

EXTRATERRESTRE

O primeiro sinal de vida inteligente fora da Terra

AVI LOEB

Tradução de
Livia de Almeida



 intrinseca.com.br

 [@intrinseca](https://twitter.com/intrinseca)

 [editoraintrinseca](https://www.facebook.com/editoraintrinseca)

 [@intrinseca](https://www.instagram.com/intrinseca)

 [intrinsecaeditora](https://www.youtube.com/intrinsecaeditora)

Sumário

[\[Avançar para o início do texto\]](#)

Capa

Folha de rosto

Créditos

Mídias sociais

Dedicatória

Introdução

1. Sentinela avançada

2. A fazenda

3. Anomalias

4. StarChips

5. A hipótese da vela de luz

6. Conchas e boias

7. Aprendendo com as crianças

8. Vastidão

9. Filtros

10. Astroarqueologia

11. A aposta do 'Oumuamua

12. Sementes

13. Singularidades

Conclusão

[Pós-fácio](#)

[Agradecimentos](#)

[Notas](#)

[Mais leituras](#)

[Sobre o autor](#)

[Leia também](#)

*Para minhas três musas, Ofrit, Klil e Lotem, e para todos
que estão por aí...*

Introdução

Quando tiver uma oportunidade, saia e admire o universo. É melhor fazer isso à noite, é claro. Mas, mesmo quando o único objeto celestial discernível é o sol do meio-dia, o universo está sempre ali, à espera de nossa atenção. Acredito que erguer os olhos basta para nos ajudar a mudar de perspectiva.

A visão sobre nossas cabeças é mais majestosa à noite, mas não se trata de uma qualidade do universo; melhor dizendo, é uma qualidade da humanidade. Na confusão das preocupações diurnas, a maioria de nós passa boa parte das horas atenta ao que está a poucos metros de distância. Quando pensamos no que está acima de nós, quase sempre é porque estamos preocupados com o clima. De noite, porém, nossas preocupações terrestres tendem a diminuir e a grandeza da Lua, das estrelas e da Via Láctea e — para os mais afortunados — o rastro de um cometa ou de um satélite passando se torna visível através dos telescópios de quintal ou mesmo a olho nu.

O que vemos quando nos damos ao trabalho de olhar para o alto inspirou a humanidade desde os primeiros registros históricos. De fato, recentemente passou a ser presumido que pinturas rupestres feitas há quarenta mil anos por toda a Europa mostram que nossos ancestrais distantes acompanhavam as estrelas. De poetas a filósofos, de teólogos a cientistas, no universo encontramos provocações para o assombro, para a ação e para o avanço da civilização. Afinal de contas, foi o surgimento do campo da astronomia que impulsionou a revolução científica de Nicolau Copérnico, Galileu e Isaac Newton,

que removeu a Terra do centro do universo físico. Esses cientistas não foram os primeiros a defender uma visão um pouco mais autodepreciativa de nosso mundo, mas, ao contrário de filósofos e teólogos predecessores, eles se valiam de um método hipotético baseado em evidências que desde então tem sido o parâmetro do avanço civilizatório.

• • •

Passei a maior parte da minha carreira sendo rigorosamente curioso a respeito do universo. Direta ou indiretamente, tudo além da atmosfera terrestre se enquadra no escopo do meu trabalho diário. No momento em que escrevo este livro, ocupo o cargo de chefe do departamento de Astronomia da Universidade de Harvard, sou diretor-fundador da Black Hole Initiative de Harvard, diretor do Instituto de Teoria e Computação do Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, presidente da Iniciativa Breakthrough Starshot, presidente do conselho de Física e de Astronomia das National Academies, membro do conselho consultivo para plataforma digital *Einstein: Visualize the Impossible*, da Universidade Hebraica de Jerusalém e membro do conselho consultivo da presidência dos Estados Unidos para ciência e tecnologia, em Washington, D.C. Tenho a sorte de trabalhar ao lado de tantos acadêmicos e alunos excepcionalmente talentosos enquanto tecemos considerações sobre algumas das interrogações mais profundas do universo.

Este livro confronta uma dessas interrogações profundas, sem dúvida a mais importante de todas: estamos sozinhos? No decorrer do tempo, esta pergunta tem sido formulada de diferentes formas. Será que a vida na Terra é a única existente no universo? Será que os seres humanos são os únicos com uma inteligência senciente em toda a

vastidão do espaço e do tempo? Uma forma melhor, mais precisa, de formular essa pergunta seria: em toda a vastidão do espaço e durante toda a existência do universo, existe ou existiram outras civilizações sencientes que, como a nossa, exploraram as estrelas e deixaram evidências de seus feitos?

Creio que, em 2017, nosso sistema solar foi atravessado por evidências endossando a hipótese de que a resposta para esta última pergunta é positiva. Sim. Neste livro, examino essas evidências, testo a hipótese e questiono quais seriam as consequências se os cientistas dessem a elas o mesmo crédito que dão a conjeturas sobre supersimetria, dimensões extra, a natureza da matéria escura e a possibilidade de um multiverso.

Mas este livro também faz outra pergunta, uma que, sob certos aspectos, é ainda mais difícil. Tanto nós, cientistas, quanto leigos, estamos prontos? A civilização está pronta para enfrentar o que vem depois de aceitarmos a conclusão plausível, tirada a partir de uma hipótese baseada em evidências, de que a vida terrestre não é única e que talvez nem seja particularmente impressionante? Temo que a resposta seja não e que a prevalência do preconceito seja motivo de preocupação.

• • •

Como ocorre em muitas profissões, também na comunidade científica se evidenciam modismos e conservadorismo ao confrontar aquilo que é pouco familiar. Uma parte desse conservadorismo deriva de um instinto louvável. O método científico encoraja a cautela razoável. Fazemos hipóteses, reunimos evidências, testamos essas hipóteses diante das evidências disponíveis para, em seguida, refinar a hipótese ou reunir mais evidências. Os modismos, no entanto, podem

desencorajar a consideração de determinadas hipóteses e o carreirismo pode orientar atenção e recursos para certos assuntos em detrimento de outros.

A cultura popular não ajuda. Os livros e os filmes de ficção científica com frequência retratam a inteligência extraterrestre de um modo que a maioria dos cientistas considera risível. Os alienígenas destroem cidades na Terra, roubam corpos humanos ou tentam se comunicar conosco por meios tortuosamente oblíquos. Sejam entidades benéficas ou maléficas, os alienígenas em geral possuem uma sabedoria sobre-humana e dominam a física de um modo que lhes permite manipular tempo e espaço para atravessar o universo — às vezes até mesmo um multiverso — num piscar de olhos. Com essa tecnologia, eles frequentam sistemas solares, planetas e até bares da vizinhança repletos de vida senciente. Com o passar dos anos, passei a crer que as leis da física não se aplicam em dois lugares: nas singularidades e em Hollywood.

Do ponto de vista pessoal, não aprecio a ficção científica quando ela viola as leis da física. Gosto de ciência e gosto de ficção, mas apenas quando ambas são honestas, despretensiosas. Do ponto de vista profissional, me preocupa que as representações sensacionalistas dos alienígenas tenham dado origem a uma cultura popular e científica na qual é aceitável rir de muitas discussões sérias sobre a vida extraterrestre, mesmo quando as evidências indicam com clareza que este é um assunto que merece ser tratado. De fato, é um que deveríamos tratar agora mais do que nunca.

Somos a única vida inteligente no universo? As narrativas da ficção científica nos preparam para esperar por uma resposta negativa e que chegará com grande impacto. As narrativas da ciência tendem a evitar inteiramente a pergunta. O resultado é que os seres humanos estão muitíssimo mal preparados para um encontro com uma contrapartida

extraterrestre. Depois que os créditos são exibidos, quando saímos do cinema e olhamos para o céu noturno, o contraste é chocante. Sobre nossas cabeças vemos um espaço praticamente vazio, aparentemente sem vida. Mas as aparências enganam e, para nosso próprio bem, não podemos permitir que esse engano persista.

• • •

Em “Os homens ocos”, um poema no qual medita sobre a Europa pós-Primeira Guerra Mundial, o poeta T.S. Eliot reflete que o mundo expiraria com um gemido e não com uma explosão, como no conflito anterior — até então o mais mortal da história da humanidade. Mas talvez por minha mais antiga paixão acadêmica ter sido a filosofia, eu possa encontrar mais do que desespero na imagem evocativa de Eliot. Encontro também uma opção ética.

O mundo expirará, naturalmente, e com toda certeza com uma explosão. Dentro de cerca de sete bilhões de anos, nosso Sol de 4,6 bilhões de anos, se transformará em um Gigante Vermelho cuja expansão liquidará toda a vida da Terra. Isso não se discute nem se configura como uma questão ética.

A questão ética que encontro em “Os homens ocos” de Eliot não revolve em torno da extinção do planeta, que é uma certeza científica. Ela diz respeito à extinção da civilização humana — e talvez, de fato, de toda a vida terrestre — que é menos garantida.

No momento, nosso planeta se encaminha para uma catástrofe. A degradação ambiental, a mudança climática, as pandemias e o risco sempre presente de uma guerra nuclear são apenas algumas das ameaças mais familiares que enfrentamos. De inúmeras maneiras, preparamos o cenário para o nosso próprio fim. Ele pode vir com uma explosão, com um suspiro ou com ambos — ou com nenhum dos

dois. No momento, todas as opções estão em jogo.

Que caminho escolheremos? Essa é a questão ética no poema de Eliot.

E se a metáfora de Eliot sobre o fim também for válida para determinados princípios? E se a resposta para a pergunta “Estamos sozinhos?” se apresentasse, mas fosse sutil, fugaz, ambígua? E se precisássemos empregar ao máximo nossos poderes de observação e de dedução para sermos capazes de discerni-la? E se a resposta a essa pergunta guardasse a chave para a outra pergunta que fiz — aquela que conjectura se, e como, a vida terrestre e nossa civilização coletiva será extinta?

• • •

Nas páginas que se seguem, considero a hipótese de que tal resposta foi dada para a humanidade no dia 19 de outubro de 2017. Levo a sério não apenas a hipótese, mas também as mensagens que ela contém para a humanidade, as lições que podemos vislumbrar a partir dela, e algumas das consequências que podem resultar de nossos atos — ou omissões — diante desses aprendizados.

Embora possa parecer que ir atrás de respostas para as perguntas feitas pela ciência — desde as origens da vida até as origens de tudo o que existe — é um dos esforços humanos mais arrogantes, a busca em si é um ato de humildade. Medida por todas as dimensões, cada vida humana é ínfima. Nossas realizações individuais são visíveis apenas como a soma do esforço de muitas gerações. Repousamos todos sobre os ombros de nossos antecessores e nossos próprios ombros devem escorar os esforços daqueles que virão. Quando perdemos isso de vista, agimos por nossa conta e risco e esse risco se estende aos que virão.

Existe humildade também em perceber que, quando temos dificuldade em compreender o universo, a culpa está no nosso entendimento e não nos fatos ou nas leis da natureza. Tomei conhecimento disso ainda muito jovem, quando tendia a seguir o estudo da filosofia. Quando comecei a estudar física, essa noção voltou à tona e passei a apreciá-la mais inteiramente quando me tornei astrofísico, de um modo um tanto accidental. Na adolescência, fiquei impressionado com os existencialistas e a atenção que devotam ao indivíduo que enfrenta um mundo aparentemente absurdo; como astrofísico, estou ciente de que minha vida — na verdade, a vida como um todo — é medida pela vasta escala do universo. Descobri que, se encarados com humildade, tanto a filosofia quanto o universo inspiram a esperança de que podemos progredir. Isso exige a devida colaboração científica entre todos os países e a adoção de uma perspectiva verdadeiramente global — mas podemos progredir.

Também creio que às vezes a humanidade precisa de um empurrãozinho.

Notaríamos se evidências de vida extraterrestre aparecessem no nosso sistema solar? Se esperamos o estrondo de espaçonaves desafiando a gravidade e cruzando nosso horizonte, corremos o risco de perder o som sutil de outras chegadas? E se, por exemplo, essa evidência for uma tecnologia inerte ou extinta — o equivalente, talvez, ao lixo de uma civilização de um bilhão de anos?

• • •

A seguir apresento um experimento mental que proponho aos alunos que frequentam meu seminário para calouros em Harvard. Uma nave alienígena pousa em Harvard Yard e os extraterrestres deixam claro que são amistosos. Fazem uma visita, são fotografados nos degraus de

entrada da Biblioteca Widener e tocam o pé da escultura de John Harvard, como fazem tantos turistas terráqueos. Depois, se viram para os anfitriões e os convidam a embarcar em sua nave para uma viagem só de ida até seu planeta de origem. É um tanto arriscado, reconhecem os convidados, mas qual é a aventura que não tem risco?

Você aceitaria a oferta? Faria essa viagem?

Quase todos os meus alunos respondem afirmativamente. A essa altura, mudo o experimento. Os alienígenas permanecem amistosos, mas dessa vez informam aos amigos humanos que em vez de voltar para o planeta de origem, seguirão viagem passando pelo horizonte de eventos de um buraco negro. Mais uma vez, é uma proposta arriscada com toda certeza, mas os alienígenas têm bastante confiança no modelo teórico do que os aguarda e estão dispostos a seguir. O que os alienígenas querem saber é o seguinte: vocês estão prontos? Fariam essa viagem?

Quase todos os meus alunos respondem que não.

As duas viagens são só de ida. As duas envolvem destinos desconhecidos e riscos. Então por que as diferentes respostas?

O motivo mais citado é: no primeiro modelo de viagem, os estudantes ainda conseguiriam usar os celulares para compartilhar as experiências com amigos e família, pois, embora os sinais levassem anos-luz para alcançar a Terra, eles acabariam chegando. Uma viagem que passa pelo horizonte de eventos de um buraco negro, porém, garante que nenhuma *selfie*, nenhuma mensagem de texto, nenhuma informação por mais espetacular que fosse, seria transmitida. Uma das viagens produziria curtidas no Facebook e no Twitter. A outra, com toda certeza, não.

Nesse momento, lembro aos alunos que, depois de olhar pelo telescópio, Galileu declarou que evidências não se importam com aprovação. Isso se aplica a qualquer evidência, seja ela aprendida em

um planeta distante ou do outro lado do horizonte de eventos de um buraco negro. O valor da informação não está no número de “joinhas” que ela obtém, mas no que fazemos com ela.

Aí, faço a eles uma pergunta que muitos estudantes de Harvard acreditam saber a resposta. Será que nós — seres humanos — somos os garotos mais espertos do bairro? Antes que possam responder, eu acrescento: olhem para o céu e percebam que a resposta depende um bocado da resposta que dão a uma das minhas perguntas favoritas — estamos sozinhos?

Contemplar o céu e o universo que se oculta por trás dele nos ensina a humildade. O espaço cósmico e o tempo têm escalas imensas. Existem mais de um bilhão de trilhões de estrelas parecidas com o Sol no volume observável do universo e mesmo o mais sortudo de nós vive apenas 1% de um milionésimo do tempo de vida do Sol. Mas preservarmos a humildade não deve nos impedir de tentar conhecer melhor nosso universo. Pelo contrário, ela deve nos instigar a sermos mais ambiciosos, a fazer perguntas difíceis que desafiam nossos pressupostos e a ir atrás das evidências com mais rigor e menos preocupação com as curtidas.

• • •

A maior parte das evidências sobre as quais este livro se debruça foi coletada em onze dias a partir de 19 de outubro de 2017. Foi esse o tempo que tivemos para observar o primeiro visitante interestelar de que temos conhecimento. A análise desses dados combinados com observações adicionais estabelece nossas inferências sobre esse objeto peculiar. Onze dias parece pouco e não há um cientista que não gostaria que tivéssemos conseguido coletar mais evidências, mas os dados que obtivemos são substanciais, nos permitem inferir muitas

*image
not
available*

mesmo pode ser dito sobre a vida adulta; uma boa definição para ela seria: “o ponto em que você já reuniu experiência suficiente para que seus modelos tenham uma alta taxa de sucesso em prever a realidade”. Talvez essa não seja a melhor forma de apresentar os fatos para crianças pequenas, mas continuo achando que essa definição tem suas virtudes.

Na prática, ela simplesmente quer dizer que devemos nos permitir os tropeços. Abandonar os preconceitos. Empunhar a Navalha de Occam e buscar a explicação mais simples. Estar disposto a abandonar modelos que acabam fracassando, algo que inevitavelmente ocorre quando eles colidem com nossa percepção imperfeita dos fatos e das leis da natureza.

É óbvio que existe vida no universo. Somos a prova disso. E isso significa que a humanidade fornece um conjunto de dados vasto, fascinante — ora inspirador, ora perturbador —, que deve ser levado em consideração quando fazemos conjeturas sobre como agem e o que pretendem outras formas de vida inteligente que podem existir — ou podem ter existido — no universo. Como único exemplo de vida senciente que estudamos em profundidade, é provável que os seres humanos guardem muitas pistas do comportamento de qualquer outro tipo de vida senciente no universo, seja passada, presente ou futura.

Como físico, me impressiona a ubiquidade das leis da física que governam nossa existência em nosso planetinha. Quando contemplo o cosmo, me assombra a ordem, uma vez que as leis da natureza que encontramos aqui na Terra parecem se aplicar até os confins do universo. E por muito tempo, muito antes da chegada do ‘Oumuamua, guardei comigo uma ideia decorrente disso tudo: a ubiquidade dessas leis naturais sugere que, se houver vida inteligente em outras partes, ela quase certamente incluirá seres que reconhecem

*image
not
available*

durante onze dias em outubro de 2017, nossos telescópios tenham acompanhado a trajetória de um objeto originado fora do sistema solar).

• • •

Acabadas as férias, eu e minha família voltamos para nossa casa centenária nos arredores de Boston. A cidade é, sob muitos aspectos, imensamente diferente da fazenda onde fui criado em Israel. São dois lugares bem parecidos, porém, em seu modo de suprir meu amor pela natureza e a minha necessidade de estar em meio a coisas que crescem e que vivem entre nós.

Durante uma caminhada noturna pelo bosque que se estende por trás de nosso quintal, testemunhei a queda de uma grande árvore. Primeiro ouvi os rangidos, depois vi o momento em que cedeu e desabou. O tronco estava oco, boa parte da árvore já estava morta por muitos anos e, naquela data, naquele momento, ela não conseguiu mais se segurar diante do vento. O evento se deu de tal modo que eu pudesse estar ali para assistir a seu fim — parte de uma cadeia causal da qual fui testemunha, mas sobre a qual não tive controle.

No entanto, sob circunstâncias mais favoráveis, nossos atos podem fazer a diferença. Há cerca de uma década, logo que minha família se mudou para Lexington, descobri um galho quebrado em uma árvore jovem no quintal. Um jardineiro me aconselhou a cortar o membro quase amputado, mas, depois de uma inspeção mais próxima, vi que fibras vivas ainda estavam conectadas ao tronco. Escolhi amarrar o galho com fita isolante. Hoje ele se ergue em direção ao céu, bem mais acima da minha cabeça, mas a fita isolante se mantém na altura dos meus olhos. A árvore fica perto da casa, visível de nossas janelas. Mostro-a para minhas filhas para lembrá-las de que pequenos atos

*image
not
available*

principalmente por meio de objetos: os tratores que mantinha, as árvores de nossos pomares das quais cuidava, os utensílios que consertava pela casa e na fazenda. Uma lembrança particularmente nítida é vê-lo subir no telhado de nossa casa no verão de 1969 para garantir que o sinal nos permitiria assistir ao pouso lunar da Apollo 11 pela TV.

Mas, por mais competente que meu pai fosse, o volume de trabalho era tamanho que sobrava um bocado de tarefas diárias para mim e para minhas duas irmãs. Criávamos galinhas e, ainda bem pequeno, eu recolhia os ovos todas as tardes e passava muitas noites de lanterna em punho, caçando frangotes que haviam fugido das gaiolas.

Israel era um lugar bem precário nos anos 1960 e 1970, as décadas da minha juventude. Depois da Segunda Guerra Mundial, refugiados judeus aumentaram a população em um terço e o número de habitante passou de dois milhões para pouco mais de três. Muitos chegavam da Europa e os ecos do Holocausto nunca se ausentavam. Além disso, os países árabes do Oriente Médio eram resolutamente hostis a nosso país, que tinha decidido manter seu território. Os conflitos vinham um atrás do outro: a Guerra do Sinai, em 1956, precedeu a Guerra dos Seis Dias, em 1967, que precedeu a Guerra do Yom Kippur, em 1973. Embora tivesse poucas décadas de existência quando eu era criança, Israel estava mergulhado em história antiga e recente e os israelenses de então — como os de agora — tinham ciência de que a sobrevivência do país dependia em deliberar as consequências de suas escolhas.

Apesar disso, Israel é um lindo país. Beit Hanan e a fazenda de minha família foram lugares esplêndidos para se crescer. A atmosfera de liberdade inspirou meus primeiros escritos, anotações que eu acumulava na primeira gaveta de minha escrivaninha. De fato, durante boa parte de minha vida adulta, me consolou a ideia de que,

*image
not
available*

ocorrido que, se a humanidade encontrasse um planeta habitável onde pudesse estabelecer um posto avançado de nossa civilização, os escolhidos para povoá-lo seriam bem parecidos com as pessoas de Beit Hanan e agiriam de forma semelhante. Como demonstra a história, as demandas imediatas da colonização de postos avançados costumam ser recorrentes.

Por necessidade, esses pioneiros se concentrariam na produção de alimentos e no esforço coletivo de apoio mútuo, do mais idoso ao mais jovem. Também precisariam ser engenhosos e multitarefas, capazes de consertar e criar equipamentos, de cultivar a terra e educar as crianças. Também creio que encontrariam tempo para cuidar da vida intelectual, mesmo em lugar tão remoto. Suspeito que, quando as crianças entrassem na vida adulta, se veriam diante da mesma expectativa que eu encontrei: prestar serviço à sociedade obrigatoriamente.

Meu plano de me tornar filósofo e lidar com algumas das perguntas fundamentais que a humanidade enfrenta há anos foi adiado pela convocação feita a todos os cidadãos com mais de dezoito anos. Esperava-se que todos prestassem serviço. Como eu havia demonstrado potencial para a física durante o ensino médio, fui selecionado para o Talpiot, um novo programa que recrutava anualmente duas dúzias de pessoas para trabalhar em pesquisas relacionadas com a defesa e seguir um rigoroso treinamento militar. Minhas ambições acadêmicas precisaram ser deixadas de lado. Sartre e Camus, os existencialistas que eu lera na juventude, não se encaixavam no novo papel que me havia sido designado. Durante os anos de serviço militar, me concentrar no estudo da física foi o mais próximo que pude chegar de uma atividade intelectualmente criativa.

Embora vestíssemos o uniforme da Força Aérea Israelense, fomos apresentados a todos os setores das Forças de Defesa Israelense.

*image
not
available*

informarei se a sua visita é possível.”

Sem me abalar, enviei uma lista com minhas onze publicações e voltei a telefonar, dias depois. Sage permitiu que eu marcasse uma visita ao final da minha estadia nos Estados Unidos. Quando cheguei a seu escritório bem cedo na manhã marcada, Michelle disse: “No momento há apenas um docente com tempo disponível, Freeman Dyson. Vou apresentá-lo.”

Fiquei animadíssimo. Lembrei-me do nome de Dyson dos livros de eletrodinâmica quântica. Pouco depois de ter me sentado em seu escritório, ele me disse: “Ah, você vem de Israel? Conhece John Bahcall? Ele gosta de israelenses.” Dyson deve ter percebido minha expressão de curiosidade, porque prosseguiu: “A esposa dele, Neta, é israelense.” Confessei nunca ter ouvido falar dele, muito menos da esposa.

Descobri que John Bahcall era astrofísico e, pouco tempo depois, almoçamos juntos. O encontro acabou com ele estendendo o convite para que eu retornasse a Princeton e passasse um mês. Depois eu ficaria sabendo que, neste ínterim, Bahcall se encarregou de fazer uma verificação internacional, perguntando aos mais notáveis cientistas israelenses, como Yuval Neeman, o que pensavam a meu respeito. Seja lá o que tenha ouvido, no final dessa segunda visita John me convidou para ir a seu escritório e me ofereceu um prestigioso *fellowship* que duraria cinco anos, mediante a seguinte condição: que eu estudasse astrofísica.

É claro que aceitei.

• • •

No momento em que comecei a ser encorajado a dedicar minha carreira à astrofísica, eu sequer sabia o que fazia o Sol brilhar. O fato

*image
not
available*

mundo. Você faz uma série de perguntas para a natureza e escuta com atenção as respostas oferecidas pelos experimentos. Quando feita com sinceridade, é uma experiência utilíssima de humildade. O sucesso da teoria da relatividade de Albert Einstein não se deve à sua elegância formal, desenvolvida no decorrer de uma série de publicações entre 1905 e 1915. A teoria não foi aceita até 1919 quando sir Arthur Eddington, astrônomo e secretário da Royal Astronomical Society na Inglaterra, confirmou a previsão teórica de que a luz faria uma curva em virtude da gravidade solar. Para os cientistas, belo é o que sobra da teoria depois de seu contato com os dados.

Embora eu esteja enfrentando as questões existenciais de minha juventude de um modo bem diferente de Sartre e Camus, creio que o garoto guiando o trator pelas colinas de Beit Hanan teria gostado do resultado. Creio que teria admirado a sequência de oportunidades e escolhas que começaram com um encontro às cegas e terminaram com uma família em Lexington.

Mas, de um modo impossível ao meu eu mais jovem, compreendo outra lição dada pela história da minha família, uma que tenho mantido sempre em mente nos últimos anos, enquanto estudo visitantes interestelares no nosso sistema solar.

Às vezes, quase que por acidente, algo excepcionalmente raro e especial atravessa nosso caminho. A vida depende de enxergarmos com clareza o que está bem diante de nós.

• • •

Penso que o caminho incomum que trilhei tenha me preparado para o encontro com o 'Oumuamua. Do ponto de vista científico, minha experiência me ensinou o valor da liberdade e da diversidade, especificamente na escolha de temas de pesquisa e na seleção de

*image
not
available*

consideraria inteligentes. A possibilidade de que nos estendam tamanha cortesia, suspeito, não será determinada pelo que sabemos, mas sim pelo modo como sabemos — ou melhor, por nossa fidelidade ao método científico. Nossa mente aberta para coletar dados que confirmem ou derrubem hipóteses é o que fará com que nossas reivindicações a qualquer inteligência universal sejam ou não justificadas.

Com muita frequência, o que dá início a uma história de detetive na astrofísica é a descoberta de alguma anomalia em dados experimentais ou observacionais, de alguma evidência que não se conforme às nossas expectativas e que não possa ser explicada pelo que sabemos. Nessas situações, é uma prática comum propor diversas explicações alternativas e depois eliminá-las uma a uma com base em novas evidências, até que se chegue à interpretação correta. Foi o caso, por exemplo, da descoberta da matéria escura por Fritz Zwicky, no início da década de 1930. Zwicky se baseou na observação de que o movimento das galáxias em aglomerados exigia mais matéria do que nossos telescópios eram capazes de avistar. Essa teoria foi ignorada até a década de 1970, quando dados adicionais sobre o movimento das estrelas nas galáxias e sobre a taxa de expansão do universo forneceram evidências conclusivas.

O processo de peneirar pode dividir, até mesmo fraturar, áreas inteiras de estudo, criando oposição entre as explicações e seus defensores até que — algumas vezes — um dos lados apresenta uma prova demonstrativa.

É o caso do debate sobre o ‘Oumuamua, que, por falta de provas demonstrativas, se desenrola de forma contínua. De fato, vale admitir logo de início que a possibilidade de se obter uma prova demonstrativa é bem remota. É impossível alcançar o ‘Oumuamua e fotografá-lo. Os dados que temos são os dados que teremos para

*image
not
available*

dez (2,5 grandezas) enquanto o 'Oumuamua girava a cada oito horas. Isso significava que ele tinha um formato extremo que era pelo menos de cinco a dez vezes mais comprido do que largo ao ser projetado no céu. A linha tracejada e branca mostra a curva esperada caso o 'Oumuamua fosse um elipsoide com uma proporção 1:10. Imagem de Mapping Specialists, Ltd., adaptada do Observatório Europeu do Sul/K. Meech et al. (CC BY4.0).

Para os astrofísicos, mudanças de luminosidade em determinado objeto fornecem pistas valiosas sobre sua forma. No caso do 'Oumuamua, ela variava em dez vezes a cada oito horas, o que deduzimos ser o tempo necessário para uma rotação completa. A variabilidade dramática nos dizia que o formato do 'Oumuamua era extremo, com comprimento de pelo menos cinco a dez vezes maior do que a largura.

A essas dimensões, acrescentamos mais evidências sobre o tamanho. Podemos dizer com segurança que o 'Oumuamua é relativamente pequeno. Sua trajetória próxima ao Sol implicava que ele devia ter tido uma temperatura muito alta na superfície, algo que teria sido visível para a câmera infravermelha do Telescópio Espacial Spitzer, lançado pela NASA em 2003. Porém, a câmera do Spitzer não foi capaz de detectar nenhum calor emanando do 'Oumuamua. Isso encorajou a suposição de que devia ser pequeno, o que dificultava a detecção pelo telescópio. Estimamos que tenha cerca de cem metros de comprimento — mais ou menos do tamanho de um campo de futebol — por menos de dez metros de largura. Tenha em mente que mesmo um objeto finíssimo em orientação aleatória pelo céu em geral parece ter alguma largura, o que significa que a largura real do 'Oumuamua pode ser ainda menor.

Vamos presumir que as maiores dessas dimensões estejam corretas e que o objeto media algumas centenas de metros de comprimento por algumas dezenas de metros de largura. Isso tornaria a geometria

*image
not
available*

Mas não consegui me conter e deixar de acompanhar essa história de detetive por um motivo simples: havia uma anomalia mais arrebatadora no ‘Oumuamua.

Como mencionei, quando o ‘Oumuamua passou correndo pelo Sol, sua trajetória desviou-se do que seria esperado considerando-se apenas a força gravitacional do Sol.¹ Não havia qualquer explicação óbvia para tal.

Para mim, esse era o dado mais intrigante de todos os que acumulamos nas quase duas semanas que passamos observando o ‘Oumuamua. Associada às demais informações reunidas pelos cientistas, essa anomalia logo me levaria a formular uma hipótese que me colocaria em desacordo com a maior parte da comunidade científica.

• • •

Durante o frenesi que seguiu a articulação da minha teoria, enfrentei uma sala lotada de repórteres e um mar de microfones estendidos. Era hora do almoço e eu havia acabado de dar três entrevistas de uma hora de duração. Estava faminto. Então, em vez de apresentar uma defesa detalhada da hipótese para os jornalistas, fiz uma referência a um dos meus predecessores no campo da astronomia, na esperança de que isso encorajasse a todos a manter a mente aberta.

Lembrei aos meus ouvintes a declaração de Galileu no século XVII, explicando que as evidências visíveis por seu telescópio sugeriam que a Terra orbitava em torno do Sol. É uma das histórias mais conhecidas e repetidas nos anais da ciência. Em 1610, com a publicação do tratado *Sidereus Nuncius* (que pode ser traduzido como Mensageiro Estrelado), Galileu descreveu as observações que fizera dos planetas a partir de um novo telescópio e declarou — baseado em evidências —

*image
not
available*

desviava ligeiramente — mas de forma significativa alta do ponto de vista estatístico — do caminho delineado apenas pela gravidade do Sol. O 'Oumuamua acelerou para longe do Sol, impulsionado por uma força extra que diminuía mais ou menos como o quadrado da distância do Sol. Que força repulsiva, que se opõe à força de atração gravitacional, poderia ser exercida pelo Sol?

Alguns cometas do sistema solar até apresentam um desvio parecido com o do 'Oumuamua, mas são **acompanhados** por uma cauda de poeira e vapor de água originado pela ação da luz do Sol sobre o gelo.

Se for uma pessoa de sorte, certamente você já viu um cometa passando no céu no quintal da sua casa. Com toda certeza, já viu fotos de cometas ou representações artísticas, retratando sua parte central, ou núcleo, com uma luminosidade difusa e as caudas iluminadas estendendo-se por trás deles. O brilho e a cauda se devem ao fato de que os cometas são rochas geladas de tamanhos variados. Seu gelo é composto principalmente de água, mas, refletindo a distribuição aleatória de materiais pelo universo, esse gelo costuma incluir outras substâncias, como amônia, metano e carbono, por exemplo. Seja lá com qual composição, o gelo em geral evapora e se transforma no gás e na poeira que espalham luz enquanto o cometa passa perto do Sol. É isso que origina a coma, o halo de gelo em evaporação e detritos que confere brilho ao cometa e produz sua cauda peculiar.

Se essa cauda o faz lembrar do combustível saindo da traseira de um foguete, você não está errado. O gelo que evapora no cometa funciona como um jato propulsor. Por causa desse efeito foguete, um cometa liberando gases ou vapores pode se desviar de um caminho moldado apenas pela força gravitacional do Sol. De fato, quando os astrônomos observam um cometa com essa configuração, podemos ser precisos. Avistando um cometa liberando gases e medindo a

*image
not
available*

• • •

Para explicar a trajetória do ‘Oumuamua e manter a suposição de que se tratava de um cometa, os cientistas forçaram ao máximo suas teorias sobre seu tamanho físico e sua composição. Por exemplo, alguns estudiosos desenvolveram a hipótese de que o gelo do ‘Oumuamua era composto inteiramente por hidrogênio e que essa composição explica por que a IRAC não o detectou.⁶ (Emissões de gases contendo carbono são visíveis para a câmera infravermelha da IRAC, mas emissões de hidrogênio puro não seriam.) Em um artigo detalhado, eu e Thiem Hoang, meu colaborador coreano, calculamos que um iceberg de hidrogênio que viajasse pelo espaço interestelar se evaporaria muito antes de alcançar nosso sistema solar. Elemento mais leve da natureza, o hidrogênio alcança com facilidade o ponto de ebulição em uma superfície congelada aquecida por radiação interestelar, gás, partículas de poeira e energia cósmica. De fato, a área periférica do sistema solar é habitada por inúmeros cometas gelados expostos às mesmas condições severas (o vento solar é incapaz de protegê-los, uma vez que é tampado pela pressão do meio interestelar bem mais próximo do Sol). Mas um cometa com gelo feito de hidrogênio puro — aliás, de qualquer coisa pura — seria terrivelmente exótico. Nunca vimos nada remotamente parecido.

Ou melhor, não sabemos da ocorrência natural de nada parecido. Que fique claro, já construímos coisas assim. Por exemplo, foguetes espaciais cujo principal combustível é justamente hidrogênio puro.

Existe, porém, mais uma dificuldade que surge com a hipótese do cometa liberando gases, independentemente do ‘Oumuamua liberar hidrogênio puro ou não. Sua aceleração durante o desvio foi suave e constante. Os cometas são rochas desajeitadas. Suas superfícies acidentadas e irregulares distribuem o gelo ali retido de modo nada

*image
not
available*

gases nem desintegração. A única explicação que veio à minha mente foi a luz solar batendo em sua superfície como o vento faria na vela fina de uma embarcação.

• • •

Outros cientistas estavam ocupadíssimos desenvolvendo suas próprias explicações. Em busca de uma teoria que fizesse sentido diante das evidências, um cientista do Laboratório de Propulsão a Jato da NASA ofereceu uma nova hipótese baseada em descobertas sobre como cometas diminutos em órbitas quase parabólicas têm propensão a se desintegrar antes do periélio. Talvez fosse esse o destino do ‘Oumuamua, sugeriu ele. No momento em que se desviou da trajetória determinada pela gravidade do Sol, ele se tornou uma nuvem fofa de poeira. Ou, na linguagem do cientista, mais precisa, se tornou “um agregado desvolatizado de grãos de poeira fracamente ligados, de possível forma exótica, propriedades rotacionais peculiares e porosidade extremamente alta, características adquiridas no curso do evento de desintegração”.⁷

A hipótese ainda exige que o ‘Oumuamua, desvolatizado, tenha algum nível de ligação, por mais fraca que seja. Afinal, aquilo que restou tinha suficiente integridade estrutural para ser observado enquanto se afastava em alta velocidade. A desvolatização significa que um objeto — digamos, um pedaço de carvão — foi colocado sob condições (altas temperaturas, por exemplo) em que um elemento é removido. Um exemplo que todos conhecemos é quando um pedaço de carvão é aquecido a ponto de se tornar carbonizado.

Esta hipótese sustenta que um cometa sem carbono em sua composição desvolatizou e assumiu uma forma exótica altamente porosa, capaz de se desviar no grau estatisticamente significativo