

## QUANTOS SOMOS NO UNIVERSO?

Laerte Sodré Jr.

Instituto Astronômico e Geofísico - USP

O Universo sempre deslumbrou o Homem. E a questão da vida em outros locais que não a Terra também se manteve como uma pergunta sem resposta. Ora povoado por demônios ou monstros aterrorizantes, ora por cow-boys de capacete espacial, ora por computadores pen-santes, a vida no Universo foi discutida em milhares de filmes e li-vros de science-fiction e formou gerações com os olhos voltados pa-rra algo que um dia viria do céu. Alguns, no passado, negaram, com base em um antropocentrismo estreito, a possibilidade de existência de vida em outros pontos do Universo; outros, como Giordano Bruno, receberam a fogueira como recompensa por sua crença na pluralidade dos mundos.

A questão da existência ou não de vida no Universo é hoje uma das grandes indagações colocadas para a Astronomia. Estamos, con-tudo, abandonando o estágio das meras especulações e divagações e começando a enfrentar de forma sistemática, com os recursos disponí-veis, esta questão. Diversos rádio-observatórios mantêm hoje suas antenas voltadas para o céu a procura de sinais de origem intelligen-te. Vários congressos já foram realizados onde se planejou progra-mas de comunicação interestelar via ondas de rádio em frequências se-lecionadas. O problema da vida no Universos está, pois, deixando as estantes dos livros de ficção científica. Ao mesmo tempo está sen-do retirado das mãos daquela pseudo-ciência que, motivada por inter-esses comerciais, não faz mais que manipular a consciência popular criando mundos onde as referências são os disco-voadores, as inva-sões espaciais e coisas do tipo. Este problema começa a ser anali-sado à luz dos progressos obtidos pela Astronomia, Biologia e outras ciências.

Vemo-nos, ao considerar esta questão, diante de alguns pro-blemas de princípio: o que é a vida? o que é a inteligência? Neste artigo, quando falarmos de vida ou inteligência, será tal qual nos-sa experiência empírica o sugere, com as limitações que isso impli-ca.

Nosso objetivo aqui será o de estimar o número de civiliza-

ções que existem hoje em nossa Galáxia em que a vida, tal como a conhecemos, tenha atingido um determinado estágio de evolução, que possibilitou o surgimento de civilizações inteligentes em condições e com interesse em manter uma comunicação interestelar. Um problema sério que irá permear este trabalho é, portanto, a suposição de uma certa semelhança entre o desenvolvimento social e de suas preocupações nas diversas civilizações galácticas que porventura existam.

Para calcular o número de "comunidades galácticas" que adquiriram uma capacidade técnica substancialmente superior à nossa, faremos uso de um tratamento extremamente simples desenvolvido por Frank Drake.

O número de civilizações técnicas avançadas existente possuindo tanto o interesse quanto a capacidade de comunicação interestelar pode ser expresso por:

$$N = E f_p n_v f_v f_i f_c T$$

onde  $E$  é a taxa média de formação de estrelas durante o tempo de vida da Galáxia;  $f_p$  é a fração de estrelas com sistemas planetários;  $n_v$  é o número médio de planetas em cada sistema planetário com ambientes favoráveis à origem da vida;  $f_v$  é a fração desses planetas com ambientes favoráveis onde a vida conseguiu se desenvolver;  $f_i$  é a fração desses planetas com vida, onde a vida inteligente com habilidades manipulativas surgiu durante a vida do Sol local;  $f_c$  é a fração dos planetas povoados por seres inteligentes no qual uma civilização tecnicamente avançada surgiu, durante a existência do Sol local;  $T$  é a vida média de uma civilização técnica.

Vamos agora discutir cada um dos termos envolvidos na fórmula de Drake, objetivando obter algumas estimativas numéricas.

E

As estrelas são formadas a partir da contração gravitacional de nuvens de gás. Essa contração prossegue até o interior da estrela atingir uma temperatura suficiente para que se inicie a fusão do Hidrogênio. A estrela permanecerá com uma luminosidade praticamente constante até que todo o Hidrogênio de seu núcleo central seja transformado em Hélio. Para estrelas com massa igual ou inferior à do Sol, o tempo de queima do H é da mesma ordem de grandeza que a idade da Galáxia ( $10^{10}$  anos). O número de estrelas existentes na Galáxia é cerca de  $10^{11}$ , a maioria das quais com massa

igual ou inferior a do Sol. Uma estimativa, portanto, da taxa média de formação de estrelas é que aproximadamente dez estrelas surgem por ano na Galáxia. Estudos recentes indicam que a taxa de formação de estrelas tende a diminuir com o tempo. Atualmente estima-se que uma estrela se forma por ano na Galáxia e, em seu início, esse número deveria ser muito superior a dez. Esta variação na taxa de formação de estrelas pode ser compreendida se lembrarmos que as estrelas se formam em nuvens de gás. Quanto maior o número de estrelas formadas, menor a quantidade de gás disponível e, portanto, menor a taxa de formação de estrelas. Para nossa estimativa de  $N$  vamos adotar aqui  $E \sim 10$  estrelas/ano.

$f_p$

Grande parte das estrelas não se encontram isoladas mas sim em grupos, formando sistemas duplos, triplos, etc., onde as estrelas estão gravitacionalmente ligadas entre si. Por exemplo, dos sete sistemas estelares mais próximos, incluindo o Sol, cinco são pelo menos duplos, um tem sistema planetário (o Sol) e um parece ser simples. O número de estrelas simples, isto é, que não pertencem a sistemas múltiplos, é estimado em cerca de 15% do total. As teorias modernas de formação do sistema solar sugerem que praticamente todas as estrelas têm associadas a si um sistema planetário. Nos sistemas duplos, contudo, um planeta teria uma órbita estável apenas se girasse próximo a uma das estrelas em um sistema onde a distância entre as duas estrelas componentes fosse grande, ou se girasse distante do centro de massa de um sistema onde a distância entre as componentes fosse pequena. Vemos, portanto, que a grande incidência observada de sistemas múltiplos compromete o número de sistemas planetários possíveis. Em nossa estimativa vamos admitir que 10% do total de estrelas têm um sistema planetário associado. Como em nossa Galáxia o número de estrelas é da ordem de  $10^{11}$ , isto significa que deve existir cerca de  $10^{10}$  sistemas planetários. Logo,  $f_p \sim 10^{-1}$ .

$n_v$

Em nosso sistema solar, o número de planetas com condições favoráveis à origem da vida é pelo menos um (a Terra), podendo ser dois ou três (se incluirmos Marte e Vênus). Infelizmente, a tentativa de se encontrar vida em Marte, pelo projeto Viking, foi infrutífera. Isso não significa, contudo, que não exista ou que nunca

tenha existido algum tipo de vida lá. São uma "pesquisa de campo" mais profunda poderá responder. Aqui nós vamos supor que  $n_v \sim 1$ . Estamos, pois, admitindo que em todos os sistemas planetários existe uma distribuição de planetas que pode possibilitar o surgimento da vida em algum deles em algum tempo. Nas estrelas mais frias que o Sol, que constituem a maioria, as condições necessárias seriam asseguradas por um efeito tipo "estufa", como o observado em Vênus, que garantiria uma temperatura propícia.

$f_v$

Muitas pesquisas têm sido feitas acerca do surgimento da vida em um ambiente como o da Terra primitiva. Elas indicam que o surgimento da vida foi um processo quase inevitável no ambiente primitivo de nosso planeta. Teriam se formado algumas estruturas moleculares auto-reprodutoras que, num meio ambiente dinâmico, teriam evoluído, por seleção natural, para estruturas mais complexas. Assim, estruturas vivas, ainda que primitivas, parecem ter condições de se desenvolverem numa faixa de condições físicas não muito estreita. Vamos admitir aqui que  $f_v \sim 1$ , ou seja, algum tipo de vida surge em alguma época nos planetas em que ela tem condições de se desenvolver. Isto significa que cerca de  $10^{10}$  planetas em nossa Galáxia têm ou tiveram formas ainda que elementares de vida.

$f_i$

A questão da inteligência é das mais difíceis que enfrentamos hoje em dia. Afinal, o que é um ser inteligente? Não é nada trivial afirmar que a vida inteligente surge em um planeta que tenha condições para tal. Nossa experiência na Terra sugere que para que isso ocorra é necessário uma estrutura - o cérebro - com cerca de  $10^3$  gramas ( $10^{11}$  células). Além disso, não é trivial também que todo ser inteligente tenha habilidades manipulativas, isto é, que seja capaz de construir instrumentos. Experiências recentes sugerem que os golfinhos têm uma inteligência (?) muito desenvolvida: parecem poder se comunicar por um grande número de sons e há evidências de que sabem contar. Suas habilidades manipulativas, entretanto, são muito pequenas e eles não parecem ser capazes de desenvolver uma civilização técnica. Vamos admitir aqui que a vida inteligente com habilidades manipulativas surge em cerca de um décimo dos planetas que oferecem condições para tal. Logo,  $f_i \sim 10^{-1}$  e, por

tanto, a vida inteligente pode ter aparecido em  $10^9$  planetas de nossa Galáxia.

$f_c$

A civilização tecnológica desenvolveu-se na Terra em um espaço de tempo extremamente curto: ela cobre menos do que  $10^{-5}$  de nosso tempo geológico e menos que  $10^{-2}$  do tempo em que a Terra foi povoada por homínídeos. Por outro lado sabemos da incrível sucessão de eventos que possibilitou que nossa sociedade se forjasse como tal. É improvável que esse tipo de desenvolvimento seja exclusivo da Terra, mas também é impossível de se vislumbrar diferentes tipos de evolução, tecnológicas ou não, que não referenciadas em nossa própria experiência histórica. Aqui, então, nossa arbitrariedade na definição do parâmetro  $f_c$  é muito grande. Admitiremos que  $f_c \sim 10^{-1}$ , ou seja,  $10^8$  planetas atingiram o estágio de uma civilização tecnológica em algum tempo.

T

Estamos agora interessados em determinar o tempo de vida de uma civilização técnica que tenha interesse e capacidade para proceder a uma comunicação interestelar (via ondas de rádio, por exemplo). Aqui podemos considerar dois casos extremos. O primeiro é de uma civilização que é destruída ou auto-destruída logo após ter atingido a fase comunicativa ( $T \sim 10^2$  anos). O outro caso é o de uma civilização que consegue se desenvolver continuamente, adaptando-se às constantes mudanças climáticas e geológicas que são produto da própria evolução da estrela. Nesse caso, o tempo de vida dessa civilização é da mesma ordem de grandeza que o tempo de vida da estrela ( $T \sim 10^8$  anos). Vamos assumir aqui uma solução de compromisso, admitindo que  $T \sim 10^7$  anos.

Multiplicando os diversos parâmetros envolvidos podemos estimar o número existente de civilizações técnicas que possuem tanto a capacidade quanto o interesse pela comunicação interestelar:

$$N \sim 10^5$$

Esta estimativa supõe que todas as civilizações técnicas desenvolveram-se independentemente. A "colonização" de novos planetas através de viagens espaciais resultaria em agrupamentos de civilizações técnicas que aumentaria muito a probabilidade de existência

de sociedades com as quais, eventualmente, poderíamos nos comunicar.

É curioso notar que se nossa estimativa estiver correta e se admitirmos que estas civilizações estejam distribuídas uniformemente no disco da Galáxia, a distância média entre elas é cerca de 700 anos luz. Isso significa que se transmitirmos uma onda de rádio hoje para uma estrela a essa distância e se ele for recebido e imediatamente respondido, nós receberemos o sinal resposta daqui a 1400 anos! Ademais, um foguete viajando a 40.000 km/h - que é a velocidade típica atingida hoje - levaria cerca de 20 milhões de anos para ir da Terra a esta estrela!

Existem, no momento, diversos rádio-telescópios com programas dedicados à procura de sinais artificiais do espaço, principalmente nos Estados Unidos, Canadá e União Soviética. Nos Estados Unidos, em particular, iniciou-se em 1977, o projeto SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence), estimado para durar cinco anos e que prevê, entre outros, o estudo de diversas estrelas selecionadas num raio de 1.000 anos-luz de nós.

Até o momento não se conseguiu nenhum resultado significativo. Mas as esperanças continuam. Afinal, como afirmou Martin Rees, da Universidade de Cambridge, a ausência da evidência não é a evidência da ausência. Aguardemos, pois.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Intelligent Life in the Universe, I.S.Shklovskii e Carl Sagan  
Hondeu-Day, INC. 1966.
- (2) Communication with Extraterrestrial Intelligence (CETI)  
Ed. by Carl Sagan, The MIT Press - 1973.