

Capítulo 17

Origem da vida e vida extraterrestre

Somos nós as únicas criaturas no Universo que pensam sobre sua origem e evolução, ou existiriam outras formas de vida inteligente entre as estrelas?

A origem da vida e a existência de vida extraterrestre vêm sendo focalizadas nos noticiários com grande intensidade desde os anos 1950, mas de forma crescente nos últimos anos, com a possível detecção de fósseis microscópicos em Marte, e da existência de água em forma de oceanos, sob uma manta congelada, na lua Europa de Júpiter.

Qual é a origem da vida? O que diferencia seres vivos de simples matéria orgânica? No contexto de evolução cósmica, a vida resulta de uma seqüência natural de evolução química e biológica da matéria pré-existente, regida pelas leis físicas. A regra fundamental é a de que os seres vivos são organismos que se reproduzem, sofrem mutações, e reproduzem as mutações, isto é, passam por seleção cumulativa. Já a vida inteligente requer mais de uma centena de bilhões de células, diferenciadas em um organismo altamente complexo e, portanto, requer um longo tempo de seleção natural cumulativa.

17.1 Vida na Terra

Segundo a paleontologia, fósseis microscópicos de bactéria e algas, datando de 3,8 bilhões de anos, são as evidências de vida mais remota na Terra. Portanto, cerca de 1 bilhão de anos após a formação da Terra, e apenas 200 a 400 milhões de anos após a crosta ter se resfriado, a evolução molecular já havia dado origem à vida. Desde então, as formas de vida sofreram muitas mutações e a evolução darwiniana selecionou as formas de vida mais

adaptadas às condições climáticas da Terra, que mudaram com o tempo. A evolução do *Homo Sapiens*, entretanto, por sua alta complexidade, levou 3,8 bilhões de anos, pois sua existência data de 300 000 anos atrás. O *Homo Sapiens Sapiens* só tem 125 000 anos, e a civilização somente 10 000 anos, com o fim da última idade do gelo.

Embora nenhuma evidência concreta de vida tenha até agora sido encontrada fora da Terra, os elementos básicos para seu desenvolvimento foram detectados no meio extraterrestre. Por exemplo, a lua Europa pode conter vida, pois reúne os elementos fundamentais: calor, água e material orgânico procedente de cometas e meteoritos.

A análise de meteoritos do tipo condrito carbonáceo, e a observação de moléculas orgânicas no meio interestelar corroboram a idéia de que os compostos orgânicos podem ser sintetizados naturalmente, sem a atuação de seres vivos. Os compostos orgânicos são simplesmente moléculas com o átomo de carbono, que têm propriedade elétrica de se combinar em longas cadeias. Vários meteoritos apresentam aminoácidos de origem extraterrestre, que se formaram, possivelmente, por adesão molecular catalisada por grãos de silicato da poeira interestelar.

A Terra não se formou com a mesma composição do Sol, pois nela faltam os elementos leves e voláteis (H e He), incapazes de se condensar na região demasiadamente quente da nebulosa solar onde a Terra se formou. Mais tarde, os elementos leves (H e He) secundários foram perdidos pelo proto-planeta porque sua massa pequena e temperatura elevada não permitiram a *retenção da atmosfera*. A atmosfera primitiva resultou do degasamento do interior quente, sendo alimentada através da intensa atividade vulcânica que perdurou por cerca de 100 milhões de anos após sua formação. Apesar da ejeção de H_2O , CO_2 , HS_2 , CH_4 e NH_3 na atmosfera, esta não possuía oxigênio livre como hoje, que poderia destruir moléculas orgânicas. A formação de moléculas complexas requeria energia de radiação com comprimentos de onda menores que 2200 Å, providos por relâmpagos e pelo próprio Sol, já que não havia, ainda, na Terra, a *camada de ozônio* que bloqueia a radiação ultravioleta. O experimento bioquímico em laboratório de Miller-Urey, realizado em 1953 por Stanley Lloyd Miller (1930-2007) e Harold C. Urey (1893-1981), demonstrou que, nessa atmosfera redutora, sob a ação de descargas elétricas, é possível transformar 2% do carbono em aminoácidos, a base das proteínas. No experimento de Miller-Urey, um frasco contém o “oceano” de água, que ao ser aquecido força vapor de água a circular pelo aparato. Outro frasco contém a “atmosfera”, com metano (CH_4), amônia (NH_3), hidrogênio (H_2) e o vapor de água circulando. Quando uma descarca

elétrica (raio) passa pelos gases, eles interagem, gerando amino ácidos (glicina, alanina, ácidos aspártico e glutâmico, entre outros). 15% do carbono do metano original combinaram-se em compostos orgânicos.

Em 1959, Joan Oró (1923-2004), na Universidade de Houston, conseguiu produzir adenina, uma das quatro bases do ARN (*RNA*) e ADN (*DNA*), a partir de HCN e amônia em uma solução aquosa. Embora a atmosfera da Terra possa não ter sido redutora no início, vários aminoácidos já foram detectados em meteoritos, mostrando que eles podem se formar no espaço.

17.2 Vida no Sistema Solar

A existência de vida inteligente pode ser descartada em todos os demais planetas do Sistema Solar. Em Marte, onde há água em certa abundância, atualmente em forma de vapor ou sólido, e a pressão atmosférica na superfície é 150 vezes menor do que na Terra, a morfologia da superfície indica que houve água líquida no passado. O *meteorito ALH84001*, proveniente de Marte, mostra depósitos minerais que ainda estão em disputa científica se são restos de nanobactérias¹, compostos orgânicos simples, ou contaminação ocorrida na própria Terra.

17.3 Vida na galáxia

A inteligência, interesse sobre o que está acontecendo no Universo, é um desdobramento da vida na Terra, resultado da evolução e seleção natural. Os seres inteligentes produzem manifestações artificiais, como as ondas eletromagnéticas moduladas em amplitude (AM) ou frequência (FM) produzidas pelos terráqueos para transmitir informação (sinais com estrutura lógica). Acreditando que possíveis seres extraterrestres inteligentes se manifestem de maneira similar, desde 1960 se usam radiotelescópios para tentar captar sinais deles. Essa busca leva a sigla SETI, do inglês *Search for Extraterrestrial Intelligence*, ou Busca de Inteligência Extraterrestre. Até hoje,

¹A bactéria de menor tamanho reconhecida na Terra é a *Mycoplasma genitalium*, com 300 nm. As possíveis nanobactérias, encontradas também dentro de seres humanos, têm diâmetro entre 30 e 150 nm, cerca de um milésimo da largura de um fio de cabelo, e menor que muitos vírus, que não se reproduzem sozinhos, mas somente através de um ser vivo. O tamanho extremamente pequeno das nanobactérias limita muito a investigação científica, e ainda não se conseguiu identificar DNA nelas. O microbiólogo Jack Maniloff, da Universidade de Rochester, determinou como 140 nm o tamanho mínimo para seres vivos, para ter DNA e proteínas em funcionamento.

não houve nenhuma detecção, mas essa busca se baseia em emissões moduladas de rádio, que produzimos aqui na Terra somente nos últimos 60 anos. Hoje em dia, a transmissão de dados por ondas eletromagnéticas está sendo superada por transporte de informação por fibras óticas, que não são perceptíveis a distâncias interestelares.

17.4 OVNI

Devido às grandes distâncias interestelares, e à limitação da velocidade a velocidades menores que a velocidade da luz pela relatividade de Einstein, não é possível viajar até outras estrelas e seus possíveis planetas. O ônibus espacial da NASA viaja a aproximadamente 28 000 km/hr e, portanto, levaria 168 000 anos para chegar à estrela mais próxima, que está a 4,4 anos-luz da Terra. A espaçonave mais veloz que a espécie humana já construiu até agora levaria 80 mil anos para chegar à estrela mais próxima. O Dr. Bernard M. Oliver (1916-1995), diretor de pesquisa e vice-presidente da Hewlett-Packard Corporation e co-diretor do projeto de procura de vida extra-terrestre Cyclops da NASA, calculou que para uma espaçonave viajar até essa estrela mais próxima a 70% da velocidade da luz, mesmo com um motor *perfeito*, que converte 100% do combustível em energia (nenhuma tecnologia futura pode ser melhor que isto), seriam necessários $2,6 \times 10^{16}$ MWatts, equivalente a toda a energia elétrica produzida hoje em todo o mundo, a partir de todas as fontes, inclusive nuclear, durante 100 mil anos, e, ainda assim, levaria 6 anos só para chegar lá. O importante sobre esse cálculo é que ele não depende da tecnologia atual (eficiência de conversão de energia entre 10 e 40%), pois assume um motor perfeito, nem de quem está fazendo a viagem, mas somente das leis de conservação de energia. Essa é a principal razão por que os astrônomos são tão céticos sobre as notícias que os OVNI (Objetos Voadores Não-identificados), ou UFOs (*Unidentified Flying Objects*) são espaçonaves de civilizações extraterrestres. Devido às distâncias enormes e gastos energéticos envolvidos, é muito improvável que as dezenas de OVNI noticiados a cada ano pudessem ser visitantes de outras estrelas tão fascinados com a Terra que estariam dispostos a gastar quantidades fantásticas de tempo e energia para chegar aqui. A maioria dos OVNI, quando estudados, resultam ser fenômenos naturais, como balões, meteoros, planetas brilhantes, ou aviões militares classificados. De fato, nenhum OVNI jamais deixou evidência física que pudesse ser estudada em laboratórios para demonstrar sua origem de fora da Terra.

Quatro espaçonaves da Terra, duas Pioneers e duas Voyagers, depois

de completarem sua exploração do sistema planetário, estão deixando esse sistema planetário. Embora elas já estejam na magnetopausa, elas levarão milhões de anos para atingir os confins do Sistema Solar, onde situa-se a Nuvem de Oort. Essas quatro naves levam placas pictoriais e mensagens de áudio e vídeo sobre a Terra, mas, em sua velocidade atual, levarão muitos milhões de anos para chegar perto de qualquer estrela.

17.5 Planetas fora do Sistema Solar

Desde 1992 até janeiro de 2014 foram detectados 1074 planetas extrassolares, sendo 812 sistemas planetários e 178 sistemas múltiplos, a maioria através das evidências gravitacionais pelo deslocamento Doppler nas linhas espectrais das estrelas; a órbita do planeta em torno da estrela produz o movimento da estrela em torno do centro de massa. Com o lançamento do satélite COROT em 2006 e do satélite Kepler em 2009, ambos já fora de operação na busca de planetas, o método de detecção por trânsito do planeta na frente da estrela, pela pequeníssima redução no brilho da estrela quando o planeta passa na frente da estrela, passou a ser importante. Desde 2004 já foi possível obter imagens de planetas extrassolares diretamente, embora as estrelas em volta das quais os planetas orbitam sejam muito mais brilhantes que os planetas e, portanto, ofusca-os em geral. Em 2009 foi possível obter a primeira imagem de um sistema planetário, com três planetas gigantes, orbitando a estrela HR 8799. Todos os métodos detectam mais facilmente os grandes planetas, tipo Júpiter, que não podem conter vida como a conhecemos, porque têm atmosferas imensas e de altíssima pressão sobre pequenos núcleos rochosos. Detectar planetas pequenos, como a Terra, requerem precisão ainda maior do que a atingível pelas observações atuais. Geoffrey W. Marcy e colaboradores da missão Kepler publicaram em 2014, (*Astrophysical Journal Supplement*, Volume 210, Issue 2, article id. 20, 70) a medida de seis planetas com densidades acima de 5 g/cm^3 e, portanto, rochosos, com caios inferiores a dois raios terrestres. Como só determinamos a massa do planeta e a distância do planeta à estrela, e em casos raros a temperatura e o raio do planeta, não podemos ainda detectar nenhum sinal de vida.

A estimativa do número N de civilizações na nossa Galáxia pode ser discutida com o auxílio da *equação de Drake*, proposta em 1961 por Frank Donald Drake (1930-), então astrônomo no National Radio Astronomy Observatory, em Green Bank, Estados Unidos, e atual presidente do SETI Institute:

$$N = f_p f_v f_i f_c \dot{N} T_t,$$

onde f_p é a fração provável de estrelas que têm planetas (menor que 0,4), f_v é a fração provável de planetas que abrigam vida, f_i é a fração provável de planetas que abrigam vida e desenvolveram formas de vida inteligente, f_c é a fração provável de planetas que abriga vida inteligente e que desenvolveram civilizações tecnológicas com comunicação eletromagnética, \dot{N} é a taxa de formação de estrelas na Galáxia, e T_t é o tempo provável de duração de uma civilização tecnológica. A única variável razoavelmente bem conhecida é \dot{N} , que é simplesmente o número de estrelas na nossa galáxia dividido pela idade da galáxia. Podemos fazer um cálculo otimista, supondo que a vida como a nossa pulula na Galáxia, assumindo $f_v f_i f_c = 1$,

$$N = f_p \dot{N} T_t,$$

isto é, que o número de planetas com vida inteligente seria dado pelo número de novas estrelas com planetas vezes a duração de uma civilização tecnológica. Usando $\dot{N}=3/\text{ano}$, $f_p = 0,4$, e T_t de um século, chega-se a $N=120$. Podemos estimar a distância média entre estas “civilizações”, assumindo que estão distribuídas pela nossa Galáxia. Como nossa galáxia tem aproximadamente 100 000 anos-luz de diâmetro por 1000 anos-luz de espessura, o volume total da galáxia é da ordem de

$$V_G = \pi \times 50\,000^2 \times 1000 \text{ anos} - \text{luz}^3$$

e a distância média entre estas “civilizações” (d_C)

$$d_C = \left[\frac{V_G}{4\pi} \right]^{\frac{1}{3}}$$

onde

$$V_G = \frac{V_G}{N}$$

Se $N=120$, obtemos $d_C \simeq 1\,700$ anos-luz.

Num cálculo pessimista, o valor de N pode cair por um fator de um milhão. Nesse caso, para haver uma única civilização tecnológica na galáxia além da nossa, ela deveria durar no mínimo 300 mil anos. Não há, no momento, nenhum critério seguro que permita decidir por uma posição otimista ou pessimista. A equação de Drake pode ser usada para estimar a distância de uma estrela com civilização tecnológica, já que nossa galáxia tem, aproximadamente, 100 mil anos-luz de diâmetro e 100 anos-luz de espessura. Conclui-se que, para se estabelecer uma comunicação por rádio de ida e volta, mesmo na hipótese otimista, a duração da civilização tecnológica não

poderá ser menor que 12 mil anos. Caso contrário, a civilização interlocutora terá desaparecido antes de receber a resposta. Naturalmente, existem mais de 100 bilhões de outras galáxias além da nossa, mas para estas o problema de distância é muito maior.

Já que não podemos viajar até as estrelas, qual seria a maneira de detectar sinal de vida em um planeta? Considerando que a água é um solvente ideal para as reações químicas complexas que levam à vida, e que seus dois constituintes, hidrogênio e oxigênio são abundantes em toda a Galáxia, consideramos que água líquida na superfície, e, portanto, calor adequado, é um bom indicador da possibilidade de vida. Outros dois indicadores são a detecção de oxigênio e de dióxido de carbono. Oxigênio é um elemento que rapidamente se combina com outros elementos, de modo que é difícil acumular oxigênio na atmosfera de um planeta, sem um mecanismo de constante geração. Um mecanismo de geração de oxigênio ocorre através de plantas, que consomem água, nitrogênio e dióxido de carbono como nutrientes, e eliminam oxigênio. O dióxido de carbono (CO_2) é um produto de vida animal na Terra. Mas essas evidências não serão indicações de vida inteligente, já que na Terra foram necessários 4,5 bilhões de anos para a vida inteligente evoluir, mas somente 1 bilhão para a vida microscópica iniciar. Entretanto, a vida pode tomar formas inesperadas, evoluir em lugares imprevisíveis, e de formas improváveis, os chamados extremófilos. Por exemplo, aqui na Terra, recentemente se encontrou a bactéria *Polaromonas vacuolata*, que vive quilômetros abaixo da superfície, nos pólos, sob temperaturas dezenas de graus abaixo de zero, bactérias em uma mina de ouro da África do Sul, a 3,5 km de profundidade, microorganismos que vivem dentro de rochas de granito, que se acreditava completamente estéreis pela completa falta de nutrientes, até micróbios super-resistentes, como o *Methanopyrus kandleri*, que vivem no interior de vulcões submarinos, em temperaturas muito elevadas (acima de 100C). Essas bactérias se alimentam de gases, como o metano, e outros elementos químicos, como ferro, enxofre e manganês. O micróbio *Pyrolobus fumarii* era a forma de vida mais resistente às altas temperaturas até 2003. Os cientistas haviam registrado exemplares desses organismos vivendo a 113 Celsius. Derek Lovley e Kazem Kashefi, ambos da Universidade de Massachusetts, Estados Unidos, identificaram uma arqueobactéria (a forma mais primitiva de vida que se conhece) a 121 Celsius. O nome científico do micróbio ainda não foi definido. Segundo Lovley, esses microorganismos usam ferro para produzir energia. E outras como as *Sulfolobus acidocaldarius*, acidófilos, que vivem em fontes de ácido sulfúrico. Portanto, aqui na Terra, formas de vida primitiva muito diferentes existem.

Contaminação: a dificuldade de procurar vida extra-terrestre através de experimentos é a possibilidade de contaminação do experimento por vida aqui da Terra. Quando missão Apolo 12 trouxe de volta uma câmara Surveyor 3 enviada anteriormente, encontrou-se uma colônia da bactéria *Streptococcus mitis*, que tinha contaminado a espuma de isolamento da câmara antes de ser enviada à Lua, e sobreviveu não só a viagem de ida e volta, mas os três anos que esteve lá no solo na Lua. Esta bactéria é comum e inofensiva e vive no nariz, boca e garganta dos humanos.