

A questão da existência de outros mundos, possivelmente habitados, tem sido levantada desde os tempos antigos. Veja TUIP no. 8.

Como podemos encontrá-los? Em 1950, o físico Enrico Fermi (1901-1954) fez a pergunta: 'Onde eles estão? Em outras palavras, se extraterrestres inteligentes existem, por que ainda não os encontramos? Esta questão, conhecida como o paradoxo de Fermi, deu origem a inúmeras respostas e continua a ser estudada com base em várias hipóteses.

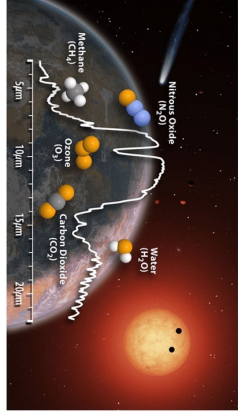
Em 1961, o astrofísico Frank Drake (1930-2022) estabeleceu uma fórmula para estimar o número de civilizações extraterrestres com as quais poderíamos entrar em contato. As possíveis respostas variam de O para os pessimistas a vários milhões para os otimistas. 5

12

A floresta amazônica é a maior área vegetal da Terra. Essa vegetação poderia ser detectada em um exoplaneta?



Alguns exemplos de moléculas detectadas na atmosfera de um exoplaneta que poderiam ser bioassinaturas, ou seja, que indicam a presença de vida (Crédito: Melnick, et al. 2021, JATIS).



Paradoxo e estimativa

A questão da existência de outros mundos, possivelmente habitados, tem sido levantada desde os tempos antigos. Veja TUIP no. 8.

Como podemos encontrá-los? Em 1950, o físico Enrico Fermi (1901-1954) fez a pergunta: 'Onde eles estão? Em outras palavras, se extraterrestres inteligentes existem, por que ainda não os encontramos? Esta questão, conhecida como o paradoxo de Fermi, deu origem a inúmeras respostas e continua a ser estudada com base em várias hipóteses.

Em 1961, o astrofísico Frank Drake (1930-2022) estabeleceu uma fórmula para estimar o número de civilizações extraterrestres com as quais poderíamos entrar em contato. As possíveis respostas variam de O para os pessimistas a vários milhões para os otimistas. 5

A equação de Drake

$$N = R_* \times f_p \times f_i \times f_c \times f_l \times f_e \times f_d \times f_m$$

N: número provável de civilizações em nossa galáxia
R*: número de estrelas que se formam a cada ano em nossa galáxia.
Este parâmetro agora pode ser estimado.

f_p: proporção de estrelas com planetas. Este parâmetro agora pode ser estimado.
n_s: número médio de planetas com probabilidade de abrigar vida por estrela com planetas.

f_i: fração desses planetas onde a vida realmente apareceu.
f_i: fração desses planetas com vida inteligente (civilização).
f_e: fração de planetas com vida inteligente capaz e disposta a se comunicar.
L: duração média de tal civilização em anos.

4 Crédito sciencenotes.org

Planetas extra-solares

Em 1995, a descoberta de planetas extra-solares, dos quais milhares são agora conhecidos, revitalizou a busca por vida extraterrestre. Veja TUIP No. 8. Das centenas de bilhões de planetas que provavelmente existem em nossa galáxia, estamos particularmente interessados em planetas rochosos localizados na zona habitável de sua estrela.

Como podemos detectar vida nesses planetas, quando poucos deles são visíveis da Terra? Certos gases que indicam vida podem estar presentes nas atmosferas dos exoplanetas e podem ser detectáveis da Terra. Pode até ser possível observar grandes áreas cobertas por plantas cuja clorofila pode ser detectável.

Temos mais perguntas do que respostas, mas o futuro parece muito promissor e emocionante. 13

Planetas do Sistema Solar

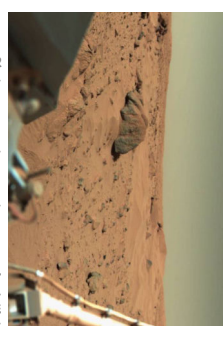
Entre os planetas do Sistema Solar na (ou perto da) zona habitável, Vênus tem condições físicas excessivas, com uma temperatura média de superfície de 464°C e uma pressão 90 vezes maior que na Terra. Mas talvez extraterrestres pudessem viver lá?

O planeta Marte parece ser um candidato mais favorável para a busca por vida. A falsa detecção dos canais em Marte por certos cientistas foi uma ilusão coletiva. A espaçonave Viking não encontrou nenhum canal. Hoje, as extraordinárias conquistas da astronomia espacial tornaram possível enviar dispositivos fixos e móveis para Marte para procurar sinais de vida. O estudo do terreno marciano mostra que água líquida já existiu em Marte, e possivelmente um oceano subterrâneo ainda permanece. 9

A superfície marciana vista pela Viking 1, a primeira espaçonave a pousar em Marte, em 21 de julho de 1976. Não há canais. 8



A superfície marciana vista pela Viking 1, a primeira espaçonave a pousar em Marte, em 21 de julho de 1976. Não há canais. 8



O Universo no meu bolso



Danielle Briot
Observatório de Paris

Quiz
Quais das seguintes afirmações são verdadeiras e quais são falsas? Observe que pode haver várias frases verdadeiras por assunto.

1/ Origem da vida

- a) A vida se formou no planeta Terra.
- b) A vida vem do espaço.
- c) Ainda não sabemos...

2/ Presença de água no sistema solar

- a) A Terra é o único lugar no sistema solar onde se encontra água.
- b) Existem vários oceanos subterrâneos em planetas e satélites.

3/ Vida foi encontrada em um planeta ao redor de uma estrela diferente do nosso Sol.

- a) Verdadeiro
- b) Não, mas a pesquisa é ativa sobre este assunto.

O Deserto do Atacama em flor.
2



Oferecerá uma paisagem como esta:



Paisagem de Marte.



Uma das prováveis condições necessárias para a vida

A vida fora do planeta Terra pode ser muito diferente do que conhecemos. Geralmente se pensa que a água líquida é uma das condições necessárias para a vida. As reações bioquímicas requerem um fluido e a água permanece em estado líquido em uma ampla faixa de temperaturas. A água também é um ótimo solvente e é uma das moléculas mais abundantes no Universo.

Para pressões semelhantes às da Terra, a água é líquida quando a temperatura está entre 0°C e 100°C. Com base nessa faixa de temperatura, uma 'zona habitável' foi definida para planetas no Sistema Solar e estendida para planetas orbitando outras estrelas. Com essa definição, a zona habitável depende da temperatura da estrela e da distância até o planeta. Mas esse conceito é válido apenas como uma primeira aproximação.

7

Respostas

As frases verdadeiras estão em vermelho e as frases falsas estão em azul.

1/ Origem da vida
a) A vida se formou no planeta Terra.
b) A vida vem do espaço.
c) Ainda não sabemos...

2/ A presença de água no Sistema Solar
a) A Terra é o único lugar no Sistema Solar onde se encontra água.
b) Existem vários oceanos subterrâneos em planetas e satélites.

3/ Vida foi encontrada em um planeta orbitando uma estrela diferente do nosso Sol.
a) Verdadeiro
b) Não, mas a pesquisa é muito ativa nesta área.

Lagos de hidrocarbonetos, metano e etano no satélite Titã de Saturno.

Foto de Europa, um satélite de Júpiter, em cores mostrando verdadeiras rachaduras.

Jatos de matéria acima do polo sul de Encélado, um satélite de Saturno.

Será que satélites abrigam alguma forma de vida?

10

O Universo no meu bolso No 19

Este livrinho foi escrito em 2025 por Danielle Briot, do Observatório de Paris, e revisado por Jean Schneider, também do Observatório de Paris.

Imagem da capa: Caixa de metal contendo o Disco de Ouro carregado a bordo das sondas Voyager 1 e Voyager 2 e destinado a uma possível vida inteligente extraterrestre. Na tampa, há um diagrama mostrando como ler o disco. O disco contém imagens e sons sobre humanos e a vida na Terra.

Para saber mais sobre esta coleção e os tópicos apresentados neste livrinho, visite <http://www.tulnmp.org>.

Tradução: Fábio Hapich
TULNP Creative Commons

Os fascinantes satélites do Sistema Solar

Os planetas além da zona habitável são planetas gigantes e gasosos nos quais é difícil imaginar a vida. Mas esses planetas têm muitos satélites muito interessantes. Titã, um satélite de Saturno, tem uma atmosfera e lagos de metano que foram detectados por espaçonaves. Europa, um satélite de Júpiter, tem um oceano de água líquida sob uma camada de gelo; há planos de enviar sondas para perfurar o gelo e procurar vida neste oceano.

Oceanos subterrâneos de água líquida também foram descobertos no satélite Encélado de Saturno, no satélite Ganimedes de Júpiter e, recentemente, no satélite Mimas de Saturno. Outros oceanos subterrâneos são suspeitos. Então, existem muitas possibilidades para a vida!

11

O que é Vida?

Na verdade, ninguém hoje consegue dar uma definição satisfatória para 'vida'. Apesar da falta de uma definição clara, temos algumas ideias sobre o que é vida e, até agora, o planeta Terra é o único lugar conhecido por abrigá-la. A vida pode ser encontrada praticamente em todos os lugares do nosso planeta, como os extremófilos encontrados em condições que nos parecem impossíveis.

O estudo dos seres vivos é chamado de biologia, enquanto a busca por vida em planetas que a Terra é chamada de astrobiologia, bioastronomia ou exobiologia. Esta ciência envolve cientistas de diversas disciplinas: astrofísicos, biólogos, bioquímicos, filósofos...

Geralmente se pensa que a vida começou na Terra, mas não se sabe como. Outra teoria sugere que foi importada do espaço por meteoritos ou cometas.

3

Massa da estrela (t é para o Sol)

Relo da órbita (t é para a órbita da Terra)

Zona habitável

Mars, Terra, Vênus

A zona habitável para planetas no Sistema Solar e para exoplanetas. A Terra está na zona habitável, e Vênus e Marte estão muito próximos.

As estrelas são representadas da mais quente (muito luminosa, massiva, azul e rara) à mais fria (pouco luminosa, pequena, vermelha e muito abundante). A zona habitável fica mais próxima da estrela quando a estrela é menos massiva.

Planetas na zona habitável de estrelas vermelhas são considerados próximos o suficiente de sua estrela para apresentar sempre a mesma parte voltada para a estrela.

6