existiam na época dos grandes répteis, mas eram pequenos e irrelevantes. Somente a grande extinção permitiu que ocupassem os nichos ecológicos esvaziados e evoluíssem para os primatas, dos quais o *Homo sapiens* é o mais notório. Outra pergunta difícil: não tivesse ocorrido a catástrofe, a Terra seria dominada por uma civilização de dinossauros tecnológicos? Em outras palavras, é possível estimar se as grandes extinções são positivas ou negativas para a emergência de uma espécie inteligente?

Provavelmente, depende da frequência desses eventos catastróficos. Cálculos feitos pelo astrônomo americano George Wetherill (1925-2006) mostram o papel que Júpiter exerce no Sistema Solar protegendo os planetas interiores de colisões. Com seu tamanho, o gigante gasoso desvia objetos que, desimpedidos, bateriam muito mais vezes em mundos como a Terra. Mil vezes mais, segundo as contas. Aí, em vez de uma grande extinção a cada 100 milhões de anos, teríamos uma a cada 100 mil anos. Se esse fosse o caso, dificilmente a vida complexa teria chance de se manter, quanto mais de evoluir para seres inteligentes. (Por isso é também preocupante que encontremos planetas rochosos como a Terra na zona habitável de suas estrelas, mas sem um Júpiter distante para defendê-los de impactos frequentes.) Por outro lado, acredito que um mundo sem tragédias globais também não levaria a espécies inteligentes. Como já apontou o biólogo Ernst Mayr, não parece haver grande vantagem evolutiva no desenvolvimento de inteligência sofisticada. Todas as outras espécies da Terra vivem muito bem, obrigado, sem precisar dela. O que significa dizer que o surgimento de uma linhagem que desemboque na inteligência deve ser um processo ao menos em parte aleatório. Como sugerem os trabalhos do paleontólogo americano Stephen J. Gould (1941-2002) com sua teoria do equilíbrio pontuado na evolução, o

preenchimento de nichos ecológicos, na ausência de grandes mudanças ambientais, tende a uma estabilidade evolutiva. É preciso vez por outra uma grande catástrofe para chacoalhar o *status quo*.

O fato frio é: a Terra passou por cinco resets biológicos antes de produzir uma espécie inteligente. Ela teve sorte de conseguir isso em apenas um punhado de tentativas? Ou isso representa o azar e é possível culminar na inteligência mais rapidamente sem nenhum reset? Qual seria a frequência ideal entre resets para dar mais chance ao surgimento de civilizações tecnológicas? Ninguém sabe.

Convenhamos: é um mar de especulação em meio a poucos fatos. A única maneira de realmente saber quão frequentes são biosferas com vida complexa e espécies inteligentes é procurando por elas. Faz mais de meio século que estamos nessa. Até agora, nada.

Busca por inteligência extraterrestre

O sinal que Frank Drake havia detectado no primeiro dia de trabalho no Projeto Ozma, em 1960, era um alarme falso, resultante de interferência de um avião militar americano. Mas essa hipótese de interferência terrestre acabou descartada para os estranhos pulsos de rádio detectados em 28 de novembro de 1967 pela astrônoma norte-irlandesa Jocelyn Bell Burnell.

Ela era aluna de doutorado de Antony Hewish na Universidade de Cambridge e estava desenvolvendo radiotelescópios para o estudo do céu quando tropeçou num sinal intermitente com periodicidade de 1,33 segundo. O acompanhamento demonstrou que ele estava girando pelo céu no mesmo ritmo das estrelas – portanto, estava a distâncias interestelares. Seria uma transmissão alienígena? Por via das dúvidas, ela e Hewish marcaram o sinal com o nome LGM-1, sigla para *Little Green Men* (homenzinhos verdes). Era uma piada, claro, mas com um fundinho de verdade. “Nós não acreditamos que havíamos captado sinais de outra civilização, mas obviamente a ideia passou pela nossa cabeça e não tínhamos provas de que era uma emissão de rádio inteiramente natural”, disse Bell. “É um problema interessante – se alguém pensa ter detectado vida em outra parte do Universo, como anunciar os resultados de forma responsável?”

No caso em questão, nem foi preciso desatar esse nó. Quase em seguida, outra fonte parecida seria descoberta, assim como uma explicação natural: o sinal era emitido por um pulsar – o resultado final da morte de um astro de alta massa que esgotou seu combustível, detonou como supernova e comprimiu seu núcleo até se tornar uma estrela de nêutrons, capaz de emitir pulsos conforme gira (é a rotação que produz a periodicidade, como um farol). A descoberta levou Hewish à conquista do Prêmio Nobel em Física (o primeiro arrebatado por um astrônomo), mas resultou em nova desilusão no nascente campo da SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*), a busca por inteligência extraterrestre.

Como já vimos, o ponto de partida científico desse esforço se deu em 1959, com o artigo de Philip Morrison e Giuseppe Cocconi na *Nature*, sugerindo uma estratégia de observação para a busca desses sinais. No ano seguinte, Drake levou a cabo essa mesma proposta, e o fato de ter chegado às mesmas conclusões era motivo de animação. Pelo menos entre os cientistas da Terra, parecia haver consenso sobre como procurar sinais inteligentes no espaço. Agora faltava só os ETs pensarem da mesma maneira.

“Procurar por sinais de uma civilização alienígena é bem parecido com tentar atender um telefonema de um completo desconhecido quando você precisa projetar, construir e conectar o telefone você mesmo”, descreveu o astrônomo Paul Horowitz, de Harvard, um dos participantes mais entusiastas dessa linha de pesquisa. Ao construir o “telefone”, é preciso levar em conta diversas arbitrariedades. Primeiro, há de se presumir que a tecnologia universalmente

eleita por sociedades espalhadas pelo cosmos para a comunicação interestelar seja a transmissão de ondas eletromagnéticas. Faz sentido para o nosso estágio científico atual, em que a luz é a coisa mais rápida que conhecemos. Será que faz para eles?

Depois, você precisa escolher que frequências irá monitorar. Drake, Cocconi e Morrison sugeriram a faixa do rádio, ao redor de 1,42 GHz – a mesma das emissões de hidrogênio, o elemento mais comum do Universo, relativamente livre de ruído cósmico e sem problemas para atravessar a atmosfera terrestre. Mas isso também não quer dizer que os alienígenas tenham escolhido a mesma coisa.

Então, é preciso definir como você vai distinguir esse sinal de transmissões naturais, como a do pulsar de Jocelyn Bell. O critério adotado pelos cientistas é a faixa estreita. Normalmente, fenômenos naturais produzem suas emissões em várias frequências ao mesmo tempo – bandas bem largas. Um sinal artificial, como as transmissões de TV e rádio, tem por hábito se concentrar numa banda bem estreita. Então, presume-se que, para diferenciar um sinal natural de um artificial, é preciso ser capaz de ouvir muitos canais adjacentes de forma separada.

Aí, você tem de definir como vai procurar o sinal – se vai vasculhar sistematicamente o céu todo ou se vai apontar seu radiotelescópio para estrelas mais promissoras. Seu sistema precisa estar pronto para descartar interferências de sinais de origem artificial, só que terrestres. É a pior praga que tem nesses estudos.

Por fim, é necessário estar preparado para fazer ajustes ao sinal recebido, que deve sofrer com toda sorte de distorções em sua viagem pelo espaço. Lembra-se do efeito Doppler usado para detectar planetas? Pois bem, um sinal de rádio enviado de um mundo distante, em movimento em torno de sua estrela, também vai ter as mesmas distorções, e o movimento da Terra ao redor do Sol e o dele em torno do centro da Via Láctea também produzirão alterações.

Tudo resolvido? Ótimo. Agora você precisa arrumar o dinheiro para fazer acontecer. Em 1960, após o Projeto Ozma, esse problema não parecia tão grande. Apesar de não ter obtido uma detecção positiva, Frank Drake cativou o público com sua iniciativa e com a perspectiva de encontrarmos nossos colegas cósmicos em pouco tempo. No ano seguinte, tivemos a Conferência de Green Bank, que produziu a famosa equação de Drake e reuniu a primeira leva de cientistas americanos interessados em comunicações interestelares.

Na União Soviética, um dos pesquisadores mais entusiasmados da área foi Nikolai Kardashev, aluno do astrônomo Iosif Shklovskii. Em 1963, ele promoveu a escuta de um objeto emitindo poderosas ondas de rádio e acreditou que pudesse ser evidência de uma civilização extraterrestre. Dois anos depois, Gennady Sholomitskii estudou a mesma fonte, CTA-102, e descobriu que as emissões

estavam variando, em mais um suposto sinal de inteligência. O anúncio causou alvoroço internacional. No fim, a exemplo do que aconteceu com o LGM-1, era só um objeto astrofísico que emitia rádio naturalmente – um quasar. (Os quasares são os núcleos ativos de galáxias, normalmente objetos muito distantes e antigos.)

Em 1964, os soviéticos promoveriam sua primeira conferência sobre civilizações extraterrestres, em Byurakan, na Armênia, organizada por Kardashev e contando com a presença exclusiva de radioastrônomos. Uma segunda edição, em 1971 na mesma localidade, foi bem mais animada e contou com a participação de cientistas dos dois lados da cortina de ferro, demonstrando a natureza global do esforço de contato com extraterrestres.

Nos Estados Unidos, no fim dos anos 60, o número de entusiastas das comunicações interestelares só crescia. Um grupo do Centro Ames de Pesquisa da NASA queria criar uma iniciativa nacional de busca por sinais alienígenas. A primeira grande contribuição da agência espacial americana foi a produção de um estudo, no mesmo ano da segunda conferência de Byurakan, com o objetivo de elaborar o sistema definitivo de detecção de transmissões extraterrestres. Nascia o Projeto Cyclops. Liderado por Bernard Oliver, fundador e diretor de uma empresinha de tecnologia chamada Hewlett Packard, a proposta era tudo menos modesta.

O relatório previa a construção de um conjunto de antenas de radiotelescópio, cada uma com 100 metros de diâmetro. A ideia era ir construindo o negócio em etapas, até atingir a sensibilidade necessária para captar os cobiçados sinais extraterrestres. Em sua expansão máxima, o conjunto teria mil antenas. Pense nisto: mil antenas de 100 metros cada uma. O custo foi estimado em US\$ 6 bilhões a US\$ 10 bilhões. Da época. Hoje seria algo como US\$ 40 bilhões.

Nem a NASA, nem ninguém iria construir um negócio desses, ainda mais correndo o risco de os ETs serem avessos a telefonemas. Apesar disso, o relatório trouxe conceitos importantes para o futuro da busca, como a sugestão de ampliar a escuta da frequência do hidrogênio (1,42 GHz) para o intervalo entre ela e a frequência da hidroxila (1,66 GHz). Hidrogênio mais hidroxila formam água – componente essencial à vida. Por isso, Bernard Oliver e seus colegas imaginaram que aquela faixa, apelidada de “buraco da água”, seria a melhor para procurar comunicações interestelares. Alienígenas de toda a galáxia se ligariam nessa frequência – a maior sala de bate-papo online da Via Láctea! A proposta, adotada até hoje pelas iniciativas de busca de sinais, é um dos muitos legados do Projeto Cyclops, que acabou conhecido como o “maior conjunto de radiotelescópios jamais construído”.

Embora não tenha se animado com essa megalomania toda, a NASA decidiu manter um programa modesto de busca sob sua tutela. Além disso, outras instituições entrariam no jogo. Em 1971, o Observatório de Rádio da Universidade Estadual de Ohio havia concluído sua pesquisa astronômica do céu

em busca de fontes naturais extragalácticas de rádio e estava pronto para delinear um plano de usar seu principal radiotelescópio – chamado de Big Ear (literalmente, Orelhão) – na caça sistemática a sinais inteligentes. O projeto, chamado OSUSETI, foi iniciado em 1973 e durou até 1995. Foi de lá que saiu a mais intrigante detecção da história da SETI.

Wow!

O processamento de dados de radiotelescópio nos anos 70 era uma coisa triste de se ver. O Big Ear, em Delaware, Ohio, contava com um computador cujo disco rígido era capaz de abrigar a gloriosa quantidade de um megabyte de dados. É menos que um disquete de 5 ¼ polegadas (se é que você ainda se lembra do que é isso). Por conta desse apuro, o software responsável pelo registro dos dados tinha de ser o mais frugal possível, usando apenas um caractere para designar a intensidade do sinal. Nesse esquema, era possível colher ininterruptamente dados por três dias e meio. Depois, um funcionário precisava ir até o computador, imprimir em papel os registros obtidos, zerar o disco rígido e reiniciar a coleta de dados.

O Big Ear não tinha a forma de antena parabólica com a qual estamos acostumados. Era uma grande plataforma no chão, com uma parede reta de um lado e uma curva do outro lado. As emissões de rádio do céu batiam na parede reta, eram direcionadas para a parede curva e então captadas por dois sensores. Não havia possibilidade de direcionamento. O radiotelescópio ficava apontado para a região do céu que estivesse acima dele no momento. Conforme a Terra fosse girando, os alvos na mira do telescópio iam se sucedendo. Com a capacidade de monitorar canais estreitos de banda, com 10 kHz cada (o mesmo intervalo usado na transmissão de rádios AM), em torno da frequência dos 1,42 GHz, o Big Ear estava apto a procurar sinais de inteligência extraterrestre.

“Enquanto eu olhava a impressão do computador de 15 de agosto de 1977, encontrei os dados do mais forte sinal de banda estreita que eu já havia visto”, conta Jerry Ehman, radioastrônomo que trabalhava como voluntário no projeto. “Imediatamente reconheci o padrão de dados como o de um sinal em um canal que variava de forma compatível com uma fonte celeste se movendo pelo raio da antena, por conta da rotação da Terra. Eu fiquei tão espantado com esse sinal forte que escrevi, com caneta vermelha, ‘Wow!’ na margem da impressão.”

O sinal Wow!, como ficou conhecido, intriga até hoje os cientistas. Ele se manteve detectável no Big Ear por 72 segundos – o mesmo tempo que seria se sua fonte estivesse imóvel no céu, entrando e saindo do campo de detecção pelo movimento de rotação do nosso planeta. Não podia, portanto, ser um avião ou outro tipo de aeronave que se deslocasse com rapidez pelo céu. Pelo mesmo motivo, não podia ser interferência produzida em solo por transmissões terrestres. Caso fosse, não exibiria o padrão de entrada e saída do campo do telescópio decorrente da rotação terrestre, com precisão superior a 99%.

Os cientistas então procuraram saber a localização dos planetas e dos asteroides conhecidos do Sistema Solar e constataram que nenhum deles estava na posição indicada na hora em que o sinal foi detectado. Sabe-se que, deles, apenas Júpiter e Saturno são boas fontes de rádio, mas era preciso se certificar de

tudo.

Satélites artificiais podiam em tese gerar um sinal parecido, mas nenhum deles estava na posição certa para isso. O mesmo vale para espaçonaves terrestres em outras partes do Sistema Solar. Ademais, satélites não transmitem em 1,42 GHz, justamente por ser a frequência reconhecida para possível contato extraterrestre. Há um banimento mundial de emissões ao redor dessa faixa, no espaço e em terra.

Uma hipótese cogitada era um fenômeno de lente gravitacional, em que uma fonte de rádio natural distante é ampliada ao passar por trás de um objeto celeste mais próximo. Mas os cientistas também descartaram essa possibilidade, pois um alinhamento desse tipo costuma produzir essas distorções durante semanas ou meses, e o sinal Wow! com certeza já havia desaparecido cinco minutos depois de sua descoberta inicial (caso contrário, teria sido detectado novamente pelo Big Ear em seu segundo sensor, ligeiramente desalinhado em relação ao primeiro para produzir redundância).

Restou uma possível explicação natural, na forma do fenômeno conhecido como “cintilação interestelar”, quando a passagem de um sinal distante sofre alterações ao atravessar o ambiente entre as estrelas. Mas observações posteriores da região de onde o sinal havia sido enviado, feitas com radiotelescópios muito mais sensíveis, foram incapazes de detectar a “cintilação”, de forma que essa sugestão também ficou descartada.

Ehman chegou a pensar que a única explicação possível seria uma enorme coincidência: um objeto metálico no espaço na posição exata onde o sinal havia sido detectado, refletindo uma transmissão artificial de origem terrestre, na faixa dos 1,42 GHz. Dificil, hein? Recentemente, ele próprio descartou essa hipótese.

“Já que todas as possibilidades de uma origem terrestre foram descartadas ou demonstradas como improváveis, e como a possibilidade de uma origem extraterrestre não foi descartada, eu preciso concluir que uma ETI [Extraterrestrial Intelligence] pode ter enviado o sinal que recebemos”, escreveu o radioastrônomo em 2010.

O grande problema é que não houve repetição. Tentativas insistentes de detectá-lo foram feitas nos meses seguintes com o Big Ear. Em outros programas SETI, esforços foram realizados em 1987, 1989, 1995, 1996 e 1999. Nada.

Podemos muito bem ter recebido um sinal de vida inteligente vindo de uma região indistinta da constelação de Sagitário em 15 de agosto de 1977. Cinco minutos depois da primeira detecção, ele já havia sumido, para nunca mais ser ouvido novamente. Se foi mesmo fruto de uma emissão artificial, os ETs apontaram seu transmissor em outra direção e até agora não tivemos a sorte de atender uma ligação vinda de lá. O que, aliás, mostra uma das dificuldades da SETI: não só é preciso que as civilizações existam, como elas devem apontar suas transmissões direto para nós, no mesmo momento em que estivermos

ouvindo justamente sua estrela de origem. Nada fácil. Caso o sinal Wow! seja mesmo de procedência alienígena, devemos concluir que há muitas civilizações na galáxia – não fosse assim, seria muito improvável que tropeçássemos em um sinal apenas 17 anos depois da primeira escuta. Mas não dá para afirmar que a emissão foi mesmo de procedência alienígena. “Devo dizer que a origem do sinal Wow! é ainda uma questão em aberto para mim”, afirma Ehman. “Há poucos dados para tirar muitas conclusões. Eu não sou capaz de provar que recebemos um sinal de uma ETI ou de que não recebemos. Mais de três décadas após sua aparição, o sinal Wow! permanece um fascinante enigma.”

Pelo sim, pelo não, os alienígenas devem receber uma resposta em breve. Em 2012, como parte da comemoração dos 35 anos da detecção em Ohio, o Observatório de Arecibo transmitiu uma mensagem da humanidade na mesma direção do sinal original. Em seu conteúdo, 10 mil postagens de Twitt er produzidas por entusiastas da iniciativa. Se às vezes eu mesmo tenho dificuldade de entender o que as pessoas escrevem no Twitt er, fico imaginando o sofrimento dos ETs para decodificar as mensagens. Boa sorte para eles.

Fato é que o sinal Wow! renovou o interesse pelos programas SETI. Em 1983, em Harvard, Paul Horowitz iniciou o Projeto Sentinel, usando equipamento que ele havia desenvolvido nos três anos anteriores para a análise de estrelas promissoras. Financiada pela ONG Planetary Society, a iniciativa seria sucedida pelo META (Megachannel ExtraTerrestrial Assay), que monitoraria 8 milhões de canais simultâneos. A proposta recebeu um cheque gordo do cineasta Steven Spielberg (àquela altura, os ETs já tinham feito bastante por ele) e durou até 1994. “Numa análise de cinco anos de dados, encontramos 37 eventos candidatos que excediam o limite de detecção médio, nenhum deles foi detectado após repetidas observações”, relata Horowitz.

O META foi substituído pelo BETA (Billion-channel ExtraTerrestrial Assay), iniciado em 1995. Infelizmente, durou só até 1999, quando o radiotelescópio do Observatório de Oak Ridge foi danificado por ventos fortes no dia 23 de março daquele ano.

Na NASA, o interesse também se expandiu. No mesmo ano em que o Wow! foi detectado, o JPL (Laboratório de Propulsão a Jato) manifestou interesse em participar do projeto gestado no Centro Ames de Pesquisa, e dessa colaboração nasceria a maior iniciativa da agência espacial americana na busca por transmissões alienígenas: o HRMS. Achou cifrado? Pois é, a ideia era essa mesmo. A sigla correspondia a High Resolution Microwave Survey, ou Pesquisa de Micro-Ondas de Alta Resolução. O objetivo era fazer com que o Congresso aprovasse o orçamento sem imaginar que estava financiando a busca por homenzinhos verdes.

“O objetivo da NASA era observar cerca de 800 estrelas de uma lista de aproximadamente 2 mil candidatas”, relatou Peter Backus, pesquisador do

Instituto SETI que na época coordenava o projeto para a agência espacial americana. O número havia sido escolhido para tentar se acomodar ao tempo de telescópio que se esperava obter no Observatório de Arecibo, a maior antena do mundo. Construída no interior de uma cratera em Porto Rico, ela tinha impressionantes 300 metros de diâmetro. “Entre os anos 70 e 80, a NASA desenvolveu a tecnologia para essa busca. O nome High Resolution Microwave Survey foi introduzido porque, para alguns políticos, SETI era um palavrão.”

Finalmente, em 12 de outubro de 1992, no dia do 500^o aniversário da chegada de Cristóvão Colombo à América, o projeto teria início, com toda pompa e circunstância. E aí os congressistas descobriram o significado de HRMS. No ano seguinte, eliminaram todas as verbas.

Quem paga a conta?

O cancelamento, anunciado numa tarde de sexta-feira em 1993, devastou o moral dos pesquisadores da NASA, a começar por um dos líderes do projeto, Peter Backus. Mas ele relata que seu colega John Dreher voltou ao trabalho na segunda-feira seguinte com uma atitude diferente. “Sabe, se esse negócio era uma boa ideia na sexta, então ele ainda é uma boa ideia hoje, e precisamos encontrar um jeito de executá-lo.” Foi com esse espírito que nasceu o Projeto Phoenix, das cinzas da pesquisa da NASA.

A iniciativa foi abraçada pelo Instituto SETI, núcleo que já reunia praticamente todos os cientistas envolvidos. A organização correu atrás de doações privadas para não deixar a peteca cair. De grande valia foi Bernard Oliver, antigo entusiasta da SETI e membro da equipe da NASA, que migrou para o instituto e fez meia dúzia de ligações, obtendo de pronto apoio financeiro de gente como Bill Hewlett e Dave Packard, da HP, Gordon Moore, da Intel, e Paul Allen, da Microsoft.

Outra cientista muito engajada no levantamento de fundos privados foi Jill Tarter, que migrou da NASA para o Instituto SETI a fim de dar sequência ao Projeto Phoenix como sua diretora. Ela inspirou Carl Sagan a criar a personagem Eleanor Arroway, protagonista de seu romance de ficção científica, *Contato*. Tarter travou seu primeiro contato com a busca por sinais de inteligência alienígena ao participar do projeto SERENDIP, iniciado em 1980 na Universidade da Califórnia em Berkeley, onde ela concluiu seu doutorado.

A proposta do SERENDIP (sigla para Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations) era pegar carona em observações astronômicas convencionais, fazendo registros pertinentes à busca por sinais alienígenas. Foi Tarter quem criou a estranha sigla, para soar como “serendipidade”, anglicismo que designa descobertas surpreendentes, feitas por coincidência. O projeto hoje está em sua sexta fase, SERENDIP VI, e continua colhendo dados, mas Tarter há muito tempo o deixou, para compor a equipe do HRMS e, depois, promover sua ressurreição na forma do Phoenix. Em questão de semanas após o cancelamento pelo Congresso, a iniciativa já tinha verbas para prosseguir, em regime privado.

As observações foram reiniciadas em fevereiro de 1995, com o equipamento desenvolvido durante a fase da NASA adaptado ao radiotelescópio Parkes, na Austrália. Entre 1996 e 1998, as operações foram no Observatório Nacional de Radioastronomia de Green Bank, mesmo local onde Frank Drake havia tocado seu Projeto Ozma, em 1960. Naturalmente, algumas reduções no escopo tiveram de ser feitas. Originalmente, o HRMS teria dois padrões de observação: a escuta de alvos específicos e um rastreamento do céu inteiro. Em vista do novo regime de financiamento, a estratégia mais ampla teve de ser abandonada. Em março de

2004, a equipe do Projeto Phoenix anunciou seus resultados, após checar insistentemente suas 800 estrelas-alvo. Não foi encontrada evidência de sinais inteligentes de origem extraterrestre. Peter Backus admitiu publicamente a conclusão de que “vivemos numa vizinhança silenciosa”.

Contudo, 800 estrelas é muito pouco, em comparação com as centenas de bilhões que existem na Via Láctea. Ainda há muito que buscar, e a SETI não pretende jogar a toalha. O assunto é tão cativante que logo os pesquisadores descobriram que poderiam não só obter financiamento privado para as pesquisas como arremeter voluntários para colaborar no processamento de dados.

Essa é a premissa do projeto SETI@Home, iniciado em 1999 por um grupo da Universidade da Califórnia em Berkeley. A exemplo do SERENDIP, o projeto envolve a coleta de dados no Observatório de Arecibo enquanto ele fica de olho em objetos de interesse astronômico. A diferença está no processamento desse volume imenso de informação. Voluntários ao redor do mundo podem baixar um pequeno software que age como descanso de tela e, no tempo ocioso do seu computador, faz o processamento dos dados. Fui um dos voluntários a baixar o software, no começo da última década. Mas nunca estive sozinho. O programa atingiu a marca de mais de 5 milhões de voluntários desde o seu lançamento! E pensar que a turma de Berkeley esperava arremeter 100 mil computadores...

O SETI@Home chegou a encontrar sinais promissores, entre eles um que causou furor. Descoberto pelo programa em março de 2003, ele aparecia a uma frequência de 1,42 GHz e foi observado três vezes. A fonte estava entre as constelações de Peixes e Áries, numa direção em que não havia nenhuma estrela visível a pelo menos mil anos-luz de distância. Era um sinal bem fraco e que sofria de imensa variação por conta do efeito Doppler. Isso significa que, se estivesse sendo transmitido de um planeta, esse mundo estaria girando em torno de sua estrela 40 vezes mais depressa do que a Terra em torno do Sol. Registrado como SHGb02+14a, ele chegou a virar notícia quando a revista britânica *New Scientist* divulgou sua descoberta, o que levou os cientistas do SETI@Home a de pronto afirmarem que muito provavelmente não se tratava de um sinal inteligente. Para eles, podia bem ser um artefato aleatório, ruído cósmico ou até um problema com a tecnologia de detecção. Mais uma vez, um sinal estranho, mas não conclusivo.

E assim seguimos em frente. O Instituto SETI obteve uma contribuição significativa de Paul Allen, fundador da Microsoft, para construir o ATA (Allen Telescope Array), o primeiro conjunto de radiotelescópios dedicado exclusivamente à busca por alienígenas. No total, o magnata da informática doou mais de US\$ 30 milhões para sua construção, cuja primeira etapa terminou em 2007. Sob o comando de Jill Tarter, o sistema iniciou suas operações com 42 antenas. A ideia é expandi-lo gradualmente até atingir 350. Mas não será fácil. Até mesmo para mantê-lo funcionando, já faltou dinheiro. Em abril de 2011, o

ATA teve de ser colocado em hibernação. As operações foram retomadas no fim daquele ano e, em 2012, uma doação de US\$ 3,6 milhões, feita por Franklin Antonio, cofundador da companhia de tecnologia Qualcomm, deu nova vida ao projeto.

O trabalho com o ATA deve resultar na pesquisa de 1 milhão de estrelas num alcance de mil anos-luz por transmissões de potência similar à de Arecibo, e na investigação de 40 bilhões de estrelas (entre 10% e 40% do total da Via Láctea) em busca de transmissores poderosos, bem além da nossa tecnologia atual. Se nem com esse nível de alcance for possível detectar um sinal, os pesquisadores da SETI serão obrigados a admitir que não há alienígenas contactáveis na Via Láctea. Ou, pelo menos, que os cientistas passaram todo esse tempo observando com a tecnologia errada.

Ideias alternativas

Desde o Projeto Ozma, estava mais ou menos combinado entre os cientistas que a melhor faixa de transmissão para contatos interestelares era a do rádio, ao redor da frequência de emissão do hidrogênio. Mas por que essa preferência? Será que não era fruto exclusivo de um viés gerado pelo fato de que aprendemos muito antes a transmitir ondas de rádio do que a disparar pulsos concentrados de luz? Afinal de contas, a tecnologia do laser só havia sido inventada dois anos antes do esforço pioneiro de Drake, por Charles Townes e Arthur Leonard Schawlow, nos Bell Labs. Será que não seria ela a melhor forma de disparar sinais para o espaço profundo, na forma de radiação luminosa?

Em 1961, Townes e seu colega Robert Schwartz publicaram um artigo na *Nature* sugerindo que lasers de infravermelho talvez fossem a forma preferencial de comunicação interestelar, mas ninguém deu muita bola para a ideia. Afinal, tentar superar o nível de emissão de uma estrela em frequências próximas da luz visível parecia impossível para um artefato tecnológico. Como manter por longos períodos um raio laser tão poderoso? Essa foi a conclusão básica a que chegou o influente relatório do Projeto Cyclops, divulgado em 1971.

Fim de papo? Não tão depressa. Ocorre que, se descartarmos a ideia de emissão por longos períodos, tudo fica bem factível. Com tecnologia atual, podemos disparar um pulso de raio laser para o espaço que, durante um nanossegundo, supera em 10 mil vezes o brilho do Sol. E há uma vantagem óbvia para procurá-lo, que é a banda mais ampla de emissão. Dai nasceu a ideia, ainda hoje não muito popular, de que os ETs telefonariam para nós usando luz, não rádio.

Conforme a tecnologia de detectar esses pulsos de nanossegundo apareceu, alguns pesquisadores da SETI resolveram desenvolver estratégias de busca baseadas em laser. Em 1998, Paul Horowitz, de Harvard, fez observações intermitentes no Observatório de Oak Ridge. Em 1999, Dan Wertheimer, da Universidade da Califórnia em Berkeley, também realizou algumas buscas. Mas é óbvio que a caça a sinais ópticos de inteligência extraterrestre ainda está na infância, se comparada à sua contraparte em rádio.

Um dos pesquisadores que se interessaram por essa linha de pesquisa recentemente foi Geoff Marcy, o célebre caçador de exoplanetas americano. Em 2012, ele obteve financiamento para desenvolver técnicas e detectores capazes de captar sinais alienígenas em luz visível e infravermelha. “Torçamos para que eles estejam transmitindo nessas frequências”, ele me disse, animado.

Além de procurar lasers, Marcy também está atrás de algo bem menos convencional: esferas Dyson. A ideia foi apresentada pela primeira vez nos meios científicos pelo físico britânico Freeman Dyson, do Instituto para Estudo Avançado, em Princeton, nos Estados Unidos. Em um artigo publicado na

Science em 1960, intitulado *Busca por Fontes Estelares Artificiais de Radiação Infravermelha*, ele sugeria que civilizações avançadas podem ter desejado absorver boa parte da energia emanada de sua estrela construindo imensas estruturas ao redor dela, algo como painéis solares gigantes orbitando em torno do astro.

Essas estruturas, que em última análise constituiriam esferas quase inteiramente fechadas, poderiam ser detectadas de longe como estrelas que piscam, conforme o globo parcialmente vazado gira e bloqueia a luz emitida por elas. Além disso, a própria construção artificial seria uma fonte de radiação infravermelha, que em tese pode ser detectada. Marcy pretende analisar a montanha de dados de variação de brilho de estrelas coletada pelo satélite Kepler para identificar potenciais candidatas a esferas Dyson. Não é a primeira vez que se faz esse esforço. Um levantamento com base nos dados do satélite IRAS, feito por cientistas do Fermilab, chegou a encontrar sinais infravermelhos ambíguos de 17 estrelas. Mas nenhum que convencesse os cientistas de que eles estavam observando esferas construídas artificialmente.

Em certo sentido, procurar essas construções imensas parece mais sensato do que buscar transmissões. Enquanto essas últimas teriam de ser feitas por alienígenas inteiramente em nosso benefício, uma esfera Dyson seria uma obra tocada em favor deles. Além disso, é muito ingênuo pensar que civilizações avançadas, muitos milhares de anos à nossa frente em tecnologia, usariam coisas toscas como radiotelescópios e lasers.

“Esse é um bom argumento”, disse-me Marcy quando troquei ideias com ele em 2012. “Suspeito que nossas tecnologias para comunicação sejam primitivas comparadas àquelas que as civilizações avançadas têm. Talvez eles não transmitam ondas de rádio, ou qualquer outro comprimento de onda de luz. Bem, há duas respostas para isso. A primeira é que talvez estejamos errados e a radiação eletromagnética – luz – permaneça a melhor forma de comunicação mesmo para civilizações avançadas. Afinal, ainda estamos usando nossas vozes e pedaços de papel para nos comunicar, apesar de milhares de anos de tecnologia. De fato, quando a televisão foi inventada, as pessoas diziam que os rádios ficariam rapidamente obsoletos. Mas isso não aconteceu. Além disso, do nosso lado, só podemos procurar sinais que conhecemos, ou seja, ondas de rádio, de luz e de outras frequências. Não podemos procurar tipos de comunicação que não conseguimos imaginar. No fim, estamos limitados pela nossa imaginação. Precisamos estender nossas capacidades e tentar fazer descobertas, sem saber de antemão se temos alguma chance de sucesso.”

Em caso de fracasso completo dos esforços de detectar sinais de alienígenas lá fora, só restará uma alternativa: procurar esses indícios dentro de nós mesmos, no nosso DNA.

SETI biológica

E se a vida na Terra começou por intervenção direta de uma civilização alienígena? Não é tão difícil imaginar uma sociedade avançada avaliando planetas pela galáxia em termos de sua habitabilidade. Ao decidir que um mundo é passível de ocupação biológica, esses extraterrestres decidem semear esse planeta com um conjunto de criaturas primitivas, nem que seja só para ver o que a evolução fará delas em bilhões de anos. Carl Sagan e Iosif Shklovskii tocaram nesse assunto em seu livro de 1966, e ninguém menos que Francis Crick, codescobridor da estrutura do DNA, em parceria com Leslie Orgel, formalizou a teoria, conhecida como “panspermia dirigida”, em um artigo publicado na revista científica *Icarus*, em 1973. Com proponentes dessa estatura, não custa dar um mínimo de atenção.

Primeiro, vamos a uma análise rápida das circunstâncias da Terra em seu nascimento, 4,6 bilhões de anos atrás. Àquela altura, o Universo já tinha seus 9,2 bilhões de anos, nascido de um súbito processo de expansão conhecido como Big Bang. Sabe-se que, dessa etapa inicial, vieram apenas os elementos mais simples – hidrogênio, hélio e lítio. Química mais complexa exigiria as detonações das primeiras supernovas, produzindo e espalhando os demais elementos pelo cosmos. Sabe-se por observações astronômicas que esses elementos já estavam suficientemente disseminados cerca de 1 bilhão de anos após o Big Bang, o que equivale a dizer que as condições físicas mínimas para a vida já existiam nos sistemas planetários que se formaram naquela época.

Ou seja, entre o início da habitabilidade do Universo e o surgimento da vida na Terra transcorreram-se quase 9 bilhões de anos. Tempo mais do que suficiente para uma civilização emergir, descobrir-se sozinha, e decidir empreender uma missão de espalhar a vida pelo cosmos.

Tudo parece ainda menos fantasioso quando vemos cientistas da Terra discutindo as perspectivas de “terraformar” mundos hoje inabitáveis, como Marte, transformando-os em abrigos para a vida terrestre. Talvez um imperativo entre criaturas inteligentes seja a apreciação do fenômeno que chamamos de vida, e a única hipótese de preservá-lo a longo prazo seja espalhá-lo por outros mundos. (Por isso, muitos cientistas respeitados, como o britânico Stephen Hawking, defendem que a colonização do espaço pela humanidade é a única forma de nos defender de uma iminente aniquilação.)

Por outro lado, essa é uma hipótese que causa arrepios em muitos biólogos, porque soa parecida com o que dizem os defensores do Design Inteligente – a noção de que a vida não poderia ter emergido a partir de reações químicas simples, e sua única forma de se manifestar seria por meio de uma concepção artificial. Normalmente, esse é um argumento usado para se contrapor à teoria da evolução pela seleção natural e defender a necessidade de um ser supremo –

para os íntimos, Deus – capaz de “operar” magicamente o surgimento da vida.

É importante ressaltar que a panspermia dirigida não se presta a uma defesa direta do Design Inteligente, pois só aborda o surgimento da vida na Terra a partir de outras criaturas vivas provenientes de outra parte do Universo. Ou seja, ela só transfere o problema do surgimento abiótico da vida do nosso planeta para um mundo distante, onde algum tipo de vida precisou surgir sozinho a partir de química simples num passado remoto. Em nenhum momento ela suporta a noção de que o aparecimento das primeiras formas de vida do cosmos seja um ato não natural, que tenha exigido intervenção divina.

Uma vez retirada essa pedra do nosso sapato, podemos continuar nos passos de Sagan e Crick (e longe dos antidarwinistas desesperados), especulando sobre a possibilidade de que a vida terrestre tenha origem em uma civilização alienígena. Como testar essa hipótese? Bem, a solução é o que se convencionou chamar de SETI biológica – a busca por sinais, em nossa própria composição, desse ato de criação artificial.

Onde procurar? O DNA, molécula comum a todos os seres vivos, pode ser um bom começo. Em 1979, Hiromitsu Yokoo e Tairo Osgima, da Universidade Kyorin, no Japão, analisaram o genoma de um vírus da classe dos fagos, especializados em infectar somente bactérias. Eles vasculharam as letrinhas genéticas em busca de algum sinal de artificialidade em sua composição. Nada.

Estudos similares conduzidos depois não fizeram muito mais pela hipótese, e nem me surpreende que não o tenham feito. Uma das características mais marcantes da evolução biológica é a produção de mutações, em que mudanças no DNA promovem diferenças entre os organismos que podem ser submetidas à seleção natural. Qualquer mensagem deixada no genoma de um organismo com toda probabilidade se degradaria com bilhões de anos de evolução.

Em compensação, existe um elemento da genética que permanece estável após quase 4 bilhões de anos de vida terrestre – o código genético. Lembra-se dele? Aquela história de que três letrinhas genéticas, os códons, codificam cada um dos 20 aminoácidos usados pela vida? Pois é. Há coisas estranhas a respeito dele. A primeira é que o código não parece ter sido formado aleatoriamente, um fato que não escapou a Crick lá atrás, em 1968. Pode-se até imaginar que os códons tenham evoluído naturalmente para esse padrão arbitrário, mas aí o que fica difícil de explicar é como ele se tornou tão estável, depois de sofrer mutações para chegar a esse estado. Salvo raras exceções, o código genético é compartilhado por todos os seres vivos já investigados pelo ser humano. É provavelmente a forma mais estável de armazenagem de informação conhecida.

Será que o código genético poderia abrigar uma mensagem oculta dentro dele que denunciasse sua origem artificial? Foi o que investigaram Vladimir shCherbak, da Universidade Nacional Casaque al-Farabi, e Maxim Makukov, do

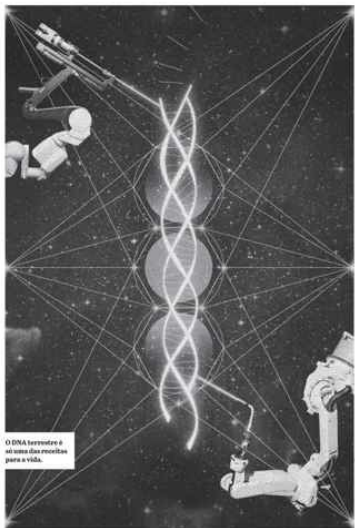
Instituto Astrofísico Fesenkov, ambos no Casaquistão. Em artigo publicado no periódico *Icarus* em 2013, eles sugerem que, sim, existe uma mensagem no código genético. “Mostramos que o código exibe um ordenamento vasto de precisão que corresponde aos critérios para ser considerado um sinal de informação”, afirmam os cientistas.

O processo para decodificar a mensagem exige ordenar os aminoácidos do código pela quantidade de nucleons (prótons e nêutrons) que eles contêm, e então é preciso decifrar uma chave numérica que dá sentido à disposição. Segundo a dupla, a mensagem sugere uma predisposição à matemática de base 10 (que usa dez algarismos) e forma uma figura que tem sinal de artificialidade. Em essência, seria algo como uma “marca d’água” no código genético, identificável por qualquer espécie inteligente capaz de investigá-lo. Um cálculo estatístico feito por eles mostra que a chance de isso ter sido produzido por coincidência é menor que 1 em 10 trilhões.

Confesso que a primeira vez que li sobre esse artigo, publicado numa revista científica respeitável, fiquei arrepiado. Será possível que a evidência de alienígenas estivesse o tempo todo debaixo do nosso nariz e demonstrasse que a vida terrestre foi criada por uma civilização que semeou nosso planeta 4 bilhões de anos atrás? É tão espetacular quanto difícil de engolir. E, naturalmente, a maior parte da comunidade científica dá zero de credibilidade ao estudo dos cientistas do Casaquistão.

O biólogo Paul Zachary Myers, da Universidade de Minnesota em Morris, nos Estados Unidos, detonou o trabalho. “Infelizmente, é lixo. Isso é simplesmente numerologia, misturar quantidades derivadas que têm pouco a ver com as propriedades funcionais das moléculas para chegar a relações numéricas arbitrárias, e então afirmar que elas são de algum modo significativas. É puro *nonsense* de ponta a ponta.”

Talvez ele tenha razão. Mas isso não muda o fato de que estamos replicando esses mesmos passos aqui na Terra. Em laboratórios do mundo todo, já começamos a fabricar nossos próprios alienígenas.




O DNA terrestre é
só uma das receitas
para a vida.

CAPÍTULO 7

A FANTÁSTICA
FÁBRICA DE
ALIENÍGENAS

"A coisa boa da ciência é que ela é verdadeira, quer você acredite ou não."
NEIL deGRASSE TYSON, astrônomo.



A fantástica fábrica de alienígenas



Anote aí: 20 de maio de 2010. Essa foi a data em que a humanidade demonstrou possuir as tecnologias suficientes para criar vida artificial. A façanha foi realizada sob a batuta do americano Craig Venter, o gênio da bioinformática que revolucionou os métodos de decifração de genomas e acelerou a decodificação do DNA humano, com seus mais de 3 bilhões de pares de base,

dez anos antes.

Descrito em detalhes, o trabalho talvez não lhe pareça tão fantástico. O que Venter e sua equipe fizeram foi pegar uma bactéria da espécie *Mycoplasma capricolum* e extrair dela seu DNA original. Em paralelo, o grupo conseguiu sintetizar um genoma de uma espécie aparentada, *Mycoplasma mycoides*, usando para isso um sistema previamente desenvolvido, que parte de compostos químicos simples e uma célula de levedura. Uma vez construído, esse genoma bacteriano é extraído da levedura e implantado no núcleo esvaziado da *M. capricolum*. Ato contínuo, o novo DNA se apodera do maquinário celular e, *voilà*, a bactéria que antes era de uma espécie agora é de outra.

O esforço causou ondas de choque que foram além da comunidade científica. Afinal, a questão transcende a ciência e chega ao campo da ética. O ser humano tem o direito de usar seu poder intelectual para produzir formas de vida artificiais?

A rigor, pode-se afirmar que Venter não criou um novo ser vivo. Apenas usou meios sintéticos para produzir uma bactéria pré-existente. É verdade. Mas todo mundo sabe que essa era só uma etapa intermediária para o objetivo final de seu grupo: desenvolver a *Mycoplasma laboratorium* – essa, sim, uma espécie sem igual na biosfera terrestre.

Para chegar lá, a primeira etapa foi pegar ainda outra versão de *Mycoplasma*, *M. genitalium*. Essa criatura tem duas características marcantes: é a responsável por causar infecção urinária em humanos e é a detentora do menor genoma celular de que se tem notícia. São apenas 583 mil pares de bases, codificando míseros 521 genes. (Para efeito de comparação, o genoma humano tem 3,2 bilhões de pares de bases e cerca de 25 mil genes.) Mas Venter achou que dava para enxugar ainda mais esse DNA. Ele quis descobrir qual era o número mínimo de genes necessário para manter a célula viva e capaz de se replicar. O esforço recebeu o nome de Projeto Genoma Mínimo, e equivale ao desenvolvimento de um “sistema operacional” básico para a vida. Ao desligar um a um os genes e ver como a bactéria se saía, a equipe já chegou a um conjunto de 382 genes – a primeira versão do Windows Celular, por assim dizer. O próximo passo é sintetizar esse software e instalá-lo mais uma vez numa bactéria que teve seu núcleo esvaziado, dando origem ao tão sonhado *Mycoplasma laboratorium*.

É importante frisar que essa nova espécie não teria parentesco direto com nenhuma outra na Terra. Para todos os efeitos, seria nosso primeiro alienígena. Mas os cientistas pretendem ir mais longe. Afinal, a criação de vida sintética não tem por objetivo tão-somente irritar religiosos conservadores ou inflar o ego gigantesco de Craig Venter. A meta é conceber, a partir do genoma mínimo, formas de vida que sejam úteis. Para isso, bastaria adicionar ao sistema

operacional básico outros softwares – genes – que realizassem tarefas de interesse.

Entre as possíveis aplicações, temos a concepção de organismos capazes de decompor plástico – eliminando um grande problema ambiental – ou que produzam combustível de maneira limpa. Da mesma forma, não é inconcebível que a tecnologia dê origem a criaturas especialmente modeladas para sobreviver em ambientes hostis, como o subsolo de Marte ou o oceano de Europa. Se acabar demonstrado que não há nenhum tipo de vida lá, não há motivo para que a humanidade não dê uma mãozinha, instalando uma biosfera adequada a essas circunstâncias. Nossos primeiros alienígenas, 100% *made on Earth*. Só coisa boa.

Bem, talvez isso ainda não o empolgue. Afinal, estamos falando de seres vivos muito similares, em estrutura molecular, aos que já evoluíram na Terra. Isso em nada avança nosso conhecimento sobre alternativas químicas que a evolução da vida pode adotar em ambientes radicalmente diferentes do nosso planeta. Será que é possível produzir algo ainda mais alienígena que isso? A resposta, sem medo de errar, é sim.

DNA para ETs

Já vimos como o código genético, três letrinhas para cada aminoácido, é arbitrário, o que motivou alguns pesquisadores até a imaginar que a vida na Terra é fruto de engenharia genética alienígena. Essa hipótese parece difícil de engolir, mas provas de princípio dessa possibilidade já foram obtidas em laboratório. Voltamos ao trabalho de Steven Benner, o rei da síntese abiótica de RNA.

Nos anos 90, Benner demonstrou que podia reconstruir o código, usando, em vez de códons de três letras genéticas, conjuntos de 12. Funcionou. Mas mais estranho foi o que ele fez a seguir: alterou a própria estrutura do DNA.

Sabemos que as bases nitrogenadas disponíveis para codificar informação nessa molécula central da vida são quatro: adenina (A), timina (T), guanina (G) e citosina (C). Em laboratório, Benner conseguiu adicionar outras duas (P e Z). Ou seja, ele constituiu uma forma de DNA com seis possíveis letras genéticas. E atingiu, em 2011, uma taxa de sucesso na replicação de 99,8%. Vamos combinar que, se encontrássemos na rua uma criatura cujo DNA tem seis bases diferentes, apostaríamos que o sujeito veio de outro planeta. “Esses experimentos claramente mostram que o DNA poderia existir em muitas variedades de linguagem, e mudar a codificação de bases, ou o número de bases seria simples”, afirma o paleontólogo Peter Ward, em seu livro *Life as We Do Not Know It*.

Benner jamais teve medo de que sua pesquisa virasse filme de terror, com uma criatura baseada em genoma alienígena fugindo de seu laboratório para conquistar o mundo. “Duvidamos que nosso DNA artificial seria capaz de sobreviver por um instante fora do laboratório em nosso planeta. Mas um DNA de seis letras poderia suportar vida em outros planetas, onde ela começou com seis letras e está familiarizada com elas. Ou mesmo DNA que contenha até 12 letras, o que mostramos ser possível”, disse o pesquisador.

Enquanto isso, uma equipe liderada por Floyd Romesberg foi ainda mais adiante, ao descartar o quarteto ATCG do DNA, e em seu lugar usar outras 20 bases. Vinte! E a revelação ao produzir essas novidades foi descobrir que esse DNA completamente alienígena poderia codificar não só os 20 aminoácidos tradicionais, mas outros não utilizados pela vida terrestre.

Aliás, a esse respeito, dois grupos independentes em 2001, liderados respectivamente por Lei Wang e Volker Doring, conseguiram “convencer” uma bactéria *Escherichia coli* a usar um 21º aminoácido em sua composição. Mais uma vez, um ser vivo mostra uma flexibilidade que vai além do que concebemos como vida terrestre.

Claro, é bem possível que existam limites para essa variedade. Em 2010, uma equipe da NASA provocou grande impacto na comunidade de biologia ao apresentar uma bactéria descoberta no lago Mono, na Califórnia, que

supostamente era capaz de adotar arsênico, em vez de fósforo, na estrutura de seu DNA. A surpresa, publicada na *Science*, foi enorme. Embora o arsênico esteja logo abaixo do fósforo na tabela periódica, enquanto o primeiro sempre se mostrou tóxico para a vida, o segundo faz parte dos componentes mais essenciais. Lembre-se de que o DNA é composto por um grupo fosfato, um açúcar e bases nitrogenadas. Trocar o fosfato por um arsenato seria bem... alienígena, para dizer o mínimo.

Como alegria de extraterrestre na NASA dura pouco, em 2012 dois estudos independentes demonstraram que a conclusão original dos cientistas estava errada, e que na verdade as bactérias em questão estavam fazendo uma força danada para achar um fosforozinho que fosse no lago Mono, rico em arsênico. Aparentemente, a troca de fósforo por arsênico é um salto que a vida, ao menos como a conhecemos, não é capaz de dar.

Apesar desse tropeço, a soma dos resultados sugere que o conhecimento atual já permite manipular seres vivos como se fossem apenas sistemas químicos de alta complexidade, obtendo resultados previsíveis. O que não necessariamente é uma coisa boa. Craig Venter quer produzir bactérias “alienígenas” em benefício da humanidade. Mas um pesquisador mal-intencionado poderia, por exemplo, produzir artificialmente um patógeno mortal. Foi o que fizeram, em 2002, cientistas da Universidade Estadual de Nova York em Stony Brook. Eles baixaram da internet o genoma do vírus da pólio e o recriaram em seu laboratório. De que adianta, por exemplo, os governos dos Estados Unidos e da Rússia guardarem a sete chaves amostras do causador da varíola se qualquer um que tenha acesso à informação genética do vírus na internet, bem equipado num laboratório de biologia, pode recriá-lo a seu bel-prazer?

O século 20 já trouxe a ameaça nuclear, que fez muita gente pensar que a humanidade estava próxima da autodestruição. Agora, no século 21, esse temor não foi afastado, e está se somando a outros, como o da criação de superarmas biológicas em laboratório. Será essa a solução do paradoxo de Fermi? Será que toda civilização tecnológica cria tantos perigos para si mesma que, cedo ou tarde, intencionalmente ou por acidente, acaba se destruindo? Não é uma hipótese absurda, e gente grádua no mundo da ciência, como o astrônomo real britânico Sir Martin Rees, acredita que a chance de um desastre nos próximos cem anos gira ao redor de 50%. O destino humano pode muito bem ser decidido no caracol-coroa.

É irônico que as mesmas descobertas que podem acabar por nos levar ao aniquilamento são as que encorajam a acreditar na existência de vida extraterrestre. Não sabemos onde ela está e quando iremos topá-la, mas já temos a confiança de que, ao menos no ambiente laboratorial, criaturas diferentes das que a evolução foi capaz de produzir na Terra são comprovadamente possíveis.

E talvez o mais sofisticado desses “alienígenas artificiais” seja tão diferente, em composição e complexidade, que a maioria de nós nem o reconheça como vida. Refiro-me ao computador.

Inteligência artificial

À primeira vista, é a mais bizarra das ideias. Como uma máquina pode se tornar viva? Bem, deu certo conosco. De diferente mesmo, só a plataforma.

Ao longo deste livro, travamos contato com a natureza mecânica da vida celular: como pequenos construtos moleculares promovem a replicação da informação contida no DNA e sua transcrição para a fabricação de proteínas. Esses mecanismos não só constituem a definição de vida como a conhecemos como exibem propriedades emergentes. A partir do surgimento dos seres multicelulares, com a especialização de grupos de células, organizados em órgãos e tecidos, temos aí um novo nível de complexidade. Entre os animais, o processo exigiu o surgimento de um aparato para gerenciar o funcionamento harmônico de todas as partes – o sistema nervoso.

A mais interessante característica desse sistema, composto pelo cérebro, pela espinha dorsal e por suas terminações nervosas espalhadas pelo corpo, é que ele transcende a fisicalidade de suas partes. Primeiro, vamos pensar em como o cérebro funciona. O principal tipo celular no sistema nervoso são os neurônios, células de forma irregular, compostas por diversos tentáculos, chamado axônios. Esses axônios se conectam uns aos outros formando uma rede complexa. Nas conexões entre eles, as chamadas sinapses, moléculas mensageiras químicas podem passar de um neurônio a outro, induzindo a geração de impulsos elétricos. São esses sinais de eletricidade que controlam as funções vitais e dão ao cérebro poder sobre o corpo. Até aí, tudo bem, estamos ainda no raso da vida cerebral, que compartilhamos com os mais simples animais.

Curiosamente, o sucesso da evolução animal passou por dotar as criaturas de uma capacidade, de início rudimentar, de avaliar circunstâncias e tomar decisões, a partir de informações sensoriais, vindas dos olhos, dos ouvidos, do tato, do olfato e do paladar. Isso primeiro se instituiu no plano instintivo. Ao ouvir um ruído no meio do mato, o cérebro do animal iniciava a circulação de certos hormônios – adrenalina, o mais marcante e conhecido deles – e, dependendo da sequência de disparos dos neurônios, tomava uma decisão: enfrentar ou fugir.

Não é difícil imaginar a importância desse mecanismo para a sobrevivência, e o porquê de a seleção natural tê-lo favorecido. Bem mais sutil é o fato de que o processo de decisão dos animais – largamente inconsciente – não é muito diferente daquele tomado por um computador. Tanto a máquina quanto o cérebro animal têm uma base física apta a transmitir sinais elétricos (transistores versus neurônios), programação (software versus informação genética) e inputs sensoriais (dados inseridos por teclado versus os tradicionais cinco sentidos) – além disso, no caso dos animais mais simples, nem eles, nem os computadores, exibem qualquer sinal de consciência.

Contudo, sabemos que, no caso dos organismos, a evolução pode caminhar

para produzir complexidade ainda maior nos cérebros. Graças a ela, podemos ter esta conversa e refletir sobre o que está sendo dito. Essa autopercepção, que atingiu seu ápice nos seres humanos, mas claramente existe em outros animais complexos, de cães a elefantes, passando por primatas e cetáceos, é uma propriedade emergente que transcende a fisicalidade do sistema. A consciência não é o conjunto de neurônios no seu córtex cerebral. Ela é a rede de impulsos elétricos que usa os neurônios meramente como circuitos.

Estima-se que o cérebro humano, com sua rede de sinapses, realize por volta de 10 quatrilhões de operações por segundo. Trata-se de uma máquina de processamento paralelo com poder computacional hoje superior aos melhores chips baseados em silício que podemos construir. “O supercomputador mais rápido [em 2010] chega a 360 trilhões, então a Mãe Natureza ainda está na frente”, afirmou o físico britânico Paul Davies, da Universidade Estadual do Arizona. “Mas não por muito tempo.”

O pesquisador se refere à lei de Moore, um dos pilares da ciência da computação. Ela foi primeiro enunciada por Gordon Moore, fundador da Intel, em 1965, e era mais uma percepção do que uma lei propriamente dita. Ele notou que o número de transistores (portões lógicos, capazes de emitir um sinal 0 ou 1, a linguagem básica dos computadores) nos circuitos integrados dobrava a cada dois anos, aproximadamente. Moore imaginou que, como a regra se manteve no passado, ela deveria se estender futuro afora. Nossa, e como ele estava certo. Basta lembrar quanta memória nossos computadores tinham dez anos atrás e quanta eles têm agora. A lei de Moore, embora não seja uma propriedade física inevitável, tem mostrado um poder preditivo surpreendente. E não há sinais de que vá ser revogada.

Com o crescimento exponencial dos computadores, temos hoje no nosso celular muito mais poder computacional do que os astronautas tinham na espaçonave que os levou à Lua. E não vai tardar o dia em que o computador terá mais poder de processamento que o cérebro. Se em tese a plataforma física é irrelevante para definir a consciência, e o que importa é a propriedade emergente – a rede de conexões –, não há razão para afirmar que as máquinas não atingirão sofisticação intelectual igual e, possivelmente, maior que a do ser humano.

Esse é um fato que não escapou aos pioneiros da computação, numa época em que máquinas desse tipo encontravam utilidade apenas em aplicações militares, como decodificar mensagens de nações inimigas transmitidas por rádio. Alan Turing, o gênio matemático inglês que ajudou a decifrar o código das transmissões alemãs durante a Segunda Guerra Mundial, e é tido hoje como pai do computador moderno, já previa esse questionamento. Em 1950, ele abre um artigo na revista *Mind* da seguinte maneira: “As máquinas podem pensar?” Reconhecendo a dificuldade de constatar pensamento por vias objetivas e

incontestáveis (como eu sei que outra pessoa está pensando, se não posso experimentar seus pensamentos?), ele propõe que se use a segunda melhor coisa: o fato de uma entidade parecer estar pensando.

É um método que funciona bem entre seres humanos, porque compartilhamos a mesma estrutura física que dá suporte à mente. Se você é similar a mim em constituição, e eu penso, e você parece estar pensando também, logo você deve ser capaz de pensamento.

Para submeter o computador ao mesmo procedimento, Turing sugeriu que o avaliador fosse incapaz de perceber se estava diante de uma máquina ou uma pessoa. Impossibilitado de fazer essa constatação, ele conversaria ao mesmo tempo com as duas. Se fosse incapaz de distinguir uma da outra, a máquina teria passado no famoso “teste de Turing” e deveria ser considerada pensante.

O matemático inglês previu que os computadores seriam, um dia, capazes de passar na prova, e estimou que, no ano 2000, dispositivos com capacidade de armazenamento de 10 gigabytes conseguiriam enganar avaliadores em um teste de cinco minutos. Quanto à memória dos computadores no início do século 21, Turing passou bem perto. Mas até hoje, com discos rígidos cuja capacidade média ultrapassa 1.000 gigabytes, nenhum computador conseguiu apresentar uma performance convincente. A era das máquinas pensantes ainda não chegou.

Isso motiva alguns pesquisadores a acreditar que exista uma diferença fundamental entre cérebros vivos e máquinas, que as impeça de superá-las. Afinal, não é só o poder de processamento que conta para o funcionamento cerebral. A arquitetura da rede e a dinâmica de transformações por conta de estímulos externos são, talvez, até mais importantes.

Para ultrapassar essa dificuldade, os desenvolvedores do campo conhecido como inteligência artificial usam duas estratégias opostas. Uma é definida como “de baixo para cima”, que envolve a construção de máquinas capazes de receber sinais ambientais equipadas com redes neurais simuladas em seus circuitos eletrônicos. A ideia é replicar o funcionamento de um cérebro biológico e deixar o computador interagir com seu ambiente para “aprender”. Esse processo já produziu robôs em forma de aranha capazes de avançar pelo chão desviando de obstáculos, depois de tanto colidir com eles, um comportamento não muito distante do exibido por animais com cérebros limitados.

O caminho inverso é “de cima para baixo”. A partir de arquiteturas de computação, criam-se softwares cada vez melhores em simular os processos cognitivos humanos, acompanhados de vastas bases de dados para supri-los com as informações necessárias e imenso poder de processamento paralelo. Esses são os chamados “sistemas especialistas”, que produzem emuladores de comportamento pensante – mas, como já dissemos, não enganam ninguém no teste de Turing. Um exemplo de programação desse tipo é o Deep Blue, supercomputador da IBM que derrotou o campeão russo Garry Kasparov no

xadrez em 1997.

Desde então, uma estratégia mista tem sido perseguida pelos construtores de inteligência artificial, que mistura uma simulação de processos neurais para cognição e o acesso a uma base de dados vasta absorvida por meios cognitivos – do mesmo modo que fazemos, lendo. Essa foi a preparação a que foi submetido o computador Watson, também da IBM, para enfrentar os melhores jogadores humanos juntos no game-show da TV americana *Jeopardy*, em que a resposta a uma questão é apresentada e os participantes precisam formular a pergunta correspondente. “Esse jogo não é simples”, disse-me o guru da inteligência artificial americano Ray Kurzweil, quando conversei com ele em 2012. “É baseado em linguagem natural, e as perguntas são formas muito sutis de linguagem, incluem metáforas e piadas, não é algo direto. Para responder de maneira correta, você precisa ter o comando de todo o conhecimento humano, em todas as áreas. Não apenas o Watson conseguiu lidar com a linguagem contorcida nas perguntas do *Jeopardy*, como respondeu a partir da leitura de toda a Wikipédia. Os cientistas não programaram todos os elos de informação. Então, o fato de que ele conseguiu falar daquela rainha loira da Noruega no século 16 não foi porque algum cientista colocou aquela informação do jeito certo. Ele leu aquilo na Wikipédia e em várias outras enciclopédias, 200 milhões de páginas de documentos em linguagem natural, memorizou tudo e em três segundos pôde responder qualquer pergunta. Não perfeitamente, mas ainda assim melhor que os dois melhores jogadores humanos juntos. E isso é hoje.”

Projetando a evolução dos computadores, Kurzweil faz algumas previsões bombásticas para o futuro da tecnologia. Ele diz que, em 2029, software e hardware chegarão ao nível de produzir inteligência similar à humana numa máquina. Claro que isso não responde à pergunta fundamental que nos colocamos no princípio: um computador pode ser considerado vivo?

A definição da NASA, que solicita um sistema capaz de evolução darwiniana, claramente não se aplica aos computadores, por mais pensantes que sejam. Afinal de contas, mesmo que eles atinjam tal nível de sofisticação que os permita construir réplicas de si mesmo, eles não estarão submetidos à seleção natural. Por outro lado, as máquinas inteligentes podem ir aperfeiçoando seu próprio software e hardware a cada replicação. Elas não passam por um processo darwiniano, mas sofrem de seleção artificial – evolução conduzida pelo pensamento.

Não é tão diferente do estágio que nós, humanos, estamos atingindo. Após dominar nosso ambiente de forma tão avassaladora, não estamos mais submetidos à seleção natural como estávamos antes do advento da tecnologia. Na Pré-História, a sobrevivência podia depender de uma visão perfeita e de agilidade ao enfrentar (ou fugir de) um animal perigoso. Hoje, todo mundo usa óculos e não tem problema. Até mesmo as pessoas que outro dia não conseguiam

se reproduzir por problemas médicos hoje têm recursos para replicar seus genes na geração seguinte. A pressão de seleção diminuiu bastante, e isso é visível em análises do genoma humano. Um trabalho feito pela equipe do brasileiro Alysson Muotri, biólogo da Universidade da Califórnia em San Diego, mostrou em 2013 que o nosso DNA está sofrendo mudanças num ritmo muito menor do que o visto em outros animais. Não parou, porque novas doenças costumam desafiar o sistema imunológico o tempo todo, obrigando-o a evoluir, mas deu uma bela freada. Em compensação, já se discute a possibilidade – em geral rechaçada por critérios éticos – de modificar artificialmente o genoma humano para “aperfeiçoar” a espécie. Talvez sejamos mais similares a máquinas inteligentes do que gostaríamos de admitir.

Com um senão adicional: a evolução dos computadores não deve parar no estágio humano, porque não tem as mesmas limitações físicas da plataforma em que está assentada. Em outras palavras, o poder computacional em silício é bem mais fácil de aumentar do que num cérebro programado por DNA. Kurzweil espera que máquinas com inteligência sobre-humana apareçam a partir de 2030. Prepare-se, pois, se ele estiver certo, em algumas décadas teremos de encarar o fenômeno da “singularidade tecnológica”.

Kurzweil empresta o termo da física. Uma singularidade é definida como o que existe no interior de um buraco negro. Como tudo que entra lá não volta mais para contar a história, ela representa o desconhecido. É o que ele espera que aconteça quando as máquinas atingirem um estágio superinteligente: uma singularidade. A visão dele é otimista, atribuindo às nossas máquinas a missão de resolver os problemas com que nos digladiamos hoje, das injustiças sociais à mortalidade. Kurzweil acredita no surgimento de uma civilização “pós-humana”, em que o biológico irá se integrar ao sintético – e até deixar de existir, quando os seres humanos transferirem suas consciências para cérebros eletrônicos virtualmente imortais. Mas é impossível prever que tipo de moralidade uma máquina superinteligente terá – se é que terá alguma. Pode ser que ela decida que os seres humanos são uma praga infestando a biosfera terrestre, e que o melhor para todos seja sua erradicação. Essa é a pior das hipóteses. Mas quem garante que não é o que vai acontecer?

Diante de tamanha incerteza, perguntei a Kurzweil se não deveríamos conscientemente evitar a tal singularidade – como, aliás, fariamos se estivessemos navegando na direção de um buraco negro de verdade.

“Acho que estamos sendo puxados para ela e não podemos evitá-la”, ele respondeu. “Embora achemos difícil dizer o que há além do horizonte dos eventos na singularidade física, temos inteligência suficiente para falar de como seria cair numa singularidade. Podemos falar do que veríamos e experimentaríamos. Mas não necessariamente perceberíamos que cruzamos o horizonte dos eventos. Não há como dar meia-volta. Podemse descrever

desfechos positivos e negativos, então acho que é nisso que devemos nos concentrar. A coisa mais difícil de defender é essa noção da IA [inteligência artificial] não amigável. IA que seria mais inteligente que nós e defenderia valores que não reconhecemos em nosso sistema moral. Acho que o melhor jeito de nos defendermos disso é refletir os valores que respeitamos em nossa sociedade hoje, valores como democracia, tolerância, apreciação pelo próximo, liberdade de expressão e por aí vai. Acho que há um grande consenso global sobre isso. Nem todo mundo pratica esses valores, mas eles são praticados muito mais que 50 anos atrás, cem anos atrás. O mundo do futuro não virá de um único laboratório. Ele emergirá do mundo de hoje, e estamos já aperfeiçoando nosso mundo com inteligência artificial. Se praticarmos esses valores hoje, temos a melhor chance de refleti-los no mundo do futuro.”

Convenhamos, essa ideia não transmite muita confiança.

“Não é uma estratégia infalível”, ele admite. “Mas é o melhor que podemos fazer. As pessoas dizem: ‘É um mundo violento’. Na verdade, é o mais pacífico que já se viu. [O psicólogo evolutivo canadense] Steven Pinker escreveu um livro, *Os Anjos Bons da Nossa Natureza*, que mostra que o mundo hoje é muito mais pacífico que em qualquer outra época da história humana. Mesmo o sangrento século 20, que se pensaria que foi muito ruim, 180 milhões de pessoas mortas, 60 milhões só na Segunda Guerra, é pacífico comparado a outros séculos, onde havia tremenda escassez e você tinha uma chance de 50% de morrer violentamente em conflitos interpessoais. Não é zero hoje, mas é bem menos. Estamos nos movendo na direção correta. Isso não significa que devamos ser complacentes, essas tecnologias são muito poderosas.”

O fato é: podemos encontrar nas máquinas superinteligentes nossos sucessores legítimos ou os usurpadores do nosso trono terrestre, mas de toda forma elas parecem estar vindo aí. Isso levou o físico Paul Davies a uma conclusão radical sobre as implicações desse fato para a busca por alienígenas, em seu livro *The Eerie Silence* (O Silêncio Assustador). “Eu acho muito provável – até inevitável – que a inteligência biológica seja somente um fenômeno transitório, uma fase rápida na evolução da inteligência no Universo. Se algum dia encontrarmos inteligência extraterrestre, eu acredito absurdamente mais provável que seja de natureza pós-biológica.”

Com efeito, uma característica marcante das máquinas é sua notável adaptação ao ambiente espacial, como nossas primitivas sondas exploradoras demonstraram nos últimos 50 anos. Aliás, cinco delas neste instante já rumam para a vastidão do espaço entre as estrelas.



Vuol emergere
un astronoma
santa legge?

CADITULO 8



OS DEUSES
ASTRONAUTAS

*"Quando discutimos a possibilidade
de viagem interestelar, existe
algo chamado 'fator risadinha'".*
MICHIO KAKU, físico.

Os deuses astronautas

”



“O espaço, a fronteira final. Estas são as viagens da nave estelar Voyager. Sua missão de 36 anos: explorar novos e estranhos mundos, procurar raios cósmicos anômalos e novos plasmas, audaciosamente indo aonde nenhuma sonda jamais esteve.”

Foi assim, inspirado no famoso monólogo de abertura da série de TV *Jornada nas Estrelas*, que John Grunsfeld,

ex-astronauta e diretor da NASA, comunicou que a sonda Voyager 1 havia se tornado o primeiro artefato terrestre a atingir o espaço interestelar.

O anúncio, realizado em 12 de setembro de 2013, enfatizou a resistência da espaçonave, que partiu de Cabo Canaveral, na Flórida, no longínquo ano de 1977 e passou quase quatro décadas em operação ininterrupta. As medições do ambiente de radiação ao redor da sonda mostraram que, em agosto de 2012, ela saiu da heliosfera – a região do espaço em que o fluxo de partículas dominante é o produzido pelo vento solar. A partir daquele ponto, a radiação predominante, mais fria e mais densa, é a emanada pelas estrelas circundantes e pela explosão de supernovas longínquas. A Voyager 1 atingiu uma região do espaço em que o Sol é só mais uma estrela, entre muitas outras.

É inspirador que, menos de seis décadas depois do lançamento do primeiro satélite artificial, já tenhamos uma máquina que transpõe os limites do nosso sistema planetário. “Algum dia os humanos deixarão nosso casulo para explorar além”, profetizou Grunsfeld. “A Voyager terá mostrado o caminho.”

A essa altura, a sonda já está a mais de 19 bilhões de quilômetros da Terra, e sua irmã-gêmea, Voyager 2, embora ainda não esteja tão distante, também terá o mesmo destino. A NASA mantém contato diário com ambas e se estima que elas possam operar com todos os instrumentos ainda em funcionamento até 2020. A partir daí, eles serão desligados um a um, e em 2025 só haverá energia suficiente para manter os dados de telemetria, que indicam a saúde da espaçonave. De toda forma, antes que cheguemos à metade do século 21, as sondas Voyager silenciarão para sempre, por falta de eletricidade. Sua missão, contudo, prosseguirá.

Ambas carregam em sua carcaça um disco de ouro contendo gravações da Terra. Imagens do nosso planeta, saudações em diversas línguas (inclusive em português) e peças de música representando o vasto espectro criativo humano, de Mozart a Chuck Berry, passando por uma canção dos pigmeus da República Democrática do Congo. O conteúdo foi preparado por uma equipe liderada por Carl Sagan, na esperança de que um dia uma civilização alienígena seja capaz de recuperar a espaçonave no espaço profundo e aprender sobre seus construtores.

É uma fantasia charmosa, mas não custa lembrar que o espaço interestelar é bem grande, e as Voyagers, pequeninas. Não é tão provável que alguém as encontre – exceto talvez nós mesmos, num futuro longínquo, quando tivermos real capacidade de voo entre as estrelas. Na verdade, o maior valor do *Golden Record* (assim como das placas que estão afixadas às sondas Pioneer 10 e 11, outras espaçonaves americanas, já desligadas, que rumam para fora do Sistema Solar) é servir como um monumento perene à existência da nossa espécie. Não sabemos quanto tempo a humanidade vai durar, mas é certo que nossas espaçonaves resistirão por milhões, quem sabe bilhões de anos, protegidas no

vazio entre as estrelas.

As sondas Pioneer 10, Pioneer 11, Voyager 1 e Voyager 2, além da New Horizons, que tem encontro marcado com Plutão em 2015, são as primeiras viajantes interestelares da Terra. Mas não se deixe levar pelo entusiasmo. A mais distante dessas espaçonaves, a Voyager 1, atravessou o equivalente a pouco menos de 18 horas-luz em 36 anos. Ou seja, cruzou a distância que a luz leva 18 horas para percorrer, viajando a 300 mil quilômetros por segundo.

Em compensação, o sistema planetário mais próximo, ao redor da estrela Alfa Centauri B, está a 4,3 anos-luz de distância. Se a Voyager 1 estivesse viajando na direção de Alfa Centauri (não está), levaria mais de 75 mil anos para chegar lá. Como já vimos, ela pararia de funcionar muito antes e, mesmo que isso pudesse ser contornado, é improvável que algum cientista fosse esperar tanto para receber seus resultados científicos. Basta ver a composição atual da equipe da sonda, que, com sua longevidade modesta em termos cósmicos, já é formada por um grupo de velhinhos, misturada a alguns “jovens” de aproximadamente 50 anos.

A missão das Voyagers é fascinante, mas uma análise detalhada do projeto contribui mais para estimular a crença na inviabilidade de viagens interestelares do que para achar que estamos destinados a elas. Explorar a Via Láctea não é fácil e vai exigir tecnologias completamente diferentes das que temos hoje.

Os desafios do voo interestelar

Disparado, o maior problema para conduzir uma missão – ainda que não tripulada – até uma estrela vizinha é de natureza energética. De onde se tira a energia para propelir uma espaçonave por tamanha distância? Estamos falando de mais de 40 trilhões de quilômetros até a estrela mais próxima, sem nenhum posto de gasolina na beira da estrada, daqui até lá.

Um segundo problema, talvez mais dramático, tem a ver com as leis da física. De acordo com a teoria da relatividade especial de Albert Einstein, formulada em 1905, a luz viaja na velocidade máxima permitida no Universo. E só avança nessa velocidade porque não tem massa – é energia pura. Por mais que eu faça regime, imaginar que eu possa atingir massa zero me levaria a um estado de anorexia não recomendado. Ou seja, se o sistema estelar mais próximo está a 4,3 anos-luz, eu não posso chegar lá antes de 4,3 anos de viagem. E isso falando da estrela mais próxima. O diâmetro da Via Láctea é de aproximadamente 110 mil anos-luz.

Ainda que você seja um astronauta bem paciente, essa limitação da velocidade da luz é inconveniente. Isso porque, sendo um viajante espacial que tem massa, você precisa enfrentar outro problema derivado da relatividade especial: quanto mais perto da velocidade da luz você chega, mais energia é necessária para um incremento de velocidade cada vez menor. Na prática, é impossível atingir a velocidade da luz porque seria preciso uma quantidade infinita de energia para propeli-lo até essa barreira.

Estamos falando de tanta energia que a combustão química usada em nossos foguetes não chega nem perto do necessário para uma missão interestelar. Louis Friedman, astrofísico e cofundador da ONG Planetary Society, junto com Carl Sagan e Bruce Murray, definiu bem o problema. “Para viajar [até Alfa Centauri] em cem anos, nossa velocidade média, incluindo o tempo de aceleração e desaceleração, teria de ser de 41 milhões de quilômetros por hora. Isso é cerca de 4% da velocidade da luz. Não parece tão ruim, certo? Até você entender o que significa para a espaçonave. Isso exige uma velocidade de exaustão do foguete [ou seja, quão rápido é preciso ejetar massa para um lado a fim de propelir a espaçonave para o lado oposto] de cerca de 20 milhões de metros por segundo. É uma ordem de magnitude mais alto do que tudo que já projetamos, até conceitualmente. Um foguete químico convencional tem uma velocidade de exaustão de 5 mil metros por segundo, no máximo. Usando foguetes nucleares capazes de propulsão por explosão de bombas atômicas, poderíamos chegar a 10 mil até 100 mil metros por segundo. Motores de íons de baixo empuxo que usem plasma ionizado como propelente, muito avançados, podem teoricamente dar 100 mil a 200 mil metros por segundo de velocidade de exaustão. Mas... 20 milhões de metros por segundo?”

A tecnologia para isso simplesmente não existe, e a ideia de levar o combustível a bordo para a viagem, embora não esteja de todo descartada, não parece boa. E isso porque nem falamos de demandas adicionais que envolveriam uma missão tripulada – no mínimo sistemas de suporte de vida que mantivessem os astronautas em hibernação durante a longa viagem, além de oxigênio extra, água e alimento para quando os tripulantes fossem acordados. Por isso, é natural que qualquer ideia comece por missões robóticas equipadas com inteligência artificial.

A primeira tentativa concreta de projetar algo desse tipo foi um estudo conduzido entre 1973 e 1978 no Reino Unido. Liderado por Alan Bond, da Sociedade Interplanetária Britânica, ele descrevia o Projeto Daedalus, uma sonda não tripulada para visitar a estrela de Barnard, a 6 anos-luz do Sistema Solar. Para alcançar aquele astro em 50 anos, seria preciso atingir 12% da velocidade da luz. O foguete seria propelido por pulsos nucleares, ou seja, bombas atômicas detonadas de forma controlada no interior do veículo, produzindo um jato de exaustão de plasma que impulsionaria a nave adiante. Seria preciso detonar 250 cápsulas de fusão nuclear por segundo durante quatro anos para atingir a velocidade de cruzeiro. A sonda teria um total de 54 mil toneladas, sendo 50 mil delas combustível. Ao se aproximar da estrela de Barnard, o veículo dispararia 18 módulos menores que fariam estudos mais detalhados do sistema.

Os pulsos de fusão seriam promovidos de forma mais eficaz com cápsulas compostas por deutério (forma mais pesada do hidrogênio, com um próton e um nêutron no núcleo) e hélio-3 (dois prótons e um nêutron no núcleo). O combustível seria minerado na atmosfera de Júpiter, enquanto a nave seria construída na órbita do gigante gasoso. A essa altura você já percebeu que estamos longe, em termos tecnológicos, de poder executar uma missão como essa.

Uma alternativa, proposta pelo engenheiro nuclear americano Steven Howe, sugere o uso de antimatéria para propelir uma sonda não tripulada. É uma das coisas estranhas deste Universo em que vivemos: cada partícula de matéria (as mais conhecidas são os prótons, os nêutrons e os elétrons) tem uma contraparte com propriedades eletromagnéticas opostas. Assim, se o próton tem carga positiva, o antipróton tem carga negativa. Se o elétron tem carga negativa, o antieletrón (também conhecido como pósitron) tem carga positiva. Os antinêutrons são, a exemplo dos nêutrons, partículas sem carga, mas diferem em sua composição interna.

Até hoje os cientistas tentam compreender por que tudo que vemos em toda parte é composto de matéria, em vez de antimatéria, mas o fato é que podemos criar essas partículas de sinal invertido em aceleradores. E uma das coisas mais interessantes de ter antimatéria à mão é que fazê-la colidir com matéria leva a

total aniquilação de ambas, na forma de energia pura. Assim, um foguete movido a matéria-antimatéria seria o mais eficaz que se pode chegar, com um jato de exaustão que viajaria na velocidade da luz. Se você conseguir grandes quantidades de antimatéria, pode impulsionar uma nave a uma fração significativa da velocidade da luz. Howe acredita que poderia enviar uma sonda até Alfa Centauri com meros 17 gramas de antimatéria. O tempo de viagem seria de 40 anos. O problema aí é que nosso armazenamento mais bem-sucedido de antimatéria conteve cerca de 1 milhão de antiprótons – menos de dois terços de um bilionésimo de um bilionésimo de um grama. Ops.

Em razão disso, a melhor sugestão tecnologicamente viável até agora é tentar não levar o combustível junto e, em vez disso, impulsionar a nave com nada menos que luz. Entram em cena os veleiros espaciais, uma tecnologia que já foi demonstrada no espaço pela agência espacial japonesa, na missão Ikaros. Lançada em 2010 na direção de Vênus, ela era basicamente uma pipa espacial quadrada com diagonal de 20 metros. Apesar do tamanho da vela, era uma sonda “levinha”, com massa de só 315 kg. A ideia era deixar as partículas de luz emanadas do Sol – os fótons – baterem na superfície do veleiro e transferirem parte de sua energia de movimento para o veículo. Assim, a nave é pilotada como um barco a vela, mas usando a luz do Sol em lugar do vento para se locomover.

Claro, para construir um veleiro capaz de atravessar o espaço interestelar, não só o tamanho da vela precisaria ser muito maior, como surge o dilema de que, quanto mais distante o veículo está do Sol, menos luz há disponível para acelerá-lo. O físico americano Robert Forward (1932-2002) sugeriu que a dificuldade poderia ser contornada pela construção de enormes canhões de laser no Sistema Solar. Eles seriam apontados na direção da vela e ajudariam, com sua energia concentrada, a continuar empurrando a espaçonave até chegar ao seu destino interestelar. Seria preciso instalar um poderoso laser na órbita de Mercúrio (naturalmente alimentado por energia solar) e uma lente focalizadora fluando entre Saturno e Urano para guiar o feixe até a vela, com imodestos mil quilômetros de largura (algo como um sétimo do diâmetro total de Marte, mas não ria ainda). Ele calculou que seria possível enviar uma nave tripulada (com 80 mil toneladas) para Epsilon Eridani (onde hoje sabemos haver um sistema planetário), a 10,5 anos-luz de distância, em 20 anos. E ele ainda previa um inteligente sistema de velas destacáveis para prover a viagem de retorno, refletindo a luz do mesmo laser que impulsionou a ida, emanado do Sistema Solar.

Convenhamos que esses projetos todos não parecem muito exequíveis. É por isso que muitos cientistas acreditam que viagens interestelares são inviáveis, e a melhor chance que temos de contatar outras civilizações seja por meio dos projetos de SETI. Afinal, enviar uma transmissão de rádio para outro sistema

planetário é bem mais barato e viável que despachar uma espaçonave. Tanto é verdade que, embora o melhor veículo interestelar que temos hoje seja a Voyager 1, já enviamos sinais de rádio a distâncias muito maiores em diversas ocasiões. Além da resposta à famosa fonte Wow!, em 2012, já fizemos outras transmissões direcionadas a potenciais civilizações alienígenas. Talvez a mais famosa seja a mensagem de Arecibo, enviada por aquele radiotelescópio em 1974, para comemorar sua remodelação. Era uma imagem de 1.679 pixels (o produto de dois números primos, para dar uma pista da decodificação aos alienígenas) concebida por Frank Drake e Carl Sagan, representando os números 1 a 10, o número atômico dos átomos que compõem o DNA, a fórmula do DNA, um desenho de um homem e o tamanho da população humana, um gráfico do Sistema Solar e um gráfico do radiotelescópio de Arecibo e sua antena. A mensagem foi disparada na direção de M13, um aglomerado globular a 25 mil anos-luz de distância (o sinal, naturalmente, ainda não chegará lá por mais 24.960 anos).

Outra iniciativa foi o projeto das Chamadas Cósmicas, dirigido pelo radioastrônomo russo Aleksandr Zaitsev. Ele promoveu transmissões com conteúdos diversos, nos moldes da mensagem de Arecibo, na direção de quatro estrelas próximas em 1999 e de outras cinco em 2003. A mais distante delas, 16 Cygnus A, deve receber a mensagem em novembro de 2069. Outra iniciativa russa foi a Mensagem Adolescente, composta por cientistas e jovens, e transmitida para seis estrelas de tipo solar em 2001.

Isso sem falar nas transmissões involuntárias feitas pela humanidade com seus sinais de televisão e rádio que “vazam” para o espaço. Já faz praticamente um século que essas são disparadas na direção das profundezas cósmicas. Mas a intensidade das emissões é tão baixa que vão exigir um radioastrônomo extraterrestre muito atento, com equipamento de escuta ultrapoderoso. (E, se ele calhar de pegar a sintonia de programas como *Big Brother*, ainda corre o risco de pensar que não há vida inteligente na Terra.)

Essas iniciativas de comunicação ativa não estão livres de controvérsia. Embora Carl Sagan e os entusiastas da SETI tenham desde sempre vendido a ideia de que civilizações extraterrestres necessariamente serão benignas e socialmente avançadas, gente como o físico britânico Stephen Hawking acredita que anunciar nossa existência ao cosmos pode ser perigoso. Nada sabemos sobre ética e moral alienígenas, e até podemos estar contando a eles onde procurar seu próximo almoço.

Outro ponto que vai contra essas transmissões é que, embora sejam relativamente baratas, elas têm potencial de retorno científico baixíssimo. Nada se aprende com elas, a não ser que alguém responda e estejamos escutando, em cem ou 200 anos. Por essa razão, ainda há cientistas apostando que deve ser melhor desenvolver uma missão interestelar de verdade, capaz de colher dados

científicos, do que colocar suas fichas em alienígenas bonzinhos que estejam a fim de conversar. E, já que as leis da física impõem dificuldades enormes a esses projetos, a melhor estratégia talvez seja tentar “dobrá-las”.

Se a relatividade especial de Einstein estabelece como limite máximo a velocidade da luz, a escapatória reside na versão mais completa da teoria, a relatividade geral, que o físico alemão concluiu em 1915. Trata-se de uma nova leitura da gravitação universal, que explica a atração que corpos com massa promovem como reflexo de uma curvatura no espaço – e no tempo.

A imagem mais simples que permite compreender esse conceito é pensar numa bola de boliche colocada sobre uma cama elástica. Pense na esfera como o Sol, e a superfície da cama, o espaço-tempo. Ao ser colocado um objeto com massa no espaço-tempo originalmente plano, ele se curva. Se colocarmos então uma bolinha pequena na borda da cama elástica, ela rolará até a bola de boliche, no centro – atraída pela gravidade, que nada mais é que a curvatura do espaço-tempo.

Beleza, até aí se trata apenas de uma reinterpretação de conceitos. Mas a coisa fica interessante quando levamos a ideia um pouco adiante, pensando que o espaço-tempo pode ser arbitrariamente esticado e encolhido, de acordo com a quantidade de matéria e energia dispostas nele. Trata-se de uma escapatória do limite imposto pela velocidade da luz. Uma nave não pode se deslocar mais depressa que a luz pelo espaço, mas, se o espaço à frente da nave for comprimido, ela pode atravessá-lo mais depressa, sem violar o limite de velocidade.

Em essência, esse foi o truque adotado na série *Jornada nas Estrelas* para permitir que a Enterprise visitasse um planeta por semana, em vez de passar anos entre *espaçoportos*. Mas ficção é ficção. Será que algo assim poderia ser executado de verdade?

Em 1994, o físico mexicano Miguel Alcubierre escreveu um artigo científico sugerindo que talvez fosse possível. Ele apresentou uma solução das equações de Einstein em que o espaço era encolhido à frente da espaçonave, e “reesticado” atrás dela. O veículo, bem no meio, não sofreria com a dilatação espacial. E o truque resultaria em uma viagem que, para todos os efeitos, seria mais rápida que a da luz. Bonito. Mas não prático, por duas razões.

Primeiro, o único jeito que conhecemos de curvar o espaço-tempo é com massa, que representa uma quantidade brutal de energia equivalente (lembre-se da equação de Einstein, $E=mc^2$, energia é igual a massa multiplicada pelo quadrado da velocidade da luz, que, como sabemos, é um número bem grande). Segundo os cálculos de Alcubierre, seria preciso um nível de energia correspondente à massa do planeta Júpiter para produzir o motor de dobra espacial sugerido em seu trabalho.

E o segundo problema: tudo que vimos até agora em termos de matéria e

energia faz o espaço encolher. Não conhecemos nenhuma forma de reestricá-lo atrás da nossa espaçonave. Exigiria um tipo de matéria com densidade de energia negativa, que não temos a menor ideia de como obter em grande quantidade. Não é à toa que, diante desses dois motivos, o próprio Alcubierre nunca pensou que sua solução fosse mais que uma curiosidade teórica – algo que as leis da física permitem, mas que não tem a menor possibilidade de ser executado.

Esse foi o consenso sobre a questão até 2011, quando o mundo tomou conhecimento do trabalho do físico Harold “Sonny” White, do Centro Espacial Johnson, da NASA. O pesquisador apresentou seus esforços na primeira edição do simpósio *100-Year Starship* (Nave Estelar de 100 anos), evento destinado a trabalhos científicos que possam apontar, no horizonte de um século, a solução para os voos interestelares.

Criando uma versão da bolha de dobra espacial de Alcubierre recheada de oscilações de campo, White descobriu que o requerimento energético total caía drasticamente. O que antes exigia a massa total de Júpiter agora poderia ser obtido com meros 700 quilos de matéria – o que ainda não é pouco: convertido em energia, equivale ao consumo anual dos Estados Unidos. Mas já traz a ideia da ficção para o nível da especulação científica.

Sobre a solução do segundo problema, o cientista é mais enigmático, mas sugere que diversos dispositivos trabalhando em paralelo para obter um conhecido efeito quântico poderiam gerar a densidade de energia negativa necessária para esticar o espaço atrás da nave. Ele se refere ao efeito Casimir, descrito pelo físico holandês Hendrik Casimir. Em 1948, ele usou mecânica quântica para demonstrar que duas placas metálicas colocadas no vácuo e separadas entre si por alguns micrômetros (milésimos de milímetro) geravam, entre elas, uma região com energia negativa. O fenômeno só foi observado experimentalmente em 1997 – três anos depois da proposta original de Alcubierre.

Como é possível existir energia com valor inferior a zero? Acontece que uma das revelações mais dramáticas da mecânica quântica é que o vácuo – em tese o vazio completo – tem energia. Normalmente, ela é usada para a criação de partículas virtuais, incontáveis pares de partículas elementares que aparecem e se aniquilam numa fração de segundo, mantendo assim o mesmo nível médio de energia no vácuo, que por definição é tratado como zero. O efeito Casimir de algum modo extrai parte dessa energia contida no vácuo, produzindo densidade negativa entre as placas.

Trata-se de um efeito muito modesto, mas White imagina que um monte de dispositivos semelhantes instalados num anel ao redor de uma espaçonave poderia produzir a quantidade necessária de energia negativa para viabilizar um motor de dobra espacial.

E o que é mais empolgante: o pesquisador está tentando testar isso em laboratório. Ele construiu um interferômetro (equipamento que pode medir minúsculas diferenças entre dois raios de luz fazendo as ondas luminosas interferirem umas com as outras) para ver se consegue criar uma sutil distorção do espaço-tempo – uma prova de princípio. “As descobertas mudam o status da pesquisa de impraticável para plausível e meritória de mais investigação”, afirmou White. Até agora, ele não reportou sucesso em seu experimento.

Curiosamente, o americano também trabalha numa linha de pesquisa alternativa para viagens interestelares, que envolve extrair energia do vácuo para propelar a espaçonave. Diz ele que esse trabalho está mais avançado que o da dobra espacial e, portanto, mais próximo de uma implementação. Embora essa estratégia não permita velocidades maiores que a da luz, ela resolveria o maior drama das viagens interestelares: a dificuldade de levar consigo o combustível exigido. Se for possível usar o conteúdo do vácuo para propelar um veículo, pode-se atingir velocidades altas (talvez bem próximas à da luz) sem precisar se preocupar com a quantidade de energia que isso exige.

Considerando que estamos no negócio do voo espacial há pouco mais de 50 anos, é temerário dizer – como o fazem muitos astrônomos – que já atingimos os limites dessa tecnologia, e o melhor que se pode fazer é uma sonda como a Voyager. As perspectivas abertas pelas fronteiras da física podem oferecer soluções inesperadas, e ninguém tem culpa de não enxergá-las no momento. Seria como pedir que Aristóteles, com sua ideia de que cada elemento tem seu lugar, construísse um foguete movido pelo princípio de ação e reação. Se juntarmos a ideia de que a Via Láctea está recheada de civilizações inteligentes, praticamente todas elas mais avançadas do que nós, com a perspectiva de que o voo interestelar talvez seja praticável, temos só uma conclusão possível: os extraterrestres devem estar viajando por aí, e nada exclui a possibilidade de que tenham visitado nosso planeta.

Os antigos e seus deuses

“Vamos presumir que nossa espaçonave deixe a Terra na direção de um distante sol desconhecido em 150 anos. (...) No momento em que nossa nave estiver se aproximando da estrela-alvo, a tripulação sem dúvida irá examinar os planetas, determinar sua posição, obter análises espectroscópicas, medir as forças da gravidade e calcular órbitas. Por fim, escolherão como local de pouso o planeta cujas condições mais se assemelharem com as da nossa Terra. (...) Vamos também nos aventurar a supor que a civilização do planeta visitado esteja no mesmo estágio de desenvolvimento que a Terra estava 8 mil anos atrás. (...) Nossos viajantes espaciais veem seres fazendo ferramentas de pedra, eles os veem caçando e matando animais ao atirar lanças; manadas de ovelhas e cabras pastando nas estepes; ceramistas primitivos fazendo utensílios domésticos simples. Uma visão estranha para receber nossos astronautas! Mas o que os seres primitivos desse planeta estariam pensando da monstruosidade que acaba de pousar lá e das figuras que saíram dela? Não nos esqueçamos de que nós também éramos semisselvagens 8 mil anos atrás. Então não é surpreendente quando os semisselvagens que testemunham esse evento afundam suas faces no solo e não ousam levantar os olhos. Até esse dia, eles haviam apenas adorado o Sol e a Lua. E agora algo extraordinário aconteceu: os deuses desceram do céu!”

Essa foi a narrativa usada pelo escritor suíço Erich von Däniken para convencer seus leitores de que nada havia de absurdo na hipótese de que a humanidade também pode ter recebido a visita de criaturas extraterrestres em seu passado pré-histórico (ou mesmo histórico). Ao longo das primeiras páginas de seu famoso livro *Eram os deuses astronautas?*, publicado em 1968, ele nos apresenta uma possibilidade – então já crível, diante dos primeiros pousos tripulados na Lua que aconteceriam no ano seguinte – de que o destino do ser humano era explorar mundos distantes e travar contato com seres inteligentes ainda em seus planetas de origem.

“É concebível que nossos homens do espaço rapidamente aprendam a linguagem dos habitantes com a ajuda de um computador e possam agradecer-los pela cortesia. Embora eles expliquem aos selvagens, em sua própria língua, que nenhuma divindade pousou ali, que nenhum ser superior digno de adoração fez uma visita, isso não teria efeito. Nossos amigos primitivos simplesmente não acreditam. Os viajantes espaciais vieram de outras estrelas, eles obviamente têm poderes tremendos e a habilidade de operar milagres. Eles devem ser deuses! Também não há sentido para os homens do espaço explicar qualquer ajuda que possam fornecer. Tudo está muito além da compreensão dessas pessoas que foram tão assustadoramente invadidas.”

Eu li Däniken pela primeira vez quando tinha meus 12 anos, e não tenho vergonha de dizer que o livro teve um impacto avassalador em mim. A prosa

charmosa e desafiadora do escritor suíço, combinada a uma sequência interminável de “evidências” de contato entre alienígenas e humanos no passado remoto, fizeram-me ao mesmo tempo reforçar meu amor pela astronomia e adquirir uma nova paixão pela arqueologia. Não tenho a menor dúvida de que o impacto intelectual da leitura dos livros de Däniken é mais positivo do que negativo, ao encorajar a curiosidade e entreter hipóteses ousadas. É uma pena, contudo, que o autor tenha ido além do razoável, omitindo e distorcendo fatos históricos e científicos para que tudo se adequasse à sua narrativa. É o que se costuma chamar de pseudociência – um conjunto de assertivas que tenta se revestir de um verniz científico, mas não resiste ao escrutínio a que normalmente pesquisas de verdade precisam sobreviver.

Entre as evidências de Däniken estão, por exemplo, as linhas de Nazca, no Peru. São enormes desenhos escavados sobre o solo que só podem ser apreciados apropriadamente de uma vista aérea, assim como riscos em todas as direções sobre uma planície e três tridentes que parecem ser como setas para espaçonaves fazendo a “aproximação final” para o pouso em Nazca. Não há nada de inexplicado a seu respeito. Mas o suíço vai mais adiante e sugere que os antigos indígenas peruanos não tinham os meios para projetar e executar tais desenhos sem a tecnologia de observá-los do alto.

O mesmo tratamento o autor dá às pirâmides egípcias e aos moais da Ilha de Páscoa. Supostamente os antigos não tinham os conhecimentos técnicos necessários tanto para alinhar as imensas construções piramidais com a posição dos astros como para transportar blocos monolíticos de onde seriam esculpidas as estátuas que “guardariam” a costa da ilha.

Däniken menciona como evidência de uma viagem espacial o mapa de Piri Reis, almirante e cartógrafo do império turco-otomano, de 1513. O mapa supostamente mostra a América do Sul como se estivesse sendo vista meio de lado, a partir de um ponto de vista espacial centrado no Velho Mundo. Sua forma, portanto, seria distorcida pela esfericidade da Terra. Além disso, Däniken afirma que há no desenho parte do continente antártico, muito antes de ele ser explorado por embarcações.

O escritor suíço também faz “releituras” de textos antigos para apresentá-las como se fossem narrativas de visitas extraterrestres. Entre as passagens analisadas estão as aparições celestes narradas no Livro de Ezequiel, a própria genealogia humana narrada no Gênesis, a destruição de Sodoma e Gomorra e o nascimento de Noé. Indo além da Bíblia, Däniken explora o épico sumério de Gilgamesh, que tem incríveis paralelos com o dilúvio bíblico.

A propósito dos sumérios, outro escritor, o azerbaijão-americano Zecharia Sitchin, pegou carona em Däniken para reinterpretar toda a mitologia desse povo antigo, sugerindo que eles teriam sido visitados pela civilização dos *anunnakis*, extraterrestres provenientes de um suposto planeta desconhecido no Sistema

Solar chamado Nibiru. Sitchin publicou seu primeiro livro sobre o assunto, *The 12th Planet* (O 12º Planeta) em 1976, e foi recebido da mesma maneira “calorosa” que Däniken pela comunidade científica. A crítica mais gentil ao seu trabalho é que ele distorceu sua tradução dos textos sumérios para encaixá-la à teoria. Também não ajudou a órbita proposta para o planeta Nibiru – uma elipse acentuada que a cada 3.600 mil anos o traz para dentro do Sistema Solar, chegando a estar mais perto de nós que Júpiter, para depois mergulhar novamente nas profundezas além de Netuno – ser inerentemente instável e, portanto, inadequada para preservar um mundo durante os 4,6 bilhões de anos de história do Sistema Solar.

Escritores best-sellers como Däniken e Sitchin torcem todas as evidências para suportar a hipótese de que o passado humano esteve recheado de visitas alienígenas, interpretadas erroneamente como intervenções divinas pelos antigos.

É uma ideia que infelizmente não resiste a análises mais sóbrias. O mapa de Piri Reis, por exemplo, não é mais preciso que outras cartas de seu tempo, e as fontes usadas para a compilação são fartamente descritas, incluindo trabalhos cartográficos feitos por Cristóvão Colombo e outros mapas portugueses da época. O suposto mapeamento da Antártida muito mais provavelmente é o sul da América, misturado a uma tese então vigente de que deveria mesmo haver um continente sobre o polo Sul para compensar a quantidade maior de terras no hemisfério norte.

As técnicas envolvidas nas grandes construções, das pirâmides aos moais, em nada exigiam conhecimentos além daqueles possuídos pelos povos que os erigiram. Aliás, esse desprezo pela capacidade técnica de nossos ancestrais humanos foi um dos motivos – mas não o único – pelos quais Carl Sagan se revoltou contra o trabalho de Däniken. “Que textos tão descuidados quanto os de Von Däniken, cuja principal tese é que nossos ancestrais eram fantoches, sejam tão populares é um sóbrio comentário sobre a credulidade e o desespero de nossos tempos. (...) Eu também espero que livros como *Eram os Deuses Astronautas?* continuem bastante populares em cursos de lógica do ensino médio e de faculdades, como lições objetivas em pensamento preguiçoso. Eu não conheço nenhum livro recente com tantos erros factuais e lógicos como os trabalhos de Von Däniken”, disse o astrônomo, em prefácio do livro *The Space Gods Revealed* (Os Deuses do Espaço Revelados), um estudo crítico das ideias do suíço escrito por Ronald Story em 1980.

O astrofísico Seth Shostak, do Instituto SETI, entende até que existe preconceito e etnocentrismo em hipóteses como as levantadas por Däniken. “De fato, alguns sujeitos ficam felizes em endossar a ideia de viagens alienígenas frequentes à Terra, porque apoiam sua afirmação de que extraterrestres ajudaram algumas sociedades (aparentemente ineptas) com seus projetos de obras públicas. Por exemplo, é sugerido que tipos de outro mundo estiveram por aí 5 mil anos atrás

para ensinar aos egípcios como empilhar blocos de pedra em gigantes formas piramidais. Outros alegam que engenheiros alienígenas foram consultores dos indígenas de Nazca, que se ocuparam decorando o deserto peruano com glifos de perus e outros animais de sua fauna cerca de mil anos atrás. (Eu reparo que, por alguma razão perturbadora, ninguém sugere que os alienígenas podem ter ajudado a construir o Partenon ou o Coliseu.)”

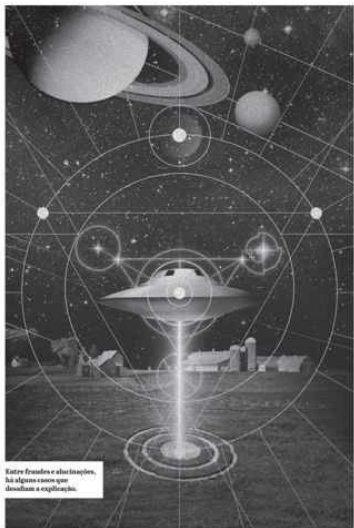
As críticas são em geral bem mais honestas que os criticados. Däniken não se ajuda quando admite ter narrado explorações que ele nunca fez, só para aumentar o interesse por seus livros, e quando aborda com os mesmos critérios artefatos reais e falsificações grosseiras, sem se preocupar com sua procedência ou com estudos arqueológicos sérios sobre as peças. Em meio a tanta insegurança com relação às evidências arqueológicas, restam então somente os textos históricos que podemos estudar mais facilmente – os procedentes da Bíblia. Que há narrativas suspeitas em *Gênesis* e em *Ezequiel* que poderiam ser interpretadas como visitas extraterrestres, ninguém duvida. Contudo, essa é uma premissa que não pode ser testada. Portanto, deve permanecer fora do campo da ciência, que exige a formulação de hipóteses passíveis de refutação experimental para poder avançar.

“Se eles sempre estiveram aqui, então por que eles não assumiram a Terra?”, pergunta-se Shostak, confrontando a ideia de visitação pregressa. “Eles não deixaram nenhum lixo reconhecível, sem falar em traços no registro fóssil. O cenário da visitação repetida também é improvável, porque implicaria que houve milhões de expedições alienígenas ao nosso planeta sem nenhum resultado. Que sociedade alienígena financiaria isso?”

Cabe a crítica de que não podemos ter a menor ideia de quais seriam as intenções ou a ética dos visitantes para descartar a hipótese tão assertivamente quanto o faz Shostak. Até onde sabemos, pode ser que as viagens interestelares se tornem tão simples no futuro, movidas a energia do vácuo, que milhares de turistas alienígenas visitem a Terra com frequência, não necessariamente com fins científicos ou financiados por algum governo extraterrestre. Quem vai saber? Tão absurdo quanto tratar nossos antepassados como perfeitos idiotas é interpretar ações extraterrestres com base nos padrões da sociedade humana contemporânea.

A verdade nua e crua é que, caso fique demonstrado que há outras civilizações na Via Láctea e elas são capazes de voo interestelar, é bem possível que a Terra tenha sido visitada por alienígenas no passado. Impossível é provar que isso de fato aconteceu. Ainda se eles tivessem mesmo “engenheirado” geneticamente a espécie humana, como sugerem Däniken e Sitchin, poderíamos ter encontrado sinais disso em nosso DNA. Mas estudos genômicos demonstram que o *Homo sapiens* evoluiu naturalmente na Terra, sem nenhuma intervenção radical de qualquer tipo, tendo sua linhagem divergido da dos atuais chimpanzés cerca de 10

milhões de anos atrás. A disparidade genética entre as duas espécies, a propósito, é inferior a 5%, e muito provavelmente gira ao redor de mísero 1%. Se ETs estiveram por aqui, é certo que pelo menos o nosso genoma eles deixaram em paz. O mesmo talvez não se possa dizer de nossa psique. Que o digam os relatos de objetos voadores não-identificados, tão frequentes nas últimas décadas.



⊙ FENÔMENO
⊙ INI

"A visibilidade [na cabine do avião] era uma beleza. Uma noite toda estrelada, típica do mês de maio. E entre as estrelas eu vi um clarão, um objeto oscilando. Parecia um astro. A diferença é que astro não aparece no radar."

OZIREZ SILVA*

*Fundador da Embraer e ex-presidente da Petrópolis, sobre o OVNI que viu enquanto pilotava um avião, em 10 de maio de 1986.

O fenômeno OVNI



Na tarde de 24 de junho de 1947, um piloto civil americano chamado Kenneth Arnold voava na direção de Yakima, no Estado de Washington, depois de fazer uma busca aérea pelos destroços de um avião de transporte dos fuzileiros navais que havia caído perto do monte Rainier. O imenso vulcão recoberto de gelo era uma visão suficientemente estonteante, mas Arnold foi surpreendido por uma luz

brilhante no seu retrovisor. Ela logo foi acompanhada por outras, num total de nove objetos metálicos voando em formação. O piloto tentou identificá-los e os acompanhou em uma trajetória paralela, conforme os objetos o ultrapassaram fazendo o percurso entre o monte Rainier e o monte Adams em 1 minuto e 42 segundos. Ao consultar um mapa, mais tarde, ele calculou que a velocidade dos estranhos objetos era de 2.700 km/h. Um detalhe: àquela altura nenhum avião havia quebrado a barreira da velocidade do som, de 1.200 km/h. Ou seja, os estranhos artefatos viajavam mais depressa que qualquer máquina voadora conhecida pelo homem.

Arnold descreveu os objetos como pratos, sendo um deles diferente, uma meia-lua. Mais tarde, afirmaria que apenas quis dizer que os objetos voavam como pratos quicando num lago. De toda forma, os diversos jornais que acabaram reportando a história nos dias seguintes acabaram por descrever os objetos como “*flying saucers*”. Literalmente, em português, seria algo como “pratos voadores”. Mas a tradução que pegou foi “discos voadores”.

Não era a primeira vez, na era moderna, que alguém reportava objetos de origem desconhecida no ar. Durante a Segunda Guerra Mundial, diversos aviadores relataram terem visto bolas luminosas que acompanhavam seus aviões durante as missões, fenômenos que ganharam o apelido de *foo fighters*. Mas 1947 ficou marcado como o ano em que esses objetos no céu se tornaram um interesse mundial. Também foi nesse ano, não muito depois do relato de Arnold, que aconteceu o caso mais famoso da história da ufologia: o episódio de Roswell, no Novo México.

Em 8 de julho de 1947, a equipe da Força Aérea dos Estados Unidos emitiu uma nota à imprensa dizendo que havia recuperado um “disco voador” que caíra num rancho próximo à pequena cidade de Roswell. É isso mesmo. Sem rodeios, os militares declararam a captura dos destroços de um desses objetos. Só que, naquele mesmo dia, uma nova versão surgiu: o achado era apenas as sobras de um balão meteorológico. Promoveram então uma entrevista coletiva, na qual os oficiais mostraram alguns detritos de madeira, borracha e metal. O assunto morreria na falta de graça dessas últimas declarações até 1978, quando o major Jesse Marcel, que esteve envolvido na recuperação dos destroços em 1947, afirmou em entrevista acreditar que houve encobrimento da descoberta de uma espaçonave alienígena. Mais tarde, documentos secretos acabaram revelando que o material recuperado provavelmente era de um balão ultrassecreto de grande altitude usado para espionagem, como parte do Projeto Mogul. Mas aí a lenda já estava criada. Há quem diga que não só uma nave como também alienígenas (mortos e vivos) foram recuperados naquele dia e levados à Área 51, uma base secreta americana no Estado de Nevada. (A base existe mesmo. Já os ETs, ninguém sabe.)

Fato é que, seja lá o que tenha acontecido em Roswell, o número de aparições estranhas no céu cresceu tanto naquele ano que a Força Aérea americana decidiu iniciar uma investigação oficial em 1948. E o Projeto Sign produziu uma conclusão tão dramática quanto secreta: a de que os melhores relatos de objetos voadores provavelmente tinham uma explicação extraterrestre. O Sign foi seguido pelo Projeto Grudge, que em 1951 foi reorganizado na forma do Projeto Blue Book – o mais conhecido esforço militar americano de investigação de objetos voadores não-identificados.

Aliás, essa terminologia—OVNI, ou, em inglês, UFO, *Unidentified Flying Object* – foi criada pelo capitão Edward J. Ruppelt, o primeiro líder do Projeto Blue Book. Ele achava inadequado chamar todos os objetos relatados de “discos voadores”, uma vez que as formas vistas eram variadas e quase nunca eram de fato fenômenos sem explicação.

Durante a década de 1950, diversos países desenvolveram seus próprios esforços de investigação de OVNI. O Projeto Magnet, conduzido pelos militares do Canadá em 1953, também chegou à conclusão de que havia alta probabilidade de origem extraterrestre para o fenômeno. O mesmo teria se dado com um estudo governamental conduzido pela Alemanha Ocidental em 1954, do qual o famoso cientista de foguetes Hermann Oberth (1894-1989) teria participado. A hipótese extraterrestre era tida como explicação provável.

Para o público, no entanto, a história contada a partir dessa época começou a ser outra. O Projeto Blue Book, que de início tinha a missão de investigar uma possível ameaça à segurança nacional propiciada pelos OVNI e analisar cientificamente os dados relacionados ao tema, acabou sendo gradualmente convertido numa máquina institucional de negação desses fenômenos. Ao que parece, o governo americano temia causar histeria coletiva ao confirmar que havia muitos casos sem explicação.

Porém, essa atitude parcial e desonesta incomodou até mesmo quem tinha interesse em mostrar que os OVNI não passavam de ocorrências naturais, como o astrônomo J. Allen Hynek (1910-1986). Respeitado astrofísico com atuação importante pelas universidades Johns Hopkins, Estadual de Ohio e Harvard, ele serviu como consultor da Força Aérea sobre o tema ainda durante o Projeto Sign e permaneceu até o fim do Blue Book. De início cético, Hynek acabou admitindo que havia algo estranho no ar, e nem todas as aparições conseguiram ser esclarecidas por fenômenos naturais prosaicos. Não por acaso, depois que houve ordem interna entre os militares para ridicularizar a questão e apresentar soluções para os relatos, o número de casos classificados como “inexplicados” caiu de 20% para menos de 1%.

Para colaborar com a ridicularização do tema e confundir o público, começaram a aparecer inúmeras fraudes. Entre esses charlatões estava George Adamski (1891-1965), um polonês-americano que alegava ter tirado fotos de

discos voadores e até ter sido chamado a passear neles. Em 1953, ele publicou seu best-seller, *Flying Saucers Have Landed* (Os Discos Voadores Pousaram). Hoje sabemos que as fotos que ele produziu eram todas fraudes. Mas não só as dele. “Todas [as imagens de discos voadores] têm um problema em comum: as naves são vistas contra um céu claro sem objetos atrás, e por isso é impossível julgar sua escala. Como alguns investigadores já demonstraram, esse é o arranjo mais simples para falsificar uma foto de OVNI; você pode fazer atirando um modelo pequeno para o alto (ou pendurando-o por um fio) e capturando-o em filme”, afirma William Alschuler, astrônomo do Instituto de Artes da Califórnia, cético assumido e autor do livro *The Science of UFOs* (A Ciência dos OVNI).

Com o aumento das críticas sobre o aspecto chapa-branca do Blue Book, o governo americano formou um comitê liderado pelo físico Edward Condon, na Universidade do Colorado. Em 1968, a equipe apresentou seu relatório dizendo que os OVNI podem ser explicados por meios naturais, que não há ameaça à segurança nacional e que é uma perda de tempo estudá-los. Diante de afirmações tão contundentes (e convenientes), a Força Aérea decidiu encerrar o Projeto Blue Book no ano seguinte. Ao final de 1969, a iniciativa havia analisado um total de 12.618 ocorrências e concluiu que a imensa maioria podia ser explicada por fenômenos meteorológicos, astronômicos, fraudes e miragens (não necessariamente nessa ordem). Contudo, algumas observações – exatamente 701 – permanecem até hoje inexplicadas.

Diz a lenda que o governo dos Estados Unidos não se preocupou mais com OVNI desde então, mas, conhecendo a paranoia americana como conhecemos, quem acredita nisso?

O Arquivo-X brasileiro

Nosso país é praticamente do mesmo tamanho que os Estados Unidos, e não haveria razão para não termos nossa própria coleção de eventos estranhos, acompanhados por movimentações entre os militares para investigar. Recentemente, a Força Aérea Brasileira (FAB) abriu todos os seus documentos sobre OVNI, que remontam à década de 1950, e os colocou à disposição para consulta no Arquivo Nacional, em Brasília. Embora os estudiosos do tema digam que há ainda mais coisa escondida, ali já temos uma bela amostragem dos casos mais famosos envolvendo estranhas aparições celestes. A começar por nossa própria versão do Blue Book, a Operação Prato. Foi um esforço conduzido entre 1977 e 1978 na região da Amazônia e composto por um grupo de oficiais da Força Aérea liderados pelo capitão Uyrangê Bolivar Soares Nogueira de Hollanda Lima, destacados para investigar ocorrências reportadas pela população no município de Colares, localizado na baía de Marajó, no Pará.

Os pescadores alegavam estar sendo importunados por luzes misteriosas que, por vezes, os atacavam, tirando sangue e provocando um estado de paralisia. Apelidaram o fenômeno de “chupa-chupa” e pressionaram o prefeito para que pedisse ajuda aos militares. O povo da região estava apavorado, acreditando que as luzes eram obra do demônio ou algo do tipo.

O capitão Hollanda e seus oficiais tinham uma dupla missão: acalmar a população e investigar a natureza das luzes – se é que elas existiam.

Munidos de câmeras fotográficas e filmadoras, eles começaram anotando minuciosamente as descrições feitas pelos moradores. Nos primeiros dias, chegaram a ver luzes de longe, mas nada que convencesse o líder da operação de que se tratava de algo anormal. Porém, após cerca de dois meses, essas observações começaram a se tornar mais frequentes e próximas. Em entrevista cedida em 1997, pouco antes de sua morte e já livre dos votos de silêncio da Força Aérea, Hollanda admitiu acreditar que se tratava mesmo de um fenômeno real e inexplicável.

Dado o tempo necessário para que a equipe da FAB começasse a ver aparições espetaculares, poderiam eles estar sob efeito de alguma substância alucinógena que tivesse contaminado a região? Bem, isso só seria possível se o mesmo produto contaminasse suas câmeras fotográficas. Mais de 500 fotos foram tiradas das tais luzes, muitas delas figuram de um relatório desclassificado pela Força Aérea – infelizmente somente em cópias em preto e branco. Já os filmes–Hollanda disse ter filmado quatro rolos – foram confiscados pela Aeronáutica e seguem “desaparecidos”, pelo menos para o público.

De todo modo, o relatório de 160 páginas contém mais de 130 registros de observações, inclusive de pousos dos supostos objetos, realizados entre 2 de setembro de 1977 e 28 de novembro de 1978. Várias dessas ocorrências foram

testemunhadas e fotografadas pelos próprios oficiais. Ao final do relatório, há um clipping de reportagens publicadas nos jornais locais sobre o fenômeno “chupa-chupa”.

Antes disso, na década de 1960, oficiais da Força Aérea já haviam ensaiado a criação de um órgão capaz de lidar com o mistério dos OVNI's (então chamados de OANI's, objetos aéreos não-identificados). Um grupo no IV Comar (Quarto Comando da Aeronáutica) elaborou a proposta para a criação de um SIOANI (Sistema de Investigação de Objetos Aéreos Não -Identificados), que reuniria não só pessoal da Força Aérea como também grupos civis ligados à ufologia, para investigar casos relatados no Brasil.

O sistema chegou a operar entre 1969 e 1972, quando mais de cem casos ufológicos foram registrados e investigados, até ser extinto pelo governo. Boletins produzidos pelo grupo circulavam internamente, e seu nível de detalhamento era impressionante. Os entrevistados chegavam a passar até por exame psiquiátrico, para que se constatasse que não sofriam de nenhum distúrbio. Nem todo mundo passava pelo teste, o que colocava em dúvida a credibilidade do relato. Mas todos eram devidamente catalogados, acompanhados de esquetes dos supostos veículos observados. Claro, nada disso tinha divulgação pública pela Aeronáutica, numa época em que até jogo de dominó no quartel era tratado como confidencial.

O caso mais impressionante em solo nacional, entretanto, se deu na década de 1980, quando presenciamos a “noite oficial dos discos voadores”. Um documento datado de 2004 e recentemente liberado pela FAB revela, passo a passo, o que teria acontecido naquele estranho 19 de maio de 1986.

Às 23h15, chegou a informação de que a torre de controle de São José dos Campos, no interior de São Paulo, havia avistado luzes de cores amarelo, verde e laranja se deslocando sobre a cidade. Ao mesmo tempo, sinais foram detectados no radar em solo.

O primeiro a observar o fenômeno foi o coronel Ozires Silva, então recém-nomeado presidente da Petrobras (antes, tinha comandado a Em-braer). Ele estava a bordo do avião Xingu PT-MBZ e viu uma dessas luzes. “A visibilidade era uma beleza. Uma noite toda estrelada, típica do mês de maio. E entre as estrelas eu vi um clarão, um objeto ovalado. Parecia um astro. A diferença é que astro não aparece no radar”, disse o fundador da Embraer numa entrevista. “Voei na direção dele. E, enquanto me aproximava, ele começou a desaparecer.”

À 0h39, foi acionada a aeronave de alerta da defesa da Base Aérea de Santa Cruz, no Rio de Janeiro. O jato de caça partiu rumo a São José dos Campos, guiado pela detecção de sinais intermitentes no radar da torre de controle. A uma altitude de 5.200 metros, o piloto avistou uma luz branca abaixo de seu nível de voo. Posteriormente o objeto foi subindo e se posicionou 10 graus acima da aeronave de interceptação. Ambos começaram a aumentar a altitude, e o caça o

perseguiu até os 10 mil metros. No trajeto, a luz por um momento mudou de branca para vermelha, depois verde e novamente branca, permanecendo nessa cor.

O radar do caça detectou o objeto, que indicava estar a 10 a 12 milhas de distância (16 a 18,2 km), voando na direção do mar. A perseguição prosseguiu até a aeronave atingir o ponto de não-retorno (que significa que não haveria combustível suficiente para voltar à base de origem). Como não houve aproximação efetiva, decidiu-se pelo fim da perseguição.

Menos de 30 minutos depois, detecções de eco de radar começaram a ser feitas sobre a região de Anápolis, Goiás. Os sinais de radar eram mais confiáveis, davam direção e velocidade de deslocamento dos objetos.

À 1h48, um segundo caça, dessa vez partindo da Base Aérea de Anápolis, subiu aos céus para investigar. O piloto chegou a obter contato pelo radar da sua aeronave, mas não conseguiu ver nada. Parecia uma perseguição absolutamente desleal. Enquanto o jato voava como um avião, em velocidade supersônica, o objeto tinha um nível de agilidade incompatível com aeronaves terrestres. Voava em zigue-zague, ora se aproximava, ora se afastava, mesmo tendo de superar a alta velocidade do caça. Por fim, ao perder contato por radar, o avião retornou à base.

Em compensação, no Rio de Janeiro, a mobilização continuava. Um segundo caça decolou à 1h50 na direção de São José dos Campos e avistou uma luz vermelha de onde emanava o sinal de radar detectado em solo. Perseguiu-a por alguns minutos, sem conseguir se aproximar, até que ela se apagou. Simultaneamente, apareceram nada menos que 13 diferentes registros do radar em solo na traseira da aeronave. O piloto fez uma volta de 180 graus para tentar observá-las, mas nenhum contato visual ou com o radar de bordo foi efetuado.

Uma segunda e uma terceira aeronaves decolariam de Anápolis, às 2h17 e às 2h36, sem obter qualquer tipo de contato. Os interceptadores lá no Rio foram pousando conforme sua autonomia chegava ao fim. O último recolheu-se à base às 3h30.

No resumo do relatório assinado naquele ano pelo brigadeiro-do-ar José Pessoa Cavalcanti de Albuquerque, então comandante interino do COMDABRA (Comando de Defesa Aeroespacial Brasileiro), os militares tiram conclusões definitivas.

Primeiro, sobre a natureza dos objetos perseguidos e observados, capazes de “produção de ecos radar, não só no sistema de Defesa Aérea, como nos radares de bordo dos interceptadores (...), variação de velocidade de voo subsônico até supersônico, bem como manutenção de voo pairado, variação de altitudes inferiores a 5 mil pés (aproximadamente 1.500 m) até 40 mil pés (aproximadamente 12 mil metros), emissão de luminosidade nas cores branca, verde, vermelho, e outras vezes não apresentando indicação luminosa,

capacidade de aceleração e desaceleração de modo brusco, capacidade de efetuar curvas com raios constantes, bem como com raios indefinidos”.

Não é preciso dizer que esse conjunto de qualidades não existe em nenhuma aeronave cujo princípio de operação seja dominado pela ciência terrestre. Da forma cautelosa, como seria peculiar a um documento de origem militar, o relatório termina da seguinte maneira:

“Como conclusão dos fatos constantes observados, em quase todas as apresentações, este Comando é de parecer que os fenômenos são sólidos e refletem de certa forma inteligências, pela capacidade de acompanhar e manter distância dos observadores como também voar em formação, não forçosamente tripulados.”

Foi a afirmação mais contundente sobre OVNI já feita pela FAB. Hoje, se você pede uma declaração oficial deles sobre o assunto, os militares se esquivam. Eu sei, eu tentei. Veja o que eles responderam, por meio do CECOMSAER (Centro de Comunicação Social da Aeronáutica): “O Comando da Aeronáutica não dispõe de estrutura especializada para realizar investigações científicas a respeito desse tipo de registro, o que impede a instituição de apresentar qualquer parecer sobre esses acontecimentos.”

Fora do âmbito da FAB, tivemos o famoso “Roswell brasileiro”, o glorioso ET de Varginha. O caso se deu em 20 de janeiro de 1996, na pequena cidade do interior de Minas Gerais. Três meninas passavam por um terreno baldio quando disseram ter visto uma criatura de pele marrom, viscosa, grandes olhos avermelhados e três saliências na cabeça, também desproporcionalmente grande. Em paralelo, um casal teria avistado um OVNI na região, o que fez todo mundo ligar os pontos. A população disse ter havido movimentação anormal da Polícia Militar, do Exército e do Corpo de Bombeiros no dia do ocorrido.

Como a Força Aérea passou longe do episódio, tudo que se encontra em seus arquivos liberados são recortes de jornais e revistas. Seguimos sem saber o que aconteceu – e se aconteceu. A exemplo de Roswell, até hoje há quem acredite em cada uma das versões.

E aí é que está o problema dos OVNI – e mais ainda dos casos de abdução, em que pessoas alegam ter sido sequestradas, contactadas e estudadas por alienígenas. Há testemunhos aos montes (de pessoas com e sem diagnóstico de problemas psiquiátricos), mas faltam provas materiais conclusivas. Ninguém até hoje conseguiu levar um pedaço de espaçonave para análise em laboratório, o que facilmente demonstraria sua origem extraterrestre, e vídeos e fotos se tornam cada vez menos relevantes. Se antes eles eram fáceis de falsificar, agora você pode até baixar softwares em seu celular que fazem isso de forma automática.

Sem evidências palpáveis, o fenômeno escapa do alcance da ciência. Não há como teorizar a respeito, nem prever novas ocorrências. Talvez por isso, a

maioria dos cientistas prefira manter uma distância saudável do tema, embora poucos corajosos, como o astrobiólogo David Grinspoon e o físico Michio Kaku, admitam que há um percentual de casos inexplicados que dá margem à especulação de que se trata de visitantes alienígenas.

Aos que preferem acreditar que tudo não passa de imaginação, um fato notável é que muitos países tenham dedicado tantos esforços a investigar o fenômeno. Convenhamos que é no mínimo estranho gastar dinheiro para estudar uma coisa que supostamente não existe. Os franceses, por exemplo, deixaram o assunto sob encargo da CNES, a agência espacial francesa. Uma investigação em andamento, iniciada em 1977, já registrou cerca de 6 mil casos, dos quais 14% seguem sem explicação. Embora oficialmente os relatórios não defendam que os OVNI's são alienígenas, os líderes do estudo já vieram a público dizer que essas aparições eram máquinas voadoras físicas além do nosso conhecimento, e que a melhor explicação para os casos mais enigmáticos era a hipótese extraterrestre.

No Reino Unido, a conclusão é oposta. Um relatório produzido pelo governo britânico em 1951, e mantido em segredo por 50 anos, concluiu que todos os casos podiam ser explicados por fenômenos naturais, ilusões de óptica, alucinações ou fraudes. Entre 1996 e 2000, o Ministério da Defesa conduziu novo estudo, o Projeto Condign, e chegou à mesma conclusão. Uma batelada de documentos de investigação de OVNI's foi liberada para o público pelo governo britânico em 2008, e novos documentos continuariam a ser apresentados via os Arquivos Nacionais, em modelo similar ao adotado pelo Brasil.

Na América Latina, os que levam mais a sério o fenômeno são os uruguaios. A Força Aérea de lá vem investigando casos desde 1989. São mais de 2.100 eventos catalogados, dos quais apenas 40 permanecem sem explicação. Todos os arquivos podem ser acessados pelo público.

Muitas das ocorrências estranhas podem ser explicadas pela ciência. Fenômenos como reflexão ionosférica (em que raios de luz ou rádio batem na alta atmosfera e voltam ao chão) podem provocar, ao mesmo tempo, ecos no radar e a ilusão de objetos brilhantes, segundo o astrônomo William Alschuler. Outros episódios, em que o piloto reporta um objeto luminoso que acompanha os movimentos de seu avião, mantendo-se “parado” com relação a ele, também podem ser explicados pela reflexão de luz a partir de cristais de gelo na atmosfera.

Isso sem falar em hipóteses mais provincianas, como a reflexão da luz solar ou lunar no interior de uma câmera fotográfica (no caso de imagens misteriosas), ou mesmo uma aparição do planeta Vênus (que é tão brilhante que pode ser confundido com um OVNI). Menos comuns – e mais impressionantes – são os fenômenos conhecidos como fogo-de-santelmo e raios globulares, ambos ocorrências atmosféricas de natureza elétrica. No primeiro caso, trata-se de uma

descarga eletroluminescente causada pela ionização do ar. No segundo caso, é um tipo raro de relâmpago, que se origina nas nuvens e viaja para o chão, mas em formato esférico. Geralmente vermelho-alaranjado, tem certa estabilidade, podendo pairar e subsistir por alguns minutos. Produz um zumbido e não é difícil imaginar como confundi-lo com um OVNI, apesar de seu caráter completamente natural.

Ainda assim, chega um ponto em que a natureza não oferece mais respostas. A partir daí, é permissível admitir a hipótese extraterrestre e tentar de algum modo abordá-la cientificamente?

Engenharia reversa de um disco voador

O aerodinamicista americano Paul R. Hill (1909-1990) usou uma estratégia diferente da usual ao tentar estudar o fenômeno OVNI. Em vez de se esforçar por refutá-lo e só admitir sua existência nos poucos casos sem explicação, como fizeram todas as iniciativas de investigação desde o Projeto Sign, Hill virou esse conceito de cabeça para baixo. Decidiu presumir que os fenômenos são reais e que ocorrem exatamente como as testemunhas os descrevem. Partindo disso, como explicá-los sem violar as leis da física?

Esse é um problema que, aliás, incomoda a maioria dos cientistas que se atrevem a falar de OVNI. Se aceitarmos as descrições, temos de investigar como pode um objeto sem meio aparente de propulsão executar manobras tão radicais – que possivelmente matariam seus ocupantes, esmagados pela aceleração estonteante. Como alternar entre a forma metálica vista durante o dia e a aparência brilhante e colorida à noite? Como realizar travessias supersônicas sem provocar o famoso “boom” atmosférico que marca a aceleração acima da velocidade do som? A maioria prefere usar essas perguntas como evidências de que OVNI não existem. Hill optou por tratá-las de outro modo: como esses fenômenos podem ser compatibilizados com a ciência?

Cacife para isso ele tinha. Longe de ser um professorzinho qualquer, Hill era um engenheiro com uma longa carreira na NASA e até mesmo no órgão que a precedeu, o NACA (*National Advisory Council for Aeronautics*). Trabalhando no Centro Langley de Pesquisa, ele desenvolveu diversos projetos estratégicos para os Estados Unidos, inclusive ligados à criação da bomba de hidrogênio, sucessora tecnológica das primeiras armas nucleares. Ele recebeu a Medalha de Serviço Excepcional da NASA em 1969, um ano antes de se aposentar.

Durante o dia, Hill cumpria seus afazeres na agência espacial. Nas horas vagas, conduzia seu estudo de OVNI. A NASA nunca endossou suas pesquisas, mas deixou que ele alimentasse esse interesse. Ali estava um engenheiro que conhecia tudo que havia para saber sobre espaçonaves terrestres especulando sobre as capacidades de veículos extraterrestres.

Em 1975, Hill concluiu a redação de um livro sobre o assunto, chamado *Unconventional Flying Objects: A Scientific Analysis* (Objetos Voadores Não Convencionais: Uma Análise Científica), mas não conseguiu publicá-lo em vida (provavelmente a obra consta de algum índice não declarado entre os cientistas). Sua filha Julie acabou alavancando a publicação, em 1995. Na capa consta um comentário do astronauta Edgar Mitchell, da missão lunar Apollo 14: “Paul Hill fez um trabalho de mestre expondo a ciência básica e a tecnologia por trás das elusivas características dos OVNI e demonstrando que elas são apenas extensões avançadas e exóticas de nossas próprias tecnologias. Talvez este livro ajude a promover considerações sólidas sobre fazer com que tudo que é sabido

sobre naves extraterrestres seja exposto ao público.”

Mitchell não esconde suas posições controversas. Embora admita não ter informações internas do governo americano, nem diga ter visto algo de alienígena durante sua viagem à Lua, ele acredita que estamos sendo visitados por naves de outros mundos. Mitchell também tem interesse em assuntos de paranormalidade e diz ter sido curado, remotamente, por meios psíquicos, de um câncer. Não é nem de longe o que se pode chamar de um cético, mas ainda assim é um astronauta que caminhou sobre a Lua e diz acreditar que alienígenas visitam a Terra com frequência. Entenda isso como quiser.

Fato é que Hill produziu um estudo sistemático dos OVNI's, com resultados que são difíceis de ignorar. Ele oferece uma explicação técnica que poderia, em tese, esclarecer a transição do regime subsônico para o supersônico sem “boom” de acordo com o perfil de fluxo de ar pela nave e explicou o brilho observado de forma convincente, ao lembrar que um veículo que emita um campo de forma a ionizar a atmosfera circundante criaria um plasma brilhante que poderia responder pelo fenômeno. O aerodinamicista também demonstrou como se dão as diversas manobras aparentemente impossíveis realizadas pelos OVNI's e chegou a demonstrá-las na prática, ao desenvolver uma plataforma com um propulsor que operava pelos mesmos princípios de voo dos tais discos voadores.

Por fim, Hill trabalha por exclusão para deduzir o método de propulsão usado pelas naves e, ao eliminar todas as partículas e campos conhecidos pelo homem, cogita que são operadas pela projeção de um raio antigravitacional. Ao ser disparado na direção da Terra, ele propelia a nave para cima em alta velocidade, segundo o cientista.

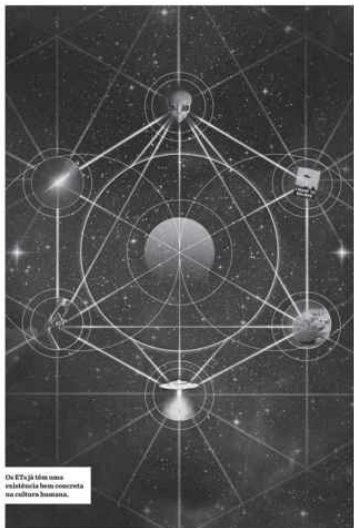
O fato de eu apresentar isso de forma factual talvez faça você considerar mais crível. Mas ninguém tem a mais vaga ideia de como se produz um raio antigravidade. É verdade que existem pistas de que pode haver uma força misteriosa capaz de contrabalançar a ação gravitacional – chamada pelos astrônomos de energia escura, ela está fazendo a expansão do Universo se acelerar, em vez de frear, contrariando expectativas teóricas. O que ninguém sabe é o que ela é ou se há alguma possibilidade de manipulá-la para nossos próprios propósitos. Talvez os alienígenas tenham aprendido a canalizar essa força (possivelmente emanada do próprio vácuo, segundo os mais recentes estudos) a fim de impulsionar seus veículos.

Chega um momento, contudo, em que o trabalho de Hill realmente força a amizade. Ao tratar todos os relatos de OVNI's pelo valor de face, o aerodinamicista da NASA também se vê obrigado a especular sobre os tripulantes de tais naves, conforme avistados por inúmeras testemunhas, e aí ele se volta para a típica descrição humanoide dos alienígenas.

Dizem-me os biólogos que, por mais que haja processos de evolução convergentes (em que certas características evoluem diversas vezes em

diferentes ramos da vida porque são muito úteis), é praticamente impossível que outro planeta dê origem a uma espécie inteligente tão similar ao homem. Apesar dos traços que nos permitem ser o que somos – polegar opositor que viabiliza segurarmos ferramentas e o cérebro bem desenvolvido –, a maior parte da nossa configuração corporal, interna e externamente, é um acidente evolutivo. Inacreditável pensar que as mesmas soluções seriam encontradas em mundos distantes, salvo pelo fato de as criaturas serem cinzentas e lembrarem mais as proporções de um feto que de um adulto (cabeça proeminente com corpo frágil e desproporcionalmente pequeno).

Tomadas como um todo, as características dos testemunhos de OVNI e de seus ocupantes lembram muito mais produtos da mente humana do que visitantes de outros mundos. É possível que uma parcela corresponda a reais visitas alienígenas? Até é. Mas não provável, nem comprovável. Interpretar fenômenos desconhecidos como evidência de vida extraterrestre é, por definição, uma questão de fé. E aí deparamos com o fato de que, ao menos no imaginário, eles estão conosco muito antes que tenhamos ouvido falar pela primeira vez em discos voadores.



Ou s'agit-il d'une
existence bien concrète
ou culture humaine.

ELES JÁ
ESTÃO
ENTRE NÓS

"A maioria dos jornalistas espera que eu responda a todas as perguntas deles sobre alienígenas e espaçonaves."
DAVID DUCHOVNY, ator da série *Arquiteto-X*.

Eles já estão entre nós



Uma das coisas mais suspeitas sobre o fenômeno OVNI é que praticamente todas as imagens clássicas desses objetos figuraram em capas de revistinhas de ficção científica nas décadas que precederam os primeiros testemunhos de “*flying saucers*”. Um exemplo de desenho de espaçonave na forma de disco apareceu no décimo número da publicação *Science Fiction Quarterly*, de

1943. Antes disso, outras descrições típicas também foram vistas no papel.

Em 1928, uma espaçonave em forma de esfera figurou na capa da célebre revista *Amazing Stories*. Na edição seguinte, apareceu um veículo de grande porte em forma de charuto.

Um dos grandes impulsores desses *pulps* de ficção científica foi o editor Hugo Gernsback (1884-1967). Suas revistas, entre elas a *Amazing Stories*, arrebataram uma legião de fãs na década de 1920 nos Estados Unidos. Entre seus leitores mais ávidos estava um jovem americano chamado Jerry Siegel (1914-1996), que mais tarde inventaria um personagem do qual você talvez já tenha ouvido falar: Superman.

Kal-El para os íntimos, não custa lembrar, é um alienígena oriundo do planeta Krypton. Sua introdução ao mundo dos quadrinhos certamente foi uma novidade em 1938 – ele é considerado o protótipo dos super-heróis –, mas ninguém achou estranho ou impróprio que ele fosse um extraterrestre. Àquela altura, a noção de que havia outras criaturas inteligentes no Universo era uma ideia quase convencional.

Essa efervescência do gênero literário da ficção científica começou a partir de segunda metade do século 19, sem dúvida motivada pelo crescente avanço tecnológico daquela época. Entre os escritores mais destacados está o francês Jules Verne (1828-1905), que produziu vários livros focados em aventuras tecnológicas. São clássicos inesquecíveis, como *Da Terra à Lua*, de 1865, *Vinte Mil Léguas Submarinas*, de 1870, e *A Volta ao Mundo em 80 Dias*, de 1872. Extraterrestres, contudo, não eram seu forte. Coube a um escritor inglês produzir a obra mais influente sobre vida alienígena no período: *A Guerra dos Mundos*, publicada em 1898, por H. G. Wells (1866-1946).

A exemplo de Verne, Wells era um entusiasta da ciência. Ele se inspirou nas observações telescópicas de Percival Lowell para então narrar uma invasão da Terra por marcianos. Na história, os alienígenas chegam ao nosso planeta em cilindros e derrotam as tropas humanas com raios da morte. Ao final, os agressores só são derrotados quando se contaminam com bactérias terrestres.

Durante as primeiras décadas do século 20, pessoas das mais variadas classes sociais, sobretudo nos Estados Unidos, mas também em outros países, foram expostas a esse movimento cultural voltado para os alienígenas. Uma mistura poderosa de ciência, permeada de novidades e maravilhas tecnológicas, e ficção, que especulava com base no progresso acelerado, criou a sensação de que era perfeitamente possível que estivéssemos sendo visitados por extraterrestres, ou mesmo que eles estivessem tentando estabelecer contato.

Em 20 de janeiro de 1919, o jornal americano *The New York Times* publicou uma entrevista com o italiano Guglielmo Marconi (1874-1937), pioneiro do rádio que destacou o papel da invenção na busca por alienígenas. “[O futuro] me faz

esperar por uma coisa muito grande. Comunicação com inteligências em outras estrelas pode ser algum dia possível, e, como muitos dos planetas são bem mais velhos que o nosso, os seres que vivem lá devem ter informações que são para nós de enorme valor.”

O italiano chegou a sugerir que a matemática seria usada como a linguagem para a comunicação e afirmou já ter detectado sinais sem explicação que poderiam ter sido enviados por outras civilizações. Seria o primeiro alarme falso da pré-história da pesquisa SETI? Pelo sim, pelo não, o *New York Times* publicou um longo editorial sugerindo: “Deixem as estrelas em paz.” O temor era de que conhecimento “para o qual estamos despreparados fosse precipitado sobre nós por inteligências superiores”.

Curiosamente foi pelo rádio que a população americana teve um traumatizante primeiro contato com alienígenas. Aconteceu no dia 30 de outubro de 1938, em Nova Jersey. Milhões de famílias se reuniam em torno do desajeitado dispositivo para ouvir as notícias ou, simplesmente, se distrair. (Lembre-se, não havia TV naquela época.) Às 20h, um aviso sumário em voz solene: “A Columbia Broadcasting System e suas estações afiliadas apresentam Orson Welles e o Mercury Theatre on the Air em *A Guerra dos Mundos*, por H. G. Wells.”

O discreto alerta foi seguido por um boletim meteorológico, que por sua vez deu lugar a um programa musical. Em mais alguns segundos, uma interrupção para um flash noticioso. Segundo o apresentador, um grupo de astrônomos havia detectado uma série de explosões na superfície do planeta Marte. O fenômeno foi originalmente observado às 19h40 pelo professor Farrell, do Observatório Mount Jennings, em Chicago, Illinois, e posteriormente confirmado pelo professor Richard Pierson, do Observatório de Princeton.

Entrevistado poucos minutos depois, Pierson expressa todo o seu ceticismo quanto à possível origem artificial das explosões. Ao final da entrevista, ele recebe um comunicado de que um meteorito acaba de cair sobre uma região a apenas 20 quilômetros de Princeton. Aos poucos, em outros flashes noticiosos, vários observatórios confirmam as observações feitas em Chicago, e surge o relato de que o meteorito se chocou contra Grover’s Mill, cidade a oito milhas de Trenton, capital do Estado de Nova Jersey, e a 50 milhas da cidade de Nova York.

O jornalista Carl Phillips, que fez a entrevista original em Princeton, acompanha Pierson até Grover’s Mill, de onde prossegue com sua reportagem. Fica logo constatado que o meteorito não se parece com nada já visto antes, apresentando uma forma cilíndrica e dimensões grandiosas. Logo o topo da estrutura se abre e uma criatura medonha, com múltiplos tentáculos, emerge dali. Phillips perde as palavras para descrever a cena, e o pânico toma conta das pessoas. Ocorre uma explosão e a transmissão é interrompida. Algum tempo depois, surge a informação de que há pelo menos 40 mortos no incidente. Pierson consegue escapar da destruição e volta a relatar sobre o ataque, supostamente

feito com o que ele descreveu como um “raio de calor”.

Não demora muito e os responsáveis pela transmissão chegam à conclusão de que a tragédia em Grover’s Mill é o prelúdio de uma invasão da Terra conduzida por criaturas provenientes de Marte. Falando de Washington, o secretário do Interior dos Estados Unidos confirma o estado de guerra e os esforços para conter os invasores no perímetro relativamente pequeno em que se encontravam até então.

Os esforços são inúteis, e as tropas marcianas rapidamente eliminam a resistência humana por ar e por terra, com seus terríveis raios de calor e gases tóxicos. Avançam rumo a Nova York, enquanto o caos toma conta da cidade. Do topo de um prédio, observa-se o avanço dos alienígenas e o desespero da população. Pelo ritmo do conflito, a espécie humana está condenada. Então, por volta das 21h, quando tudo parece perdido, eis que surge novamente a voz do professor Pierson, dessa vez com vigor estranhamente renovado.

“Aqui é Orson Welles, senhoras e senhores, fora do personagem, para garantir que *A Guerra dos Mundos* não tem mais significado que a peça de feriado que pretendia ser. A versão radiofônica do Mercury Theatre de se vestir num lençol e saltar de uma moita, dizendo ‘Boo!’. Começando agora, não poderíamos bater em todas as suas janelas e tomar de assalto todos os seus portões de jardim nem até a noite de amanhã... Então fizemos a melhor coisa depois disso. Aniquilamos o mundo diante de seus ouvidos e destruímos totalmente a CBS. Você ficará aliviado, espero, em descobrir que não tivemos a intenção e que ambas as instituições ainda estão intactas. Então boa noite a todos, e lembrem-se da terrível lição que aprenderam hoje. Aquele invasor risonho, brilhante e globular da sua sala de estar é um habitante de uma abóbora, e, se sua campainha tocar e ninguém estiver lá, não havia nenhum marciano... é Halloween!”

Você pode imaginar a confusão que isso causou. Muitos não ouviram ou não prestaram atenção aos avisos de que era tudo ficção e acreditaram que uma invasão alienígena estava mesmo em curso. Hoje, com a internet, seria impossível pregar uma peça como essa, mas naquela época o rádio era a única fonte de informação imediata que se tinha. No dia seguinte, a transmissão virou assunto no jornal *The New York Times*: “Uma onda de histeria coletiva atingiu milhares de ouvintes radiofônicos espalhados pela nação entre as 8h15 e as 9h30 da noite de ontem, quando uma dramatização da fantasia de H. G. Wells, *A Guerra dos Mundos*, levou milhares a acreditarem que um conflito interplanetário havia começado, com invasores marcianos espalhando morte e destruição em Nova Jersey e Nova York”

Orson Welles (1915-1985) era um comunicador brilhante, que viria três anos depois a atingir projeção ainda maior com seu polêmico filme *Cidadão Kane* (1941). Mas, por melhor que ele fosse, a histeria criada só foi possível porque a história era crível para aqueles que a ouviram. Nada havia de absurdo numa

invasão da Terra por habitantes de Marte.

Foi nesse caldo cultural que emergiu o fenômeno OVNI. Todas as histórias de discos voadores, e mais tarde de abduções, que ouvimos a partir de 1947, tiveram versões fictícias similares nas revistinhas *pulp* de ficção científica dos anos 30 e 40, e nos filmes do fim dos anos 40 e da década de 1950. Todas.

Para confundir ainda mais, muitos se aproveitaram da credulidade diante dos OVNI's para empurrar suas histórias fantásticas. George Adamski, de quem já falamos antes, disse ter sido levado por um disco voador e visitado diversas localidades do Sistema Solar, inclusive Vênus. Segundo ele, a Lua tinha florestas e uma rica biodiversidade – mas só no lado afastado, que não podia ser visto da Terra. Eram histórias críveis nos anos 50? Não muito. Hoje, são uma piada, que foi até formalizada pelo escritor Arthur C. Clarke, ao descrever os ufólogos como vítimas do “mal de Adamski” (*Adamski's disease*), em seu livro *3001: A Odisseia Final*.

A grande questão: pode toda essa cultura fictícia dos alienígenas gestada no fim do século 19 e no início do 20 explicar a manifestação do fenômeno OVNI? Seria tudo coisa da nossa cabeça?

A psicologia dos discos voadores

De forma corajosa, Carl Gustav Jung (1875-1961) se debruçou sobre essa questão. O psicanalista começou sua carreira seguindo a trilha do colega austríaco Sigmund Freud (1856-1939), que postulava a existência de processos inconscientes a motivar as ações de cada pessoa. Foi o que Carl Sagan definiu como “a terceira grande humilhação” que a ciência submeteu à humanidade. A primeira teria sido trazida por Copérnico no século 16, ao desbancar nosso planeta do centro do Universo. A segunda viria no século 19, por obra de Charles Darwin, ao demonstrar que nossa espécie era apenas mais uma de muitas, moldada pela evolução, sem um propósito especial na árvore da vida. Por fim, no século 20, Freud sugeriria que nem mesmo de nossas próprias ações nós seríamos os mestres, controlados por processos fora do alcance de nossa mente consciente.

A hipótese freudiana ganhou terreno com o avanço das técnicas de imageamento cerebral. Estudos de neurociência que vêm desde a década de 1980 parecem confirmar a noção de que somos influenciados por fenômenos cerebrais que não passam pela consciência e têm papel importante na definição de nossas ações. Um trabalho em particular, realizado em 2008 por John Dilan Haynes e colegas do Centro para Neuroimagem Avançada de Berlim, mostrou que é possível prever com 60% de precisão se voluntários pressionarão um botão com a mão direita ou esquerda até 10 segundos antes que eles se deem conta de que fizeram essa decisão. Ou seja, o inconsciente existe e de fato parece decidir as coisas por nós. Alguns segundos depois, achamos que fomos nós que decidimos, conscientemente. Tudo um truque do cérebro.

A questão é: como interpretar o inconsciente? E o que ele tem a ver com os OVNI's? Enquanto Freud tratava essa região obscura da mente como um armazém trancafiado de traumas, emoções e desejos reprimidos – todos com um forte viés sexual –, Jung achava que essa era apenas parte da história, o que ele chamou de “inconsciente pessoal”. Para o suíço, contudo, havia uma outra versão do inconsciente – de natureza coletiva – que continha as ideias básicas que ajudavam o ser humano a compreender o mundo e os fenômenos ao seu redor. A essas ideias Jung chamou de arquétipos. As mitologias, por exemplo, estariam fortemente assentadas neles, o que explicaria a popularidade de suas narrativas e o fato de que se repetem em culturas que não tiveram contato umas com as outras.

Ao contrário do que imaginam alguns incautos, o inconsciente coletivo, para Jung, nunca foi interpretado como uma espécie de nuvem paranormal que pairava sobre os humanos, por meio da qual eles trocavam entre si ideias e conceitos secretos. Na verdade, a sugestão do psicanalista era de que todos nascemos com essas ideias elementares em nossa mente. É como se fosse o

padrão de circuitos cerebrais básico que permitisse a qualquer ser humano interpretar os fenômenos que observava a seu redor.

Não exatamente nesses termos, essa é uma ideia que também encontra respaldo na neurociência. O psicólogo evolutivo canadense Steven Pinker, por exemplo, é um dos maiores defensores de que a estrutura cognitiva – a forma como o cérebro funciona para construir nossos pensamentos – seja fortemente moldada pela genética. Claro que ele será o primeiro a dizer que essa ideia nada tem a ver com o pensamento de Jung. Mas fato é que a noção de inconsciente coletivo é útil para explicar uma série de fenômenos psicológicos, e o aumento exponencial das observações de OVNI's a partir de 1947 é um deles.

Jung nunca chegou a questionar a existência física dos objetos voadores não-identificados. Depois de muito ler a respeito, em 1958 ele publicou o livro *Um Mito Moderno sobre as Coisas Vistas no Céu*. No prefácio à primeira edição inglesa, ele apresenta de cara essa questão crucial. “O boato mundial sobre os ‘discos voadores’ coloca um problema que desafia o psicólogo por uma série de motivos. A primeira pergunta – e essa é obviamente a questão mais importante – é a seguinte: eles são reais ou simples produtos de fantasia? Essa questão não foi resolvida ainda, de forma alguma.”

Temos de reconhecer que o mesmo impasse persiste até hoje, mais de cinco décadas após a análise original do suíço. Mas Jung não permite que essa dúvida o tire do curso de investigar o aspecto psicológico da questão. Porque mesmo que exista realidade física em certos testemunhos, é fato que uma febre de discos voadores e, mais tarde, contato e abdução por alienígenas tomou o mundo de assalto. Em muitos casos, essas narrativas ganham contornos de fantasia desvairada, e o psicanalista quer então saber por que essas pessoas estão se deixando influenciar e criando, de forma inconsciente, suas próprias aventuras com extraterrestres.

Jung traça paralelos entre testemunhos, sonhos com OVNI's e pinturas de diversas épocas para realçar a origem do fenômeno no inconsciente coletivo. Para ele, a situação histórica ajudou a criar a mitologia dos discos voadores. “O fundamento para esse tipo de boato é uma tensão emocional que tem sua origem numa situação de calamidade coletiva, ou seja, de perigo; ou numa necessidade psíquica vital.”

Em resumo, o suíço acreditava que a tensão da Guerra Fria – com a ameaça permanente de um conflito nuclear mundial entre Estados Unidos e União Soviética – estava mexendo com a cabeça das pessoas a ponto de induzir visões no céu, com base em concepções arquetípicas ligadas a entidades superiores. Uma versão moderna e laica de um alerta divino, produzida pelo inconsciente coletivo.

Com efeito, essa interpretação encontra respaldo nos inúmeros relatos de contato com alienígenas. Até mesmo Adamski mencionou que a preocupação de

seus amigos ETs era com o bem-estar da humanidade, ameaçada pelo terror de uma guerra nuclear autodestruidora. E, nos casos (menos comuns) em que os alienígenas manifestavam-se de forma agressiva, eles seriam a personificação do medo de um conflito iminente.

Para Jung, mesmo que houvesse de fato objetos estranhos (quicá alienígenas?) voando pelos céus da Terra, eles estariam meramente motivando as pessoas a criar esse tipo de fantasia visionária, ligada única e exclusivamente a seus temores inconscientes. (O psicanalista prefere usar o termo “visão”, em vez de “alucinação”, para não dar conotação patológica a um estado normal de funcionamento da mente, em que o inconsciente se manifesta da forma que lhe é possível, manipulando a realidade para tornar sua mensagem aparente.)

Será que isso explica tudo? Talvez. Que existe uma correlação cultural perene entre a exposição à ficção dos OVNI e o número de testemunhos, não há dúvida. Uma análise de dados feita por Ricardo Borges Lacerda e Andreas Müller sobre os arquivos da Força Aérea Brasileira mostrou que, desde os anos 50, a década que viu, disparado, mais relatos de discos voadores nos céus brasileiros foi a de 1990. São 249 casos, na mesma época em que a televisão exibiu uma série extremamente popular chamada *Arquivo-X*. E a segunda década com mais casos foi a de 1960 (103 casos), outro período efervescente em temas espaciais, com a conquista do espaço pelo homem e a exibição de programas clássicos como *Jornada nas Estrelas* e *Perdidos no Espaço*.

Com base nesses dados, não é difícil supor que o inconsciente, munido das imagens da produção cultural, fabrique visões de OVNI. Mas também não se pode negar que alguns casos geram vídeos e fotos, e as máquinas que produzem as imagens não estão sujeitas aos efeitos da imaginação. Ainda restam ocorrências sem explicação.

Isso tudo só permite uma análise: com toda probabilidade, o fenômeno tem múltiplas raízes. Em alguns casos, é a mais pura malandragem – fraude mesmo. Charlatanismo. Em outros, pode ser uma manifestação psicológica do inconsciente, motivada pelas mais diversas razões. E o que nos resta, nos casos em que essas duas hipóteses foram descartadas, é um fenômeno físico real. Aí cabe investigar se a hipótese extraterrestre se sustenta, diante de possíveis explicações naturais.

Eu sinceramente tendo a desacreditar relatos de abdução, em que alienígenas sequestram pessoas para estudos. Os relatos desses encontros são familiares demais. Outro dia, indo ao dentista, eu me dei conta de como a experiência de se sentar naquela cadeira – olhando o refletor na sua cara, impotente, enquanto duas pessoas vestidas de branco, com máscaras e óculos protetores, cutucam a sua boca com os mais bizarros instrumentos – pode se parecer com um relato de experimentação alienígena em cobaias humanas. Há de haver uma forma mais simpática de eles nos estudarem do que cutucar todos os nossos orifícios (embora

eu admita que nada sabemos sobre os conceitos que outras civilizações podem ter de ética, para não falar em suas noções de simpatia).

Outro elemento das histórias de disco voador que não cola é o dos círculos nas plantações. O primeiro caso veio da Inglaterra, em 1976. Todos ficaram pasmos com a precisão dos desenhos e disseram que não havia como humanos conseguirem fazer uma obra daquelas. Novos padrões continuaram a aparecer, da noite para o dia, para o espanto de todos. Até que em 1991, dois velhinhos, Doug Bower e Dave Chorley, admitiram que estavam fazendo os desenhos e mostraram como eram produzidos, para a tristeza dos ufólogos.

Se há algo de educativo na história dos círculos é a demonstração de como as pessoas continuam prontas para aceitar a hipótese alienígena num piscar de olhos. Como dizia o pôster no escritório do agente Fox Mulder, em *Arquivo-X*, “eu quero acreditar”. Até hoje, foram reportados pouco mais de 10 mil desenhos em plantações, 90% deles no sul da Inglaterra. (Seriam extraterrestres viciados em chá?) Padrões similares foram vistos em 26 países, alguns inclusive no Brasil. Mas quando eles não são fruto da criatividade humana, estão sempre associados a fenômenos meteorológicos ou outras ocorrências naturais. Não há nada de misterioso ou alienígena a respeito deles.

Por outro lado, pessoas que dizem ter visto artefatos voadores me parecem críveis, pelo menos em alguns casos bem documentados. Se eles têm origem alienígena, ninguém sabe. Mas, como não se pode descartar a existência de outras civilizações no Universo, bem como a viabilidade de voos interestelares, é uma hipótese que não pode ser afastada por completo.

De toda forma, é evidente que o apelo psicológico de vida extraterrestre – possivelmente explicado por noções arquetípicas, como sugere Jung – produz um impacto considerável em nossa cultura e talvez até no que vemos (ou achamos que vemos). E o interessante é que se trata de uma polinização cruzada. Os primeiros testemunhos de OVNI talvez tenham sido alimentados pelas revistas de ficção científica das décadas de 1920 e 1930, mas então eles mesmos passaram a realimentar a cultura da ficção.

Em 1951, o filme *O Dia em que a Terra Parou*, do diretor Robert Wise (1914-2005), já trazia consigo a cultura emergente dos discos voadores. Ele mostra a descida de uma nave em Washington, e a bordo um alienígena e seu robô. Klaatu, como é chamado o humanoide, vem trazer uma mensagem importante a todos os povos da Terra: o perigo iminente trazido pela construção de armas nucleares. Embora a narrativa fosse baseada em um conto de 1940 (pré-discos voadores, portanto), a ideia do alienígena como um mensageiro superior preocupado com a Terra não fazia parte do conceito original.

E quem pode se esquecer da obra-prima dos filmes de disco voador? Estamos falando de *Contatos Imediatos do Terceiro Grau*, de 1977. Escrito e dirigido por Steven Spielberg, o longa-metragem teve como consultor o astrônomo J. Allen

Hynek, o mesmo que ajudou a Força Aérea americana a investigar casos de OVNI até o fechamento do Blue Book. Aliás, o próprio título é derivado do trabalho de Hynek, o criador da classificação dos “contatos imediatos”.

Um contato imediato de primeiro grau consistiria em ver um OVNI a menos de 200 metros de distância, de forma a permitir a observação de detalhes do objeto. O de segundo grau envolve algum efeito físico decorrente da proximidade. Podem ser efeitos fisiológicos (como paralisia, calor ou desconforto) na testemunha e em animais, ou interferência no funcionamento de um veículo ou dispositivo eletrônico. Marcações no solo decorrentes da proximidade do objeto também contam. E, finalmente, o de terceiro grau envolve o contato com os ocupantes da nave. O filme de Spielberg exemplifica todos eles.

Além de abordar o fenômeno OVNI, em suas dimensões psicológica e física, a ficção também ajudou a formar o conceito que temos dos próprios alienígenas. É verdade que não fazemos ideia de quem eles são e como devem pensar, se é que existem. Mas, pela ficção, conseguimos identificar algumas qualidades básicas que talvez os diferenciem (ou os aproximem) dos humanos. É como um exercício teórico sobre os possíveis tipos de extraterrestre.

Os ETs da cultura pop

É possível separar praticamente todos os alienígenas que vemos no cinema e na TV em três categorias: os invasores, os bonzinhos e os realmente exóticos.

A primeira categoria foi mais explorada numa época em que Hollywood tratava ficção científica como província exclusiva dos filmes B, feitos com baixo orçamento e tom mais popularesco. Dentre eles se destaca *Invasão de Discos Voadores*, de 1956, dirigido por Fred Sears com efeitos visuais produzidos pelo mago da animação em *stop-motion* Ray Harryhausen (1920-2013). Ele foi baseado num livro de não-ficção, *Flying Saucers from Outer Space* (Discos Voadores do Espaço Distante), escrito pelo major Donald Keyhoe, aviador dos fuzileiros navais americanos que se tornou um entusiasta da ufologia na década de 1950. Antes dessa obra, o militar já havia se estabelecido como escritor de ficção científica.

O enredo é tão simples quanto possível. Discos voadores chegam à Terra e destroem tudo que veem pelo caminho. O filme mostra ataques a Washington, Paris, Londres e Moscou, até que um revide humano, graças a um cientista que desenvolve uma arma capaz de derrotá-los, consegue dar fim à invasão. Praticamente o mesmo enredo é mostrado quatro décadas depois, em *Independence Day* (1996), dessa vez com efeitos especiais espetaculares e o carisma de Will Smith, Bill Pullman e Jeff Goldblum. A direção é do rei do cinema-catástrofe, Roland Emmerich.

E, claro, ambos sofreram influências do filme *A Guerra dos Mundos*, de 1953, inspirado pela obra de H. G. Wells. Se no livro os marcianos chegavam em cilindros, aqui eles vêm, muito mais apropriadamente, em discos voadores. Steven Spielberg dirigiu um *remake* em 2005.

Em todos esses casos, os alienígenas são criaturas impiedosas que pretendem conquistar a Terra para explorar seus recursos naturais. É uma transferência direta do que os europeus fizeram em seu processo de colonização da América e da África, transposto para o ambiente interplanetário. A maioria dos cientistas prefere pensar que os ETs serão mais sábios que isso e que civilizações avançadas dificilmente precisariam invadir planetas ocupados para obter os recursos de que necessitam para sobreviver. Mas não há um consenso. O físico britânico Stephen Hawking, por exemplo, acha que mandarmos sinais ao espaço para tentar contatar alienígenas é extremamente perigoso. Não temos como saber suas intenções.

E quando não há intenções, e ainda assim há perigo? Um filme interessante sobre vida extraterrestre é *O Enigma de Andrômeda*. Dirigido por Robert Wise e lançado em 1971, ele foi o primeiro a se basear num livro do escritor best-seller Michael Crichton (1942-2008). A obra mostra o que aconteceria se um micróbio mortal alienígena chegasse à Terra e matasse aceleradamente a população de

uma pequena cidade. O mais interessante no filme é o detalhamento dos protocolos anticontaminação adotados no laboratório escolhido para investigar o patógeno. É um lembrete interessante de que os invasores não precisam ser criaturas sofisticadas para oferecer perigo. Poderia uma missão não tripulada de retorno de amostras em Marte trazer de volta um micróbio marciano ameaçador à biosfera terrestre? Os cientistas discutem essa possibilidade e, embora achem improvável, não têm certeza de nada. Sem dúvida é um dos motivos pelos quais um esforço desse tipo ainda não foi conduzido.

A segunda categoria, a dos alienígenas benevolentes, vem de filmes como *O Dia em que a Terra Parou*, *Contatos Imediatos do Terceiro Grau* e aquele que talvez seja o mais meigo longa-metragem de alienígenas já produzido: *E.T. – o Extraterrestre* (1982). Dirigido por Steven Spielberg (ele de novo!), o filme segue na linha de tentar reverter a tendência de perceber os alienígenas como malvados, prevalente nas décadas de 1950 e 1960, ao apresentar um jovem extraterrestre que se perde de sua família na Terra durante uma visita exploratória e acaba sendo ajudado a voltar para casa por um grupo de crianças terráqueas.

Temos aí uma versão alternativa em que os alienígenas vêm a Terra por razões científicas ou, em alguns casos, até para ajudar a raça humana a lidar com seus próprios problemas.

De certa forma, essa é a versão dos ETs abraçada pelos entusiastas da pesquisa SETI. Eles presumem que os alienígenas são cientistas que farão escolhas racionais para travar contato e que querem enriquecer a cultura de outras civilizações. Carl Sagan costumava dizer, com certo exagero, que era possível que um contato por rádio com outra sociedade no cosmos nos ensinasse a lidar com a adolescência tecnológica, viabilizando nossa sobrevivência aos perigos que estamos criando. Ele dizia que alienígenas avançados poderiam estar transmitindo o equivalente da Enciclopédia Galáctica, e tudo que tínhamos de fazer é escutar e traduzir.

Embora a noção de alienígenas superiores e benevolentes seja atraente, ela pode ser uma miragem tão grande quanto a dos invasores. Afinal, que ganho teriam criaturas em transmitir todo seu conhecimento pelo espaço, sem saber se alguém está ouvindo ou se irá responder? Já mandamos diversas mensagens ao cosmos, mas nunca transmitimos a Wikipédia completa.

A ilusão de que os ETs querem nos ajudar talvez até tenha razões mais profundas. O historiador George Basalla, em seu livro *Civilized Life in the Universe* (Vida Civilizada no Universo), aponta que, desde os primeiros copernicanos, os cientistas têm se inclinado a transferir aos extraterrestres as mesmas características que antes tinham os mitológicos moradores da esfera celeste: saem anjos superiores, sábios, benevolentes e acolhedores, e entram alienígenas superiores, sábios, benevolentes e acolhedores. A coincidência é um

pouco desconfortável, devemos admitir.

Resta, portanto, a terceira categoria: a dos alienígenas exóticos. E não há exemplo melhor do que o imbatível *2001: Uma Odisseia no Espaço* (1968).

Escrito por Arthur C. Clarke e dirigido por Stanley Kubrick, o filme apresenta a descoberta misteriosa de um artefato na Lua, seguida por uma missão tripulada a Júpiter. Os alienígenas encontrados são misteriosos monólitos pretos. Não sabemos se eles são bonzinhos, se são hostis, o que pensam, como pensam e o que querem. E mais: essas entidades misteriosas se parecem suspeitamente com máquinas.

O astrônomo Seth Shostak especulou que eles fossem algo como marcos, registrando o avanço da civilização humana, desde a Pré-História até a era espacial. Clarke desfez parte do mistério ao escrever o livro *2010*, que também inspirou uma sequência no cinema. Uma missão espacial destinada a Júpiter descobre um monte de monólitos, que por sua vez alertam a humanidade para explorar todos os mundos, menos Europa. Então os artefatos convertem o planeta gigante numa nova estrela, para fomentar a nascente biosfera europã. Ao que parece, esses estranhos seres/robôs estão zelando pela vida no Universo. Mas ninguém é capaz de dizer que a questão esteja totalmente esclarecida.

Essa talvez seja a versão mais realista de alienígena com que deparamos na história do cinema. Incompreensível, insondável e, com toda probabilidade, pós-biológico. Se um dia tropeçarmos com um extraterrestre inteligente, provavelmente será algo assim. Não um monólito negro, claro. Mas algo que se apresente tão enigmático quanto.

Outra aparição um tanto quanto exótica de vida alienígena aconteceu no primeiro filme de *Jornada nas Estrelas* para o cinema. Dirigido por Robert Wise e lançado em 1979, ele mostra uma estranha nuvem espacial que rumo à direção da Terra no século 23, destruindo tudo que vê pelo caminho. Cabe à Enterprise, comandada por James T. Kirk, desvendar o enigma e evitar uma tragédia. Ao se encontrar com a imensa nebulosa, a tripulação descobre que ela é gerada por uma espaçonave gigantesca chamada V'Ger. Ao investigar seu computador central, a surpresa: V'Ger na verdade é uma sonda Voyager, lançada pela NASA séculos antes. Aparentemente, ela foi encontrada no espaço profundo por uma raça robótica que decifrou sua programação – coletar todos os dados que puder e enviá-los de volta a seus criadores – e construiu a infraestrutura necessária para a missão ser cumprida. Por isso, ela está de volta à Terra. Mas, depois de acumular tanto conhecimento, o cérebro eletrônico turbinado da V'Ger contraiu uma obsessão: capturar seu Criador e se juntar a Ele. O homem vira Deus, diante de sua própria criação.

É uma ótima amostra de como a inteligência robótica pode ser diferente da nossa. Nem malévola, nem boazinha. Apenas... alienígena.

Aliás, a saga de *Jornada nas Estrelas* é um caso à parte no estudo de

extraterrestres na ficção. Como é uma franquia que perdurou por décadas, e gerou diferentes encarnações para o cinema e para a TV desde os anos 60, ela permite avaliar como cada época encarava certas questões pertinentes à vida alienígena. Na série original, por exemplo, inteligência artificial é vista majoritariamente como algo perigoso e indesejado. Já na série *Jornada nas Estrelas: A Nova Geração*, de 1987, um robô androide, Data, figura como um dos personagens mais importantes e adorados pelo público.

Ao longo de cerca de 700 episódios e 12 filmes (com outros vindo aí), *Jornada nas Estrelas* encontrou todo tipo de alienígena. A maioria deles não passava de atores com próteses faciais simples, e não deve ser vista como uma tentativa real de explorar biologia e cultura extraterrestres. Na verdade, a intenção do criador da série, Gene Roddenberry (1921-1991), era apresentar alegorias da sociedade contemporânea e, com isso, expor questões da ordem do dia sem ter de lidar com os censores do sistema de televisão americano. Por isso o conflito entre a Federação Unida de Planetas, órgão do qual a Terra faz parte, e o Império Klingon, os malvados, é tão suspeitamente parecido com a Guerra Fria entre Estados Unidos e União Soviética, que estava rolando solta na época em que a série foi criada.

Veja por outra, contudo, a franquia explorou alienígenas de concepção muito mais sofisticada – como criaturas de silício que sequer foram identificadas como formas de vida por um grupo de terraformadores (no episódio *Home Soil*, de *A Nova Geração*) ou seres que vivem dentro de uma passagem que liga regiões distantes do espaço e não experimentam algo que é elementar para nós, o tempo (na série *Deep Space Nine*). Esquisitices que nos fazem pensar.

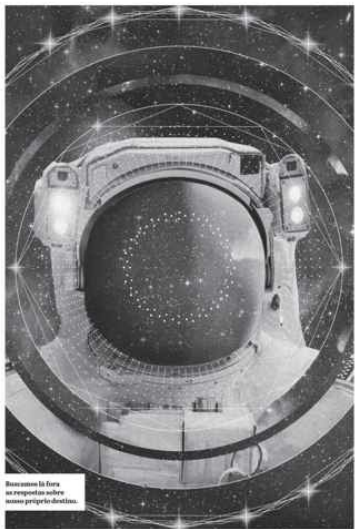
Nada semelhante a isso existe, por exemplo, no universo da popularíssima saga *Star Wars*. Mas não é por isso que devemos dar valor menor à criação do cineasta George Lucas. Aliás, embora a franquia criada em 1977 não nos sirva de grande coisa para estudar o comportamento de alienígenas, ela pode ser de enorme valia para entender nossa fascinação com o tema.

Lucas estruturou sua história como uma mitologia da era espacial. Para isso, baseou-se nos trabalhos do americano Joseph Campbell (1904-1987), mitologista bastante influenciado pelas ideias de Jung que estudou a fundo o que ele chamou de “a jornada do herói”, uma narrativa que consiste em elementos comuns a todas as grandes histórias míticas das mais variadas culturas. O cineasta quis conceber a aventura da família Skywalker exatamente como um mito, só que recheado de alienígenas (que por si só já despertam um poderoso interesse inconsciente, como já discutimos antes). Não é à toa que *Star Wars* atingiu toda a popularidade que tem hoje. Ela foi feita sob medida para dialogar com as ideias arquetípicas armazenadas nos cantos mais escuros da nossa mente.

Não há dúvida, a essa altura, que os alienígenas já estão entre nós e vieram para ficar – ao menos como construções de nossas próprias mentes e de nossa

cultura. A solidão cósmica já pode ser aplacada na ficção, e o fato de milhões de pessoas buscarem refúgio (ao menos temporário) em universos fictícios como os de *Jornada nas Estrelas* e *Star Wars* não soa particularmente surpreendente.

Talvez o primeiro contato com outras inteligências nas profundezas do espaço ainda esteja bastante distante. Precisamos estar preparados para a possibilidade de que ele nem aconteça. Mas o esforço da busca por vida alienígena nos últimos séculos inspirou as maiores iniciativas de investigação científica da humanidade, de forma que os ETs já cumpriram seu papel. Agora nos cabe saber usar todas as descobertas e as tecnologias decorrentes delas em benefício da vida, aqui na Terra e em todo o Universo. É bem possível que, ao iniciar nossas viagens pelo vazio do espaço em busca de irmãos cósmicos, acabemos encontrando nós mesmos.



Buscamos la forma
de responder sobre
nuestro próximo destino.

CODA:
SEREMOS NÓS
OS ALIENÍGENAS?

*"No sentido mais profundo, a
busca por inteligência extraterrestre
é uma busca por nós mesmos."*
CARL SAGAN, astrônomo.

Coda: Seremos nós os alienígenas?



Estamos chegando ao fim de nossa jornada à procura de vida alienígena. A ciência deu passos largos desde o estabelecimento do princípio copernicano, no século 16, embora em alguns momentos nossa psique tenha turvado um pouco as águas límpidas do pensar científico. Há razões fortes para imaginar que não estamos sozinhos no Universo. É bem verdade que não sabemos

exatamente qual caminho químico a vida usou para surgir. Mas seu funcionamento, por mais complexo que seja, já não é nada misterioso. Observações astronômicas por meio de espectroscopia revelam que as substâncias mais básicas para a vida – água e compostos orgânicos como os aminoácidos – existem de forma disseminada. Eles foram encontrados em cometas e até em nuvens de formação estelar, dando uma pista de que a química precursora da biologia antecede até mesmo o surgimento dos sistemas planetários.

Observações de objetos distantes, somadas às teorias sofisticadas que desenvolvemos para compreender a origem do Universo e o funcionamento das estrelas, sugerem que esses mesmos compostos já existiam em quantidade significativa 1 bilhão de anos após o Big Bang. Isso nos dá 12,8 bilhões de anos de potencial florescimento biológico até o presente momento. O pico de formação estelar no Universo já aconteceu, o que significa que não nascem hoje tantos astros quanto antigamente. Por mais que tenhamos muitos astros jovens se formando, a maioria das estrelas conhecidas consiste em objetos mais velhos, com pelo menos alguns bilhões de anos às costas. Entre as anãs vermelhas, os menores astros estelares, decerto encontraremos muitas que existem há mais de 10 bilhões de anos e que permanecerão estáveis ainda por outras centenas de bilhões de anos. Já confirmamos a velha desconfiança de que praticamente todas as estrelas, das maiores às menores, começam suas vidas com um sistema planetário e que em uma parcela significativa esse arranjo permanece estável por períodos indefinidos.

A Terra tem 4,6 bilhões de anos – nosso planeta esteve por aqui para testemunhar apenas o terço final da vida do Universo até este ponto. O que pode ter acontecido nos dois terços anteriores? Quantos planetas vivos não existiram e morreram nesse período? Uma estrela gêmea do Sol que tivesse nascido 3 bilhões de anos depois do Big Bang a essa altura já teria esgotado seu combustível primordial e se convertido em uma gigante vermelha, engolfando seus planetas da zona habitável. Quantas civilizações não terão perecido dessa maneira? E quantas não surgiram ao longo desse período incomensurável de tempo?

Todas as evidências apontam para um Universo permeado de vida. É bem verdade que, apesar de todas as expectativas sobre Vênus, Marte, Europa, Titã e outros corpos de nosso Sistema Solar, até agora não encontramos uma única bactéria alienígena para confirmar nossas suspeitas. Contudo, é importante que se diga que mal começamos a procurar. Um alienígena num disco voador que pouse na Terra hoje certamente encontrará formas de vida, não importa o local que escolha para a aterrissagem. Mas isso não quer dizer que essas circunstâncias sejam universais. Talvez a vida marciana esteja escondida no subsolo. As bactérias venusianas estariam nas nuvens, e os europeanos vivem sob uma espessa crosta de gelo. A sonda Huygens, que desceu em Titã, pode muito bem ter

pousado sobre criaturas exóticas, com uma química bem diferente da usada pela vida terrestre, e nunca foi equipada com os instrumentos para encontrá-las.

Portanto, ainda é cedo para dizer que o único lugar vivo no Sistema Solar é a Terra. Se o alienígena do parágrafo anterior descesse em nosso planeta 3 bilhões de anos atrás, ele encontraria um cenário desolador. A vida estaria lá, nos oceanos, mas nada seria visto em terra. As alterações atmosféricas provocadas pela biologia seriam mínimas. Nenhum animal, nenhuma planta, quase nenhum oxigênio no ar. Se o nosso ET fosse alérgico à água, talvez nem notasse que a Terra era um planeta vivo.

Buscar vida extraterrestre não é fácil. Tanto que a astrobiologia hoje evoluiu muito mais em laboratórios do que no espaço. No Brasil, a USP construiu em Valinhos (SP) o AstroLab, uma instalação dedicada a estudar a origem da vida e as possibilidades de formas biológicas resistirem aos estranhos ambientes alienígenas. A mensagem principal das pesquisas produzidas ali é que a vida, uma vez surgida, não é nada fácil de erradicar. Um trabalho conduzido por Douglas Galante, coordenador operacional do AstroLab, mostrou que bactérias como a *Deinococcus radiodurans* podem resistir até mesmo à radiação emitida pela detonação de uma supernova a 100 anos-luz de distância.

Experimentos realizados em uma câmara dedicada a simular ambientes extraterrestres no AstroLab mostram que certas formas de vida terrestres seriam capazes de sobreviver em locais pouco amigáveis, como Marte. E isso tudo falando de vida como a conhecemos, talhada para viver melhor em seu planeta natal. Que outras permutações seriam possíveis lá fora?

Quando deixamos o Sistema Solar e lembramos que nossa estrela-mãe é apenas uma, entre pelo menos 100 bilhões de astros na Via Láctea, dos quais a absoluta maioria (cerca de 96%) tem uma vida útil longa o suficiente para permitir a evolução de biosferas em planetas ao seu redor, e ao redor de 20% delas de fato preservam sistemas planetários estáveis, temos 19,2 bilhões de potenciais abrigos para biosferas. Supondo que apenas um décimo desses sistemas tenham os planetas certos, no lugar certo, para permitir a vida, ainda temos quase 2 bilhões de biosferas. Os números nos dão muita razão para otimismo. Mas só até certo ponto.

O salto da vida para a evolução da inteligência é bem menos seguro. Tendo o único exemplo da Terra, não há como saber se o florescimento da civilização é um fenômeno muito improvável. Fácil, podemos apostar que não é, levando em conta o tempo que foi preciso para a vida por aqui chegar até o estágio em que surgiram criaturas como nós. Mas quão difícil é, não há como estimar. Se adotarmos o argumento mais pessimista que já ouvi, sugerido pelo biólogo Ernst Mayr, que sugere que 50 bilhões de espécies foram necessárias até que surgisse uma inteligente, de onde se tira a probabilidade de 1 a cada 50 bilhões, devemos ser a única civilização na Via Láctea. Mas não no Universo.

Trata-se, contudo, de um argumento falho. Porque o que Mayr esqueceu de mencionar é que qualquer outra biosfera que exista lá fora também vai produzir bilhões e bilhões de espécies. Quem garante que, na base da força bruta, fabricando variações biológicas a esmo submetidas à seleção natural, não vamos bater a estatística de 1 em 50 bilhões em cada um dos planetas vivos que existem?

Além do mais, vemos pressão seletiva para a inteligência na evolução humana. Dez milhões de anos atrás, nossos ancestrais não eram muito mais espertos que os chimpanzés. Mas de lá para cá há uma progressão no aumento do cérebro (acompanhado por ampliação das funções cognitivas), e cerca de 200 mil anos atrás surgiu o homem moderno. Gente como a gente. Essa progressão craniana, documentada pelo registro fóssil, não é um acidente. Sabemos que não é fácil encontrar o caminho da inteligência, mas uma vez que a natureza encontra o fio da meada, ela o puxa até chegar lá.

Essa linha de raciocínio nos obriga a buscar outras inteligências no cosmos. Qual seria o melhor método? Procurar ondas de rádio vindas de outras estrelas? Laser? Artefatos alienígenas em nosso próprio Sistema Solar? Gigantes construções em torno de outras estrelas?

Com todo o respeito à pesquisa SETI (que reputo como válida), a busca a esmo é como procurar uma agulha num palheiro. E chega a ser meio ingênuo pensar que os extraterrestres andam anunciando sua presença para todo lado, enquanto nós ainda não temos coragem para implementar nenhum projeto de transmissão sistemática de mensagens. Quem precisa ligar para quem, a fim de começar a conversa?

Por outro lado, a astronomia evolui de forma acelerada para buscar outras biosferas no Universo. Já sabemos da alta prevalência de planetas como a Terra. Ao longo das próximas décadas, sistemas de observação cada vez mais sofisticados permitirão buscar na atmosfera desses mundos pistas da existência de vida extraterrestre. A iminência dessa descoberta fez com que o assunto chegasse até ao Fórum Econômico de Davos, na Suíça, que em 2013 discutiu os efeitos da potencial revelação de que existe vida fora da Terra, com suas “profundas implicações psicológicas para os sistemas de crença humanos”.

A detecção das primeiras biosferas alienígenas motivará, naturalmente, o desenvolvimento de tecnologias que permitam o voo interestelar. O engenheiro Louis Friedman, cofundador da ONG Planetary Society, acredita que essa revolução aconteça com o desenvolvimento da nanotecnologia. Hoje nossas sondas são grandes e pesadas. Quanto maior a massa, mais difícil acelerá-las às velocidades exigidas para o voo interestelar. Mas o problema pode ser muito simplificado se a sonda puder ser pequena, talvez na escala dos nanômetros (milionésimos de milímetro). Aí acelerá-la e enviá-la a uma estrela próxima a uma fração significativa da velocidade da luz pode não ser mais difícil do que o

que fazemos hoje com partículas em aceleradores como o LHC (Large Hadron Collider), na fronteira da França com a Suíça.

Caso essa seja uma solução viável para o desafio das viagens interestelares (ao menos na categoria não tripulada), isso já faria muito para explicar a ausência de alienígenas por aqui. Vai ver que eles se contentaram em nos estudar com máquinas nanoscópicas, pequenas demais para que as encontremos.

Mesmo que os ETs não tenham feito isso, talvez sigamos esse roteiro para estudar de forma mais eficiente novos mundos e novas civilizações. E aí estaremos em ótima condição para saber quem temos chance de contatar por rádio, se é que alguém estará lá.

Mas talvez nós tenhamos pela frente a sina de não encontrar ninguém nos arredores. Ainda que isso aconteça, é quase certo que seres humanos – ou pelo menos nossas máquinas – se espalharão pela Via Láctea e procederão com sua colonização. Não há pressa. A era espacial começou há pouco mais de 50 anos. O que terá transcorrido com nossa civilização em 500 anos? E em 5 mil? Mesmo que não encontremos mais ninguém lá fora, nós trataremos de espalhar a vida pela Via Láctea no devido tempo.

Já se discute, por exemplo, a possibilidade de futuramente se implantar vida em Marte, caso fique demonstrado que não há criaturas nativas lá. A ideia seria aumentar a presença de gases-estufa na atmosfera marciana para esquentar aquele mundo e derreter o gelo no subsolo. Com água líquida e um pouquinho mais de calor, poderíamos introduzir uma biosfera geneticamente projetada para proliferar no planeta vermelho, no processo conhecido como terraformação. A essa altura, chegando ao final deste livro, você já pode imaginar que nada disso está além das possibilidades.

Se pudermos enviar nanorrobôs para outras estrelas, nada impedirá que façamos a mesma coisa com formas de vida simples, que procederão com a colonização de planetas estéreis em outros sistemas planetários. É como apresentar a hipótese da panspermia dirigida de Francis Crick e Leslie Orgel de ponta-cabeça: nós somos os alienígenas que semearão outros mundos!

Podemos também atingir um estágio tecnológico em que voos tripulados até outras estrelas se tornem possíveis. Então, mesmo que não encontrem ninguém lá fora, os seres humanos poderão colonizar outros mundos. Freeman Dyson sugere até que mandemos “ovos cósmicos” na direção desses planetas distantes, com o conteúdo genômico de uma biosfera inteira que possa florescer lá.

Quais seriam então os limites de expansão da nossa civilização? Em 1964, o astrofísico russo Nikolai Kardashev propôs que as civilizações poderiam ser classificadas em três níveis, de acordo com o seu consumo energético. As de tipo I usufruem de uma quantidade de energia equivalente à que a Terra recebe do Sol em sua superfície. As de tipo II têm acesso ao total de energia irradiado por sua estrela. Seriam sociedades capazes de construir estruturas como as esferas

Dyson. E as de tipo III possuem um nível de energia comparável ao produzido por uma galáxia inteira – talvez explorando até a energia contida no buraco negro supermassivo existente no núcleo galáctico.

Por essa medida, ainda não atingimos sequer o tipo I. Seríamos do tipo zero, ou, como sugeriu Carl Sagan criando valores intermediários na escala de Kardashev, algo como tipo 0,7. Mais recentemente, o físico nipo-americano Michio Kaku, da Universidade de Nova York, fez uma estimativa de que a civilização humana deve atingir o tipo I em um a dois séculos. Para chegar ao tipo II, precisaremos de alguns milhares de anos, e para chegar ao tipo III, precisaríamos de 100 mil a 1 milhão de anos.

A pergunta é: a humanidade terá esse futuro? Sagan estava ansioso para detectar uma civilização avançada lá fora principalmente como uma forma de alimentar as esperanças humanas de que sobreviveríamos à nossa capacidade crescente de autodestruição. Se alguém mais conseguiu superar as crises propiciadas pelo avanço tecnológico acelerado, isso nos inspiraria a tentar chegar lá também. Nesse sentido, o silêncio encontrado até hoje pelas pesquisas SETI pode ser interpretado como razão para desesperança. Será que todas as civilizações estão condenadas à autodestruição? É uma das possíveis respostas do paradoxo de Fermi e não podemos ignorar essa possibilidade. De fato, Sir Martin Rees, o astrônomo real britânico, acredita que a chance de que a humanidade enfrente uma catástrofe global – proposital ou acidental – decorrente de sua tecnologia nos próximos cem anos está ao redor de 50%. E também é por essa razão que gente como Stephen Hawking defende que os seres humanos estabeleçam colônias em outros corpos celestes o quanto antes. Se permanecermos limitados a um único planeta, cedo ou tarde seremos extintos.

Contudo, não é nem produtivo, nem realista esperar que sinais alienígenas nos forneçam a resposta correta para o paradoxo de Fermi. Somos já capazes de compreender o que está em jogo para a humanidade. Precisamos adquirir uma consciência planetária e, eventualmente, cósmica para evitar nossa própria aniquilação. Se queremos encontrar nossos iguais no Universo, nossa sobrevivência pelos séculos e milênios vindouros é imperativa. E, caso não exista ninguém lá fora, isso só aumenta nossa responsabilidade. Caberá à espécie humana vencer as probabilidades e sobreviver para se tornar uma civilização planetária (estamos quase lá), estelar e galáctica.

Em última análise, retornando às reflexões de Frank Drake, a busca por vida extraterrestre talvez possa ser resumida pelo termo L de sua equação – o tempo de vida médio de uma civilização comunicativa.

O astrobiólogo David Grinspoon se mostra otimista a esse respeito. Ele até acha que exista um “gargalo” na transição tecnológica que envolve o surgimento de uma civilização de tipo I, e muitas acabem se extinguindo ou regredindo por conta disso. Mas algumas poucas, ele sugere, devem superar essa dificuldade e

atingir um status de virtual imortalidade, persistindo literalmente por bilhões de anos.

A grande questão que devemos nos fazer é: a humanidade tem o direito de ambicionar esse futuro e possui o potencial para atingi-lo? Nosso destino é eventualmente nos juntar a outras civilizações imortais que habitam outros orbes na Via Láctea, ou pelo menos ser a primeira representante dessa categoria singular de seres vivos? Este livro – um resumo do quanto avançamos na compreensão do fenômeno da vida na Terra e fora dela num período de tempo que pode ser considerado um mero piscar de olhos na escala cósmica—é minha maneira de dizer que sim.

AGRADECIMIENTOS

Uma das coisas mais legais de escrever um livro é poder olhar para trás e agradecer às pessoas que, de um jeito ou de outro, contribuíram com sua realização. No caso de um livro como este, envolvendo um tema pelo qual eu me interessei desde a infância, há de se imaginar que seja bastante gente. Por isso mesmo, não tenho a pretensão de me lembrar de todo mundo e peço desculpas desde já por eventuais omissões.

Em primeiro lugar, devo um grande “valeu!” a Alexandre Versignassi, meu editor. Ele apertou todos os botões certos, aqui e na editora, para que esse projeto pudesse ser levado a cabo com a atenção e a dedicação que merecia. É uma parceria de longa data, que espero que se renove muitas e muitas vezes.

Também preciso agradecer ao meu grande amigo e leitor “beta” do livro, o astrônomo Cássio Leandro Barbosa, que forneceu comentários e marcações importantes para a melhoria do texto original. Naturalmente, quaisquer erros ou tropeços no conteúdo são de minha total responsabilidade.

Toda vez que tiramos um tempo para escrever um livro, quem mais sofre é a família. Agradeço, portanto, à minha esposa, Eliane, por se desdobrar para manter tudo funcionando durante minhas “ausências presentes”, e ao meu filho, Salvador, que decerto me perdoará por todas as vezes em que não pude brincar com ele para em vez disso terminar um capítulo, ou coisa do tipo. Um obrigado também aos meus pais, Salvador e Silvia, pelo interesse e pelo apoio, ao meu avô José Carlos, por aquele exemplar de *Exploração dos Planetas*, e à minha avó Elisa, por estar sempre comigo, se não em presença, no coração.

Cabe também um “muito obrigado” a todos os cientistas que se dispuseram a conversar comigo e falar sobre vida extraterrestre. São mais de dez anos falando do assunto, de forma que a lista completa é grande. Mas não poderia deixar de mencionar ao menos Alexander Sukhanov, Paulo Antonio de Souza Júnior, Chris McKay, Geoff Marcy, Bill Borucki, Don Brownlee, Michel Mayor, Paul Butler, Claudio Melo, Ray Kurzweil, Douglas Galante, Steven Benner, Claudia Lage e Eduardo Janot Pacheco.

Por fim, agradeço a você, leitor, por me dar a chance de conversar sobre esse assunto tão intrigante. Espero que tenha gostado da aventura.

Salvador Nogueira
São Paulo, fevereiro de 2014

BIBLIOGRAFIA

Livros

- ALSCHULER, William R. *The Science of UFOs*. Byron Preiss. EUA, 2001.
- ASIMOV, Isaac. *Guide to Earth and Space*. Random House. EUA, 2011.
- BARCELOS, Eduardo Dorneles. *Telegramas para Marte*. Jorge Zahar Editor. Brasil, 2001.
- BASALLA, George. *Civilized Life in the Universe*. Oxford University Press. Reino Unido, 2006.
- BENFORD, James e BENFORD, Gregory. *Starship Century*. Microwave Sciences. EUA, 2013.
- BERGREEN, Laurence. *Viagem a Marte*. Objetiva. Brasil, 2002.
- BOSS, Alan. *The Crowded Universe*. Basic Books. EUA, 2008.
- BRUNO, Giordano. *On the Infinite Universe and Worlds*. Veneza, 1584.
- CARROLL, Michael e LOPES, Rosaly (orgs.). *Alien Seas*. Springer. EUA, 2013.
- DÄNIKEN, Erich von. *Chariots of the Gods?* Berkley. EUA, 1984.
- DAVIES, Paul. *The Eerie Silence*. Houghton Mifflin Harcourt. EUA, 2010.
- FERRIS, Timothy. *O Despertar na Via Láctea*. Editora Campus. Brasil, 1990.
- GALILEU, Galilei. *Sidereus Nuncius*. Veneza, 1610.
- _____. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico & copernicano*. Discurso Editorial/FAPESP. Brasil, 2001.
- GRINSPON, David. *Venus Revealed*. Perseus Publishing. EUA, 1997.
- _____. *Lonely Planets*. HarperCollins. EUA, 2003.
- HALLEY, J. Woods. *How Likely is Extraterrestrial Life?* Springer. EUA, 2012.
- HILL, Paul R. *Unconventional Flying Objects*. Hampton Roads. EUA, 1995.
- HILLYER, Virgil M. *Pequena História do Mundo para Crianças*. Companhia Editora Nacional. Brasil, 1961.
- HUYGENS, Christiaan. *Kosmotheoros*. Haia, 1698.
- JAYAWARDHANA, Ray. *Strange New Worlds*. Princeton University Press. EUA, 2011.
- JUNG, Carl Gustav. *Um Mito Moderno sobre Coisas Vistas no Céu*. Editora Vozes. Brasil, 1988.
- KRAUSS, Lawrence M. *A Física de Jornada nas Estrelas*. Makron Books. São Paulo, 1997.
- LORENZ, Ralph e MITTON, Jacqueline. *Titan Unveiled*. Princeton University Press. EUA, 2008.
- LOWELL, Percival. *Mars*. Houghton-Mifflin. EUA, 1895 (reedição eletrônica, Universidade da Virgínia, 2000).
- NICOLSON, Iain. *Exploração dos Planetas*. Edições Melhoramentos/Editora da USP. Brasil, 1970.
- NOGUEIRA, Salvador. *Rumo ao Infinito*. Editora Globo. Brasil, 2005.
- OPARIN, Alexander. *The Origin of Life*. Tradução de Ann Sygne. URSS, 1924.

- PINKER, Steven. *Tábula Rasa*. Companhia das Letras. Brasil, 2004.
- REES, Martin. *Our Final Hour*. Basic Books. EUA, 2003.
- SAGAN, Carl. *Pálido Ponto Azul*. Companhia das Letras. Brasil, 1996.
- _____. *O Mundo Assombrado pelos Demônios*. Companhia das Letras. Brasil, 1996.
- _____. *Cosmos*. Editora Francisco Alves. Brasil, 1983.
- _____. *Bilhões e Bilhões*. Companhia das Letras. Brasil, 1988.
- SHKLOVSKII, Iosif S. e SAGAN, Carl. *Intelligent Life in the Universe*. Emerson-Adams Press. EUA, 1998.
- SHOSTAK, Seth. *Confessions of an Alien Hunter*. National Geographic. EUA, 2009.
- SHUCH, H. Paul (editor). *Searching for Extraterrestrial Intelligence*. Springer. EUA, 2011.
- TERZIAN, Yervant e BILSON, Elizabeth (orgs.). *O Universo de Carl Sagan*. Editora UnB. Brasil, 2001.
- WARD, Peter e BROWNLEE, Donald. *Rare Earth*. Copernicus. EUA, 2000.
- WARD, Peter. *Life as We Do Not Know It*. Penguin Books. EUA, 2005.
- WHITE, Michael. *The Pope and the Heretic*. HarperCollins. EUA, 2002.

Artigos

- BORUCKI, W.J. et al. "Characteristics of planetary candidates observed by Kepler, II: Analysis of the first four months of data". *The Astrophysical Journal*, vol. 736, no. 1, article id. 19, 22 pp. (2011)
- BROWN, M.E. e HAND, K.P. "Salt and Radiation Products on the Surface of Europa". *The Astronomical Journal*, vol. 145, no. 4, 7 pp. (2013)
- CELLO, J., PAUL, A.V. e WIMMER, E. "Chemical synthesis of poliovirus cDNA: generation of infectious virus in the absence of natural template". *Science*, vol. 297, no. 5583, pp. 1016-1018 (2002)
- CHRISTIANSON, G.E. "Kepler's Somnium: Science fiction and the renaissance scientist". *Science Fiction Studies*, vol. 3, part 1. (1976)
- COCCONI, G. e Morrison, P. "Searching for Interstellar Communications". *Nature*, vol. 184, no. 4690, pp. 844-846 (1959)
- DRAKE, F. "The Drake Equation Revisited: Part I". *Astrobiology Magazine*, 26.ago.2003
- DYSON, F.J. "Search for Artificial Stellar Sources of Infrared Radiation". *Science*, vol. 131, pp. 1667-1668 (1960)
- FORWARD, Robert. "The stars our destination? The feasibility of interstellar travel". *The Planetary Report*, Special Interstellar Flight Issue, V. XXIII, no. 1 (2003)
- FRIEDMAN, Louis. "To the Stars". *The Planetary Report*, Special Interstellar Flight Issue, V. XXIII, no. 1 (2003)
- GIBSON, D.G. et al. "Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome". *Science*, vol. 329, no. 5987, pp. 52-56 (2010)
- GLEISER, M. "Copérnico traído". *Folha de S. Paulo*, 28.out.2012
- HOWARD, A.W. "Observed Properties of Extrasolar Planets". *Science*, vol. 340, no. 6132, pp.572-576 (2013)
- LAPEN, T.J. et al. "A Younger Age for ALH84001 and Its Geochemical Link to Shergottite Sources in Mars". *Science*, vol. 328, no. 5976, pp. 347-351 (2010)
- MARCHETTO, M.C.N. et al. "Differential L1 regulation in pluripotent stem cells of humans and apes". *Nature*, vol. 503, pp. 525-529 (2013)
- MAYR, E. "Can SETI Succeed? Not Likely". *Bioastronomy News*, vol. 7, no.3 (1995)
- McKAY, D.S. et al. "Search for past life on Mars: Possible relic biogenic activity in martian meteorite ALH84001". *Science*, vol. 273, pp. 924-930 (1996)
- MILLER, S. "A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions". *Science*, vol. 117, no. 3046, pp. 528-529 (1953)
- NOFFKE, N. et al. "Microbially Induced Sedimentary Structures Recording an Ancient Ecosystem in the ca. 3.48 Billion-Year-Old Dresser Formation, Pilbara, Western Australia". *Astrobiology*, vol. 13, no. 12, 22 pp. (2013)

PETIGURA, E.A., HOWARD, A.H., MARCY, G.W. "Prevalence of Earth-size planets orbiting Sun-like stars". *PNAS*, vol. 110, no. 48, pp. 19273-19278. (2013)

REICH, E. S. "Mysterious signals from light years away". *New Scientist*, 1.set.2004

ROTH, L. et al. "Transient Water Vapor at Europa's South Pole". *Science*, vol. 343, no. 6167, pp. 171-174 (2013)

SAGAN, C. "Is Earth-Life Relevant? A Rebuttal". *Bioastronomy News*, vol.7, no. 7. (1995)

SCHULZE-MAKUCH, D. e GRINSPON, D.H. "Biologically Enhanced Energy and Carbon Cycling on Titan?" *Astrobiology*, vol. 5, no. 4, pp.560-567 (2005)

SCHULZE-MAKUCH, D. et al. "A two-tiered approach to assessing the habitability of exoplanets". *Astrobiology*, vol. 11, no. 10, pp. 1041-1052 (2011)

SCHWARTZ, R. e TOWNES, C. "Interplanetary and interstellar communication by optical masers". *Nature*, vol. 190, pp. 205-208 (1961)

SEAGER, S. "An Equation to Estimate the Probability of Identifying an Inhabited World Within the Next Decade". Exoplanets in the Post-Kepler Era (conferência), 21.mai.2013

shCHERBAK, V.I. e MAKUKOV, M.A. "The 'wow! signal' of the terrestrial genetic code". *Icarus*, vol. 224, no. 1, pp. 228-242 (2013)

SOON, C.S. et al. "Unconscious determinants of free decisions in the human brain". *Nature Neuroscience*, vol. 11, no. 5, pp. 543-544 (2008)

TUFF, J., WADE, J. e WOOD, B.J. "Volcanism on Mars controlled by early oxidation of the upper mantle". *Nature*, vol. 498, no. 7454, pp. 342-345 (2013)

WATSON, J.D. e CRICK, F.H.C. "A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid". *Nature*, vol. 171, no. 4356, pp. 737-738 (1953)

WEBSTER, C.R. et al. "Low Upper Limit to Methane Abundance on Mars". *Science*, vol. 342, no. 6156, pp. 355-357 (2013)

WOESE, C.R., KANDLER, O. e WHEELIS, M.L. "Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya". *PNAS*, vol. 87, pp. 4576-4579 (1990)

© 2014, SALVADOR NOGUEIRA

Diretora-superintendente: Helena Bagnoli
Diretor adjunto: Dimas Mietto
Diretor de redação: Denis Russo Burgierman
Diretor de arte: Fabricio Miranda
Redator-chefe: Alexandre Versignassi
Projeto gráfico: Paula Bustamante
Ilustração: Michell Lott
Revisão: Alexandre Carvalho dos Santos
Produção gráfica: Anderson C. S. de Faria

N778

Nogueira, Salvador
Extraterrestres / Salvador Nogueira. –
São Paulo : Abril, 2014.
256 p. : il. color. ; 23 cm. –
(Superinteressante)

ISBN 978-85-364-1779-0

1. Seres extraterrestres. 2. Via em outros planetas. 3. Discos voadores. I. Título. II. Série.

CDD – 001.942



Leitura Fácil

2014

Todos os direitos desta edição reservados à

EDITORA ABRIL S.A.

Av. das Nações Unidas, 7221

05425-902 – Pinheiros – São Paulo – SP - Brasil



Tipografias Abril Text e Parça Typeface
Papel Pólen Soft 80 g/m²
Impressão Pancrom Indústria Gráfica
Tiragem 20.134