

Esplorare l'universo: non solo stelle e pianeti. La ricerca scientifica di forme di vita aliene



M.Martini

Univ. degli Studi G. Marconi, Roma

INFN, Laboratori Nazionali di Frascati

La ricerca di forme di vita aliene intelligenti (ETI) è da sempre considerata prerogativa di fanatici, pazzi, visionari, ecc.



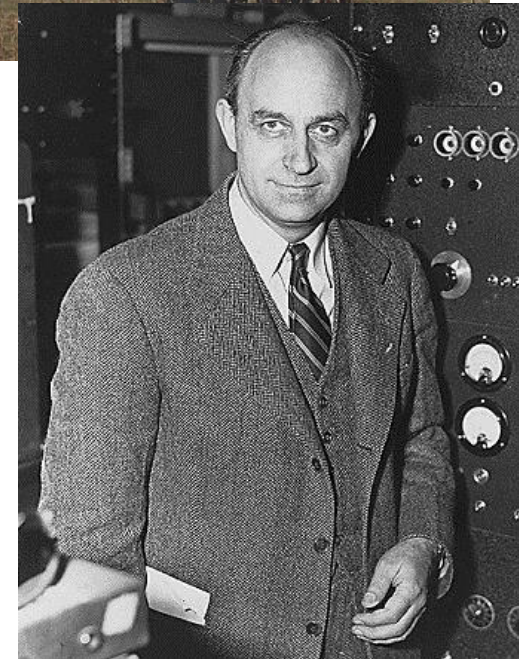
**Quando si parla di “possibilità di trovare ETI”
generalmente si pensa a: avvistamenti, contatti,
rapimenti, ecc.**



**Tutte queste presunte “prove”, diffuse soprattutto grazie
ad internet, sono solo dei falsi che non fanno altro che
creare disinformazione!**



- E' possibile ricercare scientificamente ETI?
- La ricerca si è mai occupata di questa tematica?
- Uno "scienziato" può credere all'esistenza di ETI?



Nel 1950, in un momento di relax durante il pranzo, Enrico Fermi, Edward Teller, Hilbert York and Emil Konopinski discutevano di problemi scientifici “aperti”. Uno di questi era proprio l’esistenza o meno di forme di vita intelligenti fuori dal nostro pianeta.

In quest’occasione Fermi formulò quello che poi divenne il suo paradosso:

“Dove sono tutti quanti?”

In altre parole:

Se la possibilità di avere civiltà extraterrestri è così elevata, perché non li abbiamo incontrati fino ad oggi?

Se consideriamo che:

- Il numero di pianeti nell'universo è elevato
- La vita sulla Terra si è sviluppata abbastanza rapidamente
- Data la vita, è solo una questione di tempo prima che arrivi l'intelligenza
- La vastità del nostro Universo:
 - 100 miliardi di stelle nella Via Lattea
 - 100 miliardi di galassie nell'universo
- l'età del nostro universo

Allora:

Dovremmo aspettarci un alto numero di civiltà nell'universo. A questo punto, è solo una questione di tempo prima che queste sviluppino la possibilità di viaggiare nello spazio e incontrarsi.

Rispondere al paradosso di Fermi non è assolutamente semplice e richiede un'attenta analisi non solo degli aspetti scientifici dell'universo.

Possibili risposte al paradosso potrebbero essere ...

“Dove sono tutti quanti?”

- Esistono ma non hanno ancora civilizzato l'intera galassia
- Esistono ma non sono nella nostra Galassia
- Esistono ma non sanno dove ci troviamo (e noi loro)
- Esistono, sanno dove siamo ma Non vogliono incontrarci

-Non esistono altre ETI

Proviamo a ragionare sul paradosso e sulle sue implicazioni.

Avere “vita” da qualche parte nel nostro universo non rientra nell’analisi del problema che stiamo affrontando:

- Una colonia batterica è sicuramente una forma di vita, ma non una ETI

- Una ETI deve essere in un pianeta “vicino” a noi

- Le ETI devono essere in grado di inviare comunicazioni fuori dal loro pianeta

- Altre civiltà intelligenti devono esistere OGGI**

L'equazione di Drake è proprio una formulazione matematica delle considerazioni fatte per stimare statisticamente il numero di civiltà extraterrestri nella nostra Galassia.

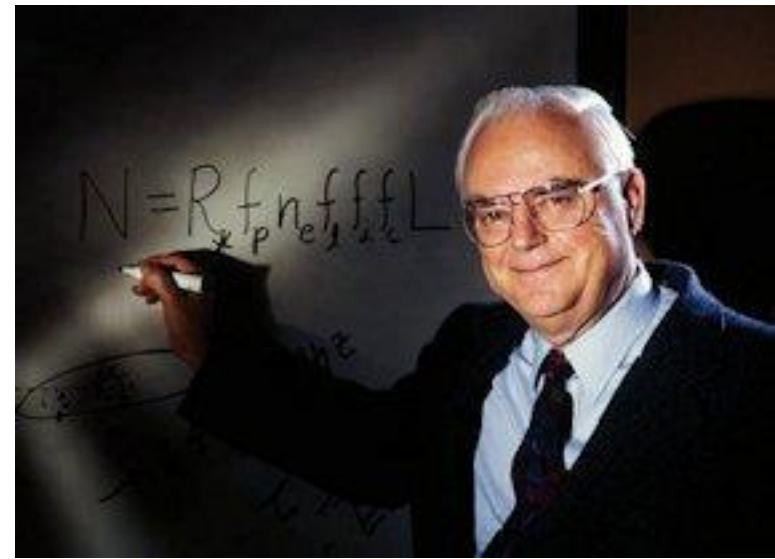
Questa equazione è stata sviluppata dal 1960 dal Prof. Frank Drake.

Chi era Drake? Un altro fanatico che si divertiva a creare video falsi o speculare su questi argomenti?

Astronomo e astrofisico, Drake fu professore alla Cornell University e direttore del Centro di Studi sull'astrofisica e sulla ionosfera (NAIC). Drake fu uno dei padri della radioastronomia e sviluppò diversi programmi di ricerca per ETI.

In cosa consiste questa equazione di Drake?

Indicando con "N" il numero di civiltà comunicative presenti oggi nella nostra galassia, possiamo scrivere:



$$N = N_s \times f_{s-p} \times f_{p-e} \times f_{p-l} \times f_{l-i} \times f_{i-c} \times T_c$$

Qualche volta trovate l'equazione scritta in forme diverse ma il significato non cambia.

Cosa significano tutti questi termini?

N_s = numero di stelle nella nostra galassia

f_{s-p} = frazione di stelle con pianeti

f_{p-e} = frazione di pianeti simili alla Terra

f_{p-l} = frazione di pianeti simili alla Terra che hanno sviluppato la vita

f_{l-i} = frazione di quelli precedenti che hanno sviluppato vita intelligente

f_{i-c} = frazione dei precedenti che sono in grado di comunicare

T_c = vita media di una civiltà

N_s = numero di stelle nella nostra Galassia

Questo numero è molto ben conosciuto dagli astronomi

$$N_s = 200\text{-}400 \text{ miliardi} = (2 - 4) \times 10^{11}$$

Non solo, questo numero deve essere corretto con il tasso di formazione di nuove stelle (stimabile accuratamente da osservazioni)

Dove potrebbe essere la vita?

f_{s-p} = frazione di stelle con pianeti

f_{p-e} = frazione di pianeti simili alla Terra

f_{p-l} = frazione di pianeti simili alla Terra che hanno sviluppato vita.

La stima di questi numeri, spetta ovviamente all'astronomia!

Dove cercare vita? Se ci basiamo sulla nostra esperienza, possiamo immaginare una vita basata sul carbonio.

Per definire un “pianeta simile alla Terra” dobbiamo considerare: temperatura, densità, gravità, orbita, presenza di acqua, ecc.

Oggi abbiamo diversi telescopi, sia in orbita che a terra, usati per identificare esopianeti fuori dal Sistema Solare.



In questo settore di ricerca si vogliono identificare pianeti fuori dal Sistema Solare orbitanti intorno a stelle ed posizionati in “zona abitabile”

Troppo vicino? Troppo caldo!

Troppo lontano? Troppo freddo!

Orbita troppo ellittica? Variazioni termiche troppo alte!

Serve un'orbita stabile nel tempo

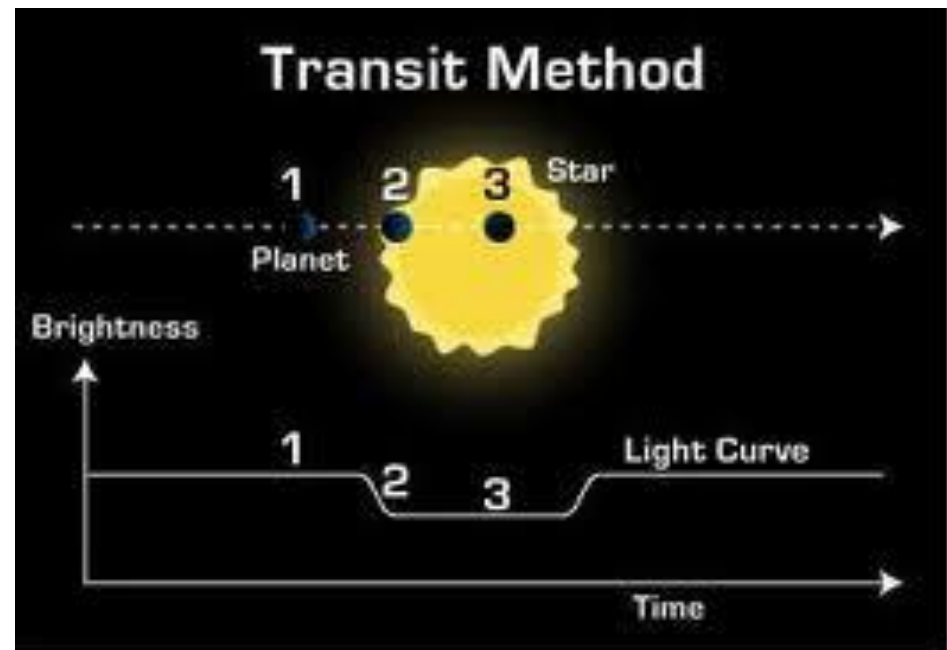
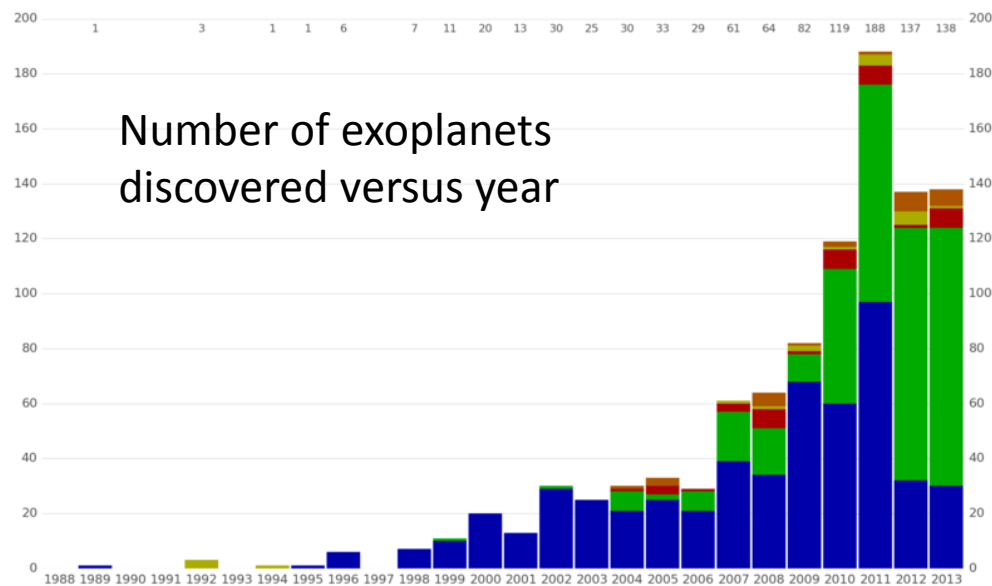
Definizione di Zona Abitabile



Nel 1960, non erano ancora stati identificati esopianeti e solo una stima preliminare era possibile per questi parametri.

Negli ultimi 50 anni Molto lavoro è stato fatto in questo settore sia dal punto di vista esplorativo che osservativo!

Oggi conosciamo 1075 pianeti fuori dal Sistema Solare, appartenenti a 813 sistemi planetari. Molti di questi esopianeti non sono in zona abitabile.



Kepler 22-b

610 anni luce dal Sole nella costellazione del Cigno.

Pianeta roccioso

In orbita intorno a Kepler-22 (nana gialla) in 290 giorni terrestri.

Temperatura media tra -11 e +22 gradi centigradi in funzione della presenza o meno di effetto serra.

Miglior candidato mai trovato (almeno per ora)



A questo punto, abbiamo stimato la probabilità di aver un pianeta di “tipo Terra” nella giusta zona del suo sistema planetario e dove la vita “potrebbe” essersi formata.

Per una stima degli altri parametri l’astronomia non basta!

Statisticamente, ogni stima fatta è affetta da una notevole incertezza dal momento che abbiamo un solo esempio di riferimento: la Terra!

Guardando al nostro caso, potremmo concludere che la probabilità di forma ETI da batteri è 100%, ma questo valore avrebbe un’incertezza del 100%!

Per gli altri parametri, esempio la vita media di una ETI, dobbiamo prendere in considerazione aspetti biologici, sociali, antropologici e l’eventuale sviluppo storico della società stessa.

Una stima di questi parametri è possibile ma, come scienza richiede, non dimenticate mai le “incertezze”!

Nel 1960, usando le informazioni disponibili al tempo, Drake ottenne un valore $N=10$.

Da un punto di vista statistico, nella nostra Galassia ci sono, in media, 10 pianeti con civiltà intelligenti in grado di comunicare con noi in questo momento!

Oggi, usando valori astronomici aggiornati, si ottiene un valore di N pari a circa 23.

Se andiamo a vedere le incertezze, troviamo una banda di errore molto larga con valori di N che vanno da 1 a 600000, cioè da “assolutamente probabile” ad “assolutamente improbabile”.

Attenzione, dal momento che stiamo considerando la Via Lattea, N non può mai essere minore di 1. Perché?

Sicuramente esiste una civiltà che soddisfa tutti i criteri: la razza umana!

Test di comunicazione ...

Supponiamo che una ETI
esista ...

Questo è completamente in
accordo con le possibili
soluzioni dell'equazione di
Drake.

... come possiamo comunicare
con loro?

Come in una normale
conversazione, ci sono due
possibilità: parlare o ascoltare!



Radio Telescopio di
Arecibo a Porto Rico,
gestito dalla Cornell
University

Il più grande
telescopio a singola
apertura disponibile
(diametro 305 m)

Costruito nel 1960 e ancora in
funzione. Usato per radio e radar
astronomia e studi atmosferici.

Parlare ...

1974: Messaggio inviato dal telescopio di Arecibo verso lo spazio per tentare un contatto.

Messaggio inviato verso il cluster globulare M13
(21,000 anni luce da noi) e intercettabile da qualsiasi
punto usando un altro radio telescopio.

Il messaggio riassume alcune nostre conoscenze e scoperte: la struttura del Sistema Solare, i telescopi, la struttura del DNA, ecc.

Il messaggio venne realizzato da Frank Drake insieme ad altri collaboratori (uno di questi fu Carl Sagan).

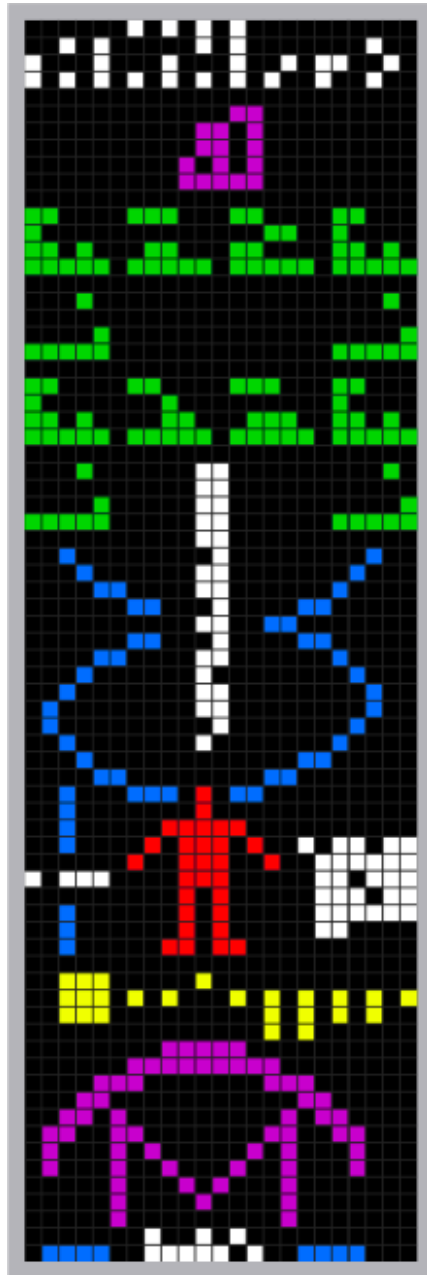
[illegible]

```
00010000001100000001000
00001100001100000010000
00000011000100001100000
00000000001100110000000
00000011000100001100000
00001100001100000010000
```

```

0000001010101000000000
00101000001010000000100
100010000100001001010010
10101010101010100100100
000000000000000000000000
000000000000110000000000
000000000010100000000000
000000000010100000000000
0000000000101010000000000
000000000011110000000000
000000000000000000000000
11000011100011000011000
1000000000000000110010000
11010001100011000011010
11111011110111101101111
000000000000000000000000
000100000000000000000010
000000000000000000000000
000010000000000000000001
1111100000000000000011111
000000000010000000000000
11000011000011000011000
10000000100000000010000
11010000110001110011010
11111011110111101101111
000000000000000000000000
0001000000110000000010
000000000011000000000000
000010000011000000000001
11111000001100000011111
000000000010000000000000
00100000001000000001000
0001100001100000010000
0000001100010000110000
0000001100010000110000
0001000001000000001000
0010000001000000001000
0010000001000000001000
0010000001000000001000
0000110000000011000000
00100011101011000000000
001000000100000000000000
00100000111110000000000
00100001011101001011011
00000010011100100111111
10111000011100000110111
0000000010100000111011
00100000010100000111111
00100000010100000110000
00100000110110000000000
000000000000000000000000
001110000010000000000000
00111010100010101010101
00111000000000101010100
000000000000000101000000
00000000111110000000000
00000011111111000000000
00001110000000110000000
00011000000000011000000
00110100000000010100000
01100110000000110011000
01000101000001010001000
01000100100010010001000
00000100010100010000000
00000100001000010000000
00000100000000100000000
01111001111101001111000

```



Il messaggio di Arecibo è un testo iconografico per riassumere le nostre conoscenze sulla vita, sull'universo e sulla tecnologia (1974)

Matrice 23x73 bit

0 – OFF
1 – ON

Parlare ...

Numeri compresi tra 1
e 10

Sequenza di molecole
nel DNA

Aspetti sull'umanità:
-Un uomo
-Altezza media
-Popolazione mondiale nel
1974

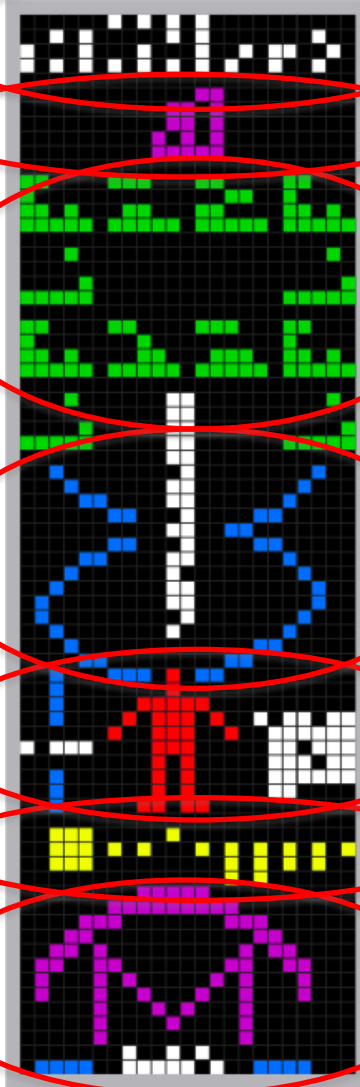
Numeri: 1, 6, 7, 8, 15

Rispettivamente: H, C, N,
O e P.
Elementi nella molecola di
DNA

Doppia elica del
DNA

Sistema Solare

Radio Telescopio



Questo messaggio può essere considerato un tentativo di contatto?

Probabilmente no:

M13 è stata scelta per l'alta probabilità di avere esopianeti in zona abitabile (stima del 1974)

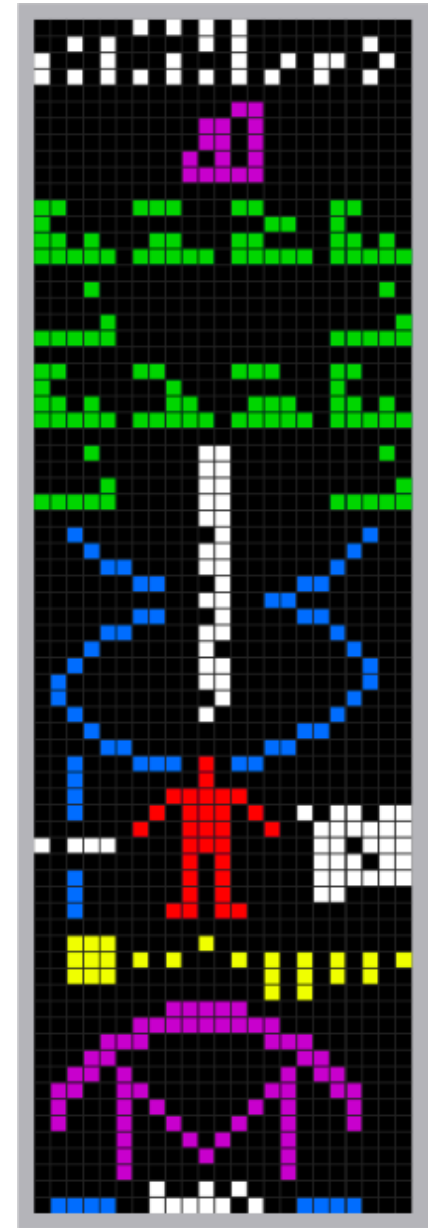
-M13 è 21000 anni luce lontana: 21000 anni servono al segnale per raggiungere M13 e altri 21000 per ottenere una risposta

-Quando il segnale raggiungerà M13, la sua posizione sarà cambiata!

Perché è stato inviato questo messaggio?

Nel 1974, usando il radio telescopio di Arecibo, Hulse e Taylor identificarono per la prima volta le pulsar.

Il messaggio di Arecibo fu solo uno spot creato per mostrare le capacità del radiotelescopio.



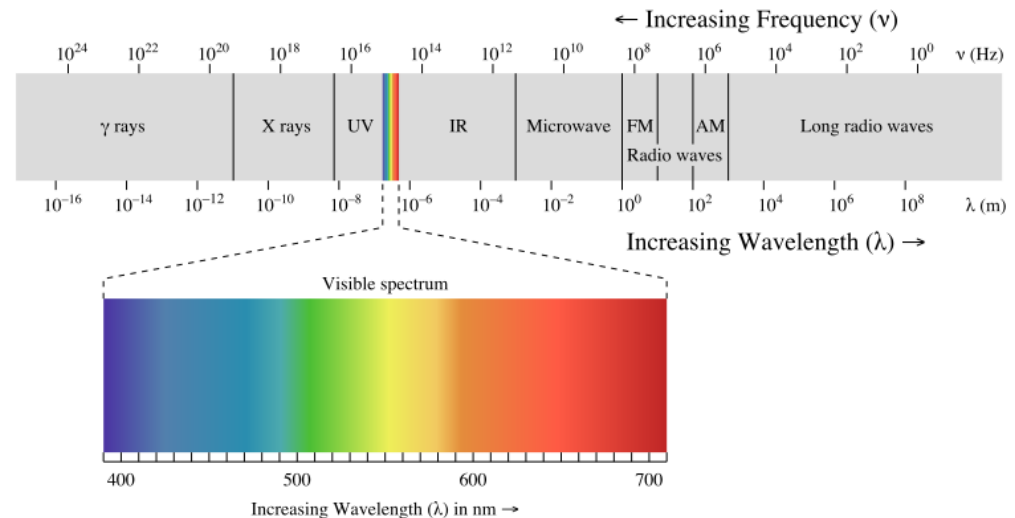
Ascoltare ...

Vogliamo provare ad ascoltare segnali dall'universo. Dunque?

-Quali segnali?

-Segnali provenienti da dove?

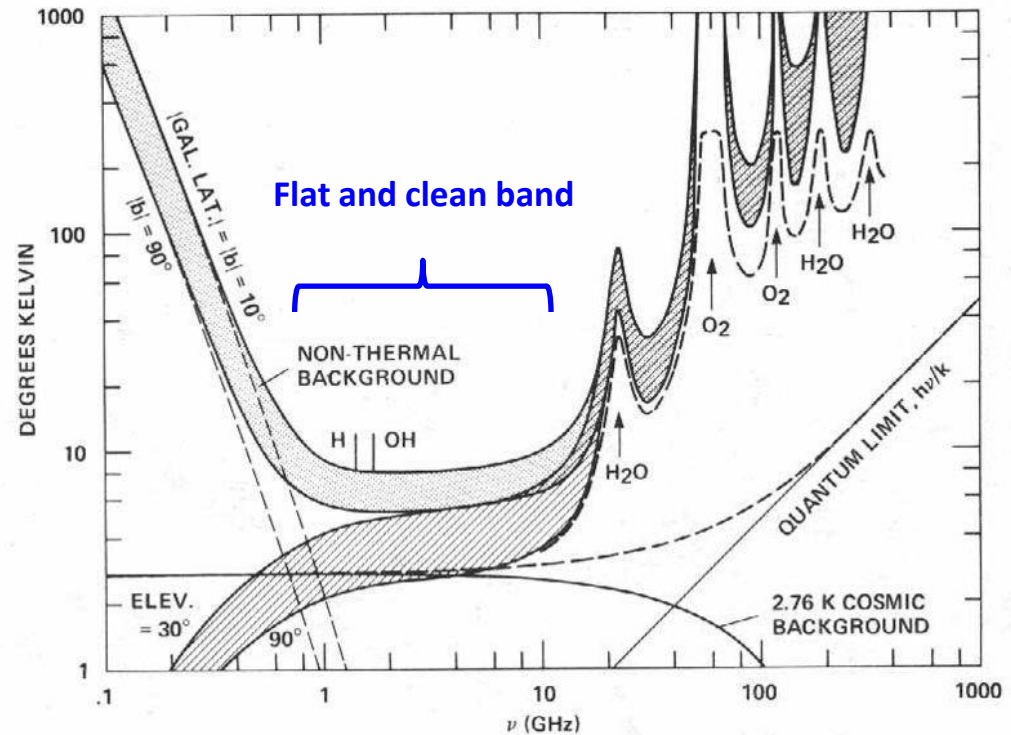
Non possiamo certo pensare di poter ricevere qualsiasi frequenza proveniente da qualsiasi parte dell'universo.



Ascoltare cosa?

Per eliminare contaminazioni di fondo dobbiamo scegliere delle frequenze per cui non ci siano sorgenti conosciute nell'universo.

Osservando lo spettro di emissione dell'universo, esiste una banda piatta e poco popolata tra 1 e 10GHz. In questa regione abbiamo l'emissione dalle molecole di H e OH. Una civiltà evoluta avrà necessariamente degli astronomi che hanno costruito telescopi in grado di osservare idrogeno e OH nella Galassia.



Ascoltare da dove?

Usando un radio telescopio, dobbiamo capire in quale direzione puntare per la nostra ricerca



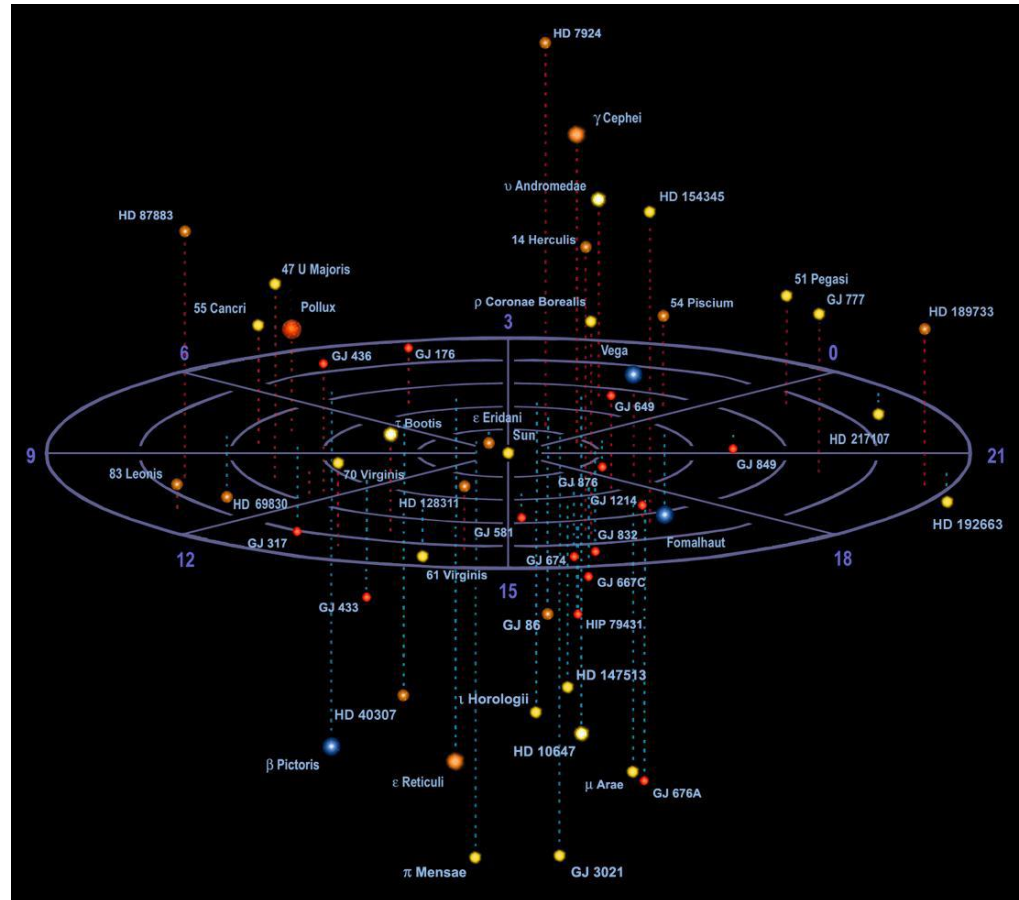
Ascotare da dove?

Usando un radio telescopio, dobbiamo capire in quale direzione puntare per la nostra ricerca

Tutte le stelle riportate nella mappa hanno esopianeti e si trovano entro 60 anni luce da noi. Questa potrebbe essere una ricerca con bersaglio.

Gli astronomi però amano affermare che l'universo è omogeneo e isotropo.

Un'indagine scientifica deve quindi “spazzare” l'intero cielo.



Il più famoso progetto per l'ascolto di segnali è il SETI, Search for ExtraTerrestrial Life.

Il progetto SETI, proposto inizialmente da Drake nel 1974, è costituito da una rete di radio telescopi che osservano l'intero cielo e sono sensibili a segnali tra 1 e 10 GHz.



Nel 1999 il SETI ha iniziato il progetto SETI@HOME. Chiunque può collaborare al progetto mettendo a disposizione il proprio pc per formare una rete di CPU in grado di analizzare velocemente i segnali registrati.

Ci sono però alcune critiche importanti sull'intero progetto:

- Spazzare tutto il cielo senza una direzione preferenziale è come cercare un ago in un pagliaio
- Non possiamo sapere quando (e se) questo progetto potrebbe trovare segnali
- Se anche un segnale venisse registrato, la misura sarebbe ripetibile?

L'ultimo punto è fondamentale. Supponiamo di trovare un segnale, solo 1 segnale solo 1 volta ...

Cosa possiamo concludere? L'incertezza anche in questo caso sarebbe del 100%!

Fino ad oggi, cosa è stato trovato?

Il segnale WOW!

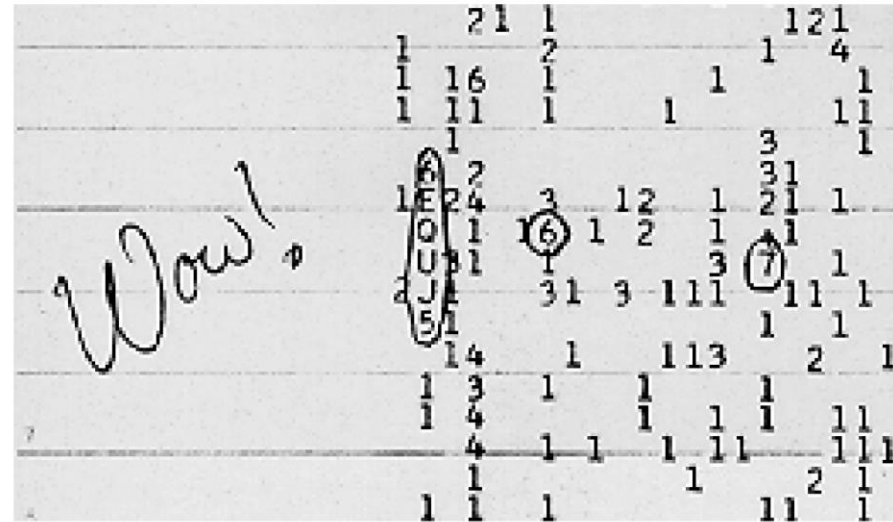
Il 15 agosto 1977, il radio telescopio Big Ear in Ohio ha ascoltato un segnale.

Durata breve, impulso molto energetico.

Il nome “WOW!” viene da un commento scritto dal Dr. Ehman, un volontario del SETI, per esprimere il suo stupore.

Il segnale venne captato soltanto da uno dei telescopi di Big Ear.

Il segnale non è mai più stato ascoltato neanche con strumentazione più sensibile.



Big Ear era fissato a terra e variava la zona esplorata grazie alla rotazione terrestre.

Un segnale ET poteva dunque essere ascoltato solo per 72 secondi.

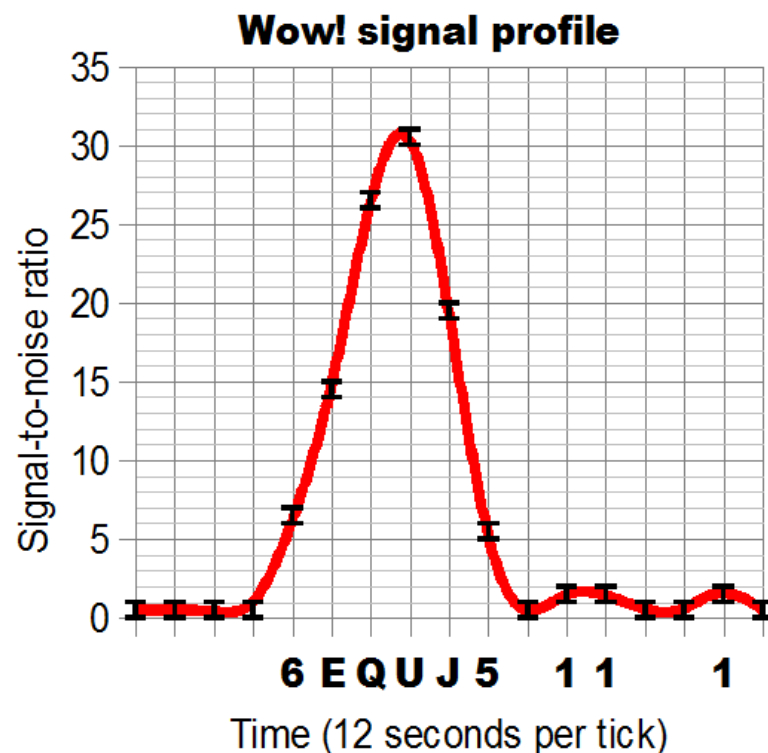
La forma, la potenza e la durata del segnale WOW! sono perfettamente in accordo con quanto ci si aspetterebbe per un segnale ET.

WOW! Proveniva da qualcosa in direzione del Sagittario.

Cosa ha prodotto il segnale?

Oggi, ancora non sappiamo cosa fosse questo segnale. Probabilmente una soluzione razionale esiste, ma ancora non è stata trovata.

Tipico esempio di incertezza al 100%!



Quindi?

-Ci sono state e ci sono ricerche scientifiche di ETI?



-Ci sono prove dell'esistenza di ETI?



Come visto, un'analisi statistica e probabilistica sull'esistenza di ETI è possibile e chiama in causa non solo la fisica e l'astronomia.

Per stimare i parametri dell'equazione di Drake diverse considerazioni sono necessarie e molte di queste hanno grande incertezza poiché basate su un solo esempio: la razza umana.

Tornando al paradosso di Fermi ...

”Dove sono tutti quanti?”

Alla luce delle considerazioni scientifiche fatte:

-Non esistono

-Sono da qualche parte nell’universo ma in una regione troppo lontana da noi, probabilmente non nella nostra galassia.

Uno scienziato può credere all’esistenza di ETI?

Assolutamente si, ma questo è frutto soltanto di considerazioni personali.

Il mio punto di vista personale:

- Altre ETI possono esistere (non possiamo confermare ne escludere la loro esistenza)
- Considerare gli esseri umani la sola forma di vita intelligente nell'universo è una considerazione troppo antropocentrica
- Da un punto di vista scientifico, se la vita intelligente si è sviluppata sulla Terra potrebbe essersi formata anche su altri pianeti nell'universo
- Questa conclusione non implica necessariamente che esista la probabilità di venire a contatto con altre ETI
- L'unico modo di procedere è quello di andare avanti con la ricerca scientifica e capire, un passo alla volta, gli ancora tantissimi segreti del nostro universo!