

## SETI: l'equazione di Drake

Flavio Falcinelli

RadioAstroLab s.r.l. 60019 Senigallia (AN) - Italy - Via Corvi, 96  
Tel: +39 071 6608166 - Fax: +39 071 6612768  
[info@radioastrolab.it](mailto:info@radioastrolab.it) [www.radioastrolab.it](http://www.radioastrolab.it)

*L'articolo commenta la formula base utilizzata per la pianificazione di qualsiasi programma di ricerca SETI: l'equazione di Drake. Con questa relazione è possibile stimare il numero di civiltà extraterrestri presenti nella nostra galassia potenzialmente dotate di capacità comunicative. Nonostante il contenuto quasi esclusivamente probabilistico, l'importanza dell'equazione di Drake è soprattutto metodologica, in quanto evidenzia i fattori importanti dai quali dipende la possibilità di sviluppo di forme di vita intelligenti nell'universo.*

L'idea di utilizzare i radiotelescopi nel tentativo di intercettare messaggi radio intenzionali o tipiche "fughe elettromagnetiche" provenienti dall'attività tecnologica di civiltà extraterrestri evolute risale alla fine del 1950. La possibilità di canalizzare informazione con grande potenza, insieme alla notevole sensibilità dei moderni apparati radio, oltre all'esistenza di una "finestra atmosferica" in questa regione dello spettro elettromagnetico, fanno ben sperare che questa tecnologia sia la più appropriata per una simile ricerca.

Uno dei pionieri nella ricerca via radio (SETI) di intelligenze extraterrestri fu l'astronomo Frank Drake: egli ideò una famosa formula, nota come *equazione di Drake*, che dovrebbe aiutare a stimare il numero di civiltà tecnologiche potenzialmente esistenti nella nostra galassia, calcolando la distanza media fra una civiltà e l'altra. L'equazione è stata presentata per la prima volta in un convegno a Green Bank, nel novembre del 1961: il meeting, al quale parteciparono un selezionato gruppo di scienziati appartenenti a differenti settori della ricerca, doveva servire ad innescare proficue discussioni sulle reali prospettive di una ricerca di intelligenze extraterrestri con mezzi radioelettrici. La formula che Drake presentò si proponeva di evidenziare, con una semplice relazione matematica, i fattori specifici che giocano un ruolo importante nella nascita e nello sviluppo delle civiltà intelligenti nell'universo. Sebbene non sia a tutt'oggi ipotizzabile una soluzione unica a questa equazione, essa è generalmente considerata, dalla comunità scientifica, un sicuro punto di riferimento per valutazioni sensate sulla probabilità di esistenza di civiltà tecnologiche nella galassia. Come si vedrà, ogni termine dell'equazione rappresenta la possibilità di un passaggio chiave nell'evoluzione di una civiltà e i numeri che ne scaturiscono hanno valore puramente teorico: non bisogna dimenticare che qualsiasi valutazione che si può fare in un simile (e delicato) contesto, ha carattere esclusivamente probabilistico, dato che la maggior parte dei valori che possono essere assegnati ai vari parametri non hanno rilevanza sperimentale, ma sono il frutto di ipotesi più o meno fondate (e azzeccate). Pur con tali limiti, l'equazione presenta indubbio interesse scientifico, dato che illustra molto bene le potenzialità di questo tipo di investigazione. A buon diritto essa è diventata il punto di riferimento di tutte le ricerche SETI mondiali.

L'ipotesi di Drake muove dalla considerazione che il numero delle civiltà tecniche progredite che possono esistere nella nostra galassia, in possesso dell'interesse e della capacità di comunicare su distanze interstellari, può essere ragionevolmente stimato utilizzando la seguente equazione:

$$N = R \cdot f_p \cdot n_a \cdot f_v \cdot f_i \cdot f_c \cdot D$$

dove  $R$  è la velocità media di formazione di stelle all'interno della galassia (rapportato alla sua età),  $f_p$  è la frazione di queste che possiedono sistemi planetari,  $n_a$  è il numero medio di pianeti (in ciascun sistema planetario) con ambienti favorevoli allo sviluppo della vita,  $f_v$  è la frazione di tali pianeti dove la vita effettivamente si sviluppa,  $f_i$  è la frazione dei pianeti abitati sui quali (durante il ciclo di vita del sole locale) evolvono forme di vita intelligenti dotate di capacità manipolative,  $f_c$  è la frazione di pianeti popolati da esseri intelligenti capaci di sviluppare una civiltà tecnica progredita,  $D$  è la durata di vita media di questa civiltà.

L'ipotesi basilare è quella di esprimere il numero  $N$  di civiltà tecnologiche come numero di stelle adatte a sostenere la vita, "pesato" (quindi ridotto) da una serie di importanti fattori di selettività (tutti i termini espressi con  $f$  sono frazioni con valori compresi tra 0 e 1), ridotto ancora dal fattore  $D$ . E' chiaramente implicita una condizione di equilibrio stazionario tra le civiltà che emergono e quelle che scompaiono: per ogni nuova civiltà che nasce nella galassia, ce n'è una che muore.

Il risultato dell'equazione fornisce quindi una stima circa il numero di civiltà intelligenti extraterrestri (all'interno della nostra galassia) con cui si presume, in questo momento, di poter comunicare. L'aspetto più delicato del calcolo consiste proprio nell'evidente difficoltà di assegnare valori ragionevolmente approssimati ai parametri, in quanto non si dispone di alcuna evidenza sperimentale che consenta di effettuare una valutazione sufficientemente precisa sul loro valore. Il significato della relazione di Drake non deve essere sopravvalutato: essa intende solamente fornire un ordine di grandezza orientativo circa il numero di civiltà esistenti nella nostra galassia. Ciascuno può avanzare personali ipotesi ed esercitarsi a calcolare il valore di  $N$  inserendo dati più o meno attendibili sulla base dei risultati derivanti dalle scoperte più recenti dell'astronomia e della bio-astrofisica. Come vedremo, si può essere fondamentalmente pessimisti od ottimisti: il fatto notevole è che, in tutti i casi, la stima conduce a una probabilità sull'esistenza di vita intelligente all'interno della nostra galassia molto vicina a uno.

In questi ultimi anni, come conseguenza di importanti scoperte astronomiche, è stato gradualmente possibile assegnare valori sempre più precisi ad alcune variabili. Tuttavia, almeno tre dei parametri dell'equazione di Drake rimangono completamente nell'ambito speculativo. Vediamo come sia possibile tentare una valutazione dell'equazione di Drake basandosi sui risultati delle recenti scoperte.

La velocità di formazione delle stelle nella nostra galassia è approssimativamente di una all'anno: sarebbe quindi  $R=1$ . Una valutazione ottimistica, fatta a suo tempo da C. Sagan e J.S. Sklovskij, considera accettabile un ritmo medio di formazione delle stelle nella Galassia dell'ordine di 10 stelle all'anno ( $R=10$ ). Questi estremi possono fornire una buona idea sull'intervallo accettabile per i valori assunti dal parametro  $R$ : oggi potrebbe essere realistico assegnare a  $R$  un valore di 3 o 5.

Sulla base di considerazioni teoriche e di recenti evidenze osservative è anche ipotizzabile che molto spesso siano associati dei pianeti alle stelle appartenenti alla sequenza principale: si può supporre quindi che  $f_p \approx 1$ . Per confortare questo dato vale la pena ricordare come il numero dei pianeti extrasolari scoperti sia in costante aumento ed è strettamente legato alla disponibilità di nuove e più sofisticate tecnologie strumentali che, in un prossimo futuro (con la realizzazione di strumenti posti in orbita all'esterno dell'atmosfera terrestre), consentirebbero di rivelare direttamente l'esistenza di pianeti di tipo terrestre. La comunità scientifica è comunque abbastanza d'accordo nel ritenere comune l'esistenza di pianeti di tipo terrestre orbitanti attorno a stelle di classe solare. Con simili argomentazioni è ragionevole ipotizzare che le stelle della sequenza principale, di classe spettrale approssimativamente simile al Sole, abbiano una distribuzione di pianeti analoga, con orbite sufficientemente stabili da consentire l'esistenza di acqua allo stato liquido indispensabile per l'origine e lo sviluppo della vita. Si può ritenere, anche in questo caso,  $n_a \approx 1$ .

Se si manifestano condizioni chimico-fisiche idonee, dati un periodo di tempo sufficiente e un ambiente che non sia interamente statico, l'evoluzione di organismi biologici complessi dovrebbe essere inevitabile: la possibile e prossima scoperta di forme di vita, anche relativamente semplici, su Marte o su

altri pianeti all'interno del nostro sistema solare tenderebbe a confermare questa ipotesi. Nel nostro sistema solare la vita ha avuto origine almeno una volta, ma forse due o più: si può allora ipotizzare  $f_v \approx 1$ .

La questione sull'evoluzione dell'intelligenza è molto complessa e delicata, dato che non abbiamo la possibilità di osservare altri casi oltre al nostro: una stima circa la probabilità che questo avvenga a partire da forme biologiche "semplici" è altrettanto difficile. La maggior parte degli scienziati è tuttavia convinta che all'interno della galassia la Terra non sia l'unica sede di esseri dotati di intelligenza e di capacità di manipolazione, e che una volta "innescati" i meccanismi di sviluppo della vita questa debba necessariamente evolvere verso forme intelligenti in grado di produrre tecnologie avanzate. Tuttavia, tenendo conto del fatto che finora, nella sua storia, si è sviluppata una sola specie in possesso di tali caratteristiche (e solo in epoca molto recente), si suppone, per il momento,  $f_i = 1/10$ . Con analoghe considerazioni si può ammettere anche  $f_e \approx 1/10$  per quanto riguarda lo sviluppo delle civiltà tecnologicamente avanzate.

Il valore finale di  $N$  dipende in modo sensibile dalla nostra attesa per la durata di vita media  $D$  (espressa in anni) di una civiltà tecnologicamente avanzata. Questo fattore è probabilmente quello più difficile da stimare. Sembra ragionevole supporre che almeno alcune civiltà tecniche avanzate della nostra galassia, ogni cento, non distruggano se stesse, né perdano interesse per le comunicazioni interstellari, né patiscano insuperabili catastrofi biologiche o geologiche. Come media ragionevole per tutte le civiltà tecniche, di breve e di lunga vita, si può adottare il valore provvisorio di  $D \approx 10^7$  anni.

Stimati, anche se con difficoltà, tutti i parametri, l'equazione di Drake conduce al valore, ritenuto abbastanza ottimistico,  $N \approx 10^6$ , quindi un milione di civiltà intelligenti tecnologicamente avanzate esistenti nella Galassia. In base ai calcoli fatti da C. Sagan e J.S. Sklovskij lo 0.001% delle stelle del cielo dovrebbe quindi avere un pianeta su cui prospera una civiltà avanzata e la distanza che ci separerebbe dalla comunità a noi più vicina potrebbe essere dell'ordine di varie centinaia di anni-luce. Tuttavia, dato che le stime dei fattori che compaiono nell'equazione di Drake sono arbitrarie e variano notevolmente, il risultato finale può teoricamente variare da zero a qualche miliardo di civiltà avanzate, anche se l'orientamento più diffuso fra gli scienziati, che sembra mettere d'accordo ottimisti e scettici, è un valore di  $N$  compreso fra  $10^4$  e  $10^9$ , con una gamma delle distanze corrispondenti fra noi e la civiltà tecnologica più vicina compresa fra 10 e diverse migliaia di anni-luce.

Riassumendo le precedenti conclusioni, si può affermare che il numero di civiltà tecnologicamente avanzate attualmente esistenti nella nostra galassia, sostanzialmente in anticipo rispetto alla nostra, potrebbe essere compreso fra 50000 e 1000000. La distanza media fra le varie comunità sarebbe quindi compresa fra alcune centinaia di anni-luce e circa 1000 anni-luce, con un'età media per civiltà pari a 10000 anni o più. Insisto nel ricordare come ogni stima fatta lavorando con l'equazione di Drake (il lettore è invitato a fare la sua!) abbia valore solo nella misura in cui sono accettabili i valori supposti per i parametri, soprattutto per la variabile  $D$ , e come tali valori rimangano necessariamente arbitrari in quanto difficilmente correlabili con evidenze sperimentali.

Doc. Vers. 1.0 del 20.04.2013  
**@ 2013RadioAstroLab**

RadioAstroLab s.r.l., Via Corvi, 96 – 60019 Senigallia (AN)  
Tel. +39 071 6608166 Fax: +39 071 6612768  
Web: [www.radioastrolab.it](http://www.radioastrolab.it) Email: [info@radioastrolab.it](mailto:info@radioastrolab.it)

**Copyright:** diritti riservati. Il contenuto di questo documento è proprietà del costruttore. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo senza il permesso scritto di RadioAstroLab s.r.l..