



ScientificaMente  
5

*Avverbi ha come scopo  
la promozione e la diffusione  
della cultura scientifica e razionale*

Dallo Statuto della Società

Collana diretta da Pietro Greco

**Mario Menichella**

# **A caccia di E.T.**

Prefazione di Margherita Hack

Copyright © 2002 Avverbi srl  
Piazza in Piscinula, 1 00153 Roma  
e-mail: [avverbi@tiscalinet.it](mailto:avverbi@tiscalinet.it)  
<http://www.avverbi.it>  
I edizione: novembre 2002  
Tutti i diritti riservati

Coordinamento redazionale:  
Rosalba Capozzi

Copertina:  
Daisy Jacuzzi

ISBN: 88-87328-



# INDICE

PREFAZIONE di Margherita Hack	9
INTRODUZIONE	15
1. IN ATTESA DI UN SEGNALE	19
L'improvviso arrivo di un segnale dal cosmo, p. 19 - Quando il segnale si rivela un falso allarme, p. 23 - Lo shock provocato dalla scoperta di un segnale, p. 27 - La sfida della decifrazione del messaggio, p. 30 - I nostri messaggi lanciati nello spazio, p. 36.	
2. I PROGETTI SETI: IERI, OGGI E DOMANI	43
Caccia solitaria o ricerca planetaria?, p. 43 - La grande odissea del Progetto Phoenix, p. 48 - Altre campagne di osservazione radio, p. 52 - L'hobby di "ascoltare" gli extraterrestri, p. 57 - Una via alternativa: i segnali luminosi, p. 62 - La nuova ricerca Seti con il telescopio Allen, p. 66 - Verso i super-radiotelescopi del futuro, p. 68.	
3. SINTONIZZARSI SULLE "FM" DI E.T.	73
La scelta del mezzo di comunicazione, p. 73 - Dalle trasmissioni televisive ai radiofari, p. 77 - Nei panni del nostro amico alieno, p. 81 - Alla ricerca del classico "ago nel pagliaio", p. 86 - L'aumento delle interferenze terrestri, p. 90 - Il misterioso giallo dei segnali fantasma, p. 93.	
4. GLI ALTRI METODI DI CONTATTO	97
Le civiltà su scala planetaria, p. 97 - Le civiltà stellari e galattiche, p. 102 - La ricerca di opere di astroingegneria, p. 105 - Artefatti e paleovisite nel Sistema Solare, p. 109 - Ufo, rapimenti alieni e altri fenomeni, p. 113 - Le strategie di ricerca di altre civiltà, p. 118 - I problemi del volo interstellare, p. 123.	
5. A CACCIA DI PIANETI ABITABILI	127
Dove conviene cercare la vita terrestre, p. 127 - Alla scoperta dei primi grandi pianeti, p. 132 - La grande caccia ai pianeti di taglia terrestre, p. 136 - Alla ricerca dei possibili segni di vita, p. 141 - Uno sguardo verso il futuro più remoto, p. 145.	

## PREFAZIONE

6. LA STORIA DELLA VITA TERRESTRE	149
Dal Big Bang all' <i>Homo technologicus</i> , p. 149 - In che habitat è nata la vita terrestre?, p. 154 - I vari stadi dell'evoluzione biologica, p. 159 - Lo spazio diventa protagonista, p. 163 - Alcune ipotesi sull'origine della vita, p. 168 - No, non c'è vita aliena di tipo terrestre, p. 173 - Sì, altrove ci può essere vita, p. 177.	
7. GLI ALIENI CHE STIAMO CERCANDO	181
Perché siamo una specie... speciale?, p. 181 - L'origine evolutiva dell' <i>Homo sapiens</i> , p. 185 - L'intelligenza umana e quella animale, p. 190 - Alcuni esempi di intelligenze terrestri, p. 193 - L'importanza di una tecnologia avanzata, p. 197 - No, non è possibile una civiltà aliena, p. 201 - Sì, altrove può esistere vita intelligente, p. 204.	
8. QUANTE SONO LE ALTRE CIVILTÀ?	209
Una formula per contare le civiltà, p. 209 - La zona di abitabilità galattica, p. 214 - La durata di una civiltà comunicativa, p. 219 - Alcuni limiti dell'equazione di Drake, p. 222 - Perché c'è un risultato per tutti i gusti, p. 227 - La Terra diventa un pianeta raro, p. 230 - È tutta una questione di convergenze, p. 233.	
9. AI CONFINI DELLA FANTASCIENZA	239
Le alternative a proteine e acidi nucleici, p. 239 - Verso una vita come noi <i>non</i> la conosciamo, p. 243 - Le alternative al carbonio e all'acqua, p. 246 - Il corpo e la mente degli extraterrestri, p. 251 - Due strategie per scoprire la vita aliena, p. 255 - La vita come "proprietà emergente", p. 259 - Un'estensione degli habitat della vita, p. 264.	
10. LA VITA NEL SISTEMA SOLARE	269
Un'esplorazione che si presenta difficile, p. 269 - La grande caccia alla vita marziana, p. 272 - L'habitat ideale del satellite Europa, p. 279 - Lo stadio prebiotico in atto su Titano, p. 284 - Una lezione dal vicino pianeta Venere, p. 287 - I corpi dimenticati nella caccia alla vita, p. 290.	
11. IL GRANDE SILENZIO COSMICO	295
Un paradosso passato alla Storia, p. 295 - Alla ricerca della possibile soluzione, p. 298 - Una sfida tra pessimisti e ottimisti, p. 301 - L'unica strada è quella sperimentale, p. 306.	
CONCLUSIONE	311
APPENDICE. LA SCALA DI RIO	315
RINGRAZIAMENTI	319
NOTE	321
BIBLIOGRAFIA	333
REFERENZE ICONOGRAFICHE	337
INDICE ANALITICO	339

Riusciremo mai a rispondere alle domande: Siamo soli nell'universo? Esistono altre "terre" abitate da altre intelligenze? O almeno esistono altre forme di vita, anche le più semplici, su altri corpi del Sistema Solare?

Nel secolo appena trascorso le nostre conoscenze sull'universo si sono più che centuplicate. Quali saranno i progressi della scienza e della tecnologia nei prossimi due o tre secoli o fra un millennio? Riusciremo a superare le spaventose distanze che ci separano dalle altre stelle e dagli altri sistemi planetari?

Queste domande se le ponevano già gli antichi filosofi greci. Giordano Bruno era certo dell'esistenza di altri mondi e altre civiltà, e per questa "eresia" fu mandato al rogo il 17 febbraio 1600. Alla fine del diciannovesimo secolo si era quasi certi che una civiltà con avanzate competenze di ingegneria abitasse su Marte.

All'inizio del ventesimo secolo si pensava che i sistemi planetari fossero un caso eccezionale, ma alla fine del secolo si sono cominciati a scoprire i primi pianeti extrasolari. Nel febbraio 1995 un famoso planetologo, Benjamin Zuckerman dell'Università della California, scriveva: "I nostri mezzi oggi ci permettono di scoprire pianeti grossi come Giove in orbita attorno a stelle vicino a noi. Poiché finora non ne abbiamo scoperto nessuno, essi devono essere molto rari". Pochi mesi dopo, nel settembre 1995 due astronomi svizzeri, Michel Mayor e Didier Queloz, annunciavano la scoperta del primo

planeta extrasolare in orbita intorno a una stella simile al Sole, 51 Pegasi. Era un pianeta di massa paragonabile a quella di Giove ma orbitante vicinissimo al proprio Sole, a una distanza pari a circa un ottavo di quella di Mercurio dal Sole. Dal 1995 ad oggi il numero dei pianeti extrasolari è salito a un centinaio e il loro numero cresce quasi di settimana in settimana. Sono tutti pianeti grossi, per lo più vicini alla loro stella, inadatti alla vita, ma se non abbiamo ancora scoperto delle “terre”, questo dipende dall’inadeguatezza dei nostri mezzi, un’inadeguatezza che sarà superata nei prossimi anni.

In questo libro, l’autore illustra con competenza scientifica e un linguaggio semplice e scorrevole gli innumerevoli problemi connessi alla ricerca di intelligenze extraterrestri. Discute la caratteristica degli strumenti impiegati oggi e quelli avveniristici in progetto per il prossimo decennio, le caratteristiche che dovrebbero avere i pianeti adatti alla vita, ma anche che cosa vuol dire “vita” e che cosa significa “intelligenza”. Altri esseri sulla Terra sono dotati d’intelligenza, dai delfini alle scimmie, dai pappagalli ai polipi. Cosa distingue il nostro cervello dal loro, dove risiede la struttura che fa la differenza tra la nostra e la loro intelligenza? Ha senso immaginare altre forme di vita intelligente completamente diverse dalla nostra? Che per esempio non siano basate sulla chimica del carbonio e sulla presenza di acqua liquida? È possibile stimare quante civiltà possono esistere nella Galassia?

Tutti questi argomenti sono trattati dettagliatamente e discussi, tenendo conto del punto di vista dei pessimisti, che ritengono la vita il risultato di coincidenze straordinarie e irripetibili, e degli ottimisti, i quali ritengono che, ogni qualvolta ci siano le condizioni fisiche e chimiche favorevoli, la vita si sviluppi ed evolva dalle forme più semplici a quelle più complesse.

La lettura di questo libro farà capire quanto siamo isolati nello spazio, come sia difficile un ipotetico dialogo con gli abitanti di un ipotetica pianeta orbitante attorno a una stella “vicina” al Sole, quale per esempio 51 Pegasi, ad appena cinquanta anni luce da noi. Un nostro messaggio radio impiegherebbe cinquant’anni a raggiungerli e la loro risposta arriverebbe dopo altri cinquant’anni.

Un dialogo più realistico potremmo averlo con Alfa Centauri che è a soli 4,3 anni luce. Ma è improbabile che Alfa Centauri abbia dei pianeti abitabili. Infatti essa è un sistema composto da due stelle

molto vicine fra loro, Alfa Centauri A e Alfa Centauri B, e da una terza un po’ più distaccata che è anche la più vicina a noi, Proxima Centauri. Gli eventuali pianeti sottoposti all’attrazione gravitazionale delle tre stelle, avrebbero delle orbite molto complicate che li assoggetterebbero a variazioni di temperatura insopportabili da qualunque essere vivente.

Per ora, quindi, restiamo immersi in un universo che non ci invia segnali intelligenti, ma ci rivela soltanto le sue proprietà fisiche, chimiche e dinamiche attraverso le radiazioni elettromagnetiche emesse da stelle e galassie, e da quella radiazione diffusa che permea tutto lo spazio e che ci mostra l’aspetto dell’universo primordiale.

*Margherita Hack*

**A CACCIA DI E.T.**

## INTRODUZIONE

*A Micol e Ivan*

*“Si-chiu, si-chiu,\* qui è W-9 GFO. C’è qualcuno laggiù? Si-chiu, si-chiu, qui è W-9 GFO. C’è qualcuno in ascolto? Rispondete”.*

Quando penso alla possibilità che lontano dal pianeta Terra, nelle profondità del cosmo, esistano altri mondi abitati, magari altri esseri intelligenti che – come noi – alzano talvolta lo sguardo al cielo notturno chiedendosi se sono soli nell’universo, mi tornano sempre in mente queste parole pronunciate all’inizio del film *Contact* da una Ellie Arroway bambina, dopo che il padre radioamatore le ha appena insegnato a usare il suo primo apparato ricetrasmittente.

La domanda che il compianto astronomo americano Carl Sagan – autore del romanzo *Contact* cui il film si ispira e al tempo stesso curatore scientifico della trasposizione cinematografica – fa pronunciare sin dalla scena di apertura alla piccola Ellie è in sostanza lo stesso interrogativo che noi tutti ci siamo posti almeno una volta nella vita, e che è alla base delle numerose ricerche di intelligenze extraterrestri (i progetti Seti, da Search for Extra-Terrestrial Intelligence) svolte dagli scienziati da quarant’anni a questa parte: siamo davvero soli, in un cosmo che ci appare così immenso e desolato?

Si tratta di una domanda fondamentale per l’uomo, prima ancora che per la scienza. È infatti un modo, sia pure indiretto, di chiedersi

\* “Si-chiu” (scritto CQ) è il codice internazionale di chiamata usato dai radioamatori.



quale sia il significato e il senso della vita umana, ovvero il nostro ruolo nell'ambito dell'universo. La verità è che nessuno di noi – con l'eccezione degli eremiti – ama sentirsi solo: sia all'interno della famiglia e della cerchia di amici sia, più in generale, in una dimensione cosmica. L'interrogarsi sull'esistenza di altri “mondi”, di altre civiltà avanzate, di altri esseri intelligenti riflette dunque, da una parte, la nostra esigenza di conoscere fino in fondo l'universo in cui viviamo e dall'altra, più semplicemente, il desiderio di sentirsi un po' meno soli.

L'idea che l'uomo non sia l'unico abitante del cosmo è assai antica. Già intorno al 300 a.C. il filosofo greco Epicuro scriveva che “i mondi abitati sono infiniti, sia quelli uguali al nostro sia quelli diversi”, un concetto che verrà ripreso, nel I secolo a.C., dal poeta e filosofo latino Lucrezio nel suo *De rerum natura*: “In altre parti altri mondi esistono e varie umane stirpi e progenie di fiere”. Nel Rinascimento, il filosofo italiano Giordano Bruno tornò a suggerire l'idea di una “pluralità dei mondi”, anzi di una vera e propria infinità di mondi, una licenza che contribuì alla sua morte prematura per mano della Chiesa nel 1600. E si potrebbe continuare ancora a lungo con altri esempi.

Nessuna fra le antiche speculazioni sulla presenza di vita su altri mondi si fondava, però, su dati scientifici. Gli argomenti utilizzati dai filosofi si basavano sempre, in ultima analisi, sul cosiddetto *principio di pienezza* – in base al quale in natura tutto ciò che è possibile si realizza – e sull'idea che l'universo fosse enorme, o addirittura infinito. Se quindi nulla impedisce, qua e là nel cosmo, che nasca la vita, allora la vita nasce. E questo a maggior ragione se si estende al campo biologico quel *principio di mediocrità* (o copernicano) riproposto con passione da Giordano Bruno prima di finire sul rogo, secondo cui la Terra non occupa alcuna posizione privilegiata nell'universo.

Le osservazioni al telescopio hanno dato, in tempi più recenti, nuova linfa a questo tradizionale approccio al problema della vita extraterrestre, mostrando che la Terra è un pianeta qualsiasi che orbita intorno a una stella qualsiasi in una galassia qualsiasi, e che non viviamo affatto in un'epoca speciale nella storia dell'evoluzione cosmica. Inoltre si è affermato, tra i fisici, il *principio di uniformità* della natura: le medesime leggi di natura che valgono sulla Terra valgono in tutto l'universo. I processi che hanno reso possibile la vita sul nostro pianeta, quindi, possono produrla anche altrove. Que-

sti principi metafisici di uniformità, pienezza e mediocrità rendono pertanto “logica” una ricerca di forme di vita aliene, e in particolare di organismi intelligenti.

Oggi, dopo secoli di speculazioni filosofiche, abbiamo finalmente i mezzi necessari per affrontare questi temi non più sul piano metafisico, bensì su quello scientifico. Molti dei nostri più grandi radiotelescopi scandagliano il cielo pronti all'“ascolto” di eventuali segnali inviati da qualche avanzata civiltà extraterrestre. Gli ingegneri delle maggiori agenzie spaziali del mondo progettano missioni verso Marte e altri luoghi del Sistema Solare dove si ritiene possano esistere – o essersi sviluppate in passato – forme viventi, sia pure estremamente primitive. Nascono nel frattempo nuove branche scientifiche, come la bioastronomia e l'astrobiologia, e la ricerca diventa sempre più interdisciplinare.

La “grande caccia” alle intelligenze extraterrestri rimane comunque l'argomento di gran lunga più affascinante. Per questa ragione, il libro si apre con un capitolo dedicato alle speculazioni sulla ricezione e la decifrazione di un eventuale messaggio alieno, ai falsi allarmi, alle conseguenze di un possibile contatto e al lancio dei nostri primi “messaggi in bottiglia”. Il secondo capitolo ha poi lo scopo di illustrare i progetti Seti attuali, inserendoli in una prospettiva storica e cercando di individuare le principali linee di sviluppo future. A seguire, vengono discusse le difficoltà legate alla scoperta di trasmissioni radio o di altri segni, più o meno diretti, della presenza di civiltà avanzate nel cosmo.

Nella finzione cinematografica la giovanissima Ellie Arroway, colpita dalla prematura e tragica scomparsa del padre, una volta divenuta adulta e intrapresa con tenacia la carriera di radioastronoma – ruolo che nel film è interpretato da una bravissima Jodie Foster – avrà la fortuna di ricevere una risposta alla sua domanda posta da bambina, captando con le antenne del gigantesco radiotelescopio Vla niente meno che il primo segnale radio proveniente da una civiltà extraterrestre. Nella realtà, nessun segnale intelligente di origine aliena è finora mai stato rilevato dai nostri strumenti, eppure gli indizi a favore dell'esistenza di forme di vita anche lontano dalla Terra di certo non mancano.

Negli ultimi anni sono stati scoperti i primi pianeti extrasolari intorno a stelle a noi vicine non molto diverse dal Sole, e il numero de-

gli oggetti identificati, in attesa di rilevare quelli davvero più simili alla Terra, va ormai aumentando quasi di giorno in giorno. Lo spazio interstellare galattico, d'altra parte, si è rivelato ricco delle molecole che rappresentano i mattoni fondamentali della vita, o almeno dell'unico esempio di vita che conosciamo, quello terrestre. Su Marte è stata evidenziata la presenza in passato di acqua liquida, un elemento considerato indispensabile per lo sviluppo di creature viventi come le nostre. E sulla Terra sono stati scoperti microorganismi in grado di sopravvivere alle condizioni ambientali più estreme, compreso un viaggio nello spazio.

Tuttavia si tratta soltanto di indizi, non ci sono al momento prove certe dell'esistenza di vita nell'universo, se non sul nostro piccolo pianeta azzurro. Gli annunci in tono sensazionalistico della scoperta di batteri marziani, l'avvistamento nel cielo di oggetti non identificati, i racconti di rapimenti da parte di alieni, le stime di scienziati che "prevedono" per via matematica la presenza di milioni di pianeti abitati già solo nella nostra galassia, sono tutte cose che colpiscono il grande pubblico. Esse contribuiscono a finanziare nuove ricerche o missioni spaziali, a far salire l'audience televisiva o a incrementare le vendite di giornali e di libri, ma non aiutano certo il lettore a farsi un'idea più chiara, razionale, sul problema dell'esistenza di altra vita intelligente nel cosmo.

Questo libro – vorrei chiarirlo subito – non pretende di dare risposte o certezze a riguardo, perché purtroppo neppure un'assemblea di premi Nobel sarebbe oggi in grado di fornirle. Il suo scopo è semplicemente quello di aiutare il lettore a cercare da sé le risposte, se ne avrà voglia, con una migliore conoscenza e comprensione dei principali elementi in gioco. Pochi argomenti dividono gli scienziati come quello dell'esistenza di vita o di intelligenza nell'universo e non ci potrebbe essere modo peggiore di affrontarlo che esporre idee preconcepite. Il presente saggio è pertanto un modesto tentativo di allineare ipotesi, raccontare teorie, sollevare interrogativi, tentare eventualmente di conciliare le posizioni più estreme, ma guidati il più possibile dal buon senso.

Se il mio sforzo di chiarezza, completezza e oggettività da cui questo libro è nato sia stato alla fine coronato da successo, solo il lettore potrà giudicarlo. Nel frattempo, non mi resta che augurarvi una piacevole lettura.

## 1. IN ATTESA DI UN SEGNALE

*La natura ci ha dato due orecchie e soltanto una lingua per poter ascoltare di più e parlare di meno.*

Zenone di Elea  
filosofo greco, V secolo a.C.

A partire dalla lontana primavera del 1895, quando Guglielmo Marconi lanciava il primo segnale radio della Storia, abbiamo inviato nello spazio onde elettromagnetiche alle più varie frequenze e con potenze che sono cresciute con il progredire della tecnologia. All'inizio solo radioonde, poi trasmissioni televisive, impulsi radar e altri potenti segnali che si propagano dalla Terra rendendoci "visibili" a eventuali civiltà aliene situate in un raggio di 60 o 70 anni luce.<sup>1</sup> Così, sebbene oggi l'umanità non stia deliberatamente cercando di attirare l'attenzione di altri esseri intelligenti, man mano che i segnali raggiungono distanze sempre più grandi diventa più probabile che essi possano "vederci" da remoti pianeti. D'altra parte, una quarantina d'anni fa noi stessi abbiamo iniziato la ricerca di società tecnologiche extraterrestri utilizzando potenti radiotelescopi e continuiamo ora anche con telescopi ottici. Finora non abbiamo trovato alcuna prova dell'esistenza di intelligenze aliene, ma proseguendo con pazienza nelle ricerche aumentano le probabilità che un giorno, forse ancora lontano, potremmo essere *noi* a scoprirle.

### L'IMPROVVISO ARRIVO DI UN SEGNALE DAL COSMO

Se ciò accadesse per davvero, se cioè effettivamente ci capitasse di ricevere dallo spazio un segnale radio diretto intenzionalmente

verso la Terra, che forma avrebbe? E quale potrebbe essere il contenuto di un messaggio proveniente da altri mondi? Un evento del genere, inoltre, che conseguenze provocherebbe, a breve termine, sulla nostra società? Cosa bisognerebbe rispondere agli “alieni”? Sono soltanto alcune delle tante domande legate all’argomento Seti – come viene ormai comunemente chiamata la ricerca scientifica di intelligenze extraterrestri – di cui ignoriamo la risposta. Ma si tratta di interrogativi così interessanti che forse vale la pena tentare, almeno, di formulare qualche ipotesi.

Per quanto riguarda il tipo di segnale, le possibilità sono molteplici: si va dalla ricezione di una semplice *portante radio*<sup>2</sup> sostanzialmente priva di contenuto (o di una banale serie di impulsi laser) a un segnale modulato in maniera complessa e ricco di informazione, cioè recante un lungo messaggio. Ovviamente, il primo tipo di segnale non ci direbbe molto sulla civiltà che l’ha inviato, ma avrebbe probabilmente lo scopo di attirare la nostra attenzione e forse di indirizzarci verso il messaggio vero e proprio: si tratterebbe, cioè, di un “segnale-faro”. Esso potrebbe, ad esempio, suggerire la frequenza alla quale il messaggio vero e proprio può essere captato o indicare che il messaggio è contenuto nel medesimo segnale-faro,



Figura 1.1. Nel caso si scoprisse un segnale artificiale alieno, è possibile che la situazione si presenti abbastanza simile a quella descritta nel film *Contact*, di cui è qui mostrata una delle scene più significative. (Copyright © Warner Bros)

magari a una frequenza ben più alta. In ogni caso, oltre a essere abbastanza potente da venir subito notato, il segnale-faro dovrebbe secondo i ricercatori del Seti celare un contenuto semplice, che però al tempo stesso denoti intelligenza. Potrebbe consistere quindi, proprio come accade nel film *Contact*, in una serie di impulsi radio o luminosi che riproducono gli elementi iniziali della serie dei numeri primi (vale a dire quelli divisibili solo per 1 e per se stessi): 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31...

Una volta rilevata l’esistenza di un segnale-faro, si potrebbero facilmente reperire i fondi necessari per mettere a punto uno strumento più potente e adeguato a captare anche l’eventuale messaggio associato. Se quest’ultimo fosse inviato da una civiltà distante poche decine di anni luce che abbia intercettato alcune delle nostre trasmissioni interne, potrebbe in parte tendere a “mimare” o riprodurre *tout court* i segnali terrestri nella forma e nel contenuto, in parte consistere in una trasmissione originale e decisamente più informativa. Un simile segnale di risposta ci direbbe che “loro” sono lì, desiderosi e capaci di duplicare le nostre radioonde disperse nello spazio, e potrebbe essere il primo passo verso una proficua comunicazione a due, sia pure molto lenta a causa della distanza. Per avere un’idea di come potrebbero andare le cose nella fase che segue la scoperta di un segnale-faro, si può far riferimento di nuovo a quanto accade in *Contact*, dove i terrestri ricevono via radio dagli alieni dapprima un filmato in bianco e nero che mostra Hitler mentre inaugura le Olimpiadi di Berlino del 1936, e in seguito delle immagini contenenti le istruzioni dettagliate per costruire una macchina con cui poter viaggiare nello spazio-tempo.<sup>3</sup>

Ben diversa sarebbe la situazione, invece, se il segnale alieno giungesse da una civiltà che non ci ha ancora individuato, magari solo perché le nostre prime trasmissioni radio non sono state ancora ricevute su pianeti distanti più di una settantina di anni luce. In tal caso, la civiltà trasmetterebbe probabilmente delle informazioni senza tentare necessariamente un dialogo, che in pratica sarebbe comunque impossibile se le distanze fossero dell’ordine delle centinaia di anni luce o superiori, a causa della durata limitata della vita umana. Questa comunicazione a senso unico – una sorta di *monologo cosmico* – potrebbe sembrare priva di senso, ma qui sulla Terra qualcosa del genere è sempre accaduto. Varie civiltà del passato ci

hanno infatti trasmesso parte del loro sapere senza alcuna speranza di approfittare del nostro. Andando un po' più in là con la fantasia, si potrebbe addirittura immaginare l'esistenza di una sorta di World Wide Web galattico, cioè di singole civiltà che inviano nello spazio messaggi ricchi di contenuto informativo nella speranza che prima o poi siano "letti" da altri, un po' come i nostri siti Internet.

Già solo la scoperta di una portante radio aliena, anche se priva di qualsiasi messaggio associato, rappresenterebbe per l'umanità un evento di portata storica. Affinché esso non ci colga impreparati, gli scienziati e le istituzioni non governative dei vari Paesi coinvolti nelle ricerche Seti – riuniti sotto l'egida dell'Accademia internazionale di astronautica (Iaa), che di recente ha istituito al suo interno un Gruppo permanente di studio Seti – hanno firmato nel 1989 la *Declaration of Principles Concerning Activities Following the Detection of Extra-Terrestrial Intelligence*: un protocollo d'intesa che rappresenta un vero e proprio codice di condotta da mettere in pratica sin dalla rilevazione iniziale di un qualsiasi segnale radio od ottico sospetto.

La prima cosa da fare, in base a questo protocollo informale, è procedere alla verifica del segnale in questione comunicando immediatamente la sua scoperta a tutti i singoli osservatori e alle istituzioni firmatarie dell'accordo. Se al termine di questa fase verrà confermata l'origine extraterrestre del segnale intelligente captato, la notizia dovrà essere diffusa ai principali centri di ricerca potenzialmente interessati tramite il Central Bureau for Astronomical Telegrams dell'Unione astronomica internazionale (come accade già per la scoperta di nuovi oggetti o fenomeni celesti quali comete, asteroidi e supernove) e dovrà esserne informato il segretario generale delle Nazioni Unite. Infine, lo scopritore del segnale avrà il privilegio di dare appena possibile l'annuncio ufficiale della scoperta all'opinione pubblica – presumibilmente in diretta televisiva – e poi di informare dei dettagli tecnici la comunità scientifica attraverso gli appositi canali, quali le pubblicazioni su riviste specializzate e i congressi internazionali.

È improbabile, comunque, che la comunicazione della scoperta possa provocare il panico, anche se per una fuga di notizie questa venisse comunicata al mondo intero prematuramente o seguendo modalità diverse da quelle previste nel protocollo. A tal proposito va detto che sarebbe impossibile per qualsiasi governo tenere nascosta

una vicenda del genere, perché sin dall'inizio sarebbe necessario seguire il segnale ventiquattr'ore su ventiquattro, il che richiede l'utilizzo di radiotelescopi appartenenti a Paesi diversi. Le possibili reazioni dei singoli e dei gruppi alla notizia sono state studiate da Doug Vakoch, un sociologo del Seti Institute.<sup>4</sup> Egli ritiene che, nella maggior parte delle persone, essa susciterebbe soprattutto la curiosità di saperne di più, di conoscere il contenuto dell'eventuale messaggio. Alcuni gruppi in particolare, soprattutto i fondamentalisti religiosi, potrebbero opporsi più di altri alla scoperta. Non potrebbe essere infine esclusa, secondo Vakoch, l'eventualità di attentati nei confronti di scienziati o governi.

Se c'è un ampio consenso su come gestire le fasi iniziali della scoperta di un segnale extraterrestre, il problema dell'invio di un'eventuale risposta divide da tempo gli esperti. Va davvero inviata? E chi deve parlare in nome della Terra? Si dovrebbe dare subito una risposta generica o attendere che il messaggio sia decifrato? Alcuni sostengono che non sia il caso di preoccuparsi già adesso della questione e propongono di rimandarla al momento della scoperta del segnale, visto che avremo comunque tutto il tempo necessario per pensarci sopra. Probabilmente questo è un atteggiamento corretto per quanto riguarda i dettagli del comportamento che dovremo tenere, perché essi dipendono sia dal contenuto dell'eventuale messaggio sia dalla distanza da cui giunge il segnale. Ma forse non è così prematuro affrontare sin d'ora gli aspetti più generali, stabilendo, per esempio, principi del tipo "nessuna risposta dovrebbe essere inviata senza adeguate consultazioni", "possiamo scegliere di non rispondere se le loro intenzioni appaiono bellicose", e così via.

#### QUANDO IL SEGNALE SI RIVELA UN FALSO ALLARME

Sebbene nessuno dei progetti di ricerca Seti intrapresi finora nel mondo abbia portato alla scoperta di un vero messaggio extraterrestre, i segnali radio scambiati – almeno inizialmente – per artificiali e alieni non sono certo mancati. Essi erano di solito dovuti a interferenze di origine terrestre (come quelle prodotte da radar, aerei, satelliti, sonde interplanetarie), oppure a oggetti celesti peculiari in precedenza sconosciuti, o persino a scherzi di cattivo gusto.

Il primo falso allarme nella storia del Seti risale addirittura al pionieristico Progetto Ozma del 1960, la prima ricerca di segnali radio artificiali provenienti dal cosmo. Infatti, quando nel pomeriggio dell'8 aprile di quell'anno, dopo aver osservato la stella Tau Ceti, l'astronomo Frank Drake puntò il radiotelescopio di Green Bank (situato in West Virginia, negli Stati Uniti) sulla stella Epsilon Eridani, all'improvviso il pennino che registrava il segnale su carta impazzì. Abbassando la sensibilità dello strumento, fu possibile percepire una serie regolare di 8 impulsi al secondo in rapida successione. Muovendo però l'antenna per vedere se il segnale proveniva dalla stella o giungeva da molto più vicino, durante la manovra, trascorsi appena cinque minuti, il segnale cessò di colpo. Nonostante l'emozione fosse grande, Drake non divulgò la notizia, in attesa di ulteriori verifiche. Ma due settimane dopo, quando il segnale si ripresentò, si scoprì che l'emissione era di natura terrestre: era stata causata da un esperimento militare segreto per contromisure radar, che utilizzava trasmettitori installati a bordo di aerei ad alta quota.

Il secondo falso allarme si ebbe nel 1965 in Unione Sovietica, nel corso delle osservazioni condotte da Nikolaj Kardašev e Genadij Šolomickij, che puntavano alla scoperta di civiltà extragalattiche molto più evolute della nostra, chiamate anche *superciviltà*. Puntando le antenne di un radiotelescopio sito in Crimea verso due intense radiosorgenti, CTA21 e CTA102, già presenti nei cataloghi e considerate possibili sorgenti d'origine artificiale, i due studiosi rilevarono nella seconda radiosorgente una variazione di intensità del 30 per cento che cambiava in modo molto regolare con un periodo di cento giorni: un comportamento che pareva in accordo con le teorie di Kardašev sulle superciviltà. La notizia della scoperta via radio di una lontana civiltà extraterrestre, divulgata prematuramente tramite un annuncio pubblicato sulla *Pravda*, suscitò notevole scalpore in tutto il mondo. Ma a distanza di appena sei giorni, dagli Stati Uniti giunse come una doccia fredda una comunicazione scientifica di Marteen Schmidt, un astronomo dell'osservatorio di Monte Palomar, il quale segnalò di aver identificato nella medesima posizione indicata dai sovietici un *quasar*, cioè una galassia con un grande buco nero al centro (di massa equivalente a milioni o miliardi di stelle come il Sole) che la rende una potente sorgente di radioonde.

I quasar sono oggetti cosmici esotici e il loro studio ha fornito agli astrofisici nuove conoscenze sull'evoluzione della materia nell'universo; tuttavia non sono gli unici strani fenomeni celesti scoperti per caso e scambiati per segni di intelligenza aliena. Infatti nel 1967, appena due anni dopo l'episodio di Kardašev e Šolomickij, la giovane dottoranda inglese Jocelyn Bell, allieva dell'astronomo Anthony Hewish, scoprì che da una data direzione del cielo verso cui aveva puntato il radiotelescopio dell'osservatorio di Cambridge proveniva una serie di impulsi, spazati esattamente di 1,3373011 secondi l'uno dall'altro. Occorsero tre mesi di attentissime investigazioni di questa sorgente radio, battezzata nel frattempo *Little Green Men I*, per scoprire che non si trattava di "omini verdi", bensì della prima *pulsar* mai osservata: cioè di una stella di neutroni in rapidissima rotazione, frutto del collasso che precede l'esplosione di una grande stella in *supernova*.<sup>5</sup> La scoperta valse però al solo Hewish, nel 1974, il premio Nobel per la fisica, in condivisione con il suo collega e maestro, il radioastronomo Martin Ryle.

Il falso segnale alieno più famoso nella storia del Seti, tuttavia, è quello rilevato negli Stati Uniti la sera del 5 agosto 1977, alle ore 23.16, dal radiotelescopio Big Ear dell'Università dell'Ohio, mentre era in corso il programma Seti gestito dalla locale università. Quella sera, per circa 150 secondi, un segnale radio a banda assai stretta venne registrato in automatico dallo strumento, sintonizzato sulla frequenza di 1.420 MHz (megahertz). Quando il mattino seguente Jerry Ehman, un ricercatore volontario che aveva realizzato il software dell'impianto, passò ad analizzare i tabulati osservativi, scoprì con sua grande sorpresa che su uno dei canali monitorati dall'analizzatore di spettro l'intensità del segnale raggiungeva e superava, al suo massimo, di ben trenta volte il rumore di fondo cosmico. Colto dallo stupore, Ehman scrisse istintivamente, accanto alla sequenza di simboli in codice corrispondenti al presunto segnale alieno, l'esclamazione "Wow!": da allora, l'evento è noto col nome *segnale Wow*.

L'analisi del segnale indicò subito che la sorgente doveva essere di piccole dimensioni angolari e sostanzialmente ferma rispetto alle stelle della volta celeste. Le coordinate d'antenna, indicanti la posizione esatta della sorgente nel cielo, non permettevano però di identificare una plausibile radiosorgente stellare o extragalattica. Dopo un rapido controllo, anche il passaggio di satelliti artificiali, sonde

spaziali, pianeti o grossi asteroidi in quella zona di cielo parve improbabile. Oltretutto, in base agli accordi internazionali, sono proibite tutte le trasmissioni radio, anche militari, intorno alla frequenza della riga di idrogeno a 1.420 MHz, che rappresenta perciò una banda protetta. Insomma, la sola condizione a non essere soddisfatta per poter considerare il “Wow” un segnale artificiale alieno era la ripetibilità, cioè la possibilità di captarlo nuovamente, e in modo indipendente, con altri radiotelescopi per una conferma. (Per la cronaca, il Big Ear – che era un radiotelescopio piano fisso sul terreno, equivalente a una parabola del diametro di 52 metri – è stato demolito nel 1999, perché nel frattempo il terreno su cui lo strumento sorgeva era stato venduto dal proprietario a una società che voleva farne un campo da golf.)

Ma veniamo ai casi di falso allarme più recenti. Nel giugno 1997, nell’ambito del programma Seti americano chiamato Progetto Phoenix,<sup>6</sup> il radiotelescopio di 40 metri di Green Bank, in West Virginia, percepì un segnale che sembrava proprio quello giusto. Ogni volta che lo strumento si spostava dalla stella verso cui era puntato, infatti, il segnale appariva e scompariva in perfetta sincronia. La cosa andò avanti per una mezza giornata e i responsabili pensavano già di avvisare un secondo osservatorio. A quel punto si scoprì però che il segnale proveniva dalla sonda per l’osservazione solare Soho: il satellite, posto in orbita attorno al Sole, stava inviando informazioni alla Terra da una distanza di un milione e mezzo di chilometri. Si trattava in effetti di un caso anomalo e raro, perché di solito la maggior parte dei segnali sospetti viene smascherata quasi subito già muovendo avanti e indietro il radiotelescopio: come ad esempio



Figura 1.2. Il famoso segnale “Wow!” captato la sera del 5 agosto 1977 dal radiotelescopio Big Ear dell’Università dell’Ohio. I numeri e le lettere sul tabulato sono un codice usato per rappresentare l’intensità del segnale.

è accaduto nel caso di EQ Pegasi, un sistema doppio distante 21 anni luce dalla Terra e composto da due stelle gravitazionalmente legate fra loro, che fu osservato dalla direttrice del Seti Institute, Jill Tarter, la notte del 15 settembre 1998.

L’episodio apparentemente normale e insignificante di EQ Pegasi è passato suo malgrado alla Storia perché, poco più di un mese dopo le osservazioni della Tarter, ha fornito lo spunto a un anonimo radioastronomo dilettante britannico per prendersi gioco degli scienziati del Phoenix. Infatti, letta su Internet un’intervista all’astronomo del Seti Institute Seth Shostak – il quale citava il falso allarme di EQ Pegasi come un tipico esempio del modo in cui vengono trattati i segnali più interessanti captati dalle antenne utilizzate per il Seti – l’ignoto astrofilo d’Oltremarica ha pensato bene di annunciare via Internet al mondo, attraverso una mailing list di osservatori Seti amatoriali, la scoperta di un segnale alieno rilevato proprio in direzione della stella EQ Pegasi. La notizia, diffusa il 28 ottobre 1998 da Bbc News Online, ha destato subito l’attenzione dei media, che non si sono peraltro curati di sottoporla ad alcuna verifica. Ma, in seguito, un’attenta analisi della stella e dei contraddittori tracciati radio forniti dal dilettante ha permesso agli esperti di dimostrare che si trattava solo di un clamoroso falso. Proprio per valutare in futuro l’attendibilità di ogni scoperta, è stata di recente proposta la Scala di Rio (si veda l’Appendice).

#### LO SHOCK PROVOCATO DALLA SCOPERTA DI UN SEGNALE

Negli ultimi vent’anni sono stati compiuti parecchi progressi nello studio delle possibili conseguenze a lungo termine che la scoperta di un vero segnale extraterrestre avrebbe sull’umanità. Da un punto di vista strettamente pratico, un evento del genere non è verosimilmente destinato a cambiare molto la nostra vita di tutti i giorni – se non per gli articoli, i dibattiti, le tavole rotonde in radio e televisione che ci martellerebbero più o meno incessantemente per settimane e forse per mesi – ma avrebbe invece un’influenza assai profonda sulla visione che oggi abbiamo del mondo.

Infatti, con la ricezione di un segnale alieno sapremmo, per la prima volta nella Storia, che non siamo soli nel cosmo. Già da tempo

si dà per scontato che la vita potrebbe essere nata anche altrove lontano dal nostro pianeta e alcuni pensano che da qualche parte nell'universo possano esistere altri esseri intelligenti: ma una cosa è pensare che esistano, e una cosa è saperlo. Si tratterebbe dunque di una rivoluzione pari a quella copernicana, che depose la Terra dal suo trono al centro dell'universo. Verrebbe messa definitivamente in crisi la presunta unicità dell'uomo come essere superiore, già negata dalla teoria dell'evoluzione biologica di Darwin. Al tempo stesso, una tale scoperta rafforzerebbe la nostra identità di specie. E anche se scopriremo un solo segnale extraterrestre isolato, ciò indicherebbe che la vita intelligente non è un evento così straordinario, che potrebbero esistere molte altre civiltà e, soprattutto, che una società può superare la sua adolescenza tecnologica, con i relativi pericoli di autodistruzione o di semplice stagnazione.

Ma le conseguenze di un segnale radio (o di diversa natura) proveniente da un'altra civiltà non sarebbero solo di tipo filosofico. In teoria, l'informazione contenuta in un eventuale messaggio potrebbe avere un impatto decisamente rilevante anche sulla nostra scienza e, più in generale, sulla nostra cultura. E per molte persone la possibilità di "condividere" il sapere degli alieni è certamente uno degli aspetti che contribuiscono a rendere la ricerca di intelligenze extraterrestri un'avventura straordinariamente affascinante.

Tutto dipenderebbe, naturalmente, dal contenuto del messaggio. È chiaro che se questo si limitasse a un banale "Come stai?", o a un "Siamo qui" – ovvero a poco più di un biglietto da visita cosmico – il contenuto non sarebbe per noi molto illuminante. Ma se, all'estremo opposto, una civiltà ci inviasse una sorta di "enciclopedia galattica" di tutto il proprio sapere, allora potremmo sperare di trarne conoscenze di valore inestimabile. Già oggi noi saremmo probabilmente in grado di codificare un'enorme massa di informazioni e di trasmetterla in pochi istanti, e un messaggio del genere potrebbe essere inviato in continuazione nello spazio per migliaia di anni. Un'ipotetica enciclopedia aliena contenente nozioni di scienza, di ingegneria e forse perfino la "loro" poesia, musica, letteratura, potrebbe permetterci, secondo alcuni, di compiere uno straordinario balzo in avanti culturale: di secoli o addirittura di millenni, perché si tratterebbe di conoscenze provenienti da una civiltà comunque assai più vecchia (e perciò molto più sviluppata) della nostra.

In realtà, non è per nulla detto che dalla scoperta di un'enciclopedia galattica avremmo così tanto da guadagnare. Innanzitutto, l'applicazione pratica del nuovo sapere scientifico e tecnologico sarebbe tutt'altro che rapida e scontata. Basta guardare ciò che accade oggi, sul nostro stesso pianeta, ai Paesi del Terzo Mondo che, pur potendo disporre in via teorica delle conoscenze più avanzate raggiunte dall'Occidente, non hanno le risorse necessarie a metterle in pratica. Oltretutto, è evidente che una tecnologia ipersofisticata, in mano a un'umanità non sufficientemente matura per riceverla, potrebbe sortire effetti deleteri. Inoltre, il contatto culturale con una civiltà ben più avanzata della nostra potrebbe essere per noi terrestri psicologicamente devastante, o almeno parecchio demoralizzante, perché ci sentiremmo assai inferiori agli alieni: quasi fossimo, nei loro confronti, semplici animali da compagnia.

Oltre alla filosofia e alla scienza, anche le religioni saranno forse un giorno obbligate a confrontarsi con l'idea che non siamo soli nell'universo. E se da questo punto di vista gli atei potranno non essere sconvolti dall'eventuale annuncio della scoperta di vita intelligente lontano dal pianeta Terra, per chi è credente le reazioni potranno essere varie e andare dal totale rifiuto dell'idea (specie da parte dei gruppi religiosi più estremisti) alla sua serena accettazione, con l'effetto – anzi – di rafforzare la loro fede.

Per quanto riguarda la religione cristiana, in particolare, non vi sono incompatibilità congenite con l'esistenza di vita intelligente extraterrestre, come osserva il teologo Giuseppe Tanzella-Nitti, del Pontificio Ateneo della S. Croce. In effetti, considerare la vita e l'intelligenza come fenomeni comuni nel cosmo non costringe la teologia cristiana ad abbandonare la sua visione della vita intelligente come dono di Dio, frutto di una progettualità trascendente. Per la religione cristiana, la vita intelligente ha un senso ovunque essa eventualmente si sviluppi. Oltretutto, è chiaro che un sincero atteggiamento credente non pone limiti all'intervento di Dio, e di conseguenza non rinchiude nei suoi schemi ciò che un Creatore dell'universo può aver previsto o voluto fare. Lo faceva notare, già nel 1879, padre Angelo Secchi, sacerdote e pioniere della classificazione spettrale delle stelle, che nelle sue *Lezioni elementari di fisica terrestre* scriveva: "La vita riempie l'universo, e con la vita va associata l'intelligenza. Come abbondano gli esseri a noi inferiori,

così possono in altre condizioni esistere altri immensamente più capaci di noi”.

Allo stesso modo in cui l'ultima parola sull'esistenza di intelligenze extraterrestri non ci giungerà probabilmente dalla religione, bensì dalle ricerche messe in atto dagli scienziati, il contatto con una civiltà aliena non può avere l'onere di confermare o negare le verità della religione, anche se costringerebbe a riconsiderare queste verità alla luce dei nuovi dati, come è già avvenuto – con un profondo travaglio intellettuale – dopo Copernico e Darwin. Ciononostante, per alcuni l'odierna caccia agli alieni con i radiotelescopi di mezzo mondo rappresenta una ricerca “tecnologica”, per così dire, di Dio. Un atteggiamento così ingenuo, seppur comprensibile, non è tuttavia giustificabile, pena il rischio di tornare indietro di qualche migliaio di anni, quando tutto ciò che era nei cieli era visto come soprannaturale, che si trattasse di un angelo o di un alieno.

#### LA SFIDA DELLA DECIFRAZIONE DEL MESSAGGIO

I discorsi fin qui sviluppati naturalmente rimangono per ora semplici speculazioni, perché non sappiamo neppure se gli extraterrestri esistono e se un giorno riusciremo davvero a captare un segnale. Ma se un simile evento prima o poi si verificasse, riusciremmo a comprendere l'eventuale messaggio? O dovremmo accontentarci di sapere che non siamo soli?

Alcuni scienziati sono in proposito categorici: essi sostengono che non si arriverà mai a trovare un modo di comunicare tra esseri tanto diversi. In effetti, per comprendere le enormi difficoltà poste da un'impresa del genere possiamo immaginare di mettere un moderno trattato di elettronica, scritto per esempio in italiano, nelle mani di un pastore etrusco del VII secolo a.C. Il risultato sarebbe che quell'opera – ovvero il messaggio “alieno” della nostra metafora – risulterebbe per lui indecifrabile, in quanto scritto in una lingua completamente diversa dalla sua. Ma anche se il messaggio fosse tradotto in etrusco, gli risulterebbe comunque incomprensibile a causa dell'immensa differenza nel bagaglio di conoscenze tecnico-scientifiche tra la nostra società ipertecnologica e l'antica civiltà etrusca. Insomma, per decifrare tale comunicazione si dovrebbero

affrontare in un colpo solo due grandi problemi: il divario *linguistico* e quello *culturale*. E tutto questo senza chiamare ancora in gioco le civiltà aliene, che come vedremo pongono ulteriori difficoltà.

Per quanto riguarda il divario rappresentato dalla lingua, sappiamo bene quanto sia complicato, per antropologi e linguisti, decifrare le antiche lingue umane. La scrittura degli egizi, con i suoi caratteristici geroglifici, ci è rimasta oscura addirittura per secoli, come se arrivasse da un altro pianeta. Siamo riusciti a capirne il significato, ad opera dell'egittologo francese Jean-François Champollion, solo grazie al ritrovamento da parte delle truppe napoleoniche, nel 1799, della *stele di Rosetta*, un vero e proprio vocabolario in pietra contenente un'iscrizione sia in geroglifico sia in greco. La lingua etrusca, invece, ancora oggi pone agli studiosi problemi d'interpretazione: nonostante il suo alfabeto derivi da uno degli alfabeti greci e le brevi e numerose iscrizioni ripetitive (in gran parte di carattere funerario) siano abbastanza facilmente decifrabili e traducibili, i pochissimi testi etruschi più complessi giunti fino a noi suscitano al contrario gravi difficoltà nell'interpretazione, in assenza di un ampio documento bilingue simile alla stele di Rosetta che ci fornisca una descrizione grammaticale, morfologica e sintattica di questa lingua. Il *codice Voynich*, un manoscritto di 234 pagine risalente



Figura 1.3. Due “messaggi” che ci giungono non da una civiltà extraterrestre ma dal nostro passato: la stele di Rosetta (a sinistra) e il codice Voynich (a destra). Quest'ultimo, in particolare, rappresenta ancora un grande mistero.



almeno al 1586 e ritrovato nel cuore dell'Europa nel 1912, è ancora più misterioso: si tratta di un documento redatto in una lingua di cui non si conoscono altre testimonianze e il cui alfabeto non presenta alcuna somiglianza con quelli noti.<sup>7</sup>

Nella comunicazione interstellare il messaggio deve quindi contenere già in sé una sorta di stele di Rosetta cosmica che permetta al ricevente di superare in qualche modo la barriera linguistica. Una soluzione proposta in passato per risolvere tale problema consiste nell'utilizzo di linguaggi basati sulla logica simbolica, cioè che esprimono essenzialmente nozioni matematiche o, al più, di carattere scientifico. L'idea, infatti, è che questo genere di nozioni sia condiviso da tutte le civiltà tecnologiche in grado di costruire radiotelescopi, poiché le leggi della matematica e della fisica sono le stesse in qualsiasi regione dell'universo. L'esempio più famoso di linguaggio universale fondato sulla logica simbolica è il *Lincos* (da lingua cosmica), sviluppato nel 1960 dal matematico olandese Hans Freudenthal proprio per comunicare con qualsiasi alieno intelligente almeno quanto noi. Nel linguaggio di Freudenthal, formato da simboli logici o di altro tipo e da parole di tre lettere, ciascun nuovo simbolo o parola è definito attraverso una serie di esempi logici. In questo modo, il contenuto di un ipotetico messaggio partirebbe sempre da concetti di aritmetica elementare per procedere gradualmente verso idee via via più complesse.

In seguito si è però capito che il modo più semplice ed efficace per definire il significato dei simboli e per illustrare i concetti matematico-scientifici cui le relazioni simboliche usate nel messaggio fanno riferimento è quello di impiegare, oltre ai simboli, anche le immagini: cioè di usare un *linguaggio pittorico*. È chiaro, per esempio, che l'operazione elementare rappresentata dal simbolo di addizione "+", di solito definita con una formula del tipo " $1 + 1 = 2$ ", può essere introdotta meglio affiancando alla precedente un'altra formula, che utilizzi al posto dei numeri – che sono a loro volta simboli! – elementi della realtà materiale (a scuola si usano spesso le mele: " $\text{mela} + \text{mela} = \text{due mele}$ "). Analogamente, il concetto geometrico racchiuso nel teorema di Pitagora è illustrato assai meglio dal classico disegno dei tre quadrati costruiti sui lati di un triangolo rettangolo piuttosto che dalla sola formula " $a^2 + b^2 = c^2$ ". Inoltre le immagini nella comunicazione sono fondamentali perché, come la moderna



UN SEMPLICE MEZZO DI CODIFICA:  
IL PITTOGRAMMA

Uno dei principali problemi della comunicazione interstellare è la scelta del codice da usare per trasmettere l'informazione. A tale proposito, supponiamo di essere un alieno e di voler inviare delle immagini. Affinché queste possano viaggiare, per esempio, via radio, occorre codificarle in modo che possano venire trasmesse con un radiotelescopio. Il sistema di codifica più elementare, almeno per noi terrestri, consiste nel rappresentare le immagini attraverso *pittogrammi* bidimensionali: cioè con figure geometriche stilizzate, composte da opportune successioni di caselle nere poste all'interno di un rettangolo formato per il resto da caselle tutte bianche, come negli schemi delle parole crociate. A questo punto il pittogramma può essere trasmesso leggendo il rettangolo riga per riga e trasformando il colore delle caselle in modulazione del segnale secondo un codice di tipo binario: per esempio, a ciascuna casella nera si può far corrispondere un impulso lungo e a ogni casella bianca uno più breve.

Nel 1962, Frank Drake preparò su questa base un semplice esempio di messaggio che scienziati di altri pianeti, e a maggior ragione i suoi colleghi terrestri, avrebbero dovuto essere facilmente in grado di decifrare. Si trattava di un messaggio composto da una successione di 551 caratteri in codice binario, cioè di soli 0 e 1. L'unico modo per ordinare 551 caratteri in una figura geometrica bidimensionale senza che rimanga un "resto" è quello di disporli, riga per riga, a formare un rettangolo di  $19 \times 29$  caratteri. Il passo logico successivo per una creatura intelligente aliena è quello di trasformare lo 0 in spazi bianchi e l'1 in spazi neri. In questo modo verrà ricostruita dal ricevente l'immagine stilizzata pensata da Drake, che mostra un essere umano, un sistema con nove pianeti, gli atomi del carbonio e dell'ossigeno, i numeri da 1 a 5 espressi in notazione binaria, e così via. Come ha fatto in seguito notare un esperto di intelligenza artificiale, Michael A. Arbib, un extraterrestre con sei piedi potrebbe in realtà interpretare gli stessi simboli in maniera assai diversa, se soltanto li guardasse capovolti. Per la cronaca, comunque, il messaggio di Drake venne decifrato nel giro di un giorno da un gruppo di matematici, astronomi, biologi e chimici appositamente riuniti.

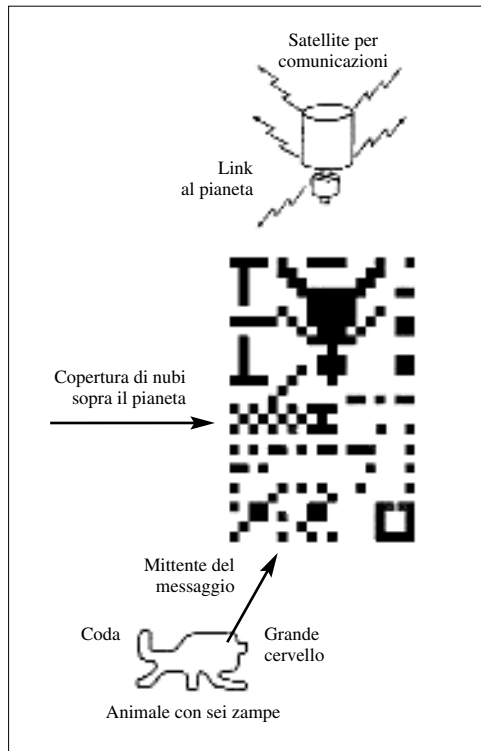
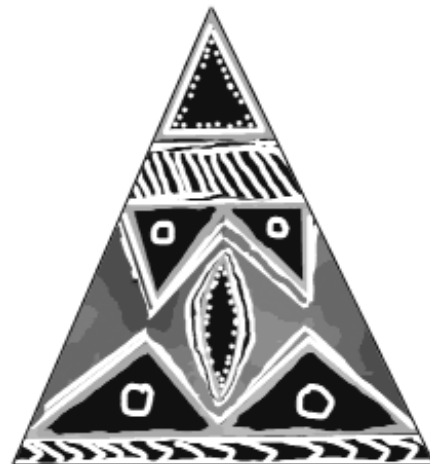


Figura 1.4. Il messaggio messo a punto dall'astronomo Frank Drake nel 1962, come potrebbe venire interpretato da una civiltà aliena che lo guardasse capovolto. Nonostante le ambiguità intrinseche, questo è il sistema più semplice che conosciamo per inviare immagini via radio.

Figura 1.5. Un esempio del carattere fortemente convenzionale del linguaggio pittorico bidimensionale. Così un indigeno di Papua Nuova Guinea rappresenta nella sua cultura un essere umano. (Seti Institute)



psicologia cognitiva ha dimostrato, rappresentano l'unico mezzo per descrivere elementi della realtà materiale quali l'aspetto fisico della creatura che invia il messaggio, la struttura di un atomo, quella di un sistema planetario, eccetera.

Per stabilire una conversazione interessante, tuttavia, occorre a un certo punto andare al di là delle verità logiche, matematiche e scientifiche condivise dai due interlocutori, o delle semplici immagini relative alla realtà materiale: occorre poter comunicare concetti astratti – eventualmente relativi a campi del tutto diversi dalla scienza – ignoti al destinatario. A questo scopo, osserva la filosofa Valeria Ascheri, che ha dedicato un ampio studio all'argomento,<sup>8</sup> anche se si tratta di un unico piccolo concetto è necessario impostare un messaggio di grandissime dimensioni, una vera e propria enciclopedia: magari qualcosa di più simile a una specie di “dizionario illustrato galattico”, con immagini affiancate da spiegazioni. Anche un semplice messaggio dovrebbe quindi contenere tutto il sapere della civiltà che lo invia, dalle nozioni più elementari a quelle più complesse e astratte, in modo che ogni nuova conoscenza sia inserita nel contesto delle precedenti, colmando così al tempo stesso sia il divario linguistico sia quello culturale.

Da un punto di vista pratico, questo gigantesco dizionario galattico potrebbe consistere di una lunga serie di pagine bidimensionali, codificate in codice binario in modo da trasmettere l'informazione sotto forma di *pittogrammi* (si veda in proposito il riquadro alla pagina precedente). La bidimensionalità, spiega infatti la Ascheri, “semplifica enormemente la trasmissione di informazioni che in linea di principio potrebbero essere espresse anche da sequenze unidimensionali di simboli, in quanto permette di inviare delle figure e di costruire un sistema di simboli più ricco del semplice binario: volendo, un vero e proprio alfabeto. Così vengono risolte in un colpo solo le due maggiori difficoltà legate alla trasmissione di sequenze unidimensionali: l'impossibilità di distinguere le parole scritte in codice binario dai numeri e la crescita continua del numero di bit necessari a formare i simboli o le parole corrispondenti a ogni nuovo concetto introdotto. L'unico problema è che le pagine del messaggio vanno spedite più volte, perché dei buchi nel vocabolario rischierebbero di renderlo inutilizzabile, perciò la trasmissione richiede un grosso dispendio di energia e di denaro”.

Anche l'invio di un siffatto dizionario galattico potrebbe comunque non essere sufficiente per una comunicazione interstellare, perché il linguaggio pittorico bidimensionale ha un carattere fortemente convenzionale, cioè è influenzato dalla nostra cultura: da qui l'idea proposta da alcuni di codificare i messaggi in modo tridimensionale e ridondante. Ma ciò non risolverebbe comunque tutti i problemi. Gli esseri alieni potrebbero ugualmente percepire la realtà fisica in modo assai diverso da noi, magari soltanto perché i sensi con cui percepiscono il mondo si sono sviluppati attraverso un'evoluzione biologica differente. Dunque la verità è che forse potremmo sperare di decifrare e comprendere un messaggio extraterrestre solo se questo provenisse da una civiltà più avanzata e che, in un certo senso, ci conosca già.<sup>9</sup> Essa potrebbe così calibrarlo nei contenuti e nella forma, tenendo conto del nostro specifico livello e tipo di sviluppo.

#### I NOSTRI MESSAGGI LANCIATI NELLO SPAZIO

L'umanità ha già inviato nelle profondità dello spazio, nel corso degli ultimi trent'anni, alcuni messaggi *in maniera deliberata*: dunque non in modo involontario, come invece accade nella stragrande maggioranza dei casi, a cominciare dalle emissioni radiotelevisive e radar terrestri. Certo, si è trattato sempre di gesti effettuati per motivi simbolici e talvolta a scopo speculativo, ma è interessante approfondire l'argomento.

Cominciamo dal primo messaggio volontario inviato dall'uomo nel cosmo, un vero e proprio manufatto consistente in un pittogramma inciso su una piccola targhetta d'alluminio placcata in oro, fissata a bordo delle sonde interplanetarie Pioneer 10 e 11 lanciate negli anni Settanta all'esplorazione di Giove e di Saturno. Il messaggio in questione, realizzato da Carl Sagan con l'aiuto materiale della seconda moglie Linda, pittrice, contiene un certo numero di informazioni sulla nostra civiltà, e in particolare indica la nostra posizione nel Sistema Solare e nell'ambito della Galassia, oltre all'epoca in cui è stato realizzato. Attualmente entrambe le sonde si trovano oltre l'orbita del pianeta più lontano, Plutone. La Pioneer 10, più precisamente, si sta muovendo verso la costellazione del Toro in direzione della sua stella più luminosa, Aldebaran, che verrà raggiunta solo fra

due milioni di anni. La Pioneer 11, invece, si dirige verso la costellazione del Sagittario. Quando la raggiungerà, fra circa quattro milioni di anni, a causa dei moti delle stelle che la compongono, la costellazione non sarà più individuabile nel cielo notturno.

Un secondo tipo di "messaggio in bottiglia" cosmico è quello trasportato dalle due sonde gemelle Voyager 1 e 2, lanciate nell'estate 1977 alla volta di alcuni pianeti esterni del Sistema Solare. Il nostro biglietto da visita è in questo caso rappresentato da un piccolo disco fonografico sul quale è stata incisa, opportunamente codificata, una gran mole di informazioni audiovisive sulla Terra e i suoi abitanti: immagini della natura e della nostra civiltà, saluti in sessanta lingue, rumori di vari fenomeni naturali, versi di animali, nonché brani musicali rappresentativi delle culture di tutto il mondo. La parte esterna del disco reca invece un pittogramma con semplici istruzioni da seguire per la riproduzione dei suoni e delle

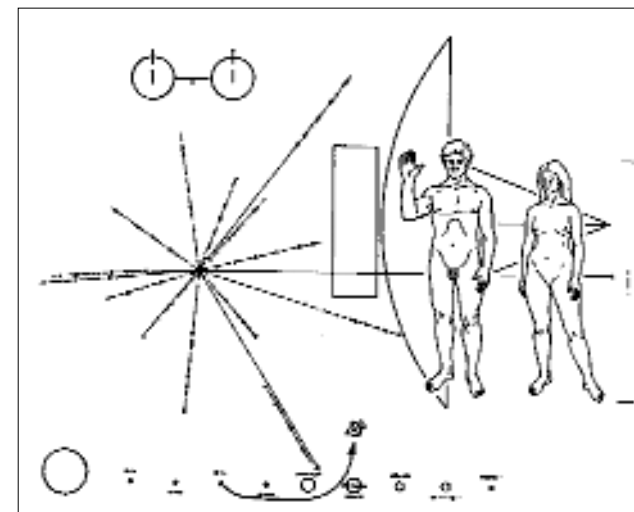


Figura 1.6. La piccola targhetta metallica collocata a bordo delle sonde Pioneer. Essa contiene un sintetico messaggio grafico che racchiude, oltre a due figure umane, alcune informazioni sulla posizione, sull'epoca di lancio e sulla natura della sonda, le quali potrebbero venire interpretate da un'eventuale intelligenza aliena. (Nasa/Jpl)

immagini. Le due Voyager, che si stanno velocemente allontanando dal nostro sistema planetario in direzioni molto diverse, sono – e saranno probabilmente ancora per parecchio tempo – gli oggetti costruiti dall’uomo più distanti dalla Terra. Nessuno, però, può sapere se un lontano giorno qualche essere intelligente alieno finirà per incontrare sulla sua strada questi nostri manufatti.

Oggi, comunque, la possibilità di lanciare un messaggio materiale verso le profondità del cosmo non è più riservata solo agli addetti ai lavori. Infatti, per la modica cifra di 50 dollari una società americana, la Celestis Inc., in collaborazione con l’AeroAstro – specializzata nella costruzione di navicelle spaziali innovative – offre a qualsiasi privato cittadino l’opportunità di inviare nello spazio immagini digitalizzate, brevi messaggi e perfino alcuni campioni dei propri capelli (e dunque del proprio Dna). All’inizio del 2004, l’originale materiale verrà lanciato al di fuori dell’orbita terrestre, ospitato a bordo come piccolo carico secondario dal razzo europeo Ariane 5. A quel punto, la navicella interplanetaria Encounter 2001 della Celestis, grazie alla vela solare di cui sarà equipaggiata, potrà sfruttare la pressione del vento solare e, in seguito, il “calcio” gravitazionale fornito da Giove per immettersi sulla traiettoria definitiva, che la proietterà verso lo spazio interstellare. La società Celestis, peraltro, non è nuova a iniziative stravaganti: già nel 1997 aveva lanciato nello spazio circumterrestre i corpi cremati dell’ideatore di *Star Trek*, Gene Roddenberry, e di altre ventitré persone, ripetendo successivamente l’impresa (in quel caso, però, dopo un certo tempo il materiale era ricaduto, come previsto, sulla Terra).

L’invio di messaggi materiali nel cosmo è senza dubbio suggestivo, ma è chiaro che qualsiasi messaggio trasmesso via radio può viaggiare molto più velocemente e raggiungere distanze assai più grandi, a parità di tempo. Il primo tentativo di usare le onde elettromagnetiche per inviare, a nome dell’umanità, un messaggio simbolico a eventuali civiltà extraterrestri venne effettuato il 16 novembre 1974 da Frank Drake con il grande radiotelescopio di Arecibo, durante la cerimonia che festeggiava il rifacimento della superficie riflettente dello strumento e l’inaugurazione di un apparato trasmettente per misure radar nell’ambito del Sistema Solare. Il segnale radio codificato con tale apparato, la cui trasmissione richiese tre minuti di tempo e raggiunse i 50.000 watt di potenza, fu diretto verso



#### IL MESSAGGIO DI ARECIBO

Lo storico messaggio di Arecibo – ispirato all’analogo messaggio ideato da Drake nel 1962 e mai trasmesso – conteneva 1.679 bit di informazione espressi in codice binario, cioè era formato da una successione di 1.679 caratteri comprendenti solo 0 e 1. Ciascun bit (ovvero 0 o 1) era codificato attraverso uno stesso tipo di impulso radio, emesso però a due distinte frequenze entrambe vicine ai 2.380 MHz: una per indicare lo “0” e l’altra l’“1”. Il messaggio era facilmente decodificabile spezzandolo in 73 gruppi consecutivi di 23 caratteri ciascuno (1.679 è infatti il prodotto di  $23 \times 73$ ) e disponendo questi gruppi in sequenza uno sotto l’altro; si otteneva così un pittogramma bidimensionale. Per la cronaca, il messaggio di Arecibo inizia con una lezione sul sistema di numerazione usato, cioè con i numeri da 1 a 10

espressi in notazione binaria. Questi formano la base per descrivere, alla seconda riga, il numero atomico dei cinque elementi essenziali per la vita terrestre, e nelle righe immediatamente successive la struttura chimica del Dna, che è anche illustrata direttamente dalla classica forma a elica posta al centro del messaggio. È poi raffigurato un essere umano stilizzato; alla sua sinistra è indicata la popolazione della Terra (3,8 miliardi nel 1974) e alla sua destra il peso medio di un uomo. Più in basso, è mostrata una rappresentazione del Sistema Solare, con il terzo pianeta (la Terra) che, non a caso, risulta spostato verso la figura umana. La silhouette di un radiotelescopio e l’indicazione numerica del suo diametro concludono il messaggio.



Figura 1.7. Il messaggio di Arecibo, trasmesso nello spazio nel 1974.

l'ammasso globulare M13, un sistema composto da oltre 300.000 stelle che si trova nella costellazione di Ercole, a una distanza di 25.000 anni luce dal Sistema Solare. Questo significa che il messaggio, pur avendo coperto in poche ore la distanza che separa attualmente le sonde Pioneer e Voyager dalla Terra, giungerà a destinazione solo tra 25.000 anni, e che occorrerà attendere lo stesso tempo prima di poter ricevere una risposta, ammesso che laggiù ci sia qualcuno in ascolto.

Un tentativo più recente di inviare un messaggio radio *ad hoc* verso lo spazio profondo, ma questa volta con scopi principalmente commerciali, è stato effettuato il 24 maggio 1999 dai due esperti franco-canadesi di codici militari Yvan Dutil e Stéphane Dumas, utilizzando l'antenna di 70 metri di diametro del radiotelescopio di Evpatoria in Ucraina, che fa parte del Russian Deep Space Network. Il messaggio, composto da 23 pagine contenenti immagini e simboli, è stato realizzato per l'occasione ed espressamente studiato per esporre a un'eventuale intelligenza aliena alcuni concetti scientifici fondamentali: il teorema di Pitagora, la struttura degli atomi di idrogeno ed elio, lo schema del Dna, la struttura del Sistema Solare e

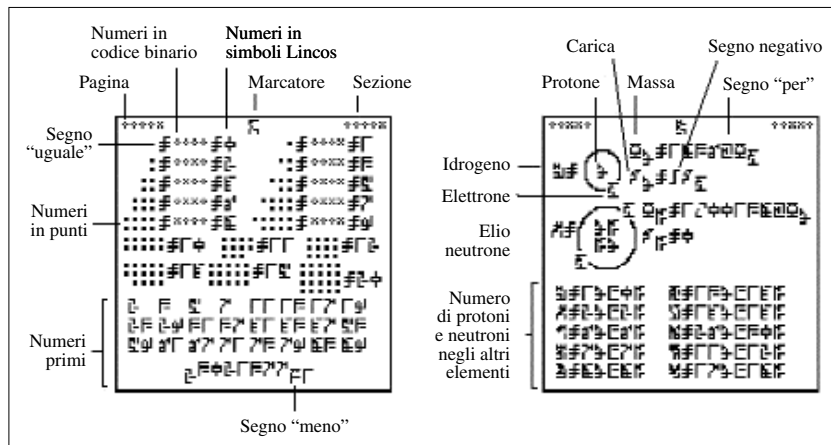


Figura 1.8. Alcune pagine del messaggio di Evpatoria messo a punto da Yvan Dutil e Stéphane Dumas. Si tratta di semplici pittogrammi che affiancano alcune immagini al testo scritto in logica simbolica. Ogni simbolo rappresenta un concetto e ne introduce via via altri, sempre più astratti.

molte altre cose. La trasmissione – che includeva una ripetizione del messaggio di Arecibo, 220 volte più corto di quello di Dutil e Dumas – è stata effettuata alla frequenza di 5.010 MHz con una potenza di 150.000 watt e ha richiesto ben quattro ore di tempo. Il messaggio è stato indirizzato verso quattro stelle di tipo solare con possibili pianeti situate entro un raggio di 70 anni luce dalla Terra, e l'impresa è stata finanziata dalla Encounter 2001 Llc, una società di Houston nata con la omonima navicella.

Come e più che nel caso dei messaggi materiali, si è di recente scatenata una corsa, sotto certi aspetti discutibile, allo sfruttamento commerciale delle trasmissioni radio interstellari. La Encounter 2001 Llc, per esempio, offre di lanciare nello spazio i messaggi di privati cittadini in cambio di una cifra compresa tra i 10 e i 70 dollari. Tra maggio e giugno 1999, in effetti, i primi cinquantamila messaggi scritti sotto forma di semplice testo Ascii – una sorta di e-mail cosmica – sono stati inviati nello spazio con il radiotelescopio di Evpatoria, affittato con una spesa di 35.000 dollari. Nel frattempo, negli Stati Uniti, la società californiana Bentspace trasmette a pagamento nello spazio messaggi di testo non codificati, usando però una piccola antenna satellitare di appena 3 metri e meno di 1 watt di potenza. Recentemente anche la Heineken, la nota azienda olandese produttrice di birra, si è offerta di inviare nello spazio le e-mail e i messaggi multimediali lasciati dai visitatori del suo sito Internet. E c'è da scommettere che le iniziative di questo genere si andranno presto moltiplicando.

## 2. I PROGETTI SETI: IERI, OGGI E DOMANI

*La probabilità di successo è difficile da stimare, ma se non cercheremo mai questa probabilità è zero.*

Giuseppe Cocconi e Philip Morrison  
fisici, pionieri del Seti

La storia del Seti, il campo della scienza che si occupa della ricerca di intelligenze extraterrestri, inizia nel lontano settembre 1959. In quell'anno, l'italiano Giuseppe Cocconi e lo statunitense Philip Morrison, due fisici della Cornell University, pubblicarono un articolo sulla rivista *Nature*<sup>1</sup> nel quale mettevano in evidenza il potenziale rappresentato dall'uso delle radioonde per la comunicazione interstellare. Appena qualche mese più tardi, Frank Drake, all'epoca giovane radioastronomo presso l'osservatorio di Green Bank (West Virginia), puntava il nuovissimo radiotelescopio Tatel di 26 metri di diametro, sintonizzato sulla frequenza di 1.420 MHz, verso le stelle Tau Ceti ed Epsilon Eridani: le due più vicine alla Terra, fra quelle di tipo solare e con probabili pianeti, visibili dagli Stati Uniti. Questo primo tentativo dell'uomo di captare segnali radio di origine artificiale da altre stelle – chiamato da Drake “Progetto Ozma”, perché andava alla ricerca di creature esotiche quanto i personaggi del film *Il mago di Oz* – non rivelò alla fine alcuna traccia di segnali anomali (a parte il falso allarme già descritto), ma inaugurò di fatto la moderna era Seti.

### CACCIA SOLITARIA O RICERCA PLANETARIA?

L'idea che Cocconi e Morrison avevano in mente – e che Drake non perse l'occasione di mettere in pratica – era quella di ricercare le

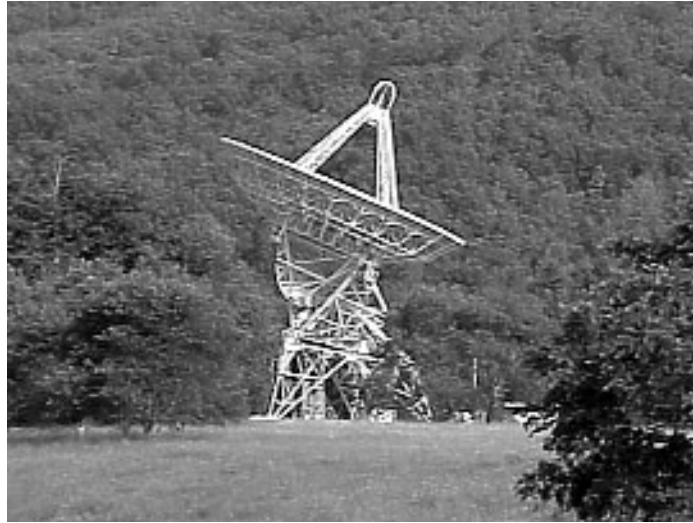


Figura 2.1. Il telescopio Tatel di 26 metri di diametro dell'osservatorio di Green Bank, che Frank Drake utilizzò nella primavera del 1960 per compiere la prima ricerca radio di intelligenze extraterrestri. (Cortesia P. Schuch)

eventuali emissioni radio inviate intenzionalmente da una civiltà al nostro stesso livello di sviluppo e distante pochi anni luce, poiché i loro calcoli avevano mostrato che l'impresa era alla portata dei migliori radiotelescopi dell'epoca.

Secondo i tre scienziati, la caccia alle intelligenze presenti su altri pianeti avrebbe dovuto iniziare sintonizzando gli strumenti su una frequenza speciale, considerata la scelta più naturale anche per una civiltà tecnologica aliena: quella di 1.420 MHz (o 1,42 GHz, essendo 1 gigahertz = 1.000 megahertz), corrispondente all'emissione spontanea di radiazione da parte degli atomi di idrogeno neutro interstellare, un flebile segnale captabile ovunque in quanto l'idrogeno è un elemento diffuso e predominante in tutte le galassie. Si tratta, in effetti, di una frequenza chiave per ogni ipotetico radioastronomo galattico, che la può sfruttare per mappare, attraverso lo studio della distribuzione spaziale dell'idrogeno, la struttura della Via Lattea. Inoltre questa frequenza di valore universale, che corrisponde a una lunghezza d'onda di 21 centimetri, ha il vantaggio di

trovarsi in una regione dello spettro radio particolarmente adatta a rivelare deboli segnali artificiali di provenienza extraterrestre: è la cosiddetta *finestra delle microonde*, compresa all'incirca tra 1 e 10 GHz, nella quale sia il naturale rumore di fondo della Galassia, sia l'assorbimento dovuto all'atmosfera terrestre sono entrambi ai loro minimi assoluti.

L'articolo di Cocconi e Morrison e la successiva notizia del Progetto Ozma, ampiamente ripresa dai media, fecero in poco tempo il giro del mondo. Ciò ebbe l'effetto di scatenare l'immaginazione del pubblico, ma anche di attirare sull'argomento l'attenzione di eminenti scienziati, tra cui il fisico americano Charles Townes e l'astrofisico sovietico Nikolaj Kardašev.

Il primo, che nel 1964 avrebbe ricevuto il Nobel per l'invenzione del laser, suggerì che proprio un segnale laser a impulsi captabile

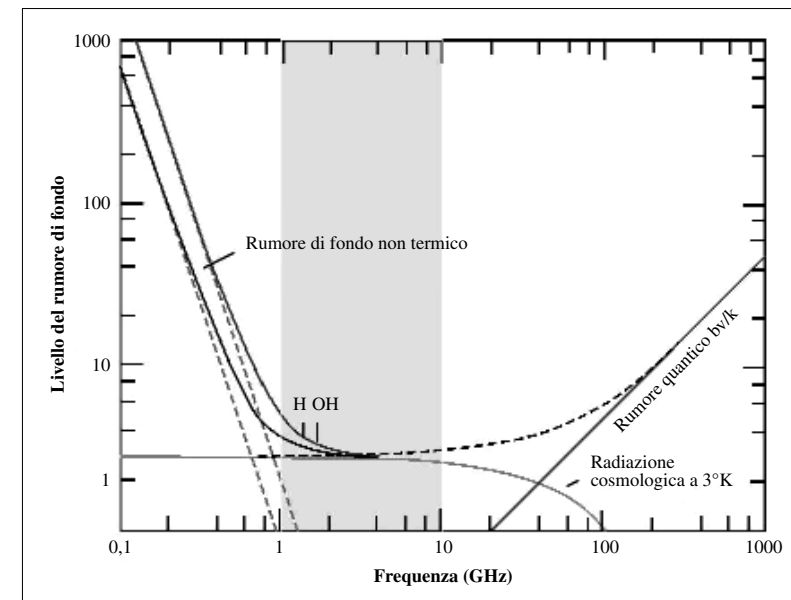


Figura 2.2. La finestra delle microonde (evidenziata con un colore più scuro) fu indicata da Cocconi e Morrison come la più adatta per le comunicazioni interstellari. In questo intervallo radio cade la frequenza di 1.420 MHz dell'idrogeno neutro.

dalla Terra con un normale telescopio ottico rappresentava un sistema di comunicazione interstellare altrettanto valido dei segnali radio. Kardašev, invece, come vedremo meglio nel capitolo 4, propose una classificazione delle ipotetiche civiltà tecnologiche aliene in tre tipi, sulla base del loro consumo di energia. Le civiltà di *Tipo I* erano quelle con un livello di consumi sostanzialmente simile al nostro; quelle di *Tipo II* erano già “superciviltà”, capaci di utilizzare una quantità di energia quasi dell’ordine di quella fornita dal loro Sole; infine, le civiltà di *Tipo III* erano ancora più avanzate, in grado di utilizzare una quantità di energia paragonabile quasi a quella emessa da un’intera galassia. Kardašev si convinse quindi che sarebbe stato più facile scoprire questi ultimi due tipi di civiltà, dal momento che sarebbe stato possibile rilevarli – anche se non ci avessero inviato alcun segnale intenzionale – grazie all’attività su scala cosmica consentita loro dall’immensa disponibilità di energia.

Sull’onda del lavoro sulle superciviltà, la prima ricerca radio di intelligenze extraterrestri dopo il Progetto Ozma fu intrapresa nel 1963 in Crimea proprio da Kardašev e dal suo collega Šolomickij, con un radiotelescopio sintonizzato sui 920 MHz. In tutto, i progetti Seti nel mondo dal 1960 al 1975 furono ben quindici, ma per i primi dieci anni i sovietici dettennero il monopolio pressoché completo di tali ricerche, con le sole eccezioni di un progetto australiano e dello stesso Ozma. Ipotizzando che le eventuali civiltà tecnologiche aliene fossero migliaia o milioni di anni più avanzate della nostra, i programmi sovietici, piuttosto che seguire la strategia di cercare segnali emessi alla frequenza di 1.420 MHz dell’idrogeno neutro – come ci si aspetterebbe da una civiltà più o meno al nostro livello di sviluppo, ovvero di Tipo I – puntavano alla caccia di segnali radio artificiali provenienti da civiltà di Tipo II o III, cercando di rilevare gli effetti che le relative tecnologie avrebbero potuto produrre. I sovietici, quindi, andavano concentrando la loro attenzione soprattutto su radiosorgenti note per il loro comportamento peculiare o su altri oggetti sospetti.

A partire dal 1975, nei programmi Seti comincia il dominio degli Stati Uniti, mentre i sovietici in breve tempo scompaiono praticamente dalla scena. Le prime ricerche americane dopo il Progetto Ozma si svolgono all’inizio degli anni Settanta presso l’osservatorio di Green Bank e l’Università dell’Ohio. Proprio in questa università,

nel 1973, sotto la guida di John Kraus e Robert Dixon, prende avvio al radiotelescopio Big Ear la più lunga campagna di osservazione nella storia del Seti, che andrà avanti ininterrottamente per ventidue anni. Inoltre, il numero delle ricerche avviate aumenta in modo significativo rispetto al passato: tra il 1975 e il 1990 se ne contano addirittura quaranta, alcune delle quali, come i progetti Serendip e Beta, sfoceranno in iniziative ancora oggi in corso. Si tratta, nella maggior parte dei casi, di esperimenti statunitensi, con l’eccezione di alcune osservazioni compiute da Urss, Olanda, Canada, Francia, Australia e Argentina. Gli scienziati ora vanno, per lo più, a caccia di onde radio emesse non da superciviltà, come nei vecchi programmi sovietici, ma da civiltà simili alla nostra, sintonizzandosi intorno alla lunghezza d’onda dei 21 centimetri, nella finestra radio preferita da Cocconi, Morrison e Drake.

Dal 1990 ha inizio la fase attuale dell’era Seti, contrassegnata innanzitutto dalla nascita di progetti osservativi a lungo termine in numerosi Paesi del mondo: programmi tuttora in fase di svolgimento vengono varati da nazioni quali l’Argentina, l’Australia e la stessa Italia. Negli Stati Uniti parte la ricerca di segnali radio artificiali più ambiziosa avviata finora, il Progetto Phoenix, destinato a concludersi probabilmente nel 2004. Inoltre, a più di trent’anni di distanza dal profetico suggerimento di Townes, un po’ dappertutto proliferano per la prima volta le ricerche di possibili segnali laser inviati da

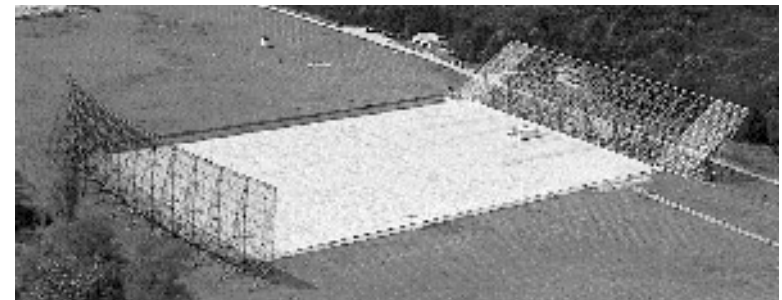


Figura 2.3. Il radiotelescopio Big Ear dell’Università dell’Ohio, dotato di un’antenna equivalente a una parabola di 52 metri di diametro. È stato impiegato nella ricerca Seti più lunga della Storia, iniziata nel 1973 e durata ventidue anni.



civiltà vicine, effettuate con piccoli telescopi ottici opportunamente attrezzati. Grazie poi all'ampia diffusione di Internet, schiere sempre più folte di astrofili o di semplici dilettanti di ogni nazionalità si uniscono con entusiasmo alla "caccia a E.T.", costruendo radiotelescopi amatoriali o analizzando sui computer domestici i dati raccolti dai professionisti. Insomma, la ricerca di intelligenze extraterrestri comincia a diventare uno sforzo davvero globale, planetario, sia pure affidato spesso a iniziative solitarie e sporadiche.

#### LA GRANDE ODISSEA DEL PROGETTO PHOENIX

Il Progetto Phoenix (in italiano "Fenice") – così chiamato perché risorto, come l'antico uccello mitologico, dalle ceneri di un programma osservativo della Nasa, l'ente spaziale americano – è il più importante tra i vari esperimenti Seti odierni: si tratta, anzi, della più vasta e accurata ricerca sistematica di segnali radio intelligenti finora intrapresa, basata sull'osservazione con potenti strumenti di un ampio campione di stelle considerate promettenti.

Nei piani originari della Nasa, come dichiarato il 12 ottobre 1992 dall'ente stesso in occasione del quinto centenario della scoperta dell'America, questa campagna osservativa mirata avrebbe dovuto essere affiancata da una ricerca complementare "a tutto cielo", destinata a scandagliare progressivamente l'intera volta celeste, sia pure con minore sensibilità. Ma verso la fine del 1993, quando le osservazioni erano ancora in fase embrionale, il senatore del Nevada Richard Bryan, nell'intento di ridurre le spese federali, convinse il Congresso degli Stati Uniti a cancellare i finanziamenti per tutti gli esperimenti Seti della Nasa. Il risultato fu che molti valenti ricercatori dell'ente spaziale americano, guidati dalla veterana Jill Tarter, non vollero rinunciare all'impresa e, ottenute in comodato le sofisticate strumentazioni per l'analisi dei segnali radio realizzate *ad hoc* nei laboratori governativi, si dimisero per proseguire le ricerche privatamente presso il "neonato" Seti Institute, a Mountain View, vicino a San Francisco.

Il Seti Institute, di cui è oggi presidente Frank Drake, è un'organizzazione senza fini di lucro impegnata in attività didattica e di ricerca. All'epoca della sua fondazione aveva mezzi economici assai

modesti, ma grazie agli organi di informazione, che in occasione del taglio dei finanziamenti pubblici al Seti fecero da involontaria cassa di risonanza, all'istituto affluirono ben presto i fondi privati necessari alla Tarter e ai suoi colleghi per continuare e addirittura ampliare la ricerca mirata della Nasa, che venne così ribattezzata Progetto Phoenix. Per quanto possa apparire sorprendente, ancora oggi il Phoenix e altre interessanti iniziative del Seti Institute si finanziano esclusivamente attraverso i contributi di generosi donatori (tra cui lo scrittore di scienza e di fantascienza Arthur C. Clarke), con il supporto di alcune fondazioni, industrie e associazioni per lo più statunitensi (tra cui la Microsoft, la Intel e la Hewlett Packard) e con la partecipazione – certo con somme ben più modeste – di migliaia e migliaia di altri sostenitori sparsi qua e là per il mondo.

Grazie ai fondi raccolti, fin dall'inizio il Seti Institute ha potuto acquistare tempo osservativo per il Progetto Phoenix presso i maggiori radiotelescopi del mondo. Le ricerche sono iniziate nell'estate 1995 con l'antenna da 64 metri di diametro del radiotelescopio di Parkes, in Australia, che è tuttora la più grande dell'emisfero australe. Completate le osservazioni previste nel cielo meridionale,



Figura 2.4. Il direttore e fondatore del Seti Institute, la dottoressa Jill Tarter (a sinistra). Nel film Contact è stata impersonata da Jodie Foster (a destra).

riguardanti circa duecento stelle, nel settembre 1996 lo speciale equipaggiamento elettronico usato nell'esperienza, alloggiato su un'apposita struttura mobile, è stato trasferito negli Stati Uniti e collegato all'antenna di 43 metri di Green Bank, situata proprio accanto alla piccola parabola che era stata usata da Drake nel suo Progetto Ozma. Qui le osservazioni sono proseguite a un ritmo assai più lento fino al 1998, anno in cui la strumentazione è stata trasferita ad Arecibo, a Puerto Rico, dove per due settimane all'anno, per lo meno fino al 2003, sarà disponibile una gigantesca antenna da 305 metri di diametro, che è la più grande del pianeta.

L'obiettivo del Phoenix è quello di riuscire a osservare circa mille stelle ritenute "interessanti" per una ricerca di segnali radio artificiali. Per gli scienziati coinvolti nel progetto, la scelta degli astri su cui vale la pena puntare l'attenzione non è stata facile. Alla fine, nella lista sono state incluse innanzitutto le stelle da cui un eventuale segnale alieno sarebbe di intensità più forte, e cioè le cento stelle più vicine a noi, che si trovano tutte in un raggio di circa 25 anni luce. Parecchie di queste sono in realtà sistemi multipli: venticinque stelle sono binarie, sette triple e un sistema è addirittura quintuplo. Visto poi che l'unica forma di vita che conosciamo è nata vicino al Sole, i rimanenti novecento astri del campione sono stati invece scelti tra le stelle *di tipo solare* – cioè più simili alla nostra per colore, dimensioni e temperatura – e possibilmente non più giovani del Sole, prive di stelle compagne e comunque situate tutte entro un raggio di 200 anni luce dalla Terra.

In pratica, lo scopo del Progetto Phoenix è quello di esplorare in modo abbastanza approfondito una regione piccolissima (centrata intorno al Sole) della nostra galassia, la Via Lattea. Composta da circa duecento miliardi di stelle, quest'ultima è formata da tre componenti principali: il *disco*, nel quale si affolla un gran numero di giovani stelle e gigantesche nubi di gas e polvere; l'*alone* sferico, in cui il disco si trova immerso, che è popolato da vecchie stelle e da quelle loro immense concentrazioni che sono gli ammassi globulari; e infine il *nucleo* galattico, centro di simmetria per le precedenti strutture, che è sede di una notevole attività energetica. Il Sole si trova sul bordo interno di uno dei grandi bracci a spirale che formano la struttura del disco, ed è a due terzi di strada partendo dal centro galattico. Lo spessore del disco è di circa 1.000 anni luce,

mentre il suo diametro raggiunge quasi i 100.000 anni luce. Ciò significa che la luce proveniente oggi dalle regioni più lontane della Via Lattea è partita quasi centomila anni fa, cioè quando l'universo era un po' più giovane: un effetto, questo, di cui occorrerà sempre tenere conto.

Ciascuna delle stelle inserite nella lista del Phoenix viene esaminata, assieme a eventuali astri più distanti ma prospetticamente allineati ad esse, per almeno trecento secondi, alla ricerca di qualsiasi segnale continuo o a impulsi che denoti un'origine artificiale. L'apparato che viene usato a questo scopo è abbastanza semplice. Il segnale radio raccolto dall'antenna è inviato a un *analizzatore multicanale* collegato a sua volta a un computer, un sofisticato dispositivo che permette di esplorare un intervallo di frequenze compreso tra 1 e 3 GHz: il sistema controlla così, quasi in tempo reale, gli oltre due miliardi di canali (larghi 0,7 hertz ciascuno) in cui il segnale proveniente dal radiotelescopio viene automaticamente scomposto. Finora, né gli strumenti del Phoenix né quelli impiegati in altre ricerche Seti hanno registrato segnali di natura aliena, ma la mancanza di risultati non era inattesa. Infatti, se anche ci fossero un milione di civiltà che usano le onde radio in una galassia composta come la nostra da duecento miliardi di stelle, dovremmo puntare su ben duecentomila bersagli prima di raggiungere probabilità significative di rilevarne una.

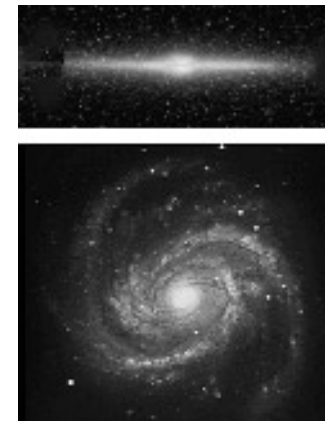


Figura 2.5. La nostra galassia come appare (in alto) vista di taglio dal satellite Cobe e (in basso) come apparirebbe vista dall'alto. In realtà quest'ultima è un'immagine della galassia a spirale M100, molto simile alla Via Lattea. (Nasa)

È proprio al Progetto Phoenix che si ispira, per alcuni aspetti, il film *Contact*, in cui la radioastronoma Ellie Arroway scopre un segnale radio di provenienza extraterrestre con le imponenti antenne del Very Large Array (VLA) di Socorro, nel New Mexico, dopo che le sue ricerche ad Arecibo sono state interrotte da un miope burocrate (l'equivalente del senatore Bryan) e le è stato quindi necessario rivolgersi a un magnate, ispirato nella *fiction* alla figura di Howard Hughes, per avere finanziamenti privati con cui andare avanti. Una delle ulteriori analogie tra la realtà e la finzione cinematografica è il fatto che una donna è a capo dell'esperimento: Ellie Arroway nel film, Jill Tarter nella realtà. Perfino Kent Klark, il ricercatore cieco che compare in qualche scena del film, ha una sua controparte reale in Kent Cullers, un fisico cieco dello staff del Phoenix. Non mancano, però, alcune piccole discrepanze: ad esempio, i segnali ricevuti da un radiotelescopio non vengono mai ascoltati in una cuffia, come invece si vede in alcune delle scene più importanti del film.

#### ALTRE CAMPAGNE DI OSSERVAZIONE RADIO

Oltre al Phoenix, attualmente sono in corso nel mondo altri cinque programmi di ricerca ad alto livello di segnali radio artificiali provenienti dallo spazio. Questi ulteriori esperimenti Seti, pur differenziandosi abbastanza l'uno dall'altro, hanno tutti una caratteristica in comune: a differenza del Phoenix, non sono indagini mirate su alcuni oggetti, bensì vere e proprie ricognizioni "a tutto cielo" che in pratica esaminano l'intera volta celeste.

Il più importante di tali progetti è il Serendip (da Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations),<sup>2</sup> che fa uso del grande radiotelescopio di Arecibo, il quale è uno "strumento di transito", ovvero non orientabile e in grado di ricevere solo quando la sorgente passa sul meridiano locale per effetto della rotazione terrestre. Avviato nel 1978 da alcuni ricercatori dell'Università della California, a Berkeley, il programma in questione si differenzia completamente dal Phoenix perché opera tutto l'anno, ventiquattr'ore su ventiquattro, andando alla ricerca di eventuali segnali alieni provenienti dalla direzione del cielo in cui lo strumento è in quel momento puntato per le sue normali

osservazioni astrofisiche. L'attuale analizzatore di segnale usato per il Seti – chiamato Serendip IV per indicare che si tratta della sua quarta versione – esamina contemporaneamente 168 milioni di canali radio, esplorando tutte le frequenze comprese in una banda larga 100 MHz e centrata sulla frequenza dell'idrogeno neutro, a 1.420 MHz. Con il passare degli anni, le osservazioni dovrebbero riuscire a coprire più volte, sia pure per un tempo assai breve, la maggior parte del cielo visibile dallo strumento, che è limitato a una ristretta fascia tra le declinazioni<sup>3</sup> 0° e +38°, corrispondente a circa il 30 per cento dell'intero cielo.

Per quanto riguarda la ricerca professionistica di segnali radio alieni nel cosmo, gli altri progetti stranieri tuttora in corso sono il Southern-Serendip, il Beta e il Meta: il primo è un'iniziativa australiana, mentre gli altri due sono programmi statunitensi (una loro breve descrizione è riportata nel riquadro alle pagine seguenti).

Anche l'Italia è oggi ai primissimi posti nello scenario mondiale in questo campo di indagine. La nascita del programma di osservazione italiano, chiamato Seti-Italia, è avvenuta ufficialmente nel-



Figura 2.6. La gigantesca antenna parabolica del radiotelescopio di Arecibo, incastonata in un avvallamento naturale dell'isola caraibica di Puerto Rico. Con i suoi 305 metri di diametro, è attualmente la più grande antenna esistente al mondo.



I PROGETTI SOUTHERN-SERENDIP,  
BETA E META

Un progetto derivato direttamente dal Serendip americano è il Southern-Serendip, che usa l'antenna di 64 metri dell'osservatorio di Parkes, in Australia. Nel marzo 1998, infatti, un rivelatore quasi del tutto identico al Serendip III, l'antenato di quello oggi usato ad Arecibo, venne installato al radiotelescopio di Parkes in modo da operare in parallelo con gli esperimenti scientifici più ortodossi effettuati quotidianamente con lo strumento, come la ricerca di pulsar e lo studio delle nubi di idrogeno nella Via Lattea. Nell'estate del 1999, grazie al supporto del Seti Institute, il rivelatore è stato notevolmente potenziato, ed è ora in grado di ricevere in simultanea su 58,8 milioni di canali, abbracciando una banda larga 35 MHz. Il ricevitore può venire sintonizzato a qualsiasi frequenza compresa tra 1,2 e 1,5 GHz, e l'antenna del radiotelescopio – che a differenza della parabola di Arecibo non è fissa sul terreno, bensì direzionabile – ha accesso a una larga frazione di cielo, incluso l'intero emisfero celeste meridionale.

Un altro importante progetto Seti nelle frequenze radio è il Beta (da Billionchannel Extra-Terrestrial Assay), gestito da Paul Horowitz e dai suoi studenti della Harvard University, che utilizzano per la loro ricerca un'antenna di 26 metri situata nella cittadina di Oak Ridge, nel Massachusetts. Le osservazioni sono iniziate nel 1995, al termine di un precedente progetto della stessa università chiamato Meta I (da Megachannel Extra-Terrestrial Assay). Il rivelatore analizza una banda di frequenze particolarmente ampia,

l'aprile 1998 con il collegamento, in modo da operare in parallelo con le normali osservazioni astrofisiche, di un analizzatore multicanale del tipo Serendip IV – in grado di gestire in contemporanea 4 milioni di canali – all'antenna di 32 metri di diametro del radiotelescopio di Medicina, vicino a Bologna.

In realtà, il progetto italiano è nato quasi per caso. “L'Università della California aveva messo a disposizione della comunità scientifica internazionale un modulo supplementare del suo potente Seren-

compresa tra 1.420 e 1.720 MHz. La peculiarità dell'esperimento, rispetto a quelli descritti nel testo, è che il radiotelescopio viene impiegato solo per la ricerca di segnali alieni, così finora ha potuto esplorare in maniera sistematica già quattro volte la fascia di cielo tra le declinazioni  $-30^\circ$  e  $+60^\circ$ . Nel marzo del 1999 l'antenna è stata seriamente danneggiata da una forte tempesta di vento, ma grazie a una raccolta di finanziamenti promossa dalla Planetary Society (un'associazione no profit con oltre centomila membri fondata da Carl Sagan) le riparazioni sono già state avviate e le osservazioni dovrebbero riprendere fra qualche tempo.

Infine, un altro progetto straniero in corso è il Meta II. Dall'ottobre 1990 esso rappresenta la controparte nell'emisfero australe dell'omonimo vecchio programma di Horowitz, il Meta I, che era stato avviato nel 1985 dalla Planetary Society con il generoso contributo economico di Steven Spielberg, il regista di film celebri come *E.T.* e *Jurassic Park*. Le osservazioni del Meta II si svolgono con una delle due antenne di 30 metri dell'Istituto argentino di radioastronomia, sotto la guida di Guillermo A. Lemarchand, dell'Università di Buenos Aires. Il rivelatore, in origine una copia esatta del Meta I, è capace di ascoltare su 8,4 milioni di canali coprendo una banda larga 400 KHz, e ha già esplorato diverse volte intorno alla frequenza di 1.420 MHz tutto il cielo meridionale compreso tra le latitudini  $-90^\circ$  e  $-10^\circ$ . Nel 1996, il sistema è stato migliorato nell'hardware e nel software, mentre le ricerche sono state estese intorno alle frequenze di 1.667 e di 3.300 MHz e all'osservazione di ottanta stelle, tra quelle a noi più vicine, con possibili pianeti.

dip IV e, tra le numerose richieste di utilizzo giunte a Berkeley, gli americani hanno scelto di accogliere la nostra”, racconta Stelio Montebugnoli, ingegnere responsabile della Stazione radioastronomica di Medicina. “Poi nel biennio 1998-99, sempre nell'ambito di questa collaborazione, con l'aiuto dei due giovani ingegneri Jader Monari e Marco Poloni, al modulo iniziale ne sono stati aggiunti altri cinque identici”, spiega Montebugnoli, “portando la capacità di ascolto del sistema a 24 milioni di canali, distribuiti su una banda



Figura 2.7. La parabola di 32 metri del radiotelescopio di Medicina, vicino a Bologna. È uno degli strumenti utilizzati dal programma Seti italiano. (Cortesia Ira-Cnr)

larga 15 MHz nello spettro delle radiofrequenze”. Con tale apparato l’antenna di Medicina – una parabola integrata sin dal 1987, data del suo completamento, nella rete europea VLBI (Very Large Baseline Interferometry) – nel giro di quattro anni dovrebbe riuscire a coprire oltre il 50 per cento del cielo visibile dalla cittadina emiliana, operando a frequenze spesso diverse, comprese tra 1,4 e 23 GHz.

Un ruolo ancora più importante l’Italia potrebbe giocarlo in un futuro non lontano, con l’utilizzo per osservazioni Seti di altri tre strumenti, sempre in parallelo con le normali ricerche degli astronomi. Uno è il “vecchio” radiotelescopio Croce del Nord di Medicina, che per superficie di raccolta della radiazione è il più grande d’Europa: si tratta di uno strumento di transito a croce, formato da due bracci disposti a “T” lunghi 640 e 564 metri, che è entrato in funzione nel 1964 ed è oggi utilizzato nello studio di pulsar superveloci a una frequenza

di lavoro intorno ai 408 MHz. Il secondo radiotelescopio è la parabola di 32 metri di Noto, in Sicilia, gemella di quella di Medicina e operante dal 1988. Il terzo radiotelescopio, infine, è attualmente in costruzione a San Basilio, vicino a Cagliari, e sarà in funzione entro il 2005: si tratta del Sardinia Radio Telescope (Srt), un’antenna parabolica orientabile del diametro di 64 metri che sarà tra le prime al mondo a usare “ottiche attive”, cioè un sistema per correggere le piccole deformazioni della parabola prodotte dal peso stesso della struttura, una soluzione tecnologica già sperimentata con successo sull’antenna di Noto. Il nuovo strumento verrà impiegato non solo per osservazioni radioastronomiche e Seti, ma pure come elemento del Deep Space Network (Dsn) per il collegamento con sonde interplanetarie nel corso di missioni spaziali di interesse nazionale.

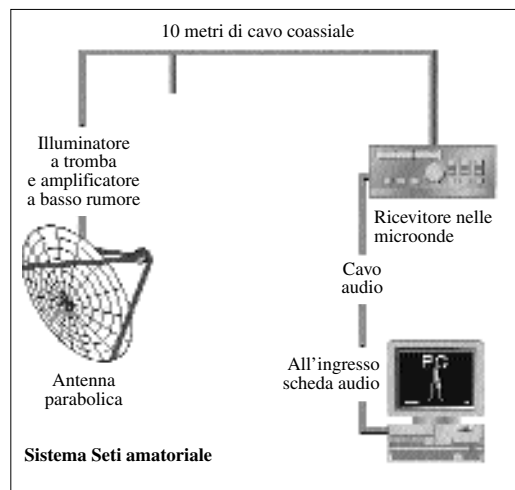
Ciò che forse è più interessante e peculiare, nel progetto Seti italiano, è che il sistema impiegato per scoprire gli eventuali segnali alieni, l’analizzatore Serendip IV, è stato in alcune occasioni utilizzato anche in importanti ricerche di tutt’altro tipo, se non altro per dimostrarne l’utilità e la versatilità. Nel 2001, ad esempio, l’apparato usato a Medicina per le osservazioni Seti ha captato distintamente, dal già noto asteroide *near-Earth* 1998 WT24, l’eco di un segnale radar *ad hoc* inviato nello spazio dal radiotelescopio californiano di Goldstone, un’antenna del Dsn larga 70 metri. Il sistema si è così dimostrato in grado di scoprire in tempo reale piccoli oggetti *near-Earth*, ovvero tutti quei corpi celesti vaganti nello spazio che si avvicinano nel corso della loro orbita alla Terra, rappresentando una potenziale minaccia per il nostro pianeta. Un altro possibile impiego della strumentazione Seti riguarda la possibilità di monitorare, con una tecnica simile a quella appena descritta, i detriti spaziali:<sup>4</sup> le migliaia e migliaia di frammenti di vecchi satelliti o stadi di razzi presenti intorno alla Terra in orbite basse o nell’anello geostazionario, i quali vanno aumentando abbastanza rapidamente a causa delle collisioni casuali tra oggetti più grossi.

#### L’HOBBY DI “ASCOLTARE” GLI EXTRATERRESTRI

Gli scienziati del Seti hanno oggi a disposizione numerosi strumenti di primissimo ordine che permettono loro di effettuare ricerche qua-

litativamente eccellenti. Eppure, se un giorno verrà scoperto un segnale intelligente alieno, può darsi che si dovrà ringraziare non un osservatore professionista, bensì un qualche sconosciuto radioastrologo dilettante, come del resto accade spesso nel caso di comete, supernove e altri oggetti individuati nel cielo dagli astrofili. Anche gli appassionati che in tutto il mondo si dedicano per hobby alla ricerca di segnali artificiali sono infatti quanto mai attivi, e il loro numero va crescendo di anno in anno.

Uno dei primi strumenti amatoriali dedicati alla ricerca sistematica di segnali radio extraterrestri – tuttora funzionante – venne costruito nel 1983 da Robert Gray, un ingegnere programmatore di Chicago, negli Stati Uniti. Il semplice radiotelescopio da lui realizzato, che comprendeva un'antenna parabolica di 4 metri di diametro, era in grado di individuare un eventuale segnale della potenza di 1.000 megawatt emesso a 50 anni luce dalla Terra da un'antenna larga 100 metri. Oggi la sua stazione di radioascolto, completamente rinnovata e battezzata Mark II, è dotata di un nuovo ricevitore con oltre 8.000 canali collegato a un vecchio personal computer 486DX, in grado di elaborare e analizzare in tempo reale i deboli segnali raccolti dall'antenna. Le osservazioni, nella casa di Gray, vengono effettuate in automatico per sei ore durante la notte,



*Figura 2.8. Lo schema di una stazione Seti amatoriale. L'attrezzatura completa può essere acquistata con una spesa piuttosto contenuta, se si dispone già di un computer e si compra un'antenna usata a basso prezzo. (Cortesia P. Schuch)*

quando le interferenze dovute alle radioemissioni terrestri sono meno frequenti.

Un'altra brillante iniziativa da segnalare a livello dilettantistico è quella degli americani Bob Lash, Mike Fremont e Mike Fox, che utilizzano due parabole di appena 2,4 metri ciascuna poste una in California e l'altra in Colorado, a 1.600 chilometri di distanza, in modo da poter osservare in parallelo e limitare così l'effetto di disturbo delle interferenze locali. Oggi i tre svolgono ricerche sistematiche nell'ambito di quello che hanno chiamato Progetto Bambi: un'esplorazione del cielo alle frequenze intorno ai 4 GHz con un ricevitore dotato di oltre 3 milioni di canali. Ma la loro passione per la radioastronomia sperimentale è cominciata interessandosi di soggetti di studio più tradizionali. All'inizio, infatti, con il loro piccolo radiotelescopio si divertivano ad ascoltare le varie "voci" alla portata di uno strumento amatoriale: dal Sole alla radiosorgente Cassiopeia A (il residuo di un'antica supernova), dalla Luna – che riflette le radioonde emesse dalla nostra stella – alla sorgente Sagittarius A, posta al centro della Galassia.

Con una spesa che va dai mille euro in su, qualsiasi dilettante può oggi allestire in poco tempo una stazione osservativa di tutto rispetto, in grado di effettuare ricerche Seti paragonabili, sostanzialmente, a quelle svolte dai professionisti appena una ventina di anni fa. I componenti principali di un apparato Seti sono pochi: in pratica, un'antenna e un ricevitore radio per alte frequenze collegato a un computer con un software adeguato. Come antenna si può usare una parabola satellitare dai 3 ai 5 metri di diametro, che tra 1 e 10 GHz ha buone prestazioni. In Europa le antenne così grandi non sono comuni, perché vengono impiegate solo per i collegamenti commerciali con i satelliti. Si può allora tentare di reperirle per pochi soldi come materiale di surplus, o costruirsele da soli. Il resto dell'hardware – personal computer a parte – può essere invece acquistato a basso costo in appositi kit da assemblare, oppure ci si può orientare verso prodotti già pronti e diffusi tra i radioamatori, come il "classico" ricevitore Icom 7000.

Un aiuto prezioso per il principiante è fornito dalla Seti League, fondata nel 1994 a Little Ferry, nel New Jersey: un'organizzazione no profit che promuove e coordina su scala mondiale la ricerca Seti dilettantistica nel campo delle radioonde.<sup>5</sup> Una grande



IL PROGRAMMA  
SETI@HOME

Se non avete tempo o voglia di costruirvi un piccolo radiotelescopio, potete ugualmente partecipare alla grande ricerca di intelligenze extraterrestri. Vi basterà collegarvi al sito web <http://setiathome.ssl.berkeley.edu> e scaricare sul vostro computer un apposito programma (che occupa all'incirca 20 Mbyte di spazio sul disco), assieme ad alcuni piccoli spezzoni di dati da analizzare.

Il programma in questione, chiamato Seti@home, è un salvaschermo molto speciale, sviluppato da un gruppo di ricercatori dell'Università di Berkeley. Come tutti i salvaschermo, si attiva quando non usate il computer e cessa la sua attività quando ritornate al lavoro. Ma quello che fa nel frattempo è assolutamente unico. Mentre state prendendo il caffè, o siete a pranzo o a dormire, il vostro computer analizzerà alcuni dati raccolti dal radiotelescopio di Arecibo nell'ambito del Progetto Serendip. Il tempo richiesto su un computer di medie prestazioni per l'analisi completa di un singolo blocco di dati da 250 Kbyte è di circa ventiquattr'ore, che sono però cumulative: per cui, se il programma viene attivato mediamente sessanta minuti al giorno, il tempo necessario per concludere l'intero lavoro sarà di poco più di tre settimane. Al termine, anche se non fosse stato scoperto qualcosa di interessante, i risultati verranno visualizzati sul Pc e, non appena vi ricollegherete a Internet per navigare o controllare la posta, saranno inviati automaticamente a Berkeley.

Il software Seti@home cerca eventuali segnali alieni dieci volte più deboli di quelli rilevabili in tempo reale dal Serendip di Are-

ambizione coltivata dal suo estroso direttore, l'ingegnere Paul Schuch, è quella di poter realizzare una vasta rete di osservazione che copra in maniera continuativa l'intero cielo, composta da cinquemila stazioni amatoriali. Il progetto in questione si chiama Argus, dal nome della creatura mitologica che con i suoi cento occhi poteva guardare dappertutto. L'idea fondamentale alla base dell'Argus è che, essendo il campo di vista di una piccola antenna pa-

cibo, grazie a un algoritmo chiamato "di integrazione coerente", che nessun altro esperimento Seti professionale ha mai potuto utilizzare per mancanza della necessaria potenza di calcolo. I dati analizzati dal progetto si riferiscono tutti a una banda di frequenze centrata sui 1.420 MHz e larga 2,5 MHz, contro i 100 esplorati dal Serendip. Il successo del programma è andato, sin dall'inizio, decisamente oltre ogni più rosea previsione. Alla data di aprile 2002 – ovvero trentacinque mesi dopo la distribuzione dei primi blocchi – le persone che avevano utilizzato il software erano 3,6 milioni (di cui l'1,7 per cento in Italia), e il cielo visibile da Arecibo era stato esplorato quasi tre volte. L'astrofisico Dan Werthimer, ideatore di questo salvaschermo, ha quindi già annunciato un'estensione delle ricerche a nuove frequenze e a dati relativi all'emisfero australe provenienti dal programma Southern-Serendip.

Nel giro di qualche anno, sulle orme del progetto americano, l'Italia potrebbe avviare un suo Seti@home che permetterà di far analizzare a qualsiasi volontario dotato di un semplice Pc alcuni dei dati raccolti a Medicina dal Seti-Italia. Con il permesso dei responsabili del Seti@home, l'Istituto di radioastronomia del Cnr conta infatti di acquisire dati durante le normali osservazioni del radiotelescopio Croce del Nord e di distribuirli, per l'elaborazione, tramite un server installato presso l'associazione culturale Criacesia di Milano. Chi vorrà collaborare alla ricerca italiana di civiltà extraterrestri mettendo a disposizione il proprio Pc potrà dunque in un futuro non lontano scaricare ed elaborare i dati attraverso questo server, che costituirà in un certo senso la "porta" del Seti-Italia verso il mondo dei collaboratori esterni.

rabolica di qualche grado quadrato, con migliaia di questi "occhi" sparsi abbastanza uniformemente sul globo (e puntati ciascuno in una direzione diversa assegnata a tavolino) si potrebbe tenere sotto controllo l'intero cielo. Alla data di aprile 2002, le stazioni del Progetto Argus con radiotelescopi già pronti a operare erano 115, di cui circa un terzo localizzato negli Stati Uniti e il resto sparso in una ventina di altri Paesi.

## UNA VIA ALTERNATIVA: I SEGNALI LUMINOSI

Non è difficile prevedere che il prezioso contributo dei dilettanti alla ricerca di intelligenze extraterrestri, oggi limitato essenzialmente al campo delle onde radio, si estenderà nei prossimi anni alla rivelazione di eventuali *segnali ottici* – in particolare brevi impulsi laser – emessi da civiltà extraterrestri, come sta ora avvenendo nell'ambito del Seti professionale.

La possibilità di una comunicazione interstellare basata su onde appartenenti non alla regione radio dello spettro elettromagnetico, quella proposta da Cocconi e Morrison, bensì alla regione "ottica" (cioè del *visibile* e dell'*infrarosso vicino*) dello stesso spettro, venne formulata per la prima volta da Robert Schwartz e Charles Townes, il coinventore del laser, nel lontano 1961. Ma all'epoca la tecnologia radio si era ormai sviluppata e affermata da un pezzo, mentre quella dei laser, cioè dei dispositivi che avrebbero potuto permettere la comunicazione nell'ottico, era appena agli albori. Questa fu la ragione principale per cui le prime ricerche Seti vennero condotte esclusivamente nel radio, una situazione che si sarebbe protratta per oltre venticinque anni, soprattutto negli Stati Uniti. I primi progetti Oseti (da Optical Seti) risalgono infatti al 1973 e al 1978, quando l'astrofisico sovietico Viktor Švartsman esaminò un centinaio di



Figura 2.9. Il direttore della Seti League, l'ingegnere Paul Schuch. (Cortesia P. Schuch)

radiosorgenti alla ricerca di potenziali impulsi ottici inviati da civiltà avanzate.

Ma negli ultimi quarant'anni la tecnologia dei laser è decisamente maturata, al punto che questi vengono ormai utilizzati, ad esempio, in ogni supermercato per leggere i codici a barre e sono alla base del funzionamento di qualsiasi lettore cd o cd-rom. Soprattutto, però, è cresciuta la potenza dei fasci di luce coerente prodotti dai laser più grossi: i moderni apparecchi costruiti per tentare di ottenere la fusione nucleare attraverso il confinamento inerziale del plasma possono sviluppare brevissimi impulsi della potenza di un petawatt ( $10^{15}$  W). Se una civiltà aliena, da una stella lontana 1.000 anni luce, inviasse verso il nostro pianeta impulsi di tale potenza attraverso un telescopio di 10 metri, il segnale apparirebbe, a un telescopio di analoghe dimensioni posto sulla Terra, un migliaio di volte più luminoso della stella stessa. E se gli impulsi fossero emessi da un laser extraterrestre un po' più potente, vale a dire da una civiltà anche di pochissimo più evoluta della nostra, il segnale sarebbe rilevabile perfino con un telescopio di ben più piccole dimensioni: in pratica, uno strumento amatoriale equipaggiato con un semplice rivelatore di fotoni.

L'invio di impulsi ottici come metodo di comunicazione interstellare presenta, fra l'altro, indubbi vantaggi. Innanzitutto, il fatto che le frequenze ottiche siano superiori al terahertz ( $10^{12}$  Hz) – e dunque di gran lunga più alte delle frequenze radio – permette di inviare, a parità di tempo di trasmissione, una quantità di informazione estremamente maggiore che con un qualsiasi segnale radio. Inoltre, l'utilizzo di impulsi laser con durata dell'ordine del nanosecondo consente di eliminare qualsiasi tipo di "ambiguità" nell'interpretazione del segnale: su scale di tempo così brevi, infatti, le varie possibili interferenze ambientali terrestri (lampi lontani, radiazione Čerenkov, luce zodiacale, eccetera) diventano del tutto trascurabili; né, d'altra parte, esiste alcuna sorgente astrofisica galattica o extragalattica in grado di produrre impulsi ottici di così breve durata. Per di più, la strumentazione necessaria per inviare e ricevere i segnali ottici è assai più compatta, leggera e maneggevole delle gigantesche antenne richieste dai segnali radio.

Il primo a rendersi conto delle favorevoli prospettive che si andavano sempre più chiaramente evidenziando – e soprattutto a tra-





Figura 2.10. Uno dei pionieri del Seti ottico, l'americano Stuart Kingsley. (Coseti)

durle in una ricerca sperimentale di brevi impulsi laser dopo i pionieristici progetti sovietici – fu Stuart Kingsley, un dilettante americano di Columbus, in Ohio. Laureato in ingegneria elettronica e appassionato di astronomia, nel 1990 Kingsley creò un piccolo osservatorio *ad hoc*, chiamato Coseti (da Columbus Oseti) e dotato di un comunissimo telescopio Meade da 25 centimetri di diametro, che è tuttora in attività. La luce focalizzata dal suo strumento è inviata, senza filtri di sorta, a due fotomoltiplicatori “veloci” identici collegati a un circuito di coincidenza, in modo da rivelare eventuali impulsi di pochi nanosecondi di origine artificiale, ma non gli eventi dovuti al “rumore” intrinseco del rivelatore e agli onnipresenti raggi cosmici. Oggi Kingsley, oltre a effettuare le osservazioni nell’ottico esaminando le stelle dell’emisfero australe studiate nel radio dal Phoenix, attraverso un sito web commerciale mette una copia del suo apparato elettronico a disposizione dei dilettanti interessati.

La ricerca avviata da Kingsley ha contribuito insieme ai precedenti fattori alla nascita, nella seconda metà degli anni Novanta, di altri progetti Oseti oggi conclusi, e in seguito al varo di numerosi altri progetti ancora in corso, iniziati nel giro di pochi mesi a partire dal 1999. Si tratta, anche in questo caso, di ricerche mirate sostanzialmente simili a quella di Kingsley, ma effettuate con telescopi un

po’ più grandi, da 40 centimetri fino a 1,6 metri di diametro. Per esempio ad Harvard, nel Massachusetts, dove vengono effettuate misure della velocità radiale di duemilacinquecento stelle vicine di tipo solare, parte della luce raccolta dallo strumento è utilizzata da Paul Horowitz per il suo Oseti. Un apparato identico, realizzato all’Università di Princeton, è ora usato in parallelo a quello di Harvard con lo scopo di limitare i falsi allarmi inevitabilmente prodotti dai raggi cosmici. Altre ricerche Oseti vengono svolte dal Seti Institute con il telescopio da 1 metro dell’osservatorio di Lick. A Berkeley, in California, Dan Werthimer osserva con uno strumento dedicato duemilacinquecento tra stelle vicine, ammassi globulari e galassie. In Australia, infine, Ragbir Bhathal, dell’Università di Sydney, esamina nell’ottico un campione di duecento stelle.

Secondo alcuni scienziati, vi è però la possibilità che una civiltà aliena decida di inviare, anziché *brevi impulsi ottici* (in grado di trasportare messaggi o informazioni attraverso una sorta di codice Morse interstellare), un potente *segnale laser continuo*, con il più modesto scopo di attirare l’attenzione del ricevente. A differenza dei segnali laser a impulsi – che ci si attende siano “spalmati” sull’intera regione del visibile o dell’infrarosso, per cui non c’è il problema di quale sia la frequenza precisa da osservare – un eventuale segnale continuo verrebbe probabilmente emesso in una banda eccezionalmente stretta, sempre del visibile o dell’infrarosso, per indicare al ricevente la sua origine artificiale. È per questa ragione che Geoffrey Marcy, un astronomo noto tra gli addetti ai lavori per le sue numerose scoperte di pianeti extrasolari, dal 1999 sta esaminando gli spettri ad altissima risoluzione presi ora o in passato nel visibile da vari gruppi di “cacciatori di pianeti”, alla ricerca di righe ultrasottili anomale.

Intanto, altri pensano già al possibile futuro del Seti ottico. Negli Stati Uniti, la Planetary Society ha di recente incaricato Paul Horowitz di allestire un apparato in grado di effettuare la prima ricerca “a tutto cielo” di impulsi laser. Infatti i progetti Oseti attuali assumono tutti, implicitamente, che i segnali extraterrestri provengano dai dintorni di alcune stelle vicine, e finiscono così per coprire solo un milionesimo dell’intera area del cielo. Si rende quindi ormai necessaria una ricerca complementare estesa al resto della volta celeste, come già avviene nel radio. Horowitz ha così ideato uno spe-

ziale rivelatore che verrà montato, entro la fine del 2002, al fuoco di un telescopio ottico a largo campo da 1,8 metri di diametro, il quale funzionerà come strumento di transito, esplorando ogni giorno una diversa striscia di cielo grazie alla rotazione terrestre e completando l'osservazione dell'intero emisfero nord in appena centocinquanta notti. Il rivelatore è costituito da una griglia composta da ben 512 pixel, ciascuno dei quali alloggia una coppia di piccoli fotomoltiplicatori veloci in coincidenza sensibili alle frequenze del visibile. Questa ricerca Oseti verrà effettuata presso l'osservatorio di Oak Ridge, nel Massachusetts.

#### LA NUOVA RICERCA SETI CON IL TELESCOPIO ALLEN

Mentre i vari programmi Seti ora in corso nel mondo proseguono nelle loro lunghe e pazienti osservazioni, gli scienziati coinvolti nella ricerca di intelligenze extraterrestri lavorano già allo sviluppo di nuovi rivoluzionari strumenti, che nei prossimi anni cambieranno profondamente il modo in cui i radioastronomi sono oggi abituati a scrutare il cielo.

Uno di tali strumenti, già in fase avanzata di progettazione, è di sicuro l'americano Allen Telescope Array (Ata), un gigantesco radiotelescopio che dovrebbe entrare in funzione intorno al 2005 e che sarà composto – a differenza di tutti quelli attuali – non da una o più grandi antenne, bensì da molte piccolissime parabole. Si parla, per l'esattezza, di 350 antenne orientabili del diametro di 6 metri ciascuna, anche se il numero e le dimensioni delle parabole potrebbero subire qualche variazione fin quasi all'ultimo momento. Il vantaggio nell'utilizzo di antenne così piccole è che queste sono molto economiche e facilmente reperibili in commercio, in quanto già prodotte su larga scala e utilizzate normalmente per ricevere i segnali televisivi dai satelliti. Nel caso del telescopio Allen, ciò permetterà di realizzare uno strumento equivalente, come area di raccolta della radiazione, a un radiotelescopio tradizionale di 110 metri, ma con una spesa pari ad appena un terzo di quella necessaria se si fosse dovuta costruire un'unica parabola così grande.

Ma la vera novità del telescopio Allen – resa possibile proprio dall'utilizzo di parabole assai piccole, e dunque con un ampio

campo di vista e una bassa risoluzione – è rappresentata dal *multi-beaming*, cioè dalla capacità dello strumento di osservare in contemporanea ad alta risoluzione, all'interno del campo di vista delle singole parabole (che è il medesimo per tutte, poiché esse vengono puntate sempre all'unisono in una stessa direzione), fino a cento oggetti o piccole zone di cielo diverse. Il trucco impiegato è molto semplice, e risiede nel sofisticato hardware e software del sistema. Infatti, grazie a un'opportuna combinazione dei segnali provenienti dalle singole antenne, l'intero radiotelescopio può controllare, all'interno dell'ampio fascio della singola parabola, vari piccoli fasci "virtuali" sintetizzati elettronicamente, ciascuno puntato in direzioni diverse, e quindi si possono compiere nello stesso tempo più osservazioni indipendenti. L'unico scotto da pagare è la complicazione rapidamente crescente del sistema, con conseguente lievitazione dei costi, all'aumentare dei fasci di cui si voglia dotare lo strumento.

Quando sarà operativo, il telescopio Allen rappresenterà il più grande radiotelescopio al mondo dedicato principalmente alla ricerca di segnali alieni. Il suo progetto è portato avanti dal Seti Institute in stretta collaborazione con la sede di Berkeley dell'Università della California, che fornirà il sito per la costruzione. I ricercatori del Seti utilizzeranno gran parte dei fasci disponibili per compiere una ricerca mirata di eventuali segnali alieni provenienti da stelle vicine di tipo solare, mentre con i fasci rimanenti l'Università di Berkeley potrà in contemporanea effettuare ricerche astrofisiche tradizionali, studiando le pulsar, la distribuzione dell'idrogeno nella Via Lattea e le regioni di formazione stellare. Potendo essere adoperato per tutto l'arco dell'anno, ventiquattr'ore al giorno, impiegando insieme anche solo tre fasci il radiotelescopio permetterà un'espansione del Progetto Phoenix di un fattore cento o addirittura mille in appena sei anni di osservazioni, portando il numero di stelle vicine esaminate ad almeno centomila, e forse a un milione.

Una delle caratteristiche peculiari di questo innovativo strumento sarà la sua espandibilità: non solo potranno essere col tempo aggiunti nuovi fasci attraverso l'incremento quantitativo e qualitativo di hardware e software, ma potranno venire sempre aggiunte nuove parabole alla struttura già esistente, aumentando così poco a poco la sensibilità dell'intero sistema. Ottimi, inoltre, saranno gli analizza-

tori multicanale di cui ogni fascio sarà fornito: essi potranno infatti esplorare tutte le frequenze comprese tra 1 e 10 GHz, un intervallo pari a tre volte quello gestito dal Phoenix. Anche se avrà un'area di raccolta della radiazione pari a un settimo della parabola fissa di Arecibo, il telescopio Allen sarà pur sempre di sensibilità ragguardevole, paragonabile a quella dei maggiori strumenti esistenti, compreso il nuovissimo Green Bank Radiotelescope (West Virginia, Usa), che ha un'antenna orientabile delle dimensioni di  $100 \times 110$  metri.

Conosciuto originariamente con il nome di One Hectar Telescope (o 1HT), il telescopio Allen è stato di recente così ribattezzato in onore di Paul G. Allen, un cofondatore della Microsoft, che ha fornito di tasca propria quasi la metà dei 26 milioni di dollari di spesa previsti per la realizzazione dell'intero progetto. Il primo prototipo del radiotelescopio, un sistema composto da appena sette antenne, è stato inaugurato nell'aprile 2000, mentre un secondo prototipo più grande vedrà la luce all'inizio del 2003. Entrambi permetteranno di sperimentare sul campo le complesse soluzioni hardware e software adottate, che in gran parte si affidano ai futuri sviluppi dell'elettronica di consumo: in particolare, all'aumento della velocità di elaborazione dei calcolatori, che raddoppia, secondo la nota legge di Moore, all'incirca ogni diciotto mesi. La versione finale dello strumento, che verrà ospitata dall'osservatorio di Hat Creek, 470 chilometri a nord-est di San Francisco, sarà parzialmente operativa nel 2004 e verrà completata entro il 2005.

#### VERSO I SUPER-RADIOTELESCOPI DEL FUTURO

Il telescopio Allen, che sta già attirando l'attenzione di tutti gli appassionati del Seti, è un eccellente esempio delle rivoluzionarie soluzioni tecnologiche che potranno essere messe in atto per la costruzione dei radiotelescopi di nuova generazione. Ma per i prossimi due decenni ingegneri e scienziati hanno in serbo altre e non meno strabilianti sorprese.

Il Seti Institute, per esempio, sta appoggiando un progetto molto interessante dell'Università dell'Ohio, chiamato Argus – da non confondere con l'omonima iniziativa della Seti League – che mira alla realizzazione di uno strumento in grado di osservare in tutte le

direzioni del cielo contemporaneamente. Il radiotelescopio, a differenza di quelli cui siamo abituati, non avrà parti in movimento né parabole, bensì sarà formato da migliaia di piccole antenne fisse sul terreno che, essendo già state scelte di tipo omnidirezionale, non necessitano di orientamento. Come nel telescopio Allen, l'hardware e il software provvederanno a combinare ed elaborare i segnali percepiti dalle singole antenne in modo tale da creare un grandissimo numero di fasci virtuali sintetizzati elettronicamente, i quali saranno puntati simultaneamente verso ogni punto del cielo. Alla fine lo strumento si comporterà, perciò, come una *radiocamera* (il termine con cui alcuni esperti chiamano un simile apparato) “a tutto cielo”: un sistema capace di fornire costantemente, grazie alla sofisticata elettronica impiegata, un'immagine radio dell'intero cielo.

Una versione dimostrativa del radiotelescopio Argus, composta da 8 antenne, è entrata di recente in funzione presso la città di Columbus, in Ohio. Il prossimo passo è rappresentato da un apparato con 64 antenne. Lo strumento, che potrà essere sintonizzato tra 0,4 e 2 GHz e ascoltare su una banda larga 1,5 MHz, avrà una sensibilità assai ridotta, paragonabile a quella di una singola parabola del telescopio Allen. Tuttavia, se si vogliono rilevare segnali costanti nel tempo o quasi, si può in parte limitare questo svantaggio usando tempi di “integrazione” abbastanza lunghi: un'operazione che in fotografia equivarrebbe ad allungare il tempo di posa per aumentare la quantità di radiazione incidente. Il vero problema è che le 64 an-

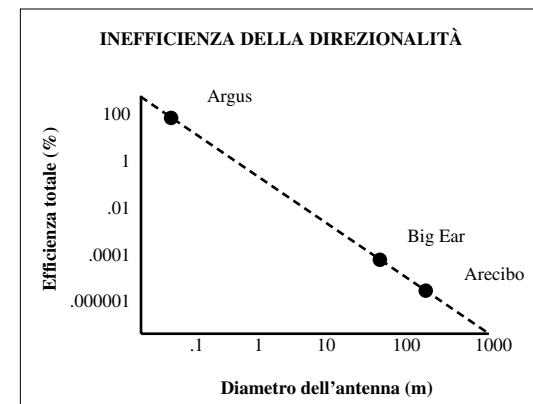


Figura 2.11. Il grafico mostra la superiorità, rispetto a un radiotelescopio tradizionale, di una radiocamera “a tutto cielo”, che permette di osservare contemporaneamente l'intera volta celeste.

tenne generano 2,56 Gbyte di dati ogni secondo. Trasferire, elaborare e archiviare una tale quantità di informazione non è affatto semplice. Quindi soltanto in un lontano futuro, con la crescita da una parte della velocità dei processori e dall'altra della capacità di memoria, sarà possibile espandere questo singolare tipo di radiotelescopio fino a renderlo competitivo rispetto agli strumenti radioastronomici tradizionali.

Forse nessun privato, dati gli elevati costi previsti, finanzia per il momento Robert Dixon – il ricercatore che dirige il Progetto Argus – permettendogli di portare avanti il suo pionieristico programma. Ma il piccolo apparato attualmente in funzione ha già aperto una nuova promettentissima strada che potrà essere in seguito percorsa da altri. In particolare, lo strumento potrebbe rappresentare una specie di prototipo di quello che diventerà, tra meno di un ventennio, il più grande radiotelescopio di tutti i tempi: lo Square Kilometer Array, o Ska.



Figura 2.12. L'idea alla base dell'Argus (e di alcuni progetti dello Ska) è quella di usare una schiera di antenne fisse elementari e di combinare elettronicamente i loro segnali per puntare "virtualmente" l'apparato verso qualunque zona del cielo prescelta. Qui vediamo una delle antenne che potrebbero formare i radiotelescopi del futuro. (Cortesia Nfra-NI)

La scelta del nome non è casuale, e sta a indicare che la superficie di raccolta della radiazione sarà di un chilometro quadrato, rendendo lo strumento decine di volte più sensibile dei radiotelescopi attuali. La ragione che ha portato a concepire un simile gigante è che gli strumenti odierni stanno raggiungendo un cosiddetto *muro di sensibilità*: molti importanti problemi astrofisici, cioè, possono venire risolti solo con un grande aumento della sensibilità nel rilevare i più deboli segnali provenienti dallo spazio, e tale salto di prestazioni è così elevato da rappresentare una sorta di "muro". Lo Ska, che avrà una risoluzione assai maggiore di quella del telescopio spaziale Hubble e opererà a frequenze comprese tra 0,3 e 20 GHz, consentirà di superare agevolmente questo muro. Inoltre tale strumento, poiché verrà dotato della capacità di lavorare in *multibeaming*, pur non essendo stato progettato per il Seti potrà essere al tempo stesso utilizzato sia per studi astrofisici tradizionali sia per la ricerca di intelligenze extraterrestri.

Dati i costi elevatissimi e le notevoli difficoltà tecniche da affrontare, lo Ska è un classico progetto di "big science" che può essere realizzato solo in un ambito internazionale, un po' come avviene in fisica delle particelle quando si vogliono costruire nuovi giganteschi acceleratori. Sebbene l'idea di un simile radiotelescopio fosse stata formulata già nel 1993 da un gruppo di lavoro dell'International Union of Radio Science incaricato di definire gli obiettivi scientifici e le specifiche tecniche per un radiotelescopio di nuova generazione, all'epoca non se ne era fatto nulla. Questo perché la radioastronomia non ha una struttura sovranazionale, come il Cern nella fisica, in grado di coordinare e finanziare le attività svolte dai singoli Paesi. È stato così solo nel 1997 che Australia, Canada, Cina, India, Europa e Stati Uniti hanno firmato un accordo di cooperazione per un primo studio seguito poi da uno sviluppo più concreto e infine dalla costruzione – a partire al più tardi dal 2010 – di questo ambizioso strumento.

Ancora non sappiamo come sarà lo Ska, ma si può già immaginare che sarà composto da decine o finanche migliaia di antenne sparpagliate su una superficie vasta alcune centinaia di chilometri quadrati. In effetti, i Paesi coinvolti nel progetto stanno elaborando indipendentemente varie possibili architetture e soluzioni tecniche assai diverse tra loro, tra le quali solo nel 2005 sarà scelta quella più

promettente, che porterà allo strumento definitivo e all'individuazione del migliore sito di costruzione. Gli Stati Uniti e l'India, ad esempio, suggeriscono una struttura formata da decine di migliaia di piccole parabole: in pratica, una versione dieci volte più grande del telescopio Allen. I radioastronomi olandesi e australiani, invece, vorrebbero usare una vasta schiera di antenne fisse gestite elettronicamente, come nell'Argus, con la differenza che il numero di fasci simultanei puntati in direzioni diverse (e casuali) della volta celeste sarebbe almeno all'inizio ragionevolmente dell'ordine di cento, per cui l'area di cielo complessiva osservabile in un dato momento dallo strumento non sarebbe l'intera volta celeste – come in un'ancora futuristica grande radiocamera “a tutto cielo” – ma soltanto una sua piccola parte.<sup>6</sup>

Una delle proposte più interessanti per lo Ska è, in un certo senso, quella cinese, perché porterà nei prossimi anni alla realizzazione di un prototipo che, come il telescopio Allen, sarà già di per sé uno strumento di tutto rispetto. L'idea cinese per lo Ska consiste nel costruire trenta antenne del diametro di 200 metri ciascuna alloggiate come la parabola di Arecibo in altrettante depressioni naturali, dette “karst”, di cui la Cina è ricca. Il governo cinese ha di conseguenza approvato, nel 1998, un ingente finanziamento per la realizzazione di una gigantesca antenna prototipo, chiamata Fast (Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope), del diametro di ben 500 metri. Questa enorme antenna, che avrà una sensibilità e un campo di vista più che doppi rispetto alla parabola di Arecibo, adotterà degli accorgimenti tecnologici originali e d'avanguardia, e sarà in linea di principio utilizzabile anche per le ricerche Seti. Lo strumento verrà costruito nella provincia di Guizhou, nella regione centro-meridionale della Cina, e costituirà senza dubbio il più grande radiotelescopio al mondo prima che inizi l'era dello Ska.

### 3. SINTONIZZARSI SULLE “FM” DI E.T.

*Non c'è dubbio che ci sia un mondo invisibile. Il problema è quanto dista dal centro storico e qual è l'orario di chiusura*  
Woody Allen, *Citarsi addosso*

Il matematico tedesco Karl Friedrich Gauss suggerì, nel 1826, che un sistema per contattare i seleniti – come erano chiamati gli esseri che all'epoca si ipotizzava abitassero la Luna – fosse quello di tagliare degli alberi nella vasta foresta siberiana in modo tale da disegnare sul terreno la dimostrazione grafica del teorema di Pitagora: un gigantesco triangolo rettangolo con tre grandi quadrati costruiti sui lati. I seleniti avrebbero visto questa rappresentazione simbolica studiando la Terra con i loro telescopi e avrebbero interpretato una simile struttura come un segno di intelligenza, e probabilmente ne avrebbero realizzata una analoga in risposta. Attualmente noi cerchiamo di entrare in comunicazione con lontane civiltà extraterrestri andando alla ricerca di segnali radio od ottici artificiali che ce ne possano rivelare indirettamente l'esistenza. Ma fino a che punto questi recentissimi tentativi possono davvero essere considerati più sensati delle proposte ingenuie del passato, come ci appare oggi quella di Gauss?

#### LA SCELTA DEL MEZZO DI COMUNICAZIONE

Certo, adesso sappiamo che la vecchia idea di attirare l'attenzione dei seleniti è inapplicabile semplicemente perché la Luna è un corpo celeste disabitato mentre, allo stato attuale delle nostre conoscenze,

alcune stelle della Galassia potrebbero in teoria ospitare sui loro pianeti civiltà tecnologiche: dunque l'odierna ricerca di segnali alieni sembra aver senso, da questo punto di vista. Tuttavia cosa ci induce a supporre che anche altri esseri intelligenti possano comunicare, sulle distanze interstellari, con mezzi quali le onde radio o i laser?

E qui entra in gioco la fisica. Dobbiamo infatti chiederci quali mezzi consentano all'informazione di attraversare vastissime regioni di spazio nel minor tempo e siano in pratica utilizzabili da civiltà più o meno al nostro stesso livello di sviluppo. Per fortuna, i canali di trasmissione possibili sono parecchi ma non infiniti. Tutta l'informazione che gli astrofisici possono raccogliere sull'universo, proveniente dall'esterno del Sistema Solare, ci viene trasmessa infatti dalla *radiazione elettromagnetica* (radio, infrarossa, visibile, ultravioletta, X, gamma), dalle particelle che compongono i *raggi cosmici* (elettroni e nuclei atomici) e, grazie ai recenti progressi nelle tecniche di rilevazione, da quelle particelle elusive che sono i *neutrini*. Esiste anche un altro canale, rappresentato dalle *onde gravitazionali*, che tuttavia risultano ancora estremamente difficili da rilevare. Questi quattro canali di trasmissione sono quelli attraverso cui l'informazione, perfino sulle enormi distanze intergalattiche, può viaggiare alla massima velocità consentita dalle leggi della fisica, o almeno sfiorarla: parliamo della cosiddetta "barriera della luce", pari esattamente a 299.792,458 chilometri al secondo nel vuoto.

Dei quattro canali di trasmissione che una civiltà può in teoria utilizzare per comunicare, le onde elettromagnetiche sembrano essere il mezzo di gran lunga più adatto, almeno per una società tecnologica avanzata quanto o poco più della nostra. Infatti, le particelle dotate di massa e carica elettrica accelerate ad altissima velocità – come i raggi cosmici, che sono prodotti probabilmente dall'esplosione di supernove – essendo corpuscoli elettricamente carichi vengono deviate dal campo magnetico galattico e dal vento stellare, perciò non sembrano utilizzabili per inviare un messaggio verso un bersaglio preciso. Dal canto loro, i neutrini e i gravitoni sono, come i fotoni che compongono la radiazione luminosa, particelle subatomiche prive di massa (certi neutrini sembrano averla, ma è comunque piccolissima) e di carica elettrica, che viaggiano alla velocità della luce. Quindi sembrerebbero un mezzo di comunicazione da considerare. Tuttavia nel caso dei neutrini, che sono

creati ad esempio dalle reazioni nucleari all'interno del Sole, la rilevazione risulta molto difficile, poiché essi interagiscono assai debolmente con la materia. Mentre le onde gravitazionali, previste dalla relatività generale e prodotte da enormi masse in accelerazione, sono ancora più difficili da intercettare, tanto da non essere mai state concretamente rilevate.

Tutti gli scienziati sono dunque d'accordo sul fatto che le onde elettromagnetiche rappresentano il canale di gran lunga più interessante per la comunicazione interstellare, ed è lecito ipotizzare che, siccome le leggi della fisica sono le stesse in tutto l'universo, anche una civiltà extraterrestre utilizzi queste onde per trasmettere informazione o per comunicare la propria presenza. In realtà, le civiltà con cui ci si può attendere di stabilire un contatto devono necessariamente essere società avanzate almeno quanto la nostra, altrimenti non avrebbero la tecnologia necessaria per comunicare, che nel caso terrestre è disponibile solo da mezzo secolo. Peraltro, civiltà un po' più avanzate della nostra potrebbero essere capaci di emissioni assai più potenti di quelle prodotte oggi sulla Terra, facilitandoci il compito di captare i loro eventuali messaggi. Si pensa però che le civiltà contattabili non debbano essere troppo avanzate, altrimenti potrebbero preferire alle onde elettromagnetiche canali di trasmissione più efficaci ed economici, che neanche sospettiamo poiché fanno parte di una fisica e di una tecnologia a noi ignote.

Come la fisica ci insegna, le onde elettromagnetiche sono perturbazioni di campi elettrici e magnetici che si propagano nello spazio alla velocità della luce tramite i fotoni, che sono le particelle associate a questi tipi di onde nella visione onda-corpuscolo della fisica quantistica. Le onde elettromagnetiche sono emesse in un ampio *spettro di frequenze* correlate direttamente all'energia dei fotoni: alle basse frequenze sono le onde radio, alle medie frequenze sono i raggi infrarossi, alle alte frequenze sono la comune luce visibile e i raggi ultravioletti, e infine alle altissime frequenze sono i raggi X e gamma. Ogni campo di frequenze richiede appositi ricevitori per la rilevazione delle onde, alcuni dei quali devono essere posti nello spazio poiché la radiazione ultravioletta, quella nell'infrarosso lontano e i raggi X e gamma sono assorbiti dall'atmosfera terrestre. Ma il fatto che l'atmosfera del nostro pianeta sia trasparente soltanto alla banda "ottica" (ovvero del visibile e dell'infrarosso vicino) e a

quella radio non è sufficiente a rendere questi due campi di frequenze la migliore scelta per cercare una civiltà aliena.

In effetti, gli scienziati del Seti sono sempre stati indotti alla scelta di sintonizzarsi sulla banda radio principalmente da semplici considerazioni di carattere energetico e dall'assenza, a queste specifiche lunghezze d'onda, di fenomeni di assorbimento o interferenza. In termini energetici, infatti, spedire un fotone di luce visibile costa un milione di volte di più che spedire un fotone radio, perché il primo trasporta un milione di volte più energia del secondo. D'altra parte, i fotoni radio non vengono sostanzialmente assorbiti dalla polvere e dal gas interstellare. Inoltre, le stelle non emettono (o emettono poco) a tali lunghezze d'onda, e non ci si deve preoccupare dell'interferenza di altri processi, purché si operi – come già suggerito da Cocconi, Morrison e Drake negli anni Sessanta – nella *finestra delle microonde*, compresa tra 1 e 10 GHz. Ciò perché a frequenze più basse vi sarebbe il disturbo dell'onnipresente rumore di fondo galattico, mentre a frequenze più alte vi sarebbe l'assorbimento da parte delle molecole presenti nell'atmosfera terrestre e, a frequenze ancora maggiori, il rumore quantico del ricevitore.

Tutto ciò rende le onde radio il candidato naturale a essere utilizzato da una civiltà che voglia segnalare la propria presenza, o comunicare, su distanze interstellari o intergalattiche. Il laser, per contro, è un ottimo mezzo di trasmissione sulle brevi distanze (inferiori a 1.000 anni luce, pari grosso modo allo spessore locale della Galassia), e potrebbe essere in un prossimo futuro anche da noi largamente utilizzato nell'ambito del Sistema Solare. Tuttavia i laser non risultano molto adatti per le trasmissioni sulle lunghe distanze (superiori a 1.000 anni luce), poiché il gas e la polvere interstellare assorbono e diffondono la luce visibile e, in parte, quella infrarossa: non a caso, non possiamo fotografare il nucleo della nostra galassia o i bracci a spirale che si trovano al di là di esso, e i telescopi ottici “vedono” assai meno lontano nell'universo che i radiotelescopi. L'unico modo per aggirare questo ostacolo è quello di trasmettere con un laser non nel visibile, ma in un'opportuna regione dell'infrarosso, dove l'assorbimento interstellare e quello dovuto all'atmosfera terrestre sono entrambi trascurabili.

Infatti, a causa della diversa trasparenza del mezzo interstellare alle varie lunghezze d'onda ( $\lambda$ ), nell'infrarosso vicino (diciamo, a

$\lambda = 10$  mm) possiamo ricevere segnali laser anche da circa 30.000 anni luce di distanza, per cui possiamo “vedere” gran parte della Galassia. Ciononostante, se i segnali laser nell'infrarosso possono essere adatti per le comunicazioni interne a lunga distanza di una civiltà tecnologica avanzata, non sembrano molto adatti per essere utilizzati come “fari” interstellari con cui segnalare la propria presenza ad altre civiltà lontane, poiché i fasci laser sono altamente direzionali e dunque per poterli intercettare occorrerebbe che almeno uno di essi fosse puntato *esattamente* verso di noi. Dunque, sulla base di quest'ultima considerazione – e del fatto che spedire un fotone radio è assai più economico che inviare un fotone ottico (nel visibile o nell'infrarosso) – la banda radio appare la regione di frequenze preferibile per tentare di ricevere una trasmissione aliena. È per tale motivo che nel seguito parleremo solo di segnali radio, sebbene molti dei ragionamenti che esporremo si applichino tranquillamente anche ai segnali laser.

#### DALLE TRASMISSIONI TELEVISIVE AI RADIOFARI

La possibilità, anche solo teorica, di captare le onde radio di eventuali civiltà tecnologiche aliene non va data per scontata. Qualsiasi ricercatore del Seti, quando per la prima volta punta un radiotelescopio verso le profondità del cosmo, non può infatti evitare di porsi una domanda del tipo: “Se esistesse da qualche parte nella Galassia una civiltà dotata di un sistema analogo al mio per la scoperta di segnali intelligenti, sarebbe in grado di ricevere i *nostri* segnali terrestri?”.

All'apparenza, l'impresa sembrerebbe addirittura molto facile. Da oltre mezzo secolo, infatti, l'umanità sta involontariamente inviando nello spazio una miriade di segnali radio, in particolare sotto forma di impulsi radar, trasmissioni televisive e programmi radiofonici. Queste emissioni elettromagnetiche sono in parecchi casi così forti che a certi valori di frequenza – ma su bande piuttosto ristrette – il nostro pianeta supera in luminosità il Sole di svariati ordini di grandezza. Le sorgenti di radiazione più luminose sono rappresentate dai radar della difesa aerea: soprattutto quelli, potentissimi, dei sistemi di primo allarme contro i missili balistici, che in maniera ciclica “spazzano” con i loro impulsi precise aree del cielo.

Più deboli sono invece le emissioni prodotte dalle migliaia di stazioni televisive sparse sul globo, che tuttavia irradiano i loro segnali su tutto il piano dell'orizzonte e in modo continuativo. Ancora meno potenti sono le emittenti radiofoniche, che sono in questo contesto praticamente trascurabili.

Tuttavia la realtà è che sarebbe ben difficile riuscire a scoprire una trasmissione televisiva aliena attraverso i nostri strumenti attuali, a meno che non si limiti il discorso alle stelle distanti pochissimi anni luce dalla Terra. Le nostre stesse trasmissioni televisive sono infatti troppo deboli per essere ricevibili a qualche decina di anni luce, perfino con il grande radiotelescopio di Arecibo, e gli ancora più forti impulsi emessi da alcuni radar militari sarebbero captabili, con un'antenna del genere, solo fino a circa 60 anni luce. Per poter teoricamente percepire le trasmissioni interne di eventuali civiltà tecnologiche vicine e simili alla nostra occorrerebbe quindi un sistema estremamente sensibile, come ad esempio il Ciclope, proposto negli anni Settanta proprio per intercettare questo tipo di segnali. Il progetto, mai realizzato e frutto di uno studio commissionato dalla Nasa, prevedeva la costruzione di una schiera composta da 1.500 antenne paraboliche del diametro di 100 metri ciascuna, equivalenti a un'unica antenna larga 10 chilometri. Il costo di una simile strumentazione sarebbe stato però proibitivo: oltre diecimila milioni di euro.

La ricerca di intelligenze extraterrestri attraverso i segnali emessi in maniera non intenzionale da una civiltà sostanzialmente al nostro stesso livello viene da alcuni considerata un approccio a rischio, se si considera che fino a un secolo fa la Terra era "buia" nelle onde radio e che potrebbe ritornare "silenziosa" nei prossimi decenni, a seguito del prevedibile impiego sempre più massiccio delle trasmissioni terrestri via cavo e, nelle comunicazioni con satelliti, sonde interplanetarie o altri veicoli spaziali, di fasci di onde radio altamente direzionali. Seguendo tale ragionamento, le civiltà tecnologiche aliene potrebbero dunque essere "luminose" alle frequenze radio soltanto per una fase assai breve della loro esistenza. In realtà, va detto che anche qui sulla Terra difficilmente il processo di oscuramento radio sarà radicale, perché ci saranno sempre servizi effettuabili solo via radio, ad esempio il controllo radar dei cieli per evitare le collisioni tra aeromobili. Inoltre, si può immaginare che una civiltà un po' più avanzata della nostra possa costruire potenti radar

per il monitoraggio continuo di asteroidi pericolosi, utilizzare comunemente le microonde quale pratico mezzo di trasmissione a grande distanza dell'energia, e così via.

Ciò non toglie che ci siano, obiettivamente, ben poche speranze di intercettare segnali radio alieni emessi in modo involontario da una civiltà lontana. Se infatti le onde vengono emesse nello spazio *omnidirezionalmente*, come nel caso delle nostre trasmissioni televisive, il segnale si indebolisce rapidamente all'aumentare della distanza: ogni volta che questa raddoppia, l'intensità del segnale si riduce a un quarto della potenza iniziale e, quando il segnale è superato dal rumore di fondo dell'universo, esso non è rilevabile neppure da uno strumento estremamente sensibile. Quindi l'ipotesi alla base delle attuali ricerche di civiltà extraterrestri è che queste civiltà siano un po' più progredite della nostra e che tentino deliberatamente di attirare l'attenzione di civiltà più giovani con dei *radiofari*: cioè con emissioni fortemente direzionali in grado di essere captate, a parità di energia impiegata, fino a grandissime distanze. Tuttavia è evidente che, se ci fossero civiltà molto più avanzate che trasmettessero con un'alta potenza o in modo omnidirezionale anche da un'altra galassia, saremmo forse in grado di scoprirle.

Diversamente da quel che si crede, comunque, ciò di cui i progetti Seti cercano di rilevare la presenza non è un vero e proprio

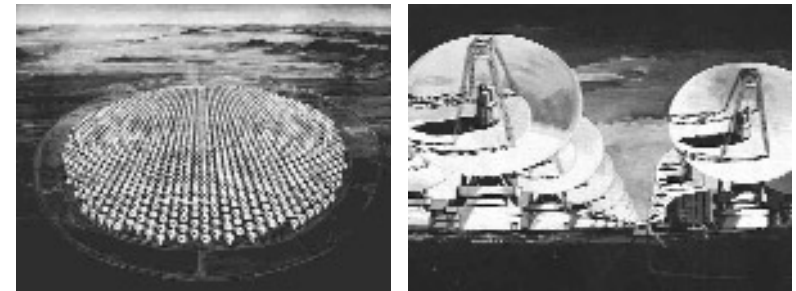
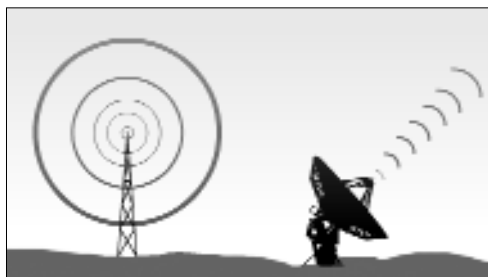


Figura 3.1. L'“occhio” del Progetto Ciclope, una schiera di 1.500 gigantesche antenne collegate fra loro e a un sistema di calcolatori in modo da combinare il segnale ricevuto da una medesima sorgente. Un simile strumento, proposto negli anni Settanta, potrebbe rilevare le debolissime comunicazioni radio interne di una civiltà aliena distante molte centinaia di anni luce.



messaggio alieno ma, come si accennava già nel primo capitolo, solo quella sorta di “bottiglia” che lo contiene, rappresentata dalla sua *onda portante*: in pratica, un segnale avente una forma d’onda di tipo sinusoidale, il quale funge da canale di trasmissione. Una portante, più precisamente, è un segnale artificiale quasi perfettamente “monocromatico”, cioè con un picco di energia assai netto concentrato a una determinata frequenza, che se potesse essere ascoltato a un altoparlante avrebbe il suono di un tono puro continuo. Rispetto alle comuni emissioni radio e televisive a larga banda, la portante ha il vantaggio di propagarsi, a parità di energia fornita, a distanze molto più grandi, in quanto tutta l’energia è concentrata nel singolo tono. Sappiamo da semplici calcoli che la portante radio più potente che potremmo oggi inviare nello spazio, usando l’antenna di Arecibo come un gigantesco radiofaro, sarebbe captabile da un’antenna analoga posta in qualsiasi punto della Galassia, purché puntata nella giusta direzione, sintonizzata alla corretta frequenza e, naturalmente, in ascolto al momento opportuno.

Un’onda portante, di per sé, non permette però alcuna comunicazione. L’eventuale messaggio, ovvero l’informazione che si vuole trasferire, è difatti contenuto nel particolare modo in cui la portante viene *modulata* da colui che trasmette. Si può immaginare, ad esempio, una modulazione in ampiezza o in frequenza di quest’onda, come quella che caratterizza, rispettivamente, le trasmissioni radio AM e FM. Ma un messaggio può essere inviato anche modulando nel tempo un’onda portante con una serie di brevi impulsi radio, proprio come si faceva una volta per comunicare con il codice Morse. Gli esperimenti Seti attuali sono finalizzati alla ricerca di portanti continue nel tempo o lentamente pulsate, mentre qualsiasi



*Figura 3.2. Le emissioni radiotelevisive terrestri (a sinistra), essendo isotrope, si indeboliscono rapidamente. Ciò che i progetti Seti cercano di captare è dunque il segnale deliberato di un radiofaro (a destra), in grado di viaggiare per grandi distanze.*

variazione rapida del segnale o un’eventuale modulazione in frequenza viene necessariamente perduta. Gli strumenti usati oggi dal Seti sono pertanto in grado di rilevare certi tipi di impulsi radar e le portanti delle trasmissioni radio AM e televisive, ma non i segnali modulati in frequenza dei programmi radio FM (in futuro, come mostra il riquadro alle pagine seguenti, tale limitazione cadrà).

Le ragioni della scelta dei ricercatori di rinunciare, almeno in un primo tempo, al messaggio sono semplici. Innanzitutto, in un segnale la maggior parte dell’energia è associata all’onda portante, per cui questa è più facilmente rilevabile: il messaggio potrebbe infatti essere debole o disperso su un intervallo di frequenze assai ampio. In secondo luogo, la ricerca di qualsiasi eventuale messaggio codificato nella portante o in una serie di impulsi impone un campionamento temporale assai elevato, non compatibile di solito con i tempi di acquisizione ristretti e la capacità di calcolo limitata del Seti. Per intenderci, proviamo a immaginare che cosa accadrebbe se, invece di campionare un segnale televisivo cinquanta volte al secondo, lo si campionasse soltanto una volta ogni due minuti: il risultato sarebbe che le immagini verrebbero perse e si otterrebbe solo del rumore privo di un possibile significato. E per finire, il terzo e più importante motivo è che tutte le trasmissioni radio, comprese quelle televisive, fanno uso di portanti e quindi, così facendo, non si restringe il campo di indagine ai soli segnali indirizzati deliberatamente ad altre civiltà.

#### NEI PANNI DEL NOSTRO AMICO ALIENO

Sebbene la strumentazione attuale del Seti permetta dunque – almeno in teoria – di captare un eventuale segnale radio alieno inviato intenzionalmente, non è affatto facile contattare una civiltà extraterrestre “al buio”, cioè senza sapere a che frequenza sintonizzarsi, dove e quando puntare lo strumento, e così via. È utile quindi domandarsi come ci comporteremmo *noi* se dovessimo inviare un messaggio a una società tecnologica del tutto sconosciuta.

Dovremmo sicuramente iniziare scegliendo un’opportuna frequenza di trasmissione. Difatti, all’interno della “tranquilla” finestra delle microonde di Cocconi, Morrison e Drake esistono numerose frequenze *magiche*, cioè dal significato universale, oltre a quella del-



UNA TECNICA DI SCOPERTA  
DEL FUTURO: LA KLT

Per analizzare le onde radio raccolte dal radiotelescopio alla ricerca di eventuali segnali radio alieni, i progetti Seti di tutto il mondo utilizzano oggi la classica *trasformata di Fourier*: un algoritmo per l'analisi spettrale il quale presuppone che l'intensità del rumore di fondo sia uniforme sullo spettro di frequenze considerate e, soprattutto, che il segnale inviato da una civiltà extraterrestre sia di tipo puramente sinusoidale, come una portante radio terrestre. Ma chi ci dice che il segnale inviato dagli alieni – o comunque quello effettivamente ricevuto – sia realmente così, cioè che sia trasmesso su una banda di frequenze molto ristretta? In fondo, anche solo le interazioni di fase tra un segnale alieno puramente sinusoidale ma di bassa intensità e il rumore di fondo reale, che non è uniforme, possono far “apparire” il segnale come modulato in ampiezza, il che comporta una sua diffusione sullo spettro delle frequenze.

Proprio per poter rilevare anche i segnali alieni che sono in banda larga perché modulati dal mittente (come i nostri segnali non intenzionali, di servizio), o quelli che sono stati trasformati successivamente in segnali a banda larga da vari possibili processi fisici,

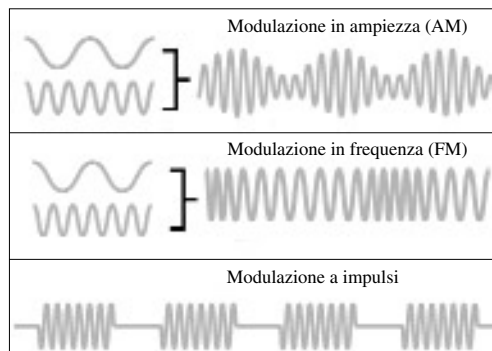


Figura 3.3. Nella modulazione in ampiezza, o AM, la portante radio (onda in basso a sinistra) è continuamente modulata in ampiezza dal messaggio (in alto a sinistra). Nelle trasmissioni FM la modulazione avviene invece in frequenza. Nella modulazione a impulsi, infine, la portante e il messaggio coincidono.

già da tempo l'italiano Claudio Maccone ha proposto di analizzare le onde radio ricevute dai radiotelescopi coinvolti nel Seti con la *trasformata Klt* (Karhunen-Loeve Transform): un complesso algoritmo che permette di effettuare l'analisi anche in presenza di rumore non uniforme e di discriminare un segnale alieno senza fare alcuna ipotesi *a priori* su di esso. In Italia sono attualmente in fase di test, grazie al brillante lavoro svolto a Medicina dall'Istituto di radioastronomia del Cnr, i primi sistemi che implementano questa trasformata potente e assai generale, di cui la trasformata di Fourier rappresenta un caso particolare. L'unico problema è che, mentre esiste una trasformata di Fourier “veloce” (Fft, Fast Fourier Transform), non esiste una trasformata Klt veloce, per cui l'analisi di un segnale richiede in questo caso enormi risorse-macchina.

A Medicina l'ingegner Stelio Montebugnoli e i suoi collaboratori stanno cercando di ridurre notevolmente tali tempi di calcolo sviluppando un hardware *ad hoc* e un algoritmo per la Klt più efficiente, finalizzati entrambi per le esigenze specifiche del Seti. Di recente si sono avuti risultati positivi dai primi test di calcolo svolti, nell'ambito di una tesi di informatica, da Pier Paolo Pari, uno studente di scienza dell'informazione presso l'Università di Bologna. In un futuro non lontano, sarà quindi possibile impiegare la Klt nel Seti-Italia e, auspicabilmente, negli altri progetti Seti mondiali.

l'idrogeno neutro a 1.420 MHz. Tra queste, le più importanti sono le varie frequenze di emissione del radicale ossidrile (OH), la più alta delle quali si trova a 1.720 MHz. Poiché una molecola d'acqua consiste proprio di un atomo di idrogeno (H) più il radicale ossidrile, e l'acqua ha giocato sulla Terra un ruolo senz'altro fondamentale nell'origine della vita, tutti i ricercatori concordano sul fatto che la frequenza più ovvia per l'emissione di un segnale ricade nell'intervallo compreso tra 1.420 e 1.720 MHz, noto come *buca dell'acqua*.<sup>1</sup> Ma si deve evitare di trasmettere esattamente alle frequenze magiche, dove ci si sovrapporrebbe al bisbiglio di fondo: si potrebbe pensare, come suggerito dal fisico David Blair, di moltiplicare o dividere il valore della frequenza magica per un numero irrazionale importante come  $\pi$  (pi greco), il che denoterebbe intelligenza.

Un corollario di questo discorso è che, per tentare di captare un segnale alieno, conviene in realtà esplorare non soltanto i dintorni della famosa frequenza dell'idrogeno (o di altre frequenze "magiche"), ma l'intera "buca dell'acqua". Ciò è tanto più vero se si considera il fatto che un segnale radio emesso nella finestra delle microonde da una stella, per esempio della Via Lattea o di una galassia vicina, giunge a destinazione a una frequenza che può differire di alcuni megahertz da quella a cui è stato generato: è il cosiddetto *spostamento Doppler*, ben noto agli astronomi, dovuto al moto relativo tra il Sistema Solare e la stella da cui il segnale proviene.<sup>2</sup> Ora, se un alieno invia il suo messaggio verso una stella precisa, può facilmente cambiare la frequenza di trasmissione in modo da compensare quest'effetto; ma se il segnale è omnidirezionale, egli può solo effettuare una parziale correzione rispetto a un sistema di riferimento standard, come può essere il centro della Galassia. In questo secondo caso, per noi riceventi il lato positivo della faccenda sarebbe che, analizzando le piccole e lente fluttuazioni Doppler in frequenza del segnale, potremmo ricavare delle informazioni riguardo alla rotazione e al moto orbitale del pianeta alieno.

Per quanto concerne invece la scelta dei bersagli d'ascolto – dettata dal fatto che l'area di cielo inquadrata in un certo momento da un grande radiotelescopio è molto ristretta – ci sono opinioni discordanti, e si può dire che non esiste una vera e propria direzione privilegiata. Molti scienziati suggeriscono di osservare in direzione delle stelle di tipo solare presenti nel raggio di un migliaio di anni luce (corrispondente allo spessore del disco galattico nella zona della Via Lattea in cui ci troviamo), in quanto la discreta vicinanza permetterebbe di percepire un segnale emesso da una civiltà simile alla nostra. Qualcun altro suggerisce di osservare lungo il piano galattico, dove la concentrazione di stelle è elevata, ma a causa delle maggiori distanze un eventuale segnale dovrebbe essere ben più forte per poter essere captato dai nostri strumenti. Altri ancora, infine, propongono di osservare il cielo anche al di fuori del piano della Galassia, dal momento che vi potrebbero essere segnali provenienti da stelle non di tipo solare o potenti segnali emessi, milioni di anni fa, da lontane civiltà extragalattiche assai più evolute della nostra.

Un'altra difficoltà nel realizzare il primo contatto radio deriva dalla necessità che il segnale alieno giunga nello stesso momento in

cui abbiamo un'antenna puntata nella sua direzione di provenienza. Oggi non è certo possibile coprire costantemente ogni zona del cielo, soprattutto con i grandi radiotelescopi del Seti professionale, ma si possono ugualmente aumentare le nostre possibilità di scoperta. In questi ultimi decenni sono stati suggeriti numerosi modi in cui una civiltà extraterrestre potrebbe ottenere una *sincronizzazione "attiva"* con il ricevente e risparmiare così energia. Il più semplice è che la civiltà aliena trasmetta segnali solo dopo un fenomeno astrofisico improvviso e violento, quale l'esplosione di nove e supernove o i frequenti lampi di raggi gamma che ci arrivano dalle remote regioni dell'universo. Supponendo infatti che un evento del genere possa attirare l'attenzione di ogni osservatore tecnologicamente evoluto, gli alieni potrebbero accodare all'evento astrofisico il loro messaggio radio, inviandolo omnidirezionalmente. Il problema di questo metodo è che il fenomeno astrofisico e l'emissione del segnale radio, due eventi simultanei per la società trasmittente, sulla Terra sarebbero percepiti in date diverse (a meno che il segnale non sia inviato dalla civiltà aliena in direzione diametralmente opposta all'evento, come proposto dall'americano Robin Corbet). E l'attesa per noi potrebbe essere troppo lunga.

Il tipo di modulazione che un alieno potrebbe dare a un segnale è un'altra variabile interessante da considerare. La scelta è molto vasta: si va dal semplice utilizzo di impulsi alla classica modulazione AM e FM, fino a una grande varietà di moderni schemi digitali oggi utilizzati per rendere più efficiente la comunicazione dei dati. La soluzione ideale per una trasmissione radio interstellare dipende essenzialmente dal tipo di funzione che il segnale deve svolgere. In generale, infatti, più stretta è la banda o l'intervallo di frequenze occupato dal segnale, minore è la quantità di informazione che può essere convogliata: ma i vantaggi sono che il segnale può essere trasmesso più lontano ed è più facilmente rilevabile dagli analizzatori multicanale, oltre a poter denotare chiaramente un'origine artificiale, poiché nell'universo non esistono segnali naturali larghi meno di 300 Hz. Pertanto, è ragionevole pensare che un ipotetico ingegnere extraterrestre separi la funzione di inviare l'informazione – il messaggio vero e proprio – da quella di stabilire un contatto, e utilizzi per quest'ultima funzione una portante pura (o un regolare treno di impulsi), che in tal caso sarebbe il tipo di segnale che vedremmo per primo.

### ALLA RICERCA DEL CLASSICO “AGO NEL PAGLIAIO”

A chiunque sia capitato di allontanarsi da un amico in un affollato parco di divertimenti potrà risultare chiaro il problema principale che devono affrontare gli scienziati del Seti. Proprio come, nel caso del parco, entrambe le persone per ritrovarsi devono immaginare cosa è più probabile che faccia l'altro, così i ricercatori devono cercare di intuire in che modo potrebbe agire un alieno intelligente qualora decidesse di inviare un segnale. Il guaio, però, è che per il ricevente ci sono troppe incognite. Anche se una civiltà extraterrestre utilizzasse le onde radio per comunicare, affinché si possa effettivamente stabilire un contatto occorrerebbe conoscere *a priori* un gran numero di elementi relativi al segnale alieno: la potenza al suo arrivo sulla Terra, la frequenza di trasmissione, la direzione di provenienza sulla volta celeste, gli orari di trasmissione, il tipo di modulazione, eccetera. Altrimenti, supponendo di cercare una portante costante nel tempo o lentamente pulsata – il tipo di segnale che gli esperimenti Seti attuali sono in grado di rilevare – si tratta di esplorare quasi a tentoni uno spazio a cinque dimensioni, ciascuna delle quali rappresentata da un diverso parametro: due dimensioni *spaziali* (le coordinate della sorgente nel cielo), una *temporale* (per sincronizzare la trasmissione con la ricezione), una di *frequenza* (come con una normale radio) e infine la *sensibilità* del ricevitore. Questo spazio multidimensionale è il cosiddetto “pagliaio cosmico”, in cui tra i tanti fili di paglia si nascondono come piccoli aghi gli eventuali segnali alieni.

Per avere qualche probabilità di successo anche con i mezzi e il tempo limitati a disposizione del Seti, gli scienziati a caccia di alieni sono quindi costretti ad adottare strategie giudiziose. Ormai da anni, oltre a limitare le indagini intorno alla frequenza dell'idrogeno o alla ristretta “buca dell'acqua”, gli esperimenti Seti, per affrontare l'esplorazione dell'immenso pagliaio cosmico, seguono in particolare due strategie di ricerca considerate complementari tra loro.

La prima consiste nel compiere osservazioni *mirate*, concentrando la propria attenzione solo su una o più categorie di oggetti specifici: stelle vicine di tipo solare (come nel caso del Progetto Phoenix), oppure radiosorgenti catalogate come anomale, galassie vicine più vecchie della nostra, eccetera. In questo modo è possibile

dare la priorità allo studio di quelli che sembrano in teoria i luoghi migliori, i siti più adatti a ospitare eventuali civiltà tecnologiche. In un certo senso, è un po' come giocare al Totocalcio, dove si cerca di indovinare la schedina vincente in base a ragionamenti precisi. Uno dei vantaggi di questo approccio è che il radiotelescopio può seguire la sorgente per parecchio tempo, analizzando un vasto intervallo di frequenze e raggiungendo, eventualmente, una sensibilità assai elevata grazie all'integrazione temporale del segnale. Un altro vantaggio importante è che, avendo solo pochi bersagli verso cui puntare lo strumento, si possono utilizzare per la ricerca i più grandi radiotelescopi del mondo, dotati di un campo di vista molto piccolo ma di una soglia di sensibilità istantanea eccellente.

La seconda strategia, invece, consiste nel condurre una ricognizione più o meno sistematica di *tutto il cielo*, come fanno gli attuali esperimenti Seti professionali (eccetto il Phoenix). Ciò fornisce la garanzia che tutte le direzioni da cui potrebbe provenire un segnale alieno siano esplorate almeno una volta. In questo caso, è un po' come giocare alla lotteria: ogni direzione ha la stessa probabilità di essere quella giusta, occorre solo essere molto fortunati. Le speranze di successo immediato sono all'apparenza inferiori rispetto alla ricerca mirata, ma in compenso è possibile scoprire eventuali segnali interessanti di origine sconosciuta. Uno svantaggio di questo approccio è che le ricognizioni vengono effettuate con radiotelescopi di medie dimensioni, gli unici in grado di esplorare l'intero cielo in tempi ragionevoli. Inoltre, poiché in questo tipo di ricerche i radiotelescopi operano come strumenti di transito, osservando una sorgente solo per quei pochi secondi in cui si trova nel campo di vista dell'antenna, il numero di canali esplorabili e la sensibilità raggiungibile grazie all'integrazione del segnale sono entrambi ridotti.

A ben vedere, dunque, le ricerche che oggi sono effettuabili con piccoli radiotelescopi amatoriali possono contribuire proficuamente all'esplorazione di alcune zone del pagliaio necessariamente trascurate dai professionisti. I dilettanti, infatti, possono innanzitutto dedicarsi all'ascolto su frequenze diverse da quelle della classica “buca dell'acqua”, che costituiscono un terreno praticamente ancora vergine. Inoltre hanno dalla loro il fattore tempo, che è preziosissimo: da una parte perché permette di integrare nel tempo i segnali, consentendo per esempio a una parabola satellitare del diametro di 3



UN PAGLIAIO  
QUASI INESPLORATO

Nelle oltre centocinquantamila ore di ascolto complessive accumulate dai vari programmi Seti dal primo tentativo di Drake ad oggi, non è mai stato scoperto alcun segnale alieno. Ma ciò non deve affatto meravigliare, perché in realtà finora è stata esplorata soltanto una piccolissima parte del pagliaio. Se consideriamo nello spettro delle radiofrequenze anche solo la regione delle microonde, compresa tra 300 MHz e 300 GHz, è assai facile rendersi conto che il pagliaio cosmico è composto come minimo da  $10^{27}$  "celle", dove  $10^{27}$  è 1 seguito da 27 zeri. Il valore si ottiene moltiplicando il numero di canali radio larghi 0,1 hertz compresi nella regione delle microonde per il numero di direzioni in cui il radiotelescopio di Arecibo dovrebbe essere puntato per compiere una ricognizione completa del cielo e per una sensibilità del ricevitore compresa tra  $10^{-20}$  e  $10^{-30}$  watt. Ebbene, fino ad oggi di questo immenso pagliaio cosmico è stata esplorata solo una parte su un milione di milioni (ovvero  $10^{-16}$ - $10^{-15}$  del possibile totale di celle). E si noti che in questo calcolo abbiamo completamente ignorato una dimensione del pagliaio: il parametro tempo.

metri di raggiungere, con una decina di minuti di osservazione, una soglia di sensibilità paragonabile a quella di un radiotelescopio di 30 metri;<sup>3</sup> dall'altra perché permette di monitorare una sorgente ritenuta interessante per un periodo indefinito. Infine, sviluppando un software *ad hoc*, i dilettanti più in gamba possono cercare anche tipi di segnali diversi, ovvero quelli che le analisi in tempo reale dei professionisti non sono in grado di rilevare.

L'esplorazione del pagliaio cosmico, nonostante i vari sforzi, può apparire comunque un'impresa disperata, considerate le dimensioni del pagliaio e le nostre modeste capacità di ricerca attuali. La possibilità di cercare costantemente tutti i possibili segnali, a tutte le frequenze radio, in tutte le direzioni del cielo, usando gli strumenti più sensibili esistenti al mondo, sembra oggi un sogno quasi irrealizzabile. Ma le cose stanno davvero così?

Se guardiamo la storia del Seti, ci accorgiamo che in quarant'anni di osservazioni non si è scoperto nulla, ma il salto tecnologico compiuto dal primo esperimento ad oggi è stato incredibilmente grande. Il ricevitore utilizzato da Drake nel 1960, che aveva un solo canale e una risoluzione di 100 hertz, impiegò centocinquanta ore per analizzare i segnali provenienti da due stelle tra le frequenze di 1.420 e di 1.420,4 MHz, cioè in una banda larga appena 400 KHz. La potenza di elaborazione e la sensibilità dei mezzi attuali supera di quattordici ordini di grandezza l'apparato usato in quel programma: vale a dire che è centomila miliardi di volte più grande. Ad esempio, il ricevitore Serendip IV, entrato in servizio nel 1997, è in grado di analizzare in appena 1,7 secondi 168 milioni di canali larghi 0,6 hertz ciascuno (corrispondenti a una banda larga 100 MHz), e potrebbe svolgere lo stesso lavoro del Progetto Ozma in una frazione di secondo. Non solo, ma lo farebbe anche qualitativamente molto meglio, riconoscendo segnali che quell'esperimento non poteva rilevare a causa della bassa risoluzione in frequenza e della scarsa potenza di calcolo.

Il punto è che, senza che ci facciamo troppo caso, lo sviluppo prosegue incessante verso attrezzature più sofisticate. Secondo gli esperti, non è difficile prevedere che nei prossimi cinquant'anni – finanziamenti privati permettendo – il progresso tecnologico consentirà l'utilizzo di una varietà di nuovi ricevitori e di radiotelescopi, i quali offriranno una sempre maggiore copertura di frequenze, sensibilità, zone di cielo e tempo di osservazione.

Grazie alla crescita esponenziale della potenza di calcolo, infatti, aumenterà di pari passo il numero di canali analizzabili simultaneamente, oltre alla capacità di riconoscimento dei segnali. Con i potenti radiotelescopi delle prossime generazioni, inoltre, sarà possibile effettuare osservazioni con una soglia di sensibilità più bassa di qualche ordine di grandezza rispetto a quella attuale, aumentando così le possibilità di scoperta di segnali più deboli di quelli captabili oggi, o provenienti da sorgenti più lontane. Già con lo Ska si potrà accrescere la sensibilità di un fattore cento rispetto a quanto di meglio si riesca a fare ora: il che per le ricerche mirate si traduce in un fattore dieci relativamente alla distanza e in un fattore mille per quanto riguarda il numero di stelle esaminate. Grazie poi all'entrata in funzione delle radiocamere, sarà finalmente possibile trasformare

le attuali lente ricognizioni di tutto il cielo in un monitoraggio continuo, ventiquattr'ore su ventiquattro, di un intero emisfero, sia pure a una sensibilità non elevata. In effetti, la sensibilità sembra proprio il parametro del pagliaio cosmico nel quale faremo relativamente meno progressi.

#### L' AUMENTO DELLE INTERFERENZE TERRESTRI

Sebbene gli scienziati del Seti siano già teoricamente in grado di captare – con la strumentazione odierna e con parecchia fortuna – eventuali segnali radio intenzionali emessi da una civiltà tecnologica extraterrestre, l'impresa si fa sempre più complicata a causa di un problema pratico di non poco conto: quello delle crescenti *interferenze radio* di origine artificiale.

Va premesso che, prima di poter concludere che un determinato segnale radio è veramente attribuibile a un'intelligenza aliena e prepararsi ad andare a Stoccolma per ritirare il premio Nobel, occorre che siano verificate tre condizioni. Innanzitutto, deve trattarsi di un segnale a banda stretta (largo al più qualche decina di hertz, il che indica una natura artificiale), o si deve poter evidenziare un'informazione codificata intelligente, racchiusa per esempio in una speciale successione di impulsi. In secondo luogo, il segnale deve provenire dallo spazio profondo: in pratica, è sufficiente che esso presenti una lieve deriva Doppler in frequenza dovuta alla rotazione terrestre, che indica una trasmittente fissa rispetto alle stelle della volta celeste (occorre però sempre verificare che la sorgente radio non sia una nostra sonda interplanetaria). Infine, per dissipare ogni dubbio, il segnale deve essere captato più di una volta e, soprattutto, la sua presenza deve essere confermata da altri radiotelescopi dotati di ricevitori e software differenti.

Purtroppo, i segnali radio artificiali percepiti finora dai sensibili strumenti del Seti sono quelli prodotti indirettamente dall'uomo attraverso sorgenti poste sulla superficie o intorno al pianeta: da quelle potenti e ad ampio raggio rappresentate da stazioni televisive, emittenti radio e radar vari, a quelle più deboli – ma localmente significative – costituite da satelliti per telecomunicazioni e sistemi Gps, radio o transponder di aerei, sistemi di telefonia mobile, ecce-

tera. Tutti questi apparati, infatti, pur non potendo trasmettere, in base a precise leggi internazionali, nelle ristrette bande di frequenza riservate alla radioastronomia, producono in tali bande moltissime radiazioni parassite, spurie, che possono essere scambiate per segnali alieni. E meno male che esistono queste frequenze protette: si pensi che un solo telefonino posto sulla Luna, il quale emettesse alla lunghezza d'onda dell'idrogeno o in qualche altra banda radioastronomica, costituirebbe per gli scienziati la terza radiosorgente più potente nell'universo osservabile dalla Terra.

Per eliminare in maniera rapida ed efficiente i falsi allarmi, cioè questi segnali spuri prodotti dalle interferenze terrestri, i professionisti del Seti sono costretti a ricorrere ad alcuni semplici trucchi. Una prima notevole scrematura può essere fatta già in partenza, osservando simultaneamente la stessa regione del cielo con due radiotelescopi posti a una certa distanza l'uno dall'altro: come nel caso del Progetto Phoenix, in cui l'antenna ausiliaria per Arecibo è attualmente quella di 76 metri di Jodrell Bank, in Inghilterra. Poiché i segnali di origine extraterrestre devono apparire a frequenze leggermente diverse nei due strumenti (a causa della lieve differenza di entità della deriva Doppler, che dipende dalla latitudine geografica), possono essere scartate, quasi in tempo reale, tutte quelle portanti radio la cui differenza in frequenza è abbastanza diversa dal valore atteso. I pochi falsi allarmi superstiti vengono subito controllati individualmente puntando dapprima la presunta sorgente, poi il fondo cielo e poi di nuovo la sorgente: se durante queste operazioni ripetute diverse volte il segnale non sparisce mai, vuol dire che è di origine terrestre; se invece va e viene, significa che... si è fatto centro!

A partire dagli anni Ottanta, il continuo aumento delle interferenze terrestri ha cominciato a rappresentare un grosso problema per la ricerca di veri segnali alieni. Ma non tanto per la sempre maggiore potenza di calcolo richiesta ai computer per individuare i falsi allarmi: la cosa spaventa infatti soprattutto i dilettanti, i quali, non essendo attrezzati come i professionisti, più che a cercare un ago in un pagliaio, si trovano a dover individuare un ago "più lungo" (il segnale alieno) in un pagliaio pieno di altri aghi (le interferenze). Il problema principale, invece, è il fatto che i segnali spuri, ogni anno più numerosi, possono coprire il debolissimo segnale che cerchiamo

se si trovano alla sua stessa frequenza: è un po' come se cercassimo di ascoltare un bisbiglio lontano in una stanza piena di persone che parlano ad alta voce.

E da questo punto di vista la situazione sembra destinata soltanto a peggiorare. Per l'immediato futuro, a preoccupare è soprattutto la crescita esponenziale, attesa nei prossimi decenni, del numero di satelliti destinati alle telecomunicazioni. La costellazione di 48 satelliti GlobalStar, operativa dal febbraio 2000, e la sua diretta concorrente Iridium, composta da 72 satelliti, rimarranno probabilmente le uniche reti globali specializzate nella sola telefonia mobile, dal momento che le difficoltà finanziarie e la successiva bancarotta di entrambe le società hanno dimostrato le scarse prospettive offerte dal settore. Il vero "boom" verrà invece, assai verosimilmente, dai satelliti per le comunicazioni ad alta velocità e a larga banda, che saranno una sorta di "Internet provider" orbitanti, in grado però di offrire anche una vasta gamma di altri servizi multimediali. La società americana Teledesic conta di lanciare nello spazio, entro una data fissata attualmente intorno al 2005, una costellazione composta da 288 satelliti dedicati proprio a questo nuovo tipo di business; mentre Skybridge, Spaceway, Ellipso e un gran numero di costellazioni ancora sulla carta, formate ciascuna da decine di satelliti, si avvicinano ormai all'orizzonte.

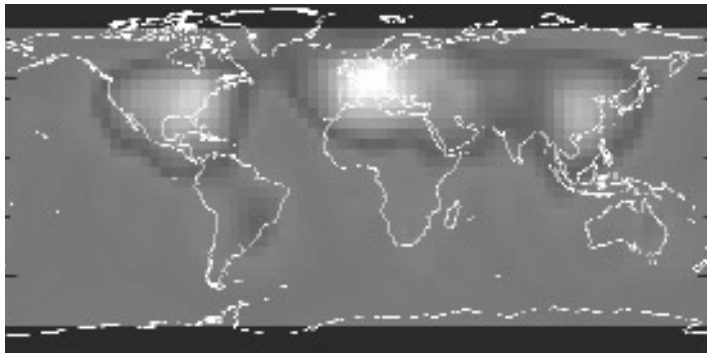


Figura 3.4. Una mappa della Terra che mostra l'intensità delle interferenze radio di origine artificiale sulle varie regioni del pianeta. È stata ottenuta dal satellite americano Forte da un'altitudine di 800 chilometri. (Nasa)

L'unica soluzione che resta ai radioastronomi, almeno per il lontano futuro, è quella di porre i propri strumenti nel solo posto "radio-quieto" vicino alla Terra, ovvero il lato nascosto della Luna. L'idea è stata discussa e portata avanti sin dall'inizio degli anni Novanta dal compianto astronomo francese Jean Heidmann, che nel suo Progetto Setimoon aveva pure identificato i crateri e i mari dove installare gli impianti.<sup>4</sup> Oggi le maggiori agenzie spaziali del mondo hanno allo studio progetti simili, ma a tagliare per prima il traguardo potrebbe essere quella giapponese, che già nel 1997 ha lanciato in orbita terrestre il radiotelescopio spaziale Vsop (Vlbi Space Orbiting Project), dotato di un'antenna del diametro di 8 metri. Nei piani a medio termine del Giappone vi sono infatti una serie di missioni spaziali sempre più complesse dirette alla superficie del nostro satellite naturale, le quali dovrebbero culminare nel giro di un ventennio con la realizzazione, peraltro senza l'ausilio di astronauti, del primo avamposto lunare per la radioastronomia.

#### IL MISTERIOSO GIALLO DEI SEGNALI FANTASMA

A parziale consolazione dei ricercatori del Seti va ricordato che è proprio a causa delle interferenze terrestri che in quest'ultimo decennio è emersa una nuova interessante prospettiva di ricerca di segnali alieni. Essa trae origine dai singolari risultati ottenuti a cavallo tra gli anni Ottanta e Novanta dal Progetto Meta di Paul Horowitz e dalla sua controparte australe, il Meta II.

Tra il 1986 e il 1995, infatti, queste due campagne osservative sistematiche dell'intero cielo visibile dai rispettivi siti, effettuate sintonizzando i ricevitori attorno alle frequenze di 1.240 e 2.480 MHz, rilevarono cinquantasei segnali a banda stretta molto più intensi della media, concentrati per lo più all'interno o in prossimità del piano galattico, se non vicino al centro della Via Lattea. Nessuno di questi segnali, aventi una durata tipicamente inferiore al minuto, fu però mai percepito una seconda volta, nonostante i tentativi compiuti nelle ore, nei mesi e negli anni successivi. A che cosa erano dovuti questi impulsi così insoliti? Forse a lontane civiltà extraterrestri? L'idea che gli eventi fossero stati causati da interferenze di origine umana o dal "rumore" del rivelatore non ricevette troppo credito,

perché in tal caso i segnali non sarebbero stati così concentrati nello spazio. Rimanevano, essenzialmente, due possibilità: o erano veri segnali transitori inviati da civiltà aliene, oppure si trattava di un artefatto, prodotto magari da qualche particolare fenomeno astrofisico.

Gli scienziati del Seti inizialmente discussero molto sulla vicenda e una possibile soluzione del mistero venne proposta solo verso la metà degli anni Novanta. A causare i così numerosi falsi allarmi sarebbe stata la cosiddetta *scintillazione interstellare*: un peculiare fenomeno dovuto alle irregolarità presenti nel gas ionizzato che compone le nubi interstellari, le quali sono in grado di provocare una forte amplificazione transitoria o un sensibile indebolimento momentaneo dei segnali radio provenienti da sorgenti lontane, specie se queste sono oggetti compatti. La scintillazione, che è stata rilevata dagli astronomi anche nell'osservazione delle pulsar e di alcune radiosorgenti naturali extragalattiche già a partire dalla fine degli anni Sessanta, è dovuta al passaggio della radiazione attraverso un mezzo il cui indice di rifrazione varia in maniera casuale: un esempio di scintillazione ben noto a tutti è il continuo lucichio delle stelle, dovuto alla rifrazione della radiazione luminosa indotta dalla turbolenta atmosfera terrestre.

All'epoca in cui questa soluzione venne proposta non fu però possibile concludere nulla riguardo alla vera origine – naturale, sia pure dal meccanismo sconosciuto, oppure attribuibile a civiltà aliene – dei cinquantasei debolissimi segnali che avrebbero subito il transitorio effetto amplificante di questa scintillazione, diventando per brevissimo tempo captabili dai nostri radiotelescopi. Per tentare di far luce sull'argomento, James Cordes, Joseph Lazio e Carl Sagan, della Cornell University, in un articolo pubblicato nel 1993 sull'*Astrophysical Journal*<sup>5</sup> suggerirono una serie di consigli pratici riguardo alle strategie di osservazione Seti da adottare per il futuro. Il Progetto Beta di Horowitz, che nel 1995 subentrò al Meta, seguì le indicazioni dei tre scienziati, tra cui quella di utilizzare per le osservazioni tre diversi “fasci di antenna” fra loro paralleli, in modo da eliminare qualsiasi rumore artificiale di origine terrestre. Grazie a tali accorgimenti, si è potuto così accertare che gli strani segnali individuati dai progetti Meta e Meta II, nonché altre anomalie non spiegabili, non erano altro che diversi tipi di interferenze proprio di provenienza terrestre.

La delusione degli scienziati fu ovviamente grande, ma la lezione che veniva da tutta questa faccenda risultò comunque assai utile. I ricercatori del Seti avevano imparato che la scintillazione può teoricamente giocare a loro favore, potenziando eventuali segnali alieni molto deboli che altrimenti si perderebbero nel rumore di fondo. Il problema è che, all'atto pratico, la scoperta con relativa conferma di un segnale alieno potenziato dal mezzo interstellare è un'impresa oggi quasi disperata. Innanzitutto occorre essere così fortunati da osservare la sorgente proprio nel momento in cui il raro fenomeno si manifesta. E se anche si ha questa fortuna, il segnale rimane rilevabile per pochissimo tempo, dopodiché risprofonda nel rumore di fondo, e l'unica possibilità di osservarlo ancora è quella che si verificano le condizioni per una nuova scintillazione identica alla precedente: un'eventualità estremamente remota. Questo, tuttavia, è un problema più che altro psicologico, e nessuno nega le prospettive aperte dalla scintillazione interstellare.

Entro grosso modo una cinquantina d'anni, le radiocamere saranno probabilmente abbastanza grandi e sensibili da costituire uno degli strumenti di punta della ricerca radioastronomica. Proprio come i radar della difesa aerea scandagliano in continuazione l'intero cielo alla ricerca di eventuali velivoli o missili nemici da tenere d'occhio, così una potente radiocamera potrà costantemente monitorare, grazie alla sua omnidirezionalità, tutto quello che succede sullo sfondo della volta celeste in un'ampia regione delle radiofrequenze. Non appena si verificherà l'esplosione di una supernova o qualsiasi altro fenomeno astrofisico di breve durata, questa sorta di “Grande Fratello” della radioastronomia permetterà di rilevarlo immediatamente e di seguirlo nella sua evoluzione, allertando nel frattempo gli osservatori di tutto il mondo. Perciò anche un eventuale segnale alieno, di quelli transitori e rilevabili a causa della scintillazione, non sfuggirebbe alla radiocamera e potrebbe venire studiato in dettaglio prima di scomparire per sempre.

L'idea di sfruttare qualche singolare fenomeno astrofisico per tentare di scoprire deboli segnali alieni non è nuova. Sin dal 1993, l'italiano Claudio Maccone, del Centro di astrodinamica “Giuseppe Colombo” di Torino, ha proposto di utilizzare l'enorme massa del Sole come una gigantesca lente gravitazionale, in grado di focalizzare le onde radio provenienti perfino dalle zone più lontane della



Via Lattea. Il suo progetto, battezzato Focal, prevede l'invio di una sonda-radiotelescopio fino al punto in cui le onde elettromagnetiche deflesse dalla nostra stella si incontrano, un punto situato a ben 550 volte la distanza Sole-Terra, pari a circa 14 volte la distanza del Sole dal pianeta più lontano, Plutone. Con un'antenna del diametro di 12 metri posta nel fuoco in questione, alle frequenze tipiche del Seti (diciamo dai 1.420 MHz in su), sarebbe come disporre di uno strumento oltre un milione di volte più sensibile e con la vista più acuta del futuro radiotelescopio Ska. Oggi i tempi non sono forse ancora maturi per una missione del genere, ma non vi è dubbio che l'idea di Maccone è troppo seducente per poter essere a lungo ignorata.<sup>6</sup>

## 4. GLI ALTRI METODI DI CONTATTO

*Non riesco a concepire un incubo così terribile come quello di stabilire una comunicazione con una civiltà avanzata.*

George Wald,  
premio Nobel per la medicina

Nella spettacolare sequenza di apertura del film *Independence Day* si vedono le lunghe ombre della bandiera americana lasciata sulla Luna dagli astronauti della missione Apollo e l'immagine di un'astronave aliena che si avvicina minacciosamente alla Terra. Dopo pochi secondi, nella sala di controllo di un radiotelescopio impegnato nella ricerca di intelligenze extraterrestri suona l'allarme, e da quel momento l'umanità dovrà combattere una durissima battaglia contro gli invasori venuti dallo spazio. Si tratta, ovviamente, di fantascienza, come può essere quella di *Star Trek* o di *X-Files*. Ma, in fondo, è davvero così assurdo pensare che il nostro primo contatto con una civiltà aliena possa avvenire non con la ricezione di un debole e innocuo segnale radio proveniente da una stella lontana, bensì con la scoperta di una gigantesca e aggressiva astronave che sta per entrare all'interno dell'orbita lunare, proprio come accade nell'apocalittico scenario tratteggiato da *Independence Day*?

### LE CIVILTÀ SU SCALA PLANETARIA

Finora abbiamo dato quasi per scontato che l'unico modo per rivelare la presenza attuale o passata di un'eventuale civiltà aliena nella Galassia sia quello di captarne le relative emissioni radio o, al li-

mite, un segnale laser. Eppure, oltre alla comunicazione a distanza attraverso le onde elettromagnetiche, vi sono varie possibilità alternative di contatto tra due civiltà: per esempio, attraverso l'invio da parte degli extraterrestri di altri tipi di onde o particelle messaggere, oppure mediante l'utilizzo di mezzi di trasporto rivoluzionari e per noi oggi del tutto inconcepibili. In effetti, il tipo e le possibili modalità di contatto tra due civiltà dipendono in modo assolutamente decisivo dal livello di sviluppo tecnologico da esse raggiunto.

La civiltà terrestre è caratterizzata da un crescente grado di sviluppo tecnologico, che in questa sede può essere per comodità definito come "la capacità dell'uomo di manipolare l'ambiente in cui vive". Questa capacità di manipolazione, pur essendo già molto grande, non è affatto illimitata, essendo naturalmente vincolata soprattutto dalla quantità di energia effettivamente disponibile. La ridotta capacità attuale della nostra società nella produzione di energia, che è ancora legata all'uso dei combustibili fossili, è ciò che ci impedisce di prendere anche solo in considerazione la possibilità di realizzare opere di ingegneria cosmica, che altrimenti sarebbero almeno teoricamente alla nostra portata. D'altra parte, occorre notare che anche la quantità di informazione e la distanza fino a cui questa può venire trasmessa attraverso onde o particelle dipendono, in ultima analisi, dall'energia utilizzabile. La quantità di energia disponibile, quindi, può essere considerata il parametro più adatto per descrivere in maniera quantitativa e sintetica il livello globale di sviluppo tecnologico raggiunto in un determinato periodo storico dalla civiltà umana.

Nel corso della storia dell'umanità vi è sempre stata una crescita del livello complessivo di sviluppo tecnologico, sia pure con velocità assai diverse nelle varie epoche, ed è abbastanza ragionevole aspettarsi che questa tendenza prosegua anche nel futuro più lontano. Il corollario di questo discorso è che un utile criterio per differenziare le civiltà tecnologiche può essere semplicemente la misura del loro tasso di consumo dell'energia, come venne proposto da Nikolaj Kardašev nel 1964. Questo tasso determina il tipo di attività delle civiltà extraterrestri che può venire rilevato da una civiltà al nostro attuale livello di sviluppo: attività che consistono, per esempio, nella gestione di sorgenti di energia ultrapotenti, nella manipolazione di gigantesche quantità di materia solida e nella trasmissione di grandi

quantità di informazione attraverso lo spazio interstellare. Ci si aspetta che al crescere del consumo di energia di una civiltà e della regione di spazio popolata da una società, oltre che della sua scala di attività, aumentino anche la quantità di informazione prodotta e la distanza fino alla quale essa può essere trasmessa.

In base al diverso grado di utilizzo dell'energia, Kardašev suggerì una classificazione delle civiltà extraterrestri in tre diversi tipi, come abbiamo accennato nel primo capitolo. Le civiltà di Tipo I sono quelle che utilizzano una quantità di energia pari a quella irradiata dalla loro stella sull'intera superficie del pianeta, compresa fra  $10^{16}$  e  $10^{17}$  watt ( $10^{16}$  è 1 seguito da 16 zeri): sono pertanto chiamate anche *civiltà planetarie*. Le civiltà di Tipo II sono quelle capaci di imbrigliare e impiegare l'intera quantità di radiazione emessa dalla loro stella, che varia fra  $10^{26}$  e  $10^{27}$  watt: sono le cosiddette *civiltà stellari*. Le civiltà di Tipo III, infine, sono quelle con accesso a un'energia comparabile con la luminosità della loro galassia, fra  $10^{37}$  e  $10^{38}$  watt: donde il nome, con cui sono talvolta indicate, di *civiltà galattiche*. Rispetto a tutti e tre i tipi di civiltà di Kardašev noi siamo ancora una civiltà tecnologica piuttosto primitiva, con una disponibilità di energia relativamente ridotta perfino se paragonata a una semplice civiltà planetaria. In particolare, secondo una classificazione più precisa dovuta a Carl Sagan (illustrata nel riquadro della pagina seguente), noi saremmo una civiltà di Tipo 0,7. Comunque, se il nostro sviluppo proseguirà con il ritmo attuale, nel giro di due o tre secoli potremmo diventare a pieno titolo una civiltà di Tipo I.

La classificazione di Kardašev, naturalmente, ci permette di immaginare solo in linea generale come potrebbe essere una civiltà più evoluta della nostra: non siamo in grado di prevedere nei dettagli neppure il futuro a lungo termine della civiltà umana. Così, ad esempio, non sappiamo se una società più evoluta, terrestre o non, trasmetterà l'informazione attraverso i neutrini o le onde gravitazionali, esattamente come un uomo del Medioevo non avrebbe potuto prevedere il modo in cui avrebbe viaggiato l'informazione nel ventesimo secolo (ma avrebbe potuto comunque supporre una maggiore velocità). Né, d'altra parte, possiamo rivolgerci a fonti letterarie per conoscere il futuro: per ogni briciola di fantascienza che si è avverata, infatti, una quantità molto più grande non si è realizzata.



LA CLASSIFICAZIONE  
DI KARDAŠEV-SAGAN

Nel 1973 l'astronomo Carl Sagan osservò che la classificazione originale di Kardashev avrebbe potuto essere proficuamente raffinata usando i numeri decimali per esprimere eventuali differenze di appena un ordine di grandezza nel consumo di energia delle diverse civiltà. Tanto per fare un esempio, una civiltà di Tipo 1,7 utilizza  $10^{23}$  watt di energia, come si ottiene facilmente aggiungendo 7 unità all'esponente di  $10^{16}$ , che è il consumo tipico espresso in watt di una civiltà di Tipo I:  $16 + 7 = 23$ . Analogamente, definire una civiltà "di Tipo 2,3" equivale a dire che essa utilizza  $10^{29}$  watt, poiché il consumo di energia caratteristico di una civiltà di Tipo II è dell'ordine dei  $10^{26}$  watt: in questo caso,  $26 + 3 = 29$ . Pertanto, se si adotta la classificazione proposta da Sagan, la nostra civiltà, che attualmente ha un consumo di energia di circa  $10^{13}$  watt, può considerarsi una civiltà di Tipo 0,7. Secondo lo stesso Sagan, il livello della prima civiltà extraterrestre con la quale potremmo stabilire un contatto potrebbe aggirarsi tra il Tipo 1,5 e il Tipo 1,8.

L'unica cosa che possiamo fare è estrapolare con giudizio le tendenze in campo tecnologico e sociologico, così come le percepiamo oggi. In quest'impresa il fisico è piuttosto svantaggiato rispetto allo scrittore di fantascienza, perché è in genere assai poco propenso a violare le leggi della natura nelle sue previsioni, ed entrambi possono essere meno profetici, riguardo al futuro dell'umanità, di un sociologo o di un antropologo.

Delle tre diverse civiltà di Kardashev, l'unica che possiamo tentare di descrivere in modo abbastanza preciso è quella di Tipo I, o planetaria. Essa, difatti, è una civiltà con un livello di sviluppo leggermente superiore al nostro, con un consumo di energia tutto sommato ancora abbastanza basso, pari al massimo all'intera radiazione solare che colpisce la superficie della Terra (cioè compreso tra  $10^{16}$  e  $10^{17}$  watt), ma sufficiente per permettere di ristrutturare il pianeta. Una civiltà di Tipo I, in pratica, è una società in grado di controllare

i fenomeni climatici su scala globale e dotata di una buona comprensione delle leggi della fisica, al punto da aver sviluppato la tecnologia della fusione nucleare controllata per risolvere il problema della produzione di energia. Più in generale, si tratta di una civiltà con un discreto livello di conoscenze scientifiche, che muove i primi passi nel campo della tecnologia spaziale e della comunicazione interstellare, ma anche in altri settori cruciali come l'ingegneria genetica, le nanotecnologie, l'intelligenza artificiale e la robotica, con straordinarie applicazioni potenziali.

Come abbiamo visto nel corso del precedente capitolo, una civiltà extraterrestre un po' più avanzata della nostra – ovvero di Tipo I – può essere individuata direttamente, grazie alle sue emissioni elettromagnetiche intenzionali quali i radiofari o gli impulsi laser, o indirettamente, captando segnali involontari, magari legati alle comunicazioni planetarie interne o a quelle con eventuali veicoli spaziali. Una tale civiltà può in teoria dar luogo a emissioni elettromagnetiche – presumibilmente concentrate nella regione delle microonde o in quella ottica dello spettro – più potenti di quelle a cui siamo abituati oggi sulla Terra, avendo a disposizione una maggiore quantità di energia. Da parte sua, una civiltà vicina di Tipo I potrebbe scoprirci semplicemente intercettando, con l'ausilio di antenne sufficientemente sensibili, le deboli emissioni audiovisive o gli impulsi radar che abbiamo inviato nello spazio a partire da più di una cinquantina d'anni (e che hanno ormai raggiunto decine di stelle nei dintorni solari), oppure captando eventuali messaggi inviati deliberatamente dall'umanità verso altri sistemi planetari.

Civiltà	Energia usata
Tipo I	$10^{16} \div 10^{17}$ W
Tipo II	$10^{26} \div 10^{27}$ W
Tipo III	$10^{37} \div 10^{38}$ W

Tabella 4.1. La classificazione delle civiltà proposta da Nikolaj Kardashev.

## LE CIVILTÀ STELLARI E GALATTICHE

Il modo migliore per tentare di entrare contatto con una civiltà extraterrestre potrebbe essere quello di andare alla ricerca di società aliene più evolute e “appariscenti”, come le civiltà stellari e galattiche, ovvero le civiltà che Kardašev definisce di Tipo II e III. Tanto per intenderci subito su questi termini, la civiltà protagonista della famosa serie televisiva e cinematografica *Star Trek* può essere considerata una civiltà emergente di Tipo II, mentre l'impero galattico che si incontra nel film *Guerre stellari* è un chiaro esempio di civiltà di Tipo III.

A voler essere più precisi, una civiltà di Tipo II opera sulla scala del proprio sistema stellare ed è capace di raccogliere e utilizzare una quantità di energia molto grande, al limite pari a quella totale irradiata dalla propria stella, che nel caso del Sole è di  $4 \times 10^{26}$  watt: un consumo che l'umanità, proseguendo al ritmo di crescita attuale, raggiungerebbe solo fra tremiladuecento anni. Si tratta di una società decisamente più avanzata della nostra, capace per esempio di ristrutturare il suo intero sistema planetario e di trasmettere omnidirezionalmente – in un tempo di trasmissione dell'ordine dei cento secondi – il contenuto di centomila libri di media lunghezza con una potenza tale da far giungere l'informazione all'intera galassia, cioè fino a una distanza di un centinaio di migliaia di anni luce. Una civiltà di Tipo II potrebbe avere una durata dell'ordine di mille-centomila anni, durante i quali può verosimilmente avviare imprese di esplorazione o di colonizzazione interstellare, nonché realizzare opere di ingegneria cosmica e soprattutto sviluppare ad altissimo livello la robotica, l'intelligenza artificiale e la genetica, rendendo sempre più sfumata la distinzione tra naturale e artificiale, tra organismo e macchina.

Una civiltà di Tipo III, invece, è una società che opera sulla scala della propria galassia e ha accesso a una potenza energetica spaventosa, comparabile alla luminosità dell'intero sistema stellare, che nel caso di una galassia come la Via Lattea è di  $4 \times 10^{37}$  watt. Tale civiltà può trasmettere, in appena tre secondi, il contenuto di centomila libri con una potenza tale da farlo arrivare fino a una distanza di 10 miliardi di anni luce, che è sostanzialmente il raggio dell'universo osservabile. È probabile, inoltre, che una civiltà del genere

costruisca strutture cosmiche su scala molto grande, realizzi insomma vere e proprie opere di astroingegneria, al limite ristrutturando completamente la galassia di appartenenza. Una civiltà di Tipo III potrebbe avere una durata ben superiore al milione di anni e i suoi individui potrebbero aver scoperto i segreti dell'immortalità. Assai più difficile è immaginare quali potrebbero essere le aspirazioni, l'etica, gli schemi di ragionamento, le emozioni, i valori, il livello di conoscenze e altre fondamentali caratteristiche di una civiltà galattica così avanti rispetto a noi. Date tutte queste incognite, sembra perciò corretto adottare in proposito un atteggiamento di grande apertura mentale.

La caratteristica principale delle civiltà di Tipo II e III è quella di essere tecnologicamente molto più avanzate della nostra. Di conseguenza possono forse comunicare attraverso canali diversi dalle onde radio e dai segnali laser, come i raggi X, i neutrini, i raggi gamma, le onde gravitazionali. Ma, soprattutto, potrebbero possedere capacità che ci sono totalmente sconosciute e comunicare, ad esempio, con fantomatici “raggi Z” di cui potremmo ignorare perfino l'esistenza ancora per parecchi secoli. In effetti, è possibile che attualmente nella nostra stessa galassia siano in atto con questi mezzi forme di comunicazione tra numerose civiltà extraterrestri, oppure che ci vengano inviati deliberatamente segnali di cui siamo completamente all'oscuro perché non siamo in grado di rilevarli o di distinguerne la natura artificiale. La nostra situazione potrebbe essere in tal caso paragonata a quella degli abitanti di qualche isola della Polinesia, che comunicano attraverso staffette e tamburi, mentre sopra e intorno alle loro teste passa il potente traffico della radio e della televisione.

Così come possiamo immaginare che gli esseri intelligenti di civiltà extraterrestri comunichino fra loro, ma non sappiamo in che modo, così non abbiamo alcuna idea di come queste creature si spostino attraverso lo spazio, sempre ammesso che lo facciano. È possibile che Einstein abbia ragione, cioè che non esista alcun modo di viaggiare (né di comunicare) a una velocità superiore a quella della luce, oppure potrebbe esistere tutta una fisica che ignoriamo: in tal caso, si potrebbero in futuro scoprire nuovi principi scientifici – o trovare il modo di aggirare quelli noti – per riuscire a spostarsi in maniera enormemente più veloce ed economica di quanto siamo in

grado di fare oggi. Si possono immaginare, ad esempio, dispositivi per il trasporto istantaneo della materia, il cosiddetto *teletrasporto*, o vere e proprie scorciatoie cosmiche tra regioni distanti dell'universo, gli altrettanto famosi *cunicoli spazio-temporali*. E per viaggiare più velocemente della luce si possono considerare anche idee più esotiche proposte su un piano strettamente teorico negli ultimi anni, tra cui l'uso di un *motore a curvatura*. Ma ne ripareremo più avanti.

L'idea che possano esistere civiltà così evolute come quelle stellari o galattiche è fondata, ovviamente, su un'extrapolazione molto ottimistica di quanto è accaduto fino ad oggi sulla Terra. Nell'ultimo secolo, in effetti, abbiamo incrementato in maniera quasi esponenziale la velocità di comunicazione, la rapidità dei trasporti, la disponibilità energetica e la capacità di calcolo. Ma per quanto riguarda il futuro nostro o di un'altra civiltà, va detto che esistono limiti fisici assai difficili da oltrepassare. Per esempio, se il consumo di energia continuerà a crescere al tasso attuale, nel giro di qualche secolo le necessità energetiche della Terra supereranno le risorse disponibili sul pianeta. Pertanto, se la nostra civiltà vorrà continuare a svilupparsi, saremo costretti ad andare nello spazio. Ma prima di poter compiere questo passo dovremo essere stati capaci di evitare o superare tutte le possibili crisi che nel frattempo si saranno presentate, alcune delle quali già ora ipotizzabili: una guerra termonucleare globale, un aumento inarrestabile dell'effetto serra, una manipolazione genetica sfuggita a ogni controllo, l'esaurimento di risorse non rinnovabili, la sovrappopolazione, l'inquinamento, per non parlare delle "sorprese", cioè delle minacce non ancora apparse all'orizzonte.

Quando si parla di "superciviltà" – quali sarebbero certamente eventuali società tecnologiche che operano su scala stellare o galattica – si è, in fondo, un po' ai confini della scienza e si può facilmente cadere nella fantascienza. Una civiltà di Tipo II potrebbe essere migliaia di anni più avanti della nostra, mentre con una civiltà di Tipo III il divario potrebbe salire addirittura a milioni di anni. Nel club delle civiltà galattiche, quindi, noi saremmo l'equivalente dell'uomo di Neandertal, quanto a grado di sviluppo tecnologico. Ora, se consideriamo i progressi compiuti dal genere umano negli ultimi diecimila anni e le difficoltà che un uomo del Pleistocene avrebbe nel rapportarsi con un uomo del ventesimo secolo, possiamo capire perché qualsiasi tecnologia di queste superciviltà andrebbe oltre

ogni nostra comprensione e ci sembrerebbe una sorta di magia, operata da creature paragonabili a dèi. Infine, vi è da chiedersi fino a che punto queste società potrebbero essere interessate a comunicare con noi, che ai loro occhi appariremmo un po' come una specie di antichi ominidi.

Una superciviltà avrebbe sicuramente i mezzi – che noi non possiamo però neanche immaginare – per esplorare vaste regioni della propria galassia di persona o forse con qualche tipo di sonda automatica, alla ricerca di altre civiltà o di sistemi planetari da colonizzare. Una civiltà assai meno avanzata come la nostra potrebbe quindi venire facilmente scoperta da superintelligenze extraterrestri nell'ambito di questa attività esplorativa, oppure essere contattata – sempre che ci sia da parte loro la volontà di farlo – con l'impiego di "vecchie" tecnologie a noi accessibili, come quella radio. Dunque, in generale, l'esistenza di una superciviltà ben difficilmente potrebbe venire messa in luce intercettando le sue sofisticate comunicazioni. Noi possiamo solo sperare di riuscire a individuarla cercando, per esempio, eventuali segni della presenza attuale di creature o manufatti alieni nel Sistema Solare, o del loro passaggio sulla Terra in tempi remoti. Oppure, più realisticamente, possiamo tentare di individuare una superciviltà a distanza, identificando le sue opere di ingegneria cosmica "involontarie", o altre mirate a segnalare la sua presenza.

#### LA RICERCA DI OPERE DI ASTROINGEGNERIA

Le attuali ricerche Seti mirano principalmente alla scoperta di civiltà di Kardašev di Tipo I, attraverso la ricezione di eventuali onde elettromagnetiche inviate in modo più o meno deliberato. Eppure una strada alternativa nella ricerca di società extraterrestri è proprio quella di concentrarsi sulle civiltà di Tipo II e III, tentando di scoprirle grazie alla loro attività su scala cosmica, e in particolare grazie ai grandi artefatti, alle tecnologie rivoluzionarie e alle forme di inquinamento che potrebbero caratterizzare queste lontane superciviltà.

L'idea è quella di captare le eventuali emissioni di qualsiasi tipo provenienti da lavori di astroingegneria o di osservare direttamente

queste opere. In altre parole, si tratta di rilevare il “rumore” artificiale prodotto da civiltà che stanno conducendo attività estensive nel loro sistema solare o nella loro galassia: attività che vanno dall’iniziale esplorazione planetaria alla riconfigurazione di interi sistemi stellari secondo le necessità dei loro abitanti. In tutti questi casi, a meno che non si tratti di manifestazioni aliene volontarie studiate in modo da essere riconoscibili da qualsiasi altra civiltà, la difficoltà maggiore sarebbe quella di stabilire dei criteri per distinguere l’origine artificiale di eventuali segnali, altrimenti attribuibili a processi naturali non ancora compresi. Grandi strutture solide aliene, per esempio, potrebbero essere dapprima individuate grazie all’effetto di schermo o riflettente che hanno sulla radiazione della propria stella; dopodiché osservazioni radio interferometriche, che raggiungono un’alta risoluzione angolare, potrebbero permetterne la definitiva identificazione, qualora si evidenziasse una configurazione inusuale.

La proposta di cercare lontane civiltà extraterrestri attraverso le loro opere di ingegneria cosmica è stata avanzata già una quarantina d’anni fa, parallelamente alla nascita dei primi progetti Seti nel campo delle onde radio. Nel 1959, il fisico britannico Freeman Dyson – già collaboratore di Albert Einstein all’Istituto di studi avanzati di Princeton – propose l’idea che, per risolvere il problema della sovrappopolazione e delle conseguenti richieste energetiche, una superciviltà avrebbe potuto tentare di intercettare quanta più radiazione possibile dalla propria stella, circondando letteralmente l’astro con stazioni spaziali, colonie orbitanti o pianeti aggiuntivi creati *ad hoc*. Per un simile guscio sferico di costruzioni artificiali – noto con il nome di “sfera di Dyson” – lo scienziato britannico si era ispirato al libro *Il costruttore di stelle* di Olaf Stapledon, pubblicato nel 1937, che citava quest’idea come un modo per vivere intorno a una stella priva di pianeti. L’idea di Dyson è stata poi utilizzata, e a volte travisata, dalla fantascienza, che ha spesso dipinto la sfera come una costruzione solida che avvolge completamente la stella.

L’importanza del concetto della sfera di Dyson nella ricerca di civiltà extraterrestri consiste nel fatto che una tale opera può essere rilevata anche a grandi distanze attraverso opportune osservazioni astronomiche. Difatti, sebbene una struttura di questo tipo blocchi effettivamente gran parte della luce proveniente dalla stella, ci si

aspetta che una vasta quantità di calore sia irraggiata fuori della sfera sotto forma di radiazione infrarossa, recando in particolare un picco di emissione nella regione dell’infrarosso lontano: picco potenzialmente captabile da speciali telescopi posti nello spazio. Nonostante le difficoltà di distinguere un eccesso infrarosso dovuto a un artefatto tecnologico da una semplice nube di polvere che oscura una stella, fino ad oggi nessuna osservazione ha mostrato qualcosa che non possa essere spiegato come la normale emissione di un corpo celeste. Anzi, l’analisi dei dati raccolti nell’infrarosso dal satellite *Iras* negli anni Ottanta ha permesso di escludere l’esistenza di sorgenti artificiali in un raggio di alcune centinaia di anni luce, ponendo di conseguenza limitazioni al loro possibile numero globale.

L’idea di Dyson è stata seguita da altre proposte per la ricerca di eventuali manifestazioni involontarie attribuibili a civiltà tecnologiche aliene. Si tratta, essenzialmente, di andare a caccia di possibili segni di “inquinamento” prodotto, ad esempio, da una società extraterrestre che abbia optato per lo sviluppo di grandi reattori nucleari. In tal caso, come è accaduto su più piccola scala anche sul nostro pianeta, lo smaltimento delle scorie radioattive diventerebbe uno dei problemi principali di questa civiltà. Nei reattori si producono, infatti, grosse quantità di trizio, una forma di idrogeno più pesante e instabile. Poiché il trizio è un elemento radioattivo, è presumibile che una civiltà se ne liberi scaricandolo nello spazio. D’altra parte, siccome il trizio decade in un periodo di 12,5 anni, la sua presenza in un sistema planetario indicherebbe un’attività nucleare artificiale, poiché non vi sono sorgenti naturali in grado di produrne continuamente di nuovo. Ma anche le ricerche del trizio attorno a stelle vicine, svolte in passato mediante osservazioni radioastronomiche alla sua frequenza di emissione, 1.516 MHz, hanno dato tutte esito negativo.

Un’altra forma di inquinamento che potrebbe rivelare la presenza di intelligenze aliene, dovuta sempre alle loro quasi fantascientifiche opere di ingegneria spaziale, è costituita dai potenti impulsi di raggi gamma che potrebbero scaturire dai motori di una loro avanzata astronave. È difatti noto da tempo che uno dei possibili mezzi futuri di propulsione interstellare è costituito dall’utilizzo di motori-razzo ad antimateria, che sfruttano cioè l’incontro tra particelle di materia e particelle di antimateria<sup>1</sup> per produrre energia sotto forma di raggi gamma, i quali verrebbero quindi emessi in quantità

cospicue. Queste sorgenti artificiali di radiazione gamma, muovendosi a velocità che rappresentano una frazione sostanziale di quella della luce, possono venire abbastanza facilmente distinte dai normali oggetti astronomici, che si muovono a velocità almeno cento volte inferiori. Tuttavia, pure in questo caso le varie osservazioni effettuate negli ultimi anni dai satelliti che operano in tale banda dello spettro elettromagnetico – come il grande Compton Gamma Ray Observatory – non hanno mai rivelato nulla di anomalo.

Una civiltà extraterrestre, d'altro canto, potrebbe cercare di attirare l'attenzione su di sé in modo del tutto volontario. Già negli anni Sessanta, Frank Drake suggerì l'idea di analizzare le atmosfere di stelle vicine alla ricerca di livelli più alti del normale di elementi radioattivi soggetti a rapido decadimento – ad esempio il tecnezio – che potrebbero essere utilizzati da un'avanzata società tecnologica come una specie di “smog” artificiale per marcare il proprio sistema planetario e fornire una prova evidente della propria esistenza. Nello stesso periodo Philip Morrison, uno dei precursori del Seti, avanzava l'idea altrettanto fantasiosa che una civiltà potesse porre gigantesche nubi di particelle in orbita attorno a una stella, per trasformarla in una sorta di “luce di segnalazione” capace di lampeggiare come un vero e proprio flash, visibile fino a grandi distanze. Vale la pena sottolineare ancora una volta che finora non sono mai stati osservati né lampi ottici sospetti, né le righe di assorbimento del tecnezio; almeno non nelle normali stelle di tipo solare, che sono quelle che qui ci interessano.

Tutte queste ricerche hanno comunque una debolezza intrinseca, che è quella di basarsi sulla nostra opinione di manufatti che le superciviltà potrebbero realizzare, su modelli di società tecnologica molto specifici e basati su estrapolazioni alquanto arbitrarie. La previsione del futuro è un'impresa assai difficile: nell'Ottocento, lo scrittore Jules Verne prefigurava per il Duemila un cielo popolato da una fitta rete di mongolfiere e di dirigibili. All'epoca, un'eventuale ricerca di civiltà extraterrestri si sarebbe quindi probabilmente concentrata sugli effetti delle tecnologie prefigurabili a quel tempo, come la riflessione della luce di una stella in presenza di numerosi palloni volanti dalle superfici argentee. Poiché la ricerca Seti è iniziata invece negli anni Sessanta, si è concentrata sullo studio di altri effetti. È assai probabile, però, che in futuro le ricerche sul trizio o

sulle sfere di Dyson ci facciano sorridere quanto le idee di Verne sui palloni volanti. Perciò molti scienziati ritengono che l'unica vera possibilità di contattare una società aliena consista nel captare le emissioni elettromagnetiche di civiltà non troppo diverse dalla nostra, ovvero di Tipo I.

#### ARTEFATTI E PALEOVISITE NEL SISTEMA SOLARE

Se la ricerca di onde radio o di impulsi laser sembra costituire attualmente la strada più promettente, non si può comunque escludere la possibilità di scoprire prove dell'esistenza di intelligenze extraterrestri nel nostro stesso Sistema Solare, sotto forma di oggetti alieni o degli effetti da essi prodotti. Ciò appare estremamente improbabile ma non impossibile, soprattutto qualora tali artefatti siano stati programmati in modo da manifestare la loro presenza soltanto quando la civiltà terrestre abbia oltrepassato una certa soglia di sviluppo.

L'idea di un contatto “fisico” di questo tipo con un'altra civiltà tecnologica è molto seducente. Il più tradizionale contatto a distanza mediante radiazioni elettromagnetiche, infatti, richiede una *sincronizzazione temporale* tra chi invia il messaggio e chi lo riceve. In altre parole, è assai difficile che ci giunga un segnale proprio nel momento storico brevissimo, se considerato su scala geologica, in cui la nostra civiltà si trova in ascolto. La ricerca di artefatti nel nostro “giardino di casa”, rappresentato dal Sistema Solare, invece può avere successo anche se dei visitatori provenienti dallo spazio sono passati in qualsiasi momento negli ultimi miliardi di anni, lasciando tracce sul nostro pianeta o sui corpi celesti vicini. È per questa ragione che una frangia, per la verità piuttosto esigua, di scienziati si è dedicata alla caccia di antichi o recenti manufatti di origine extraterrestre, sia valendosi dei risultati delle tradizionali ricerche archeologiche e astronomiche, sia intraprendendo programmi studiati *ad hoc* e inaugurando una sorta di “archeologia del futuro” che va alla ricerca di civiltà più avanzate della nostra.

Le motivazioni per cui una società aliena potrebbe aver lasciato sulla Terra o nelle sue vicinanze un suo artefatto, oppure un vero e proprio messaggio, sono molteplici. È il caso del mitico “monolito”

del film *2001: Odissea nello spazio* di Stanley Kubrick, che ne scrisse la sceneggiatura insieme ad Arthur C. Clarke. Esso potrebbe avere la funzione di segnalarci l'esistenza di una civiltà extraterrestre, oppure di segnalare a quest'ultima l'ascesa sul nostro pianeta di una specie intelligente e di tenerla sotto controllo o, infine, di lasciarci in eredità un immenso bagaglio scientifico e culturale. Per il rilascio di un artefatto nel nostro sistema planetario potrebbero però esistere anche altre motivazioni e scenari che ignoriamo, fuorviati come siamo dalla nostra visione antropomorfa. Per esempio, una sonda messaggera interstellare o un'astronave con equipaggio, una volta arrivata sulla Terra e non trovando segni di attività intelligente, ma notando segni di vita che col tempo avrebbero potuto evolvere in creature intelligenti, potrebbe aver lasciato un biglietto da visita di qualche tipo – probabilmente cospicuo e duraturo – e magari aver deciso di ritornare a visitare il nostro sistema planetario di tanto in tanto, per monitorare il nostro grado di sviluppo.

Sta di fatto, comunque, che finora nell'esplorazione della Terra e del Sistema Solare non abbiamo trovato nessun monolito, né altre prove o tracce che il nostro pianeta sia stato visitato in passato da sonde, astronavi o creature provenienti dallo spazio. Quest'assenza di segni potrebbe essere semplicemente dovuta a una mancanza di immaginazione e di flessibilità mentale da parte dell'uomo, all'incapacità di figurarsi le motivazioni e i prodotti di una tecnologia molto superiore alla nostra. Ma vi è anche una difficoltà di altro genere, e cioè che sulla Terra perfino intere città possono essere cancellate dall'azione erosiva degli elementi, come è accaduto ai monumenti maya dell'America centrale, divorati dalla giungla. La situazione è leggermente migliore sulla Luna, che tuttavia non è protetta dal bombardamento meteoritico e dalle particelle energetiche del vento solare, e su Marte, dove i venti esercitano un'azione erosiva più leggera di quella terrestre. Dunque le tracce di un eventuale artefatto alieno potrebbero, in teoria, essere state cancellate o nascoste dal tempo.

Per di più, in questo delicato campo di indagine la possibilità di prendere qualche grosso abbaglio è quasi sempre dietro l'angolo. Possiamo infatti citare l'esempio della famosa "faccia" su Marte, o Sfinge di Marte, una singolare foto della superficie del pianeta rosso scattata nel 1979 dalla sonda americana Viking Orbiter, la quale mo-

stra una formazione collinare che ricorda in modo impressionante un volto umano. Essa fu quasi immediatamente interpretata dai planetologi come una struttura rocciosa naturale modellata da forze erosive, che in presenza di particolari condizioni di illuminazione assume le sembianze di un viso umanoide. Ma l'entusiasmo per una sua possibile origine artificiale indusse alcuni creduloni a spingersi oltre con la fantasia, sostenendo che si trattava di una costruzione simile alle nostre sfingi, eretta da una civiltà extraterrestre per manifestare la propria presenza (ipotesi, tra l'altro, ripresa nel film *Mission to Mars* di Brian De Palma). Successivamente, alcune immagini ad alta risoluzione di questa struttura, riprese nel 1998 dalla sonda Mars Global Surveyor della Nasa, hanno mostrato un aspetto decisamente meno "artificiale", risolvendo l'annoso enigma.

Nell'ambito del Seti pochi ma seri scienziati hanno preso in considerazione, sin dagli anni Settanta, l'ipotesi di sonde automatiche aliene, di colonie abitate o di altri artefatti extraterrestri "parcheggiati" in luoghi tranquilli del Sistema Solare. La loro ricerca è stata definita negli anni Ottanta, dal fisico Robert Freitas, Seta (da Search for Extra-Terrestrial Artifacts). La meccanica celeste, infatti, insegna che in un sistema planetario esistono dei punti, detti "lagrangiani", tali che un veicolo posto nelle loro vicinanze può orbitare stabilmente senza subire le perturbazioni gravitazionali dei pianeti e, naturalmente, l'azione erosiva di un'atmosfera. Si tratta, quindi, della collocazione ideale per una sonda orbitante che voglia osservare la Terra in modo sistematico e per tempi molto lunghi senza interferire con la nostra civiltà. Particolarmente interessanti sono i punti di Lagrange  $L_4$  e  $L_5$  del sistema Terra-Luna, quelli analoghi del sistema Terra-Sole e infine quelli del sistema Giove-Sole; questi ultimi sono situati in prossimità della fascia degli asteroidi, una vera miniera di materiale grezzo per un'eventuale civiltà colonizzatrice.

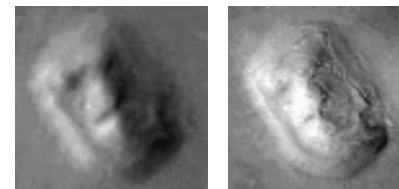


Figura 4.1. La Sfinge di Marte come appariva fotografata dal Viking nel 1979 (a sinistra) e come si mostrava nel 1998 all'obiettivo del Mars Global Surveyor (a destra), la sonda che ne ha svelato l'origine del tutto naturale. (Nasa/Jpl)



Tuttavia le ricerche di oggetti insoliti in queste “posizioni magiche”, effettuate con telescopi ottici, radar, satelliti operanti nell’infrarosso e sonde interplanetarie, hanno dato sempre esito negativo.<sup>2</sup>

Purtroppo gli artefatti alieni sono generalmente associati alla cosiddetta *paleoastronautica*, o “archeologia spaziale”. Si tratta di una sorta di archeologia fantastica e fuorviante, secondo la quale i popoli primitivi non sarebbero stati capaci di realizzare opere straordinarie come le piramidi in Egitto, le pietre di Stonehenge in Inghilterra, la città di Machu Picchu in Perù e le gigantesche statue nell’Isola di Pasqua senza l’aiuto di civiltà extraterrestri. Dopodiché, le ipotesi sulla possibile funzione di queste opere abbondano: dal loro uso come “trasmettitori cosmici” a quello di vere e proprie “porte d’accesso verso le stelle” (*stargate*, in inglese). Gli entusiasti di questa *teoria dell’antico astronauta* non hanno dubbi sul fatto che la Terra sia stata visitata in passato da astronauti o visitatori alieni, come testimonierebbero i grandiosi e singolari edifici in pietra e gli antichi monumenti sparsi qua e là per il globo. Anzi, alcuni hanno addirittura suggerito l’idea che l’intera razza umana potrebbe essere nata grazie a un’inseminazione operata da visitatori extraterrestri durante l’infanzia del pianeta.

Il profeta riconosciuto della paleoastronautica è Erich von Däniken, scrittore ed ex albergatore svizzero, autore di una serie di libri di successo su questo tema pubblicati intorno ai primi anni Settanta.<sup>3</sup> Tra le argomentazioni che egli invoca per sostenere la teoria delle paleovisite vi sono, oltre alle già citate “prove” archeologiche, vari passi di testi antichi che sembrano far riferimento a fenomeni imputabili a visite aliene: si pensi, ad esempio, al testo del *Mahabharata* indiano, con i suoi “carri volanti”. Altre argomentazioni chiamano in gioco le straordinarie conoscenze astronomiche e matematiche acquisite precocemente da certi popoli antichi, le immagini dipinte o scolpite di persone od oggetti ritratti in situazioni giudicate “aliene” (come il presunto astronauta raffigurato sul sarcofago di Palenque, in Messico). Sebbene non vi sia alcuna prova credibile a sostegno di queste tesi e la reazione degli scienziati sia sempre stata di totale scetticismo, l’interesse del pubblico verso tali argomenti non è mai diminuito.

#### UFO, RAPIMENTI ALIENI E ALTRI FENOMENI

In effetti, oggi chi considera che possano esistere delle civiltà extraterrestri non si trova a combattere contro lo scetticismo ma contro qualcosa di molto peggiore: la credulità. La gente non crede solo ai volti su Marte e agli antichi astronauti, ma anche agli Ufo, ai rapimenti alieni, al contatto telepatico con gli extraterrestri, ai cerchi nel grano e così via. I film e i romanzi di fantascienza hanno creato nel pubblico la falsa impressione che il volo interstellare sia a portata di mano e che gli incontri fisici fra l’umanità e gli alieni possano essere facilmente realizzabili. Ma è davvero così?

Le distanze che separano le stelle all’interno delle galassie sono immense. Proxima Centauri, il sistema stellare più vicino al Sole, dista 4,3 anni luce e potrebbe venire raggiunto dalla sonda interplanetaria più veloce – la Voyager 1 – solo in ottantamila anni, un tempo assolutamente proibitivo. Per coprire tali distanze è necessario pertanto scoprire nuovi sistemi di propulsione, in grado di far viaggiare una sonda almeno al 10 per cento della velocità della luce,



Figura 4.2. Il presunto astronauta alla guida di un razzo, scolpito su un sarcofago ritrovato a Palenque, in Messico. In realtà il disegno simboleggia il re maya Pacal mentre precipita nel mondo degli inferi.

perché quelli finora proposti non sono certamente adeguati allo scopo. Il volo interstellare, quindi, sarà possibile solo se in futuro si verificherà un *breakthrough*, un “evento dirompente” nella fisica della propulsione, vale a dire l’invenzione di un dispositivo o di un metodo propulsivo rivoluzionario, in grado di superare i limiti insiti nei sistemi attuali. Naturalmente, come abbiamo visto a proposito delle civiltà di Kardašev di Tipo II e III, occorre considerare la possibilità che una qualche civiltà tecnologica aliena molto più avanzata della nostra abbia già superato questi ostacoli e sviluppato così la capacità del volo interstellare. Ma non è necessario ricorrere a questa ipotesi per spiegare il fenomeno dell’avvistamento degli Ufo.

La nascita dell’ufologia risale al 24 giugno 1947, quando il pilota privato americano Kenneth Arnold disse di aver assistito, mentre era in volo sul monte Rainier nello stato di Washington, alle evoluzioni di nove strani oggetti argentei che si muovevano a velocità altissima. Fu in quell’occasione che un cronista coniò l’espressione *flying saucers* (che in Italia diventò “dischi volanti”) e che le autorità militari



Figura 4.3. La foto falsa di un Ufo realizzata con la tecnica della doppia esposizione. Qui una lampada di forma ellittica è sovrapposta a un paesaggio. (The Regents of the University of Colorado)

statunitensi usarono per la prima volta il termine Ufo, acronimo inglese di “oggetto volante non identificato” (Unidentified Flying Object). Da allora, gli avvistamenti registrati in tutto il mondo sono stati centinaia di migliaia: in Italia, il numero cresce oggi al ritmo di soltanto centocinquanta nuovi casi l’anno, ma se ne contano già oltre dodicimila, in gran parte concentrati tra il 1950 e il 1954 e fra il 1973 e il 1979. Si tratta, per lo più, di racconti di testimoni che riferiscono di aver visto nel cielo oggetti la cui presenza, il cui movimento e il cui aspetto non sembrano trovare una spiegazione, o – più in generale – di aver assistito a fenomeni fugaci, solitamente di carattere luminoso, di natura sconosciuta. In parecchi casi tali racconti si accompagnano a fotografie, filmati, tracciati radar, impronte, reperti.

Secondo una classificazione introdotta negli anni Settanta dall’astronomo Joseph Allen Hynek, gli avvistamenti di Ufo possono essere di vari tipi. Innanzitutto ci sono gli avvistamenti a distanza: luci notturne, dischi diurni, tracciati radar, osservazioni visuali. Poi ci sono gli incontri ravvicinati, che possono essere di tre tipi. Quelli del primo tipo consistono nell’osservazione senza conseguenze fisiche, da una distanza non superiore a qualche centinaio di metri, di un Ufo posato a terra. In quelli del secondo tipo, l’Ufo deve aver lasciato tracce durevoli, come segni sul terreno o sugli alberi. Negli incontri del terzo tipo, invece, con l’Ufo deve essere avvistata anche un’entità umanoide, o comunque una qualche creatura animata. Più recentemente, è stato introdotto un quarto tipo di incontro ravvicinato: si tratta della cosiddetta *abduction*, ovvero del rapimento di un terrestre da parte di presunti alieni a bordo dell’Ufo. Un caso a parte rappresentano invece i fenomeni raccontati dai “contattisti”, soggetti che affermano di essere in contatto telepatico con gli extraterrestri e che manifestano atteggiamenti di vero e proprio “cultismo”.

Gli scienziati e le altre persone che hanno investigato seriamente su questi fenomeni concordano sul fatto che non esistono prove che possano far pensare davvero alla visita di oggetti o creature provenienti dallo spazio e non invece al fraintendimento, alla burla o all’allucinazione. Gli Ufo, le storie di rapimenti e i racconti dei contattisti, insomma, ci direbbero molto di più sulla psicologia e sulla cultura umane che non su creature provenienti da altri mondi.

Il caso degli Ufo è certamente esemplare. Migliaia di testimonianze di presunti avvistamenti nel cielo di strani oggetti o di feno-

meni anomali sono state analizzate negli anni Cinquanta e Sessanta dall'aviazione militare statunitense con la collaborazione di illustri scienziati. Il risultato di queste indagini (Progetto Blue Book, Rapporto Condon, eccetera) è stato che nella maggior parte dei casi si trattava di truffe deliberate, scherzi, oppure del mancato riconoscimento di fenomeni noti. Molte delle fotografie, per esempio, si sono dimostrate dei falsi, mentre per le restanti è stato impossibile escludere il ricorso a un trucco. Molti altri avvistamenti, invece, erano spiegabili con tutta una serie di fenomeni naturali (stelle e pianeti bassi sull'orizzonte, fulmini globulari,<sup>4</sup> cadute di meteore, nubi dalla forma bizzarra) oppure dovuti all'uomo (palloni meteorologici, velivoli militari segreti, luci di discoteche): tutti avvistamenti che possono talvolta sembrare inspiegabili perfino a testimoni esperti a causa delle particolari condizioni di osservazione o per la rarità del fenomeno. Oltre il 95 per cento dei casi aveva così una spiegazione.



Figura 4.4. Questa foto, scattata in Italia, fu pubblicata nel 1999 come “una delle migliori foto di Ufo dell’anno”, prima che l’autore stesso svelasse che si trattava di un falso. (Cortesia Massimiliano Teso)

Circa il 5 per cento degli avvistamenti Ufo, al contrario, non trova in genere spiegazione. Su questi casi insoluti le ipotesi degli sprovveduti si sprecano: viaggiatori del tempo, angeli, folletti, animali che vivono nell’atmosfera, armi segrete. In realtà, le osservazioni sono chiaramente impossibili da spiegare ogni qualvolta siano disponibili pochissime informazioni, come ad esempio le sole testimonianze orali, e a maggior ragione allorché queste ultime si rivelano vaghe o contraddittorie. Comunque, anche in tali situazioni non occorre scomodare gli alieni: potrebbero benissimo esistere, ad esempio, strani e sorprendenti fenomeni meteorologici, elettrici o astrofisici ancora sconosciuti (come mostra il riquadro alla pagina seguente per quanto riguarda i fenomeni luminosi di Hessdalen). Oltretutto, agli astronomi piacerebbe molto osservare un alieno autentico o un suo veicolo: sembra curioso che nelle loro continue osservazioni della volta celeste alle varie lunghezze d’onda gli scienziati non abbiano mai rilevato – come del resto in passato le reti radar degli apparati militari Usa e Urss – nulla di simile. Ciò spiega perché i sostenitori del Seti non diano alcun credito agli Ufo e prendano esplicitamente le distanze dagli ufologi.<sup>5</sup>

Mentre gli avvistamenti dominano gli anni Cinquanta e Sessanta, le testimonianze dei contattisti e di quanti affermano di essere stati rapiti da alieni caratterizzano gli anni Settanta e Ottanta. I racconti di queste persone mancano quasi sempre di qualsiasi prova concreta e sono pertanto difficilmente verificabili. Ma, nonostante il fenomeno mal si presti a uno studio scientifico, nei casi in cui i “rapiti” sono stati sottoposti alla prova della macchina della verità è risultato che i loro racconti non erano attendibili. Molte persone cercano infatti semplicemente di attirare l’attenzione su di sé e di ricavare successo da queste esperienze. Tuttavia, altre persone non ci guadagnano nulla e anzi si tengono alla larga dai media. Sono individui che svolgono le attività più varie e provengono da tutti i ceti sociali. Secondo gli studiosi, le loro descrizioni sono riconducibili, nella quasi totalità dei casi, a fenomeni di psicolabilità individuale o a disturbi del sonno, oppure a fenomeni attinenti alla sfera della sociologia, come nel caso delle sette *pseudoufologiche*, cioè con il culto degli Ufo.

Da una ventina d’anni è comparsa una nuova categoria di fenomeni “misteriosi”. Si tratta dei disegni geometrici che appaiono nei



#### I FENOMENI LUMINOSI DI HESSDALEN

Sulla Terra, i fenomeni anomali dovuti a meccanismi fisici completamente sconosciuti non sono così rari come si potrebbe credere. Per esempio, in una trentina di aree circoscritte del pianeta – e in particolare nella vallata norvegese di Hessdalen – nella bassa atmosfera si verificano, in maniera ricorrente, alcuni fenomeni luminosi anomali ancora inspiegati. Le “luci” avvistate appaiono come plasmì a struttura prevalentemente sferoidale di grande potenza luminosa (fino a 1 megawatt di energia) e di grande durata (fino a due ore). La valle di Hessdalen è stata la prima zona del mondo in cui questi fenomeni luminosi anomali sono stati misurati con una strumentazione scientifica. Il loro monitoraggio strumentale fu avviato nel 1984 da Erling P. Strand, dell’Østfold College di Sarpsborg, il quale prosegue tuttora le ricerche utilizzando un osservatorio automatico dotato di un’ avanzatissima videocamera e di un sofisticato radar. Nei mesi di agosto 2000 e 2001, nell’ambito del cosiddetto Progetto Embla, i fenomeni di Hessdalen sono stati studiati in loco, prima nel radio e poi nell’ottico, da un gruppo di ricercatori italiani dell’Istituto di radioastronomia del Cnr guidato dall’astrofisico Massimo Teodorani e dall’ingegner Stelio Montebugnoli. In futuro, le osservazioni del gruppo si estenderanno all’Italia con il Progetto Help (da Hessdalen-Like Phenomena), per cercare di monitorare con un’adeguata strumentazione scientifica eventuali avvistamenti luminosi nell’atmosfera con caratteristiche di ripetitività o periodicità. Per informazioni dettagliate e per una galleria di immagini relative ai fenomeni di Hessdalen, il lettore può consultare su Internet il sito <http://www.itacomm.net/PH>, a cura del Comitato italiano per il Progetto Hessdalen.

campi di grano dell’Inghilterra meridionale. Questi complessi graffiti tracciati sul grano compaiono da un giorno all’altro senza che vi siano tracce del passaggio di alcuno, pertanto sono ritenuti dagli ufologi opera di avanzati esseri extraterrestri.<sup>6</sup> Tuttavia, si tratta di lavori replicabili in poche ore con l’aiuto di una corda per abbas-

sare le spighe: due pensionati inglesi, in particolare, hanno ammesso di aver realizzato per primi questi disegni proprio per fare uno scherzo agli ufologi. Del resto, pur essendo opere appariscenti, i cerchi nel grano sono in fondo figure piuttosto semplici, e un simbolo semplice può trasmettere solo un messaggio semplice. Ognuno di questi disegni è paragonabile, in un certo senso, a un singolo geroglifico egizio; ma gli antichi egizi ricoprivano i muri di geroglifici anche quando descrivevano i pensieri più elementari. Appare davvero singolare il fatto che creature aliene possano aver percorso migliaia di anni luce per mostrarci solo uno o due di questi loro caratteri.

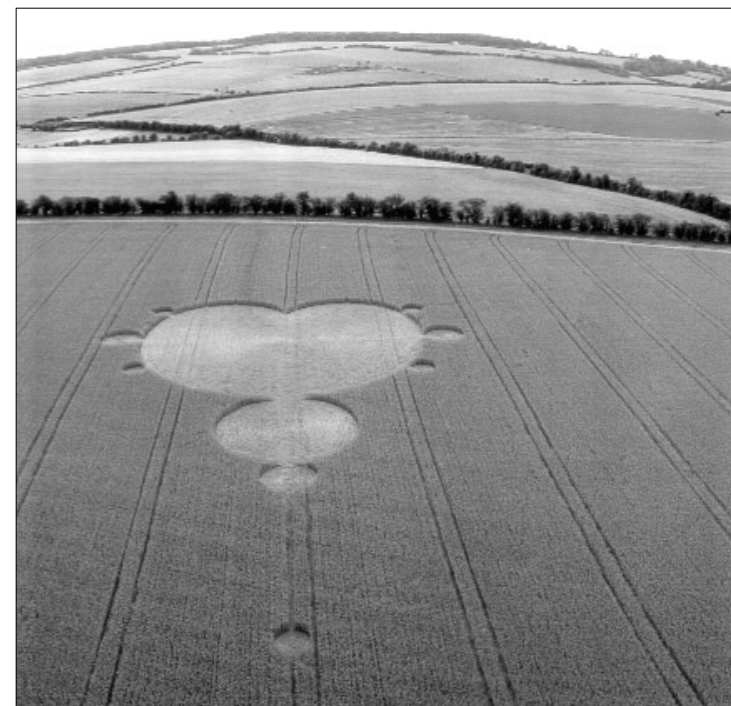


Figura 4.5. Un’immagine dei “crop circles”, i cerchi nel grano che all’improvviso compaiono, di tanto in tanto, nelle campagne dell’Inghilterra meridionale.

## LE STRATEGIE DI RICERCA DI ALTRE CIVILTÀ

Non dobbiamo, comunque, dolerci più di tanto del fatto che non abbiamo ancora ricevuto una visita da parte di esseri più avanzati di noi. Infatti, data l'immensità delle distanze interstellari, un contatto stabilito via radio (o attraverso altre bande elettromagnetiche) tra la nostra e un'altra civiltà più o meno allo stesso livello di sviluppo non comporterebbe, a breve e medio termine, alcun pericolo per il nostro pianeta. Ma nel caso di un contatto fisico diretto, faccia a faccia, con una civiltà evoluta, l'incontro potrebbe non risultare affatto "indolore".

Il problema è legato al tipo di società extraterrestri con cui si può entrare in contatto, che purtroppo ci sono per definizione "aliene" anche nelle motivazioni e nei comportamenti. Durante il ventesimo secolo, immaginarie creature intelligenti di altri mondi sono state protagoniste, sia pure in forme diverse, di molti popolari film di fantascienza, tra cui si possono ricordare *Il viaggio nella Luna* (1902), *Ultimatum alla Terra* (1951), *La guerra dei mondi* (1953), *L'invasione degli ultracorpi* (1956), *2001: Odissea nello spazio* (1968), *Incontri ravvicinati del terzo tipo* (1977), *Alien* (1979), *E.T. l'extraterrestre* (1982), *Independence Day* e *Mars Attacks!* (1996), *Contact* (1997), *Mission to Mars* (2000). L'immagine che noi abbiamo degli extraterrestri è quindi in larga parte determinata dalla cinematografia, che oltre ai film citati ha prodotto sul tema anche numerose serie televisive di successo, come *Visitors* negli anni Ottanta e *X-Files* negli anni Novanta. La domanda, a questo punto, è la seguente: gli alieni di una superciviltà sarebbero come quelli benigni di *Incontri ravvicinati*, che è una sorta di fiaba sulla fratellanza universale, oppure creature maligne e bellicose come gli invasori di *Independence Day*?

La risposta non è semplice. Infatti l'idea che ci facciamo degli alieni riflette, da una parte, i nostri desideri e, dall'altra, i nostri timori. Cercando di razionalizzare il problema, si può dire che una civiltà così avanzata da poter entrare in contatto fisico con noi potrebbe essere anche eticamente più elevata, e dunque costituita da creature pacifiche e benigne. Tuttavia, proprio la disparità tecnologica e culturale che ci separa da una superciviltà rende ogni speculazione fine a se stessa, non avendo noi neppure un modello terrestre

cui fare riferimento. D'altra parte, se immaginiamo il contatto fisico tra diverse civiltà nel contesto della storia umana, costellata da episodi brutali, allora dobbiamo ragionevolmente temere un attacco o una sorta di invasione e di sottomissione da parte di mostri alieni, più o meno orribili ma comunque pur sempre dotati di poteri sorprendenti. La storia umana, difatti, è ricca di esempi di culture che sono state distrutte o assorbite da altre civiltà: un incontro faccia a faccia con esseri superiori potrebbe quindi significare la fine dell'umanità come noi la conosciamo.

Per evitare possibili conseguenze negative, allora, secondo alcuni fautori del "silenzio" sembra per il momento una buona norma di prudenza non tradire la nostra presenza con trasmissioni radio potenti e deliberate come quella di Arecibo del 1974. In realtà, le onde radio che inviamo nello spazio da oltre settant'anni hanno fatto sì che la Terra sia da tempo diventata un pianeta "luminoso" dal punto di vista elettromagnetico, identificabile come corpo abitato da parte di eventuali civiltà che si trovino nel raggio di circa 75 anni luce dal Sole. Oltretutto, ogni nostra misura per nascondersi potrebbe essere inutile se nell'universo esistessero delle superciviltà. E se assumiamo per ipotesi che la durata media di una civiltà tecnologica sia di diecimila anni, dal momento che noi stiamo trasmettendo segnali da appena settanta-ottant'anni, abbiamo più del 99 per cento di probabilità che la prima civiltà con cui potremmo entrare in contatto sia ben più avanzata della nostra. In altre parole, noi siamo una civiltà giovanissima: dunque, è assai più probabile che siano gli alieni a trovarci – magari con mezzi a noi sconosciuti – piuttosto che noi a trovare loro.

Come a questo punto dovrebbe ormai risultare chiaro, il genere di contatto che si può stabilire tra due civiltà galattiche può essere di vari tipi, e le relative conseguenze dipendono in particolare dalle circostanze e dalle modalità con cui una civiltà scopre l'altra, nonché dal differente grado di sviluppo. A un estremo dello spettro delle possibilità vi è il classico scenario radioastronomico, in cui gli strumenti del Seti rivelano un debole segnale radio prodotto da un'altra intelligenza. In questo caso, se la civiltà aliena è più o meno al nostro stesso livello di sviluppo, la distanza che ci separa – presumibilmente dell'ordine almeno delle centinaia o migliaia di anni luce – ci mette al riparo da minacce immediate e il risultato del contatto

può essere un semplice e pacifico scambio di informazioni. All'altro estremo vi è lo scenario del contatto diretto, in cui incontriamo gli extraterrestri faccia a faccia, un po' come accade nei film di fantascienza. In questo caso, il contatto non sarebbe il risultato di una nostra ricerca Seti, ma una vera "sorpresa": e se si tratta di una civiltà molto più avanzata della nostra, l'evento potrebbe rivelarsi per noi tragicamente fatale.

Per tentare di entrare in contatto con civiltà extraterrestri senza attendere "passivamente" gli eventi, cioè che siano gli alieni a scoprirci o a venire a farci visita, si presentano ai ricercatori del Seti diverse opzioni, che variano a seconda che l'altra civiltà sia a un livello tecnico paragonabile al nostro – in pratica, una civiltà di Kardašev di Tipo I – oppure a un livello tecnologico assai superiore al nostro, vale a dire una superciviltà di Tipo II o III.

Nel caso di una civiltà di Tipo I ci sono tre possibilità per cercare di stabilire attivamente un contatto:

- ↗ possiamo cercare di captare i segnali radio oppure gli impulsi ottici deliberati o involontari di origine artificiale;
- ↗ possiamo emettere potenti segnali analoghi ai precedenti in tutte le direzioni, o in direzioni privilegiate, nella speranza che vengano captati e che prima o poi qualcuno ci risponda;
- ↗ possiamo inviare verso altri sistemi stellari opportunamente scelti sonde automatiche esploratrici.

La strategia migliore, perché più semplice ed economica, per una civiltà giovane come la nostra è considerata la prima, quella del solo ascolto e della sola osservazione a distanza. Ma a un certo punto questa strategia deve evolvere, altrimenti, se anche le altre civiltà di Tipo I la adottano, nessuna di loro invierà mai segnali intenzionali per manifestare la propria presenza. L'invio di sonde interstellari, invece, allo stato attuale della tecnologia rappresenta una soluzione impraticabile; tuttavia è un metodo di ricerca promettente per il più lontano futuro, almeno per quanto riguarda i più immediati dintorni solari.

Nei circa quarant'anni di storia del Seti la strategia dominante, soprattutto in Occidente, è stata quella di concentrarsi sull'ascolto radio di eventuali civiltà di Tipo I, le quali, essendo più o meno al nostro stesso stadio di sviluppo, si presume che per comunicare utilizzino anch'esse le onde elettromagnetiche, e con una logica simile

alla nostra. Ma se queste civiltà emettono segnali solo nelle direzioni in cui hanno delle colonie o hanno scoperto altre civiltà, o addirittura non emettono affatto segnali, è assai improbabile che si riesca a rilevarle. Ecco perché è opportuno estendere le odierne ricerche anche a ipotetiche civiltà di Kardašev di Tipo II o III, che potrebbero essere scoperte, per esempio:

- ↗ captando potenti segnali radio od ottici intenzionali destinati proprio alle civiltà più giovani;
- ↗ identificando attraverso l'osservazione a distanza eventuali opere di astroingegneria o gli effetti di un'attività su scala cosmica;
- ↗ individuando nel Sistema Solare tracce di artefatti o di paleovisite.

Una strategia ragionevole, quindi, potrebbe essere forse quella di cercare le civiltà di Tipo I o più giovani tra le *stelle* vicine, e le superciviltà tra le *galassie* vicine.

#### I PROBLEMI DEL VOLO INTERSTELLARE

Apparentemente, uno dei modi migliori di cercare creature extraterrestri è quello di andare a vedere, di stella in stella, se i relativi pianeti mostrano traccia di una qualche forma di vita più o meno evoluta. Pur senza andare di persona, sarebbe sufficiente inviarvi una sonda del tipo di quelle che ci hanno permesso in questi decenni di esplorare molti corpi del Sistema Solare: dai pianeti ai loro satelliti, dagli asteroidi alle comete. In realtà la cosa non si presenta affatto semplice e i viaggi interstellari potrebbero rimanere un sogno per diversi secoli.

Il problema di base è rappresentato dalla vastità delle distanze esistenti sia tra le stelle di una stessa galassia sia tra le varie galassie presenti nell'universo. Ad esempio, la stella più vicina al Sole, Proxima Centauri – una nana rossa che fa parte del sistema triplo Alfa Centauri – dista da noi 4,3 anni luce (pari a 273.000 volte la distanza Terra-Sole, ovvero 41.000 miliardi di chilometri). Il secondo sistema più vicino è una stella singola: la stella di Barnard, una nana rossa distante 5,9 anni luce. La galassia di Andromeda, invece, che è simile per forma e dimensioni alla Via Lattea, dista da noi ben 2,3

milioni di anni luce. Più prossime di Andromeda ci sono soltanto galassie minori: le due più vicine sono le Nubi di Magellano, due piccoli aggregati irregolari di stelle distanti circa 200.000 anni luce. E naturalmente le galassie si trovano un po' ovunque nel cosmo, fino all'orizzonte visibile dell'universo, posto a una distanza di circa 15 miliardi di anni luce. Pertanto, almeno agli inizi, dovremmo essere già contenti di considerare voli interstellari verso obiettivi lontani una decina o, al massimo, un centinaio di anni luce.

Purtroppo, anche stelle così vicine comportano tempi di viaggio del tutto proibitivi con i mezzi di trasporto a noi più familiari. Se ad esempio un ipotetico veicolo spaziale si muovesse alla stessa velocità di un'automobile, intorno ai 90 chilometri orari, la durata di un volo verso Alfa Centauri sarebbe di cinquanta milioni di anni. Anche a una velocità più consona a una navicella destinata a viaggiare nel cosmo – come quella dell'Apollo 11, il veicolo che nel 1969 impiegò appena tre giorni per raggiungere la Luna – il viaggio durerebbe ancora tantissimo: circa novecentomila anni. Perfino una sonda per l'esplorazione dello spazio profondo come la Voyager 1, la più veloce costruita fino ad oggi dall'uomo, riuscirebbe a coprire la distanza che ci separa da Alfa Centauri solo in ottantamila anni. Per raggiungere questo sistema stellare in meno di cinquant'anni, un tempo già considerato ragionevole perché dell'ordine di grandezza della vita lavorativa umana, una sonda dovrebbe viaggiare almeno a un decimo della velocità della luce (una quantità spesso indicata con la lettera  $c$ ): cioè a  $0,1 c$ , contro gli appena  $0,00005 c$  della Voyager 1.

Se vogliamo che i viaggi interstellari diventino plausibili, è dunque necessario un salto nelle prestazioni degli attuali sistemi di propulsione almeno di un fattore mille. Le soluzioni tecniche proposte in tal senso sono numerose: dai motori a ioni all'effetto fionda gravitazionale, dalla propulsione nucleare ai razzi ad antimateria, dai *ramjet* alle vele spaziali. Questi sistemi si ispirano tutti, sostanzialmente, al principio di funzionamento del razzo; ma a prescindere dal particolare sistema di propulsione impiegato, per accelerare un corpo alla velocità della luce occorre una quantità infinita di energia. Anche per raggiungere velocità più basse, dell'ordine del 10 per cento della velocità della luce, la quantità di energia necessaria è molto grande, perfino per accelerare oggetti relativamente piccoli come le sonde spaziali. Se anche fossimo in grado di risolvere i pro-

blemi tecnologici relativi al sistema di propulsione, non avremmo abbastanza energia disponibile per una missione interstellare, o almeno non la avremmo a costi accettabili.

Tutti questi problemi sono accentuati nel caso di voli con equipaggio umano. Ciò perché non esiste, al momento, alcun sistema di propulsione che sia in grado di far arrivare a destinazione in un tempo inferiore alla durata della vita umana un veicolo abbastanza grande da ospitare a bordo uno o più astronauti, nemmeno se ci si limita alle stelle più vicine. In teoria, si potrebbe aggirare questo ostacolo con veicoli interstellari "lenti", in grado di raggiungere una velocità di crociera di appena un decimo della velocità della luce. Infatti, supponendo di ibernare l'equipaggio – ovvero di sospendere il metabolismo corporeo a tempo indeterminato – oppure che la durata della vita umana venga in futuro grandemente prolungata, non c'è ragione perché anche tempi di volo estremamente lunghi non diventino accettabili. In alternativa, si può pensare a *viaggi multigenerazionali*, nei quali gruppi di migliaia di uomini si imbarcano su gigantesche "arche interstellari", già sapendo che ad arrivare a destinazione dopo centinaia di anni sarà un equipaggio del tutto nuovo, formato dai loro lontani discendenti.

Sebbene l'ibernazione del corpo umano sia ancora fantascienza e la costruzione di una nave spaziale grande quanto una piccola città comporti una spesa assai ingente, l'ostacolo maggiore anche per i voli interstellari lenti è costituito dall'enorme quantità di energia richiesta per accelerare il veicolo, la quale aumenta proporzionalmente al crescere della sua massa. In base a semplici considerazioni energetiche, dunque, il volo interstellare con sonde automatiche o con equipaggio umano risulta precluso a una civiltà al livello della nostra, le cui fonti energetiche sono rappresentate dai combustibili fossili e dalla fissione nucleare. Diverso sarebbe il discorso per una civiltà di Kardashev di Tipo I, cioè per una società tecnologica più evoluta, che abbia a disposizione grandi quantità di energia a basso prezzo derivanti, per esempio, dalla fusione nucleare o da uno sfruttamento intensivo dell'energia solare, magari attraverso apposite strutture installate nello spazio circumterrestre. Una civiltà di questo genere potrebbe ragionevolmente intraprendere con sonde automatiche un'esplorazione delle stelle che popolano i dintorni del suo sistema planetario.

Anche per una civiltà di Tipo I, tuttavia, i viaggi interstellari con equipaggio umano sembrano una chimera. Per di più, la teoria della relatività di Einstein stabilisce che nessun oggetto materiale può superare la velocità della luce, rendendo di fatto improponibili i voli intergalattici: per raggiungere la “vicina” Andromeda occorrerebbero infatti, come minimo, 2,3 milioni di anni. La grande maggioranza degli scienziati ritiene che sia impossibile viaggiare più velocemente della luce, sebbene negli ultimi due decenni siano state suggerite scappatoie teoriche che tentano di aggirare questa barriera. La proposta più famosa è senz’altro quella dei “cunicoli spazio-temporali” (*wormholes*, in inglese), una sorta di tunnel cosmici che permetterebbero di passare quasi istantaneamente da una regione all’altra dell’universo. Un’altra idea celebre è quella del “motore a curvatura”, che consentirebbe di raggiungere velocità superluminali mediante la creazione di un’opportuna distorsione dello spazio-tempo. Ma si potrebbe continuare a lungo con il teletrasporto, i tachioni e altre idee esotiche che circolano attualmente.<sup>7</sup>

È possibile che un giorno, tra secoli o più verosimilmente millenni, anche i voli interstellari con equipaggio umano diventeranno praticabili per l’umanità. Si tratta, in ogni caso, di un’impresa che dovrebbe essere alla portata di una civiltà di Kardašev di Tipo II, sia dal punto di vista energetico che del progresso scientifico-tecnologico. Naturalmente non sappiamo se, e quando, la nostra civiltà raggiungerà un simile stadio di sviluppo. A così enormi distanze temporali dalla nostra epoca risulta infatti difficile e, soprattutto, illusorio fare previsioni fondate su una qualche logica. Non siamo certo in grado di sapere quali saranno le strade evolutive che verranno intraprese in futuro dall’umanità. Tra l’altro, se fra centinaia o migliaia di anni l’uomo esisterà ancora, potrebbe aver subito grandi trasformazioni fisiche e culturali, derivate sia dall’ingegneria genetica sia dal processo stesso di colonizzazione dello spazio. Quest’ultimo, infatti, se si realizzerà in maniera massiccia, potrà consentire a gruppi di uomini di evolversi come specie indipendenti, ciascuna delle quali potrebbe scegliere di percorrere un proprio cammino.

## 5. A CACCIA DI PIANETI ABITABILI

*Considerare la Terra l’unico mondo popolato nello spazio infinito è altrettanto assurdo quanto affermare che, in un campo di miglio, germoglierà un seme solo.*

Metrodoro,  
filosofo greco, IV secolo a.C.

Un modo meno diretto di ricercare civiltà extraterrestri è quello di lavorare alla scoperta di pianeti “abitabili”, cioè di corpi celesti non troppo diversi dalla Terra, potenzialmente adatti a ospitare forme di vita aliene. Quando, nella primavera del 1960, Frank Drake puntò il suo radiotelescopio verso la stella Epsilon Eridani per la prima ricerca di intelligenze extraterrestri della Storia, sospettava – senza averne però alcuna prova – quel che gli astronomi hanno scoperto appena un paio di anni fa: cioè che intorno a questa stella orbita, molto probabilmente, un pianeta. Una notizia davvero interessante se si considera che Epsilon Eridani, che dista soltanto 10,6 anni luce dalla Terra, è una delle dieci stelle a noi più vicine. Secondo i dati disponibili, il pianeta in questione sarebbe un corpo gassoso e inospitale delle dimensioni di Giove, ed è curioso che sia stato trovato proprio attorno alla stella citata da Gene Roddenberry in alcuni episodi di *Star Trek* come sede del pianeta Vulcano. Ma quali e quanti sono – e intorno a quali stelle orbitano – i pianeti davvero abitabili, che rappresentano i “bersagli naturali” su cui puntare gli strumenti del Seti?

### DOVE CONVIENE CERCARE LA VITA TERRESTRE

Non tutti i luoghi della Galassia sono adatti a ospitare la vita “come noi la conosciamo”, o “di tipo terrestre”, vale a dire basata su una