

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-64/73 (1964)

I. F. Quercia: ALLA RICERCA DI VICINI NELL'UNIVERSO.

Estratto da: Giornale di Fisica, Vol. V, n. 3 (Luglio-Settembre 1964).

Alla ricerca di vicini nell'Universo.

I. F. QUERCIA

*Laboratori Nazionali di Frascati
Istituto di Fisica della Università di Catania*

Grazie allo sviluppo del metodo sperimentale e più recentemente grazie allo sforzo organizzato nell'attacco dei problemi scientifici, la civiltà moderna ha fatto sì che un grande numero di problemi e di desideri della Umanità superassero la soglia della fantasia, per passare nel campo reale. Il volo umano, la comunicazione del pensiero a grandi distanze, la trasmissione delle immagini, in poco più di un secolo sono passati dallo stato di millenarie aspirazioni dell'Uomo, a realtà quotidiane accessibili a tutti.

Certamente da gran tempo l'Uomo, da quando ha cominciato a comprendere qualcosa circa la natura delle stelle, si è posto la domanda «c'è qualcuno lì su?» A questa domanda, per millenni, hanno dato risposte teorie cosmogoniche, filosofie, religioni; risposte basate su congetture o su asserzioni di fede e che cercavano di volta in volta di nascondere il nostro orgoglio di sentirci unici esseri intelligenti, o il nostro senso di sgomento nel sentirci soli in uno sconfinato universo.

Ora questa millenaria questione è entrata nell'ambito della ricerca scientifica. La scienza formula la questione: «Quante società tecnologicamente sviluppate esistono nella nostra galassia

e come possiamo comunicare con esse?» ed una ampia discussione, iniziata di recente su questo problema (*), ha indicato anche quali vie occorre battere, e quali esperimenti predisporre, per dare ad essa una risposta. È stato anzi fatto di più: un primo esperimento è stato eseguito per tentare di intercettare le eventuali trasmissioni intelligenti provenienti dai pianeti di stelle vicine.

Ma andiamo con ordine. Innanzi tutto, precisiamo che il problema di trovare società tecnologicamente avanzate su altri pianeti del sistema solare, lo consideriamo in qualche modo un problema risolto. Infatti, i pochi pianeti del nostro sistema che sono capaci di vita, entro qualche decennio potranno essere direttamente esplorati da noi. D'altra parte, sappiamo per esperienza che la civiltà tecnologica si sviluppa in pochi secoli, cioè istantaneamente nella scala dei tempi stellari. Dunque, eventuali civiltà su altri pianeti si trovano o al di sotto del livello tecnologico, o molto al di sopra di esso; la probabilità che esse si

(*) A. G. W. CAMERON: *Interstellar Communication* (New York, 1963).

trovino proprio in uno stato di transizione come il nostro è infatti estremamente piccola. Dunque su Marte o su Venere, se c'è una civiltà tecnologica deve essere molto più avanzata della nostra, ed allora perchè non è

solare, alla portata delle nostre astronavi di dopodomani, ci rimane la speranza di altri sistemi planetari. Nella nostra galassia ci sono 150 miliardi di stelle: quante di queste posseggono un sistema di pianeti? La risposta a

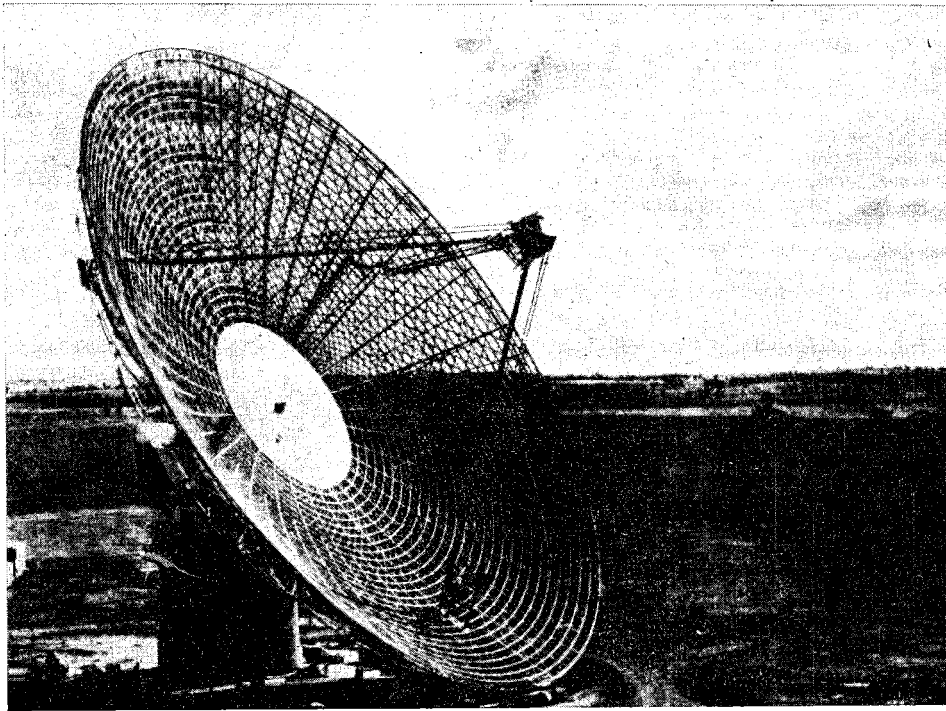


Fig. 1. - Radiotelescopio di Parkes, N. S. W., Australia, diametro 210 piedi.

ancora entrata in contatto con noi? Naturalmente si può o no accettare questo argomento; è ovvio per esempio il sospetto che altre società non abbiano alcuna voglia di entrare in contatto con noi, comunque resta ampio campo per l'eventuale sviluppo di forme di vita, anche intelligenti, e che non abbiano nessun interesse per lo sviluppo tecnologico della loro civiltà.

Ridotte dunque molto le nostre speranze di trovare una civiltà tecnologicamente avanzata nel nostro sistema

queste domande dipende strettamente dal meccanismo con il quale i sistemi di pianeti si formano. Fino a circa 30 anni fa gli astronomi accettavano la teoria di Jeans, secondo la quale il sistema di pianeti del Sole è assolutamente eccezionale, perchè creato dalla collisione tra due stelle, un evento inconcepibilmente raro. Nel 1930 l'astronomo americano H. N. Russell dimostrò che la ipotesi della collisione non si accorda con il fatto osservato che la quasi totalità delle quan-

tità di moto del sistema planetario è concentrata nel moto dei pianeti attorno al Sole. Più recentemente, altre teorie sono state formulate, e queste hanno mostrato quantitativamente che stella centrale e pianeti si possono formare da una singola originaria massa gassosa rotante. Un evento dunque di ordinaria amministrazione tra le stelle; e pertanto è possibile che una notevole percentuale di stelle possieda pianeti.

Possiamo dunque supporre che, delle diecimila stelle che si trovano da noi non più distanti di 100 anni luce, una buona percentuale possieda dei pianeti. Naturalmente non tutti i pianeti sono in grado di dare luogo alla formazione della vita; infatti alcuni, troppo vicini alle stelle, sono troppo caldi, altri, lontani, troppo freddi.

In quei pianeti poi in cui si sviluppa la vita, e raggiunge forme intelligenti, non è detto che necessariamente se ne evolva una civiltà tecnologica. Nel nostro pianeta, di almeno cinque civiltà esistite, solo una ha preso l'indirizzo tecnologico. Tenuto conto dunque di tutti questi fattori, alcuni dei quali, specie quelli non astrofisici, possono essere valutati solo molto approssimativamente, si può calcolare qual'è il numero di civiltà tecnologiche che è probabile si trovino ad esistere ora entro una certa distanza da noi.

Questo calcolo, ma sarebbe meglio chiamarlo stima, è stato fatto e discusso da specialisti e scienziati in una ristretta conferenza tenutasi nel 1961 al National Radio Astronomy Observatory, a Green Bank, W. Va. (U. S. A.). Le valutazioni a cui essi sono arrivati dipendono da un para-

metro N , che tiene conto separatamente di diversi fattori. N è definito come il numero di società intelligenti in grado di comunicare messaggi, esistente ad un determinato istante. Questo numero è dato dal prodotto di diversi fattori, secondo la formula

$$N = R_x f_p n_e f_e f_i f_c \mathcal{L},$$

dove

R_x = velocità di formazione delle stelle,
 f_p = frazione di stelle che posseggono pianeti,

n_e = numero di pianeti per stella con possibilità di vita,

f_e = frazione del numero di pianeti, nei quali la vita si sviluppa,

f_i = frazione del numero dei pianeti nei quali la vita si evolve in forme intelligenti,

f_c = frazione delle culture intelligenti che arriva al grado di comunicare,

\mathcal{L} = durata di tempo passato da una civiltà nello stato tecnologico che consente lo sviluppo di sistemi di comunicazione.

I primi due numeri possono essere valutati da osservazioni astrofisiche; si stima $R_x = 1$ stella per anno, e $f_p = 0,4$, cioè su 10 stelle 4 sono in grado di avere uno o più pianeti. Gli altri numeri sono stimati dalla osservazione del nostro sistema solare e dallo sviluppo della vita e civiltà sulla Terra. Si può assumere

$$n_e = 1 \div 5; f_e = 1; f_i = 1; f_c = 0,2.$$

Rimane da stimare l'ultimo fattore, che tiene conto della durata presumibile della fase tecnologica di una civiltà su un pianeta. Se questa du-

rata è più grande di centomila anni, la formula precedente ci dice che abbiamo una certa probabilità di trovare dei « vicini di galassia » a qualche decina di anni luce da noi; ma se la civiltà tecnologica è generalmente effimera, ed ha in sé le ragioni della propria autodistruzione entro, per esempio, mille anni, dobbiamo abbandonare le speranze di avere « vicini » meno lontani di migliaia e migliaia di anni luce.

Forzando un pò queste conclusioni, si potrebbe dire che la esplorazione dell'Universo alla ricerca di civiltà tecnicamente avanzate ci può dare una previsione sul nostro futuro: se non ne troviamo vicine entro qualche decina di anni luce, può volere dire che la nostra attuale forma di civiltà ha poche probabilità di sopravvivere più di qualche millennio.

Ma come entrare in contatto con i nostri vicini eventuali? Quando si tratti di uscire dal sistema solare, è facile dimostrare che i viaggi interstellari di astronavi vanno definitivamente relegati nel dominio della fantascienza. Per esempio è stato calcolato da E. Purcell ciò che occorrerebbe per un viaggio di andata e ritorno da una stella distante 12 anni luce. Supponendo di voler viaggiare con una astronave capace di raggiungere una velocità solo di 1 per cento inferiore a quella della luce, e tenuto conto del tempo occorrente per accelerare e frenare (1 anno per ciascuna di queste operazioni) il tempo impiegato per il viaggio sarebbe di 28 anni terrestri; gli astronauti però invecchierebbero solo di 10 anni secondo la teoria della relatività. La energia occorrente al razzo per spingere

a questa velocità una astronave di 10 tonnellate, dovrebbe essere fornita dall'annichilimento di 200 mila tonnellate di antimateria con altrettante di materia! Ma questo problema impallidisce, rispetto al problema, ben più grave, di schermare il nostro pianeta dal flusso di raggi gamma pari ad un miliardo di miliardi di watt di potenza, emesso dal razzo alla sua partenza.

Lasciamo dunque il campo dei viaggi interstellari alla fantasia degli scrittori di fantascienza, e torniamo a ciò che la scienza e la tecnica attuali possono fare.

Per cominciare con i nostri vicini, se ne esistono, non rimane dunque altro che usare i segnali radio, o più in generale le onde elettromagnetiche, di cui i segnali radio, come la luce, fanno parte.

Le onde elettromagnetiche che possono essere usate per queste comunicazioni sono limitate entro una ristretta banda di frequenza da diverse ragioni. Prima di tutto, la nostra atmosfera non è trasparente altro che per delle ristrette « finestre »; una di queste corrisponde alla « finestra ottica », corrispondente alle lunghezze d'onda della luce, ed infatti ci arriva la luce delle stelle; un'altra è la così detta « finestra radio » corrispondente a lunghezze d'onda circa tra 1 e 100 centimetri. Ma se ci proponiamo, per esempio, di ricevere dei segnali intelligenti, dobbiamo tenere conto che questi saranno probabilmente molto deboli, e pertanto sarà opportuno scegliere delle lunghezze d'onda di ricezione che siano poco disturbate sia dalla emissione di onde radio che produce il sole, sia dalla emissione di tutto il resto della ga-

lassia. Seguendo delle considerazioni di questo tipo, il fisico italiano Cocconi ed il fisico inglese Morrison, in una nota oramai famosa, proposero nel 1959 di porre qualcuno dei più grandi radiotelescopi esistenti in ascolto di

che, in ragione di 1 per centimetro cubo, si trovano più o meno uniformemente diffusi in tutta la nostra galassia. Se esistono, i nostri vicini tecnologicamente progrediti faranno anche loro questo nostro stesso ragiona-

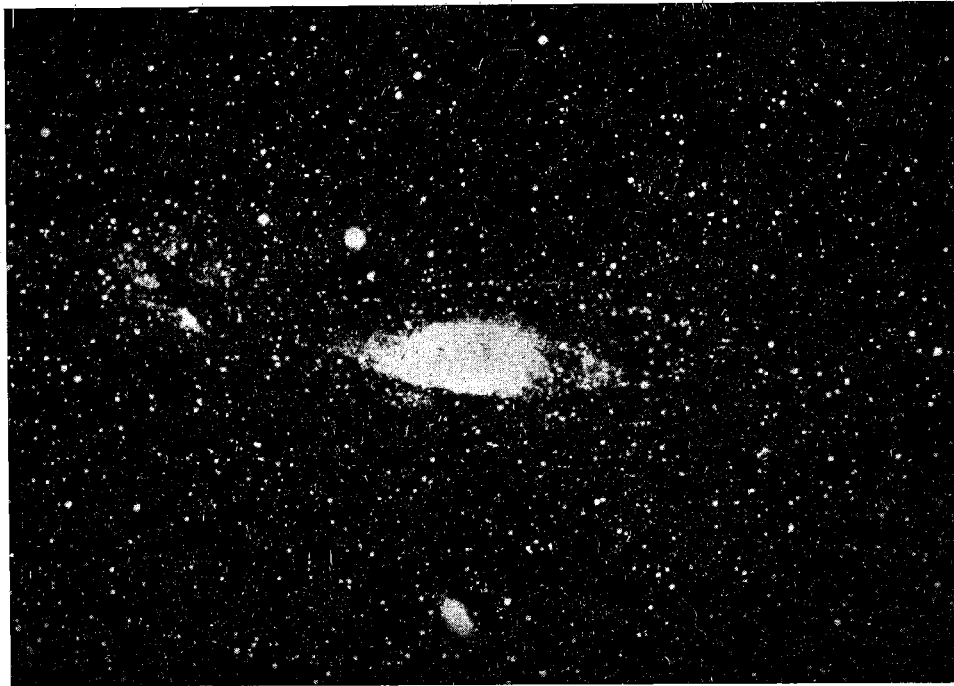


Fig. 2. - Grande nebulosa spirale d'Andromeda, NGC 224, M 31, telescopio Schmidt dell'osservatorio della Haute-Provence.

eventuali segnali intelligenti provenienti dalle stelle più vicine. Naturalmente non sappiamo su quale lunghezza d'onda trasmettono i nostri eventuali vicini, ma fortunatamente, come fecero osservare Cocconi e Morrison, proprio entro la « finestra radio » esiste una lunghezza d'onda singolare, che non può non essere nota anche ai nostri vicini. Si tratta della lunghezza d'onda di 21 centimetri, emessa spontaneamente da tutti gli atomi di idrogeno neutro

mento. Che tipi di segnali « intelligenti » ci invieranno? Sono questioni aperte alla discussione. Per ora un primo tentativo, detto progetto Ozma (*), di porsi in ascolto sulla frequenza dello idrogeno è stato fatto: il radiotelescopio da 85 piedi di diametro del National Radio Astronomy Observatory

(*) Vedi F. D. DRAKE: *Physics Today*, **14**, 40 (1961).

(U.S.A.) è stato puntato dal maggio al luglio 1960 sulle due stelle distanti circa 10 anni luce, chiamate « Tau Ceti » e « Epsilon Eridani », e che rispondono alle condizioni che oggi si pensano necessarie per possedere pianeti abitabili.

Per la ricezione è stata scelta appunto la frequenza di 1420 MHz, corrispondente alla riga emessa dall'idrogeno. Un sistema particolare di ricevitori è stato impiegato allo scopo di distinguere un segnale, anche molto debole, dal « rumore di fondo » proveniente dallo spazio o da interferenze terrestri e raccolto dalla grande antenna. Infatti, nel fuoco di questa sono posti due distinti ricevitori, in modo tale che a ciascuno di essi è associata una direzione di ascolto leggermente diversa. Uno dei ricevitori è puntato sulla stella dalla quale ci si aspettano dei segnali, e l'altro è puntato in una regione del cielo immediatamente vicina alla stella. Con un sistema di commutazione è quindi possibile registrare solo i segnali « differenza » tra i due ricevitori: ciò consente di ridurre di un notevole fattore il « rumore di fondo », dovuto a interferenze terrestri e raccolto dai lobi laterali di sensibi-

lità dell'antenna. Per ridurre l'effetto del « rumore di fondo » cosmico, vengono di nuovo impiegati due canali di ricezione, l'uno ad altissima selettività, corrispondente ad una banda di soli 100 Hz, l'altro a banda larga. Poiché il rumore di fondo cosmico contribuisce, in maniera circa uniforme, alle varie frequenze ricevute sulla banda più larga, la differenza tra i due canali cancella quasi completamente tale fondo, e mette in evidenza l'eventuale segnale « intelligente » che si trovasse entro la banda ristretta di frequenze ricevute. Infine, allo scopo di ottenere la massima possibile sensibilità, il primo stadio di amplificazione del ricevitore è costituito da un amplificatore parametrico.

Dopo 150 ore di osservazione nessun segnale intelligente è stato osservato.

Questo primo tentativo sarà seguito da altri. La probabilità di trovare vicini con cui comunicare è piccola, ma se non provassimo questa probabilità sarebbe zero. È questo, io trovo, uno dei più affascinanti capitoli della esplorazione dell'universo che sia aperto alla scienza moderna.