

# SIAMO SOLI NELL'UNIVERSO?

Ricerca della vita e dell'intelligenza extraterrestre e metodo scientifico

Giancarlo Genta  
Politecnico di Torino, Dipartimento di Meccanica

L'uomo ha faticosamente preso coscienza dell'universo che lo circonda, e lentamente le sue prospettive si sono ampliate dalle immediate vicinanze del suo luogo di residenza alle immensità del cosmo come noi oggi lo concepiamo. Man mano che si rendeva conto della vastità dell'Universo, iniziò a chiedersi se la Terra è un'isola di vita in mezzo ad un oceano di materia inanimata oppure se altri esseri viventi, magari altri esseri intelligenti ed autocoscienti, popolano le vastità del cosmo.

Questa domanda non ha ancora trovato una risposta definitiva.

Essa tuttavia è diversa dalle altre domande che l'uomo si pone sui fini ed il significato della vita, in quanto è suscettibile di essere affrontata con il metodo scientifico. Se infatti in passato le discussioni riguardanti la diffusione della vita nell'universo e l'esistenza di intelligenze extraterrestri erano sostanzialmente confinate all'ambito filosofico o spesso teologico, oggi l'argomento è oggetto di serie indagini scientifiche che potranno, in futuro, dare risposte certe.

La vita al di fuori della Terra ed il suo sviluppo sono l'oggetto di studio della bioastronomia. Qualche critico ha messo in dubbio che la bioastronomia sia una vera propria scienza e l'ha definita come l'unica scienza che non ha un vero e proprio oggetto, in quanto non esiste alcuna prova che la vita extraterrestre esista veramente. Si tratta però di un'obiezione infondata, poiché la bioastronomia studia le condizioni necessarie allo sviluppo della vita (evoluzione chimica) e cerca di ricavare leggi generali per l'evoluzione dalle forme più semplici alle più complesse, il tutto in relazione alle conoscenze che l'astronomia e l'astrofisica stanno accumulando sulle condizioni che regnano sui diversi corpi celesti.

Negli ultimi quarant'anni l'uomo ha iniziato ad uscire dal proprio pianeta, ed ha visitato di persona il corpo celeste più vicino e, per mezzo di sonde automatiche, molti altri pianeti e satelliti del sistema solare. Tutti i pianeti che orbitano intorno al Sole, ad eccezione di Plutone, ed alcuni dei loro satelliti sono stati sorvolati da sonde e su alcuni di essi sono addirittura atterrati oggetti costruiti dall'uomo. La tecnologia spaziale ha inoltre permesso di sistemare telescopi ed altri strumenti astronomici al di fuori dell'atmosfera terrestre, permettendo di riprendere immagini molto più dettagliate di quanto sia possibile ottenere da Terra. È inoltre possibile studiare radiazioni di lunghezza d'onda diversa da quelle che riescono a filtrare attraverso l'atmosfera, essenzialmente limitate alla luce visibile ed alle onde radio: accanto all'astronomia ottica ed alla radioastronomia sono nate l'astronomia infrarossa, quella basata sui raggi X e gamma, estendendo l'indagine astronomica a tutto lo spettro elettromagnetico.

Il risultato di tutto questo lavoro di ricerca è stata una profonda rivoluzione nelle conoscenze sul sistema solare e sugli altri corpi celesti. Oggi ci si rende conto che l'universo è molto diverso da quello che si riteneva anche solo quindici o venti anni fa.

A prima vista questa rivoluzione ha costretto la scienza a ridimensionare drasticamente le speranze di trovare esseri viventi extraterrestri, almeno per quanto riguarda il sistema solare, e di poter un giorno non lontano espandere la zona abitata dall'uomo verso altri pianeti. I pianeti più vicini si sono rivelati ben più ostili di quanto si ritenesse in passato, e si è diffusa l'idea di un universo, o almeno di un sistema solare, completamente sterile e privo di forme di vita. Su questo argomento i biologi sono generalmente molto più pessimisti degli astronomi, forse perché conoscendo in dettaglio quanto complessa e fragile sia la vita si rendono conto meglio di altri delle difficoltà che si oppongono ad un suo sviluppo generalizzato.

Le scoperte della planetologia degli anni settanta ed ottanta hanno portato molti a pensare che la vita sulla terra sia un accidente unico e irripetibile, in un universo non solo indifferente ma in generale ostile.

Recentemente però questa visione pessimistica ha iniziato a trasformarsi e la visione di un universo in cui la vita è un fenomeno comune, o addirittura un esito necessario dell'evoluzione della materia inanimata, ha ripreso quota. E con essa la speranza che l'uomo possa portare egli stesso con la sua presenza la vita nel sistema solare ed oltre.

Sin qui si è parlato di vita in generale, termine che, già sulla Terra, comprende una estrema varietà di esseri, dai batteri all'uomo, per non parlare di forme quali i virus che non si riesce a classificare né tra la materia non vivente né tra quella vivente. Con ogni probabilità se si scopriranno forme di vita extraterrestri ci si renderà conto che la varietà di esseri viventi è ancora molto maggiore, forse incomparabilmente maggiore, e che in molti casi sarà estremamente difficile capire se ci si troverà di fronte a esseri viventi o no.

Non c'è alcun dubbio però che l'uomo è interessato principalmente ad un particolare aspetto della vita, l'intelligenza.

L'intelligenza viene in generale concepita come l'apice dell'evoluzione della materia vivente e ci si chiede se il processo che ha portato alla comparsa su questo pianeta di una specie intelligente ed autocosciente (le due cose coincidono o è pensabile un essere che possieda una delle due e non l'altra?) sia un aspetto necessario o almeno comune dell'evoluzione oppure un caso fortuito, magari una specie di errore del processo evolutivo che l'evoluzione stessa o, per i più pessimisti, la tendenza dell'uomo all'autodistruzione, correggerà quanto prima.

Se la bioastronomia potrà difficilmente dare una risposta in tempi brevi alle domande sulla vita in generale, la situazione è ancora più complessa per quanto riguarda la vita intelligente. Svanita la speranza (quasi la certezza, se ad esempio ci si riferisce all'astronomia della fine del XIX secolo) che su Marte si sia sviluppata una specie intelligente e tecnologicamente avanzata, oggi ci si rende conto che se esistono altre specie intelligenti, esse si trovano sicuramente a grandissima distanza.

Esclusa quindi, almeno per ora, la possibilità di studiare esseri intelligenti extraterrestri da vicino, inviando sonde automatiche o andando in prima persona, non resta altro che osservare l'universo alla ricerca di indizi della loro presenza. Le attività scientifiche volte ad identificare forme di vita

intelligente che si siano sviluppate fuori dal pianeta Terra e a stabilire un contatto, generalmente indicate con l'acronimo SETI, che sta per *Search for ExtraTerrestrial Intelligence*, ricerca dell'intelligenza extraterrestre, vengono per lo più svolte mediante radiotelescopi, anche se vi sono studiosi che perseguono quello che si definisce generalmente SETI ottico, cercando le tracce di intelligenze extraterrestri con i telescopi.

Se la scienza procede lentamente e con cautela, l'opinione pubblica viene continuamente bombardata da messaggi di ogni genere: extraterrestri di ogni tipo e provenienza visiterebbero il nostro pianeta, intrattenendo segretamente contatti di vario genere con gli umani, tracce del loro passaggio sarebbero facilmente rintracciabili in fonti storiche e mitologiche, il presente ed il passato della nostra specie sarebbe in gran parte determinato da eventi che si svolgono fuori dalla Terra, anche a centinaia o migliaia di anni luce di distanza. E naturalmente di tutto ciò gli scienziati ed i poteri politici sarebbero ben al corrente, legati da una congiura del silenzio che, di volta in volta, è motivata dall'interesse pubblico (evitare ondate di panico), dalla volontà di potenza o da qualche ancor più losco motivo.

Alla base di questi messaggi stanno talvolta interessate mistificazioni, falsi che vengono spesso smascherati, ma la cui presa su parte dell'opinione pubblica non viene per questo intaccata: chi è sensibile all'ipotesi del complotto può facilmente essere indotto a credere che le prove addotte per dimostrarne la falsità farebbero parte della macchinazione avente lo scopo di negarle. In altri casi si tratta di affermazioni in buona fede, in cui è tanto più facile credere quanto più la cultura scientifica è carente o la fiducia nella scienza è bassa.

A questo proposito bisogna ricordare che stiamo vivendo in un periodo di generale disorientamento e sfiducia nelle capacità razionali dell'uomo: in un periodo di rapidi cambiamenti in cui si può dire che ogni giorno si è bombardati da affermazioni che promettono mirabolanti novità e si minacciano terribili pericoli: può essere difficile distinguere tra la realtà e la fantasia, ed i sogni (o più spesso gli incubi) prendono il posto del ragionamento.

Purtroppo molti scienziati giocano in queste cose ruoli non marginali. Essi stessi cadono talvolta vittima delle loro stesse fantasie e dimenticano la frase pronunciata nel 1974 da Richard Feynman: *non dovete ingannare voi stessi - e voi siete la persona che riuscite ad ingannare meglio*. Altre volte si lasciano prendere la mano e, in modo più o meno disinteressato promettono ciò che non sono sicuri di poter mantenere, dando per sicure cose che sono tali solamente nei loro sogni, causando disorientamento e intorbidando essi stessi quelle acque che invece dovrebbero, per loro compito per così dire istituzionale, contribuire a mantenere limpide.

Eppure la scienza dovrebbe essere vaccinata contro queste cose: quando verso la fine del medioevo si gettavano le basi della scienza moderna, Guglielmo di Occam, nel tentativo di fondare la filosofia sui principi della ragione e su quello della verifica empirica, enunciò il ben noto principio che da lui prese nome di *rasoio di Occam*. In base a tale principio non si deve postulare alcun ente che non sia strettamente indispensabile. In particolare, nel cercare una spiegazione ad un fenomeno, bisogna strettamente attenersi alla spiegazione più semplice, che richiede il minimo ricorso possibile ad entità non note. Lo stesso Guglielmo di Occam riteneva inoltre impossibile dimostrare il finalismo dell'universo.

Un criterio che la scienza ha sempre seguito è quello di richiedere prove eccezionali per supportare affermazioni eccezionali. È evidente che questa norma prudenziale può ostacolare le idee nuove e rendere più difficili le rivoluzioni scientifiche, ma la scienza ha d'altra parte bisogno di stabilità e di sicurezze. In particolare, osservazioni o deduzioni che causano un cambiamento di qualche paradigma devono essere sempre guardate con sospetto. Con questo non si vuole assolutamente dire che lo scienziato debba essere un conservatore a tutti i costi, timoroso delle novità. Al contrario, il suo atteggiamento mentale deve essere sempre quello della massima apertura e della consapevolezza che anche le più accreditate teorie scientifiche sono comunque soltanto dei modelli e non devono essere mai guardate come verità consolidate una volta per sempre. Un'affermazione o una teoria sono scientifiche in quanto suscettibili di essere *falsificate*, ovvero in quanto sia possibile escogitare una verifica in grado di dimostrare che esse sono false. Per assurdo, si potrebbe dire che nel mondo della scienza si può dimostrare che qualche cosa è falso, ma mai che esso è vero.

La meccanica Newtoniana, ad esempio, è stata per molto tempo ed è ancora un esempio classico di teoria scientifica. Dal momento in cui l'ha fondata, Newton ha proposto ed eseguito un gran numero di esperimenti che potevano dimostrare che essa era falsa, ma per secoli è passata indenne al vaglio di queste verifiche. Alla fine del XIX secolo si iniziò a raccogliere evidenza sperimentale dello scostamento di alcuni risultati da quelli previsti e ci si rese conto che era necessario un raffinamento della teoria. Nacquero così la meccanica relativistica e quella quantistica, ciascuna con il suo campo di applicazione. Le nuove teorie, che comprendevano la meccanica newtoniana come caso particolare ma che la trascendevano, vennero assoggettate a verifiche sperimentali che avrebbero potuto falsificarle e si dimostrarono corrette. Non c'è dubbio che in futuro anch'esse troveranno dei limiti ai loro rispettivi campi di applicazione e verranno sostituite da nuove teorie.

Gli scienziati devono quindi essere aperti verso risultati che possano invalidare teorie che hanno sempre ritenuto applicabili e devono astenersi dal difendere posizioni per puro conservatorismo, cercando di mantenere sempre un giusto equilibrio tra la prudenza e l'apertura mentale. Peraltro, è fisiologico che le vere rivoluzioni scientifiche, quelle che coinvolgono un vero e proprio cambio di paradigma, richiedano parecchio tempo e spesso si concretizzino con un ricambio generazionale della classe scientifica.

Ma anche l'atteggiamento opposto è pericoloso: l'abbracciare in modo acritico nuove teorie, spesso dopo interpretazioni affrettate di risultati sperimentali dubbi, e lo scambiare per cosa acquisita e dimostrata ciò che è semplicemente una speranza possono portare a gravi conseguenze. Non solo si fa un pessimo servizio alla scienza, rischiando di propagare errori o esagerazioni, ma si finisce per creare divisioni che degenerano spesso in controversie personali, cariche di aspetti emotivi che nulla hanno a che vedere con la scienza. In questa situazione accade che un'idea o una teoria divengano bandiere, che si cerca di far prevalere anche oltre la doverosa ricerca della verità. Si creano così i presupposti per forzature, che possono arrivare sino alla falsificazione dei risultati di esperimenti, ed alla fabbricazione delle prove. Spesso fatte in buona fede: si crede a tal punto alla verità di una teoria che, ove gli esperimenti che dovrebbero confermarla non diano i risultati sperati, li si aggiusta nel modo in cui, in perfetta buona

fede, si crede che dovrebbero funzionare. In altri casi (forse la maggioranza) si agisce in malafede: si è investito troppo della propria reputazione, ci si è spinti troppo in là nelle dichiarazioni volte ad ottenere finanziamenti per poter dimostrare la propria verità, che si ritiene di non poter più tornare indietro e si va avanti, a costo di falsificare le prove.

In tutti questi casi forse alla base di tutto c'è la mancanza di senso critico, verso le teorie assodate, certamente, ma anche verso teorie alternative che promettono spiegazioni facili. E anche desiderio di protagonismo: è molto facile ottenere l'attenzione dei media con teorie ed affermazioni che richiamano l'attenzione dell'opinione pubblica, più facile che con il duro lavoro di una seria ricerca. Gianbattista Marino, all'inizio del '600, diceva: *è del poeta il fin la meraviglia; chi non sa far stupir vada alla striglia*; non c'è peggior servizio alla scienza di quando lo scienziato, od il giornalista scientifico, indulgono allo stesso atteggiamento.

Il criterio della prova eccezionale è quindi un indispensabile antidoto a questi pericoli, ed il rischio, effettivo, che la sua applicazione rigorosa rallenti il progresso scientifico è un prezzo ben modesto che deve essere pagato.

Se si comincia a derogare da questi principi si rischia di finire nel regno delle pseudoscienze, costruzioni basate su affermazioni indimostrabili (o talvolta che sono state dimostrate più volte errate, ma che continuano a venire riproposte, magari in forme leggermente differenti) che spesso si pongono in antitesi alla scienza e, altre volte, intendono affiancarsi ad essa. Non di rado si presentano come scienze alternative (ovviamente alternative alla scienza 'ufficiale'), vantando un passato glorioso (a volte a ragione, basti pensare all'astrologia ed all'alchimia) e rivendicando un altrettanto radioso futuro. La presa sull'opinione pubblica è molto forte, come dimostra il gran numero di praticanti dell'astrologia, della magia nelle sue varie forme o della medicina alternativa, ed il loro fatturato.

La ricerca della vita e dell'intelligenza extraterrestre sono particolarmente adatte al fiorire di scienze 'alternative', al punto che per lungo tempo è stato difficile parlare di questi argomenti negli ambienti scientifici. Proprio per questo chi intende cimentarsi con questi problemi deve procedere con grande cautela, per evitare quel limbo ove si tende a spiegare cose incerte con teorie ancora più incerte, in una sequela di affermazioni né dimostrabili né falsificabili.

Una caratteristica della scienza così come è venuta configurandosi negli ultimi secoli è il riduzionismo e la specializzazione. In sostanza il riduzionismo si basa sulla suddivisione di problemi complessi nei loro aspetti elementari che vengono poi affrontati ciascuno in modo indipendente. Questo approccio ha permesso alla scienza di affrontare problemi semplici, spesso fortemente idealizzati, che potevano essere risolti con successo. Lo specialista che risolve l'aspetto di sua competenza crea un modello della realtà in cui esiste solamente ciò che è rilevante ai fini della soluzione del problema idealizzato e non è tenuto a conoscere le discipline coinvolte dagli aspetti contigui e tanto meno a farsi carico della loro soluzione. Questa impostazione è così radicata nel modo di pensare dello scienziato che egli non si avvede più neppure del fatto che in realtà ciò che sta studiando è solo un aspetto parziale di una realtà molto più complessa, e in generale la sua abilità sta più nel riuscire ad isolare l'aspetto della realtà che è rilevante per il problema in esame che non nel pervenire ad una

soluzione. L'impostazione riduzionistica si è diffusa dalle scienze teoriche a quelle applicate e la tecnologia ha raggiunto i risultati strabilianti degli ultimi secoli proprio grazie ad essa.

Recentemente in molti campi della scienza e della tecnologia si sono incontrati problemi che si prestavano male ad essere affrontati in questo modo e si è assistito ad una forte critica del riduzionismo, al punto che alcuni lo incolpano di quasi tutti i mali della nostra società. La critica al riduzionismo spesso diviene una critica distruttiva alla scienza, o almeno alla scienza 'occidentale' (cui viene contrapposta una scienza 'orientale' libera da questo male e non 'disumana') e soprattutto alla tecnologia.

Alla scienza 'riduzionistica' viene opposta una scienza 'olistica', che si basa sul presupposto che un sistema complesso è fondamentalmente di più che la somma delle sue parti e non può essere studiato un pezzo per volta. Queste posizioni derivano in parte dallo studio dei sistemi nonlineari, sistemi per cui non vale il principio della sovrapposizione degli effetti tipico dei sistemi lineari. In altri termini, il comportamento del sistema soggetto a condizioni complesse non può essere ricavato assoggettandolo alle varie perturbazioni ad una ad una e poi sommando i risultati.

L'esempio della dinamica celeste è significativo: il comportamento di ciascun pianeta può essere calcolato considerando di volta in volta solamente il pianeta in esame ed il Sole. Questo approccio è quello classico, da Newton in poi. Ma per ottenere una precisione maggiore è indispensabile introdurre le perturbazioni che i pianeti esercitano l'uno sull'altro, entrando nel campo di quella che viene spesso definita 'astrodinamica nonlineare', in cui il sistema solare deve essere studiato come un insieme di pianeti.

Quando poi si studiano sistemi complessi come gli esseri viventi, in cui il sistema complessivo è palesemente più della semplice somma delle sue parti, il riduzionismo diviene spesso insufficiente ed è necessario tenere conto di una moltitudine di aspetti contemporaneamente.

Il problema è che procedendo troppo oltre in questa direzione si giunge spesso ad una complessità tale da rendere impossibile una trattazione rigorosa del problema e che l'approccio olistico diviene una via attraverso la quale si fanno strada pseudoscienze, affermazioni né dimostrate né dimostrabili e impressioni soggettive elevate al rango di risultati scientifici. La ricerca della vita e dell'intelligenza extraterrestre è un campo in cui questo pericolo è sempre in agguato perché la complessità dell'argomento è molto grande, le singole discipline coinvolte sono così disparate da rendere impossibile ad un singolo ricercatore di avere una buona padronanza di tutto il campo di ricerca e infine l'impatto emotivo degli argomenti trattati è tale da rendere difficile una vera oggettività.

Un principio che si è lentamente fatto strada nella scienza moderna è il cosiddetto *principio di mediocrità*. Nell'antichità si credeva in un Universo infinitamente più piccolo di quello che la scienza moderna ci mostra (anche se probabilmente all'uomo di allora sembrava incredibilmente grande), e si assegnava alla Terra ed all'uomo il posto centrale. È vero che la filosofia greca formulò l'ipotesi eliocentrica molto prima di Copernico, ma non erano molti quelli che credevano che la Terra girasse intorno al Sole. La rivoluzione Copernicana, che consisteva proprio nel togliere l'uomo dal centro del creato, ha dato vita ad un modo di vedere completamente nuovo, con profonde conseguenze non solo in campo scientifico. Non c'è da

stupirsi se un cambiamento di paradigma del genere è stato osteggiato ed ha faticato ad affermarsi.

Ma quello di Copernico è stato solo un primo passo. Dopo la Terra, anche il Sole ha perso il posto centrale nell'universo. Anche qui non sono mancati i precursori, da alcuni filosofi greci a Giordano Bruno che credeva in un universo infinito, senza alcun centro, tuttavia solamente l'astronomia ha potuto fornire le prove di quella che altrimenti rimaneva un'ipotesi.

Si comprese così che la Via Lattea che vediamo nel cielo è la traccia del disco galattico, visto dall'interno, e che il Sole è una delle tante stelle che orbitano, peraltro in modo complesso, intorno al suo centro.

Poi toccò al centro galattico di perdere la posizione centrale: si scoperse che la Via Lattea era una dei miliardi di galassie, distribuite in modo irregolare nell'universo. Aveva quasi ragione Giordano Bruno: l'universo non ha un centro, anche se molto probabilmente non è infinito.

L'astrofisica oggi propone ipotesi ancora più lontane dal senso comune (che rimane legato sostanzialmente alla visione geocentrica, con la Terra ferma al centro di un piccolo universo tolemaico): esisterebbero infiniti universi, ed il nostro è solo uno di essi.

La Terra non è dunque altro che un pianeta *qualsiasi*, orbitante intorno ad una stella *qualsiasi*, di una galassia *qualsiasi*, appartenente ad un gruppo locale *qualsiasi*, in (forse) un universo *qualsiasi*.

Ma il principio di mediocrità non si applica solo allo spazio: può essere esteso anche al tempo. Nell'ipotesi in cui l'universo non avesse né origine né fine, come nel caso della teoria dello stato costante, teoria che peraltro oggi gode di scarsissimo credito presso gli scienziati, il presente sarebbe un qualsiasi istante in una durata infinita, istante che non ha alcuna particolare caratteristica che lo distingua dagli altri. Il principio di mediocrità sarebbe completo anche nel tempo.

Oggi la teoria più seguita sull'inizio dell'Universo è quella del *Big Bang*, secondo la quale l'universo ha avuto inizio circa 12-15 miliardi di anni or sono ed evolve espandendosi verso un lontano futuro. Il presente può quindi collocarsi in una ben precisa fase dell'evoluzione dell'Universo, ma non per questo esso ha caratteristiche particolari che costituiscano una grave eccezione al principio di mediocrità. Noi viviamo comunque in una fase qualsiasi dell'evoluzione di un Universo, probabilmente ancora molto giovane. Se poi le teorie che vorrebbero una moltitudine di universi che nascono in continuazione, in una specie di stato costante ad un livello più alto, fossero vere, il principio di mediocrità sarebbe ancora più completo.

Bisogna esplicitamente notare che dal principio di mediocrità non discende direttamente che il nostro pianeta è uno dei tantissimi pianeti abitati e che la nostra specie è una qualsiasi delle tantissime specie intelligenti che sono nate, si sviluppano e concludono la loro esistenza in questo Universo e che continueranno a farlo in futuro. Si consideri ad esempio uno scenario in cui la vita ed ancor più l'intelligenza, sono eventi così rari da essersi verificati una sola volta nella storia dell'universo. Ovviamente l'unico pianeta che ospita forme di vita intelligente è la Terra e quell'unica specie intelligente siamo noi, tuttavia questo scenario non viola il principio di mediocrità: se esiste una specie intelligente sola, l'unico possibile osservatore cosciente (noi) non può esistere in alcun altro luogo o tempo che non sia la Terra oggi. Bisogna quindi essere molto cauti quando

si invoca il principio di mediocrità per dimostrare l'esistenza di molti pianeti abitati e di molte specie intelligenti.

Ma se esistono altre specie viventi oppure altri esseri intelligenti, quanto saranno simili a noi? Uno dei problemi maggiori che si pongono a chi studia la possibilità di vita extraterrestre è la tendenza all'antropomorfismo che è sempre in agguato al fondo della nostra mente. Già Galileo, parlando della possibilità dell'esistenza di extraterrestri dice chiaramente che non è possibile che esistano esseri simili a noi, ma che al contrario è verosimile che esistano esseri tanto diversi che noi non potremmo mai immaginarne l'aspetto. Questo richiamo è tuttora valido: basta assistere ad una qualsiasi puntata di un telefilm quale *Star Trek* per rendersi conto di come la maggior parte degli alieni della fantascienza siano terribilmente antropomorfi. E questo non solo per l'ovvia difficoltà di truccare un attore in modo da fargli impersonare un essere non antropomorfo, ma principalmente per la difficoltà di immaginare una tale creatura.

Il problema di fondo è che non esiste una vera definizione generale di essere vivente oppure di essere intelligente, ma solamente un unico esempio di vita e di intelligenza: quello che abbiamo ogni giorno sotto gli occhi. L'ipotesi che sta alla base della scienza moderna è che le leggi fisiche siano uniformi in tutto l'Universo e che non cambino nel tempo: senza di essa non potremmo interpretare ad esempio le osservazioni astronomiche che, per gli oggetti lontani, ci rimandano ad una realtà distante milioni o miliardi di anni luce da noi e ad un passato altrettanto remoto. Ma se ci limitiamo agli oggetti della nostra galassia quella non è un'ipotesi ma una certezza. L'evoluzione chimica prima e biologica poi è determinata dalle leggi fisiche al punto tale che è possibile una sola biochimica, una sola struttura dell'informazione genetica, una sola struttura cellulare? La vita porta necessariamente alle cellule eucariote, alla multicellularità, alla differenziazione dei tessuti, e così via? Se è così gli extraterrestri non saranno molto diversi da noi e l'evoluzione convergente farà in modo che la somiglianza sarà grande. Certo, un essere evolutosi su un pianeta più piccolo, in un campo gravitazionale meno intenso sarà più snello, dotato di muscoli meno potenti e se l'atmosfera sarà meno densa, avrà polmoni più grandi, ma comunque avrà sempre muscoli e polmoni e, se il pianeta sarà inondato dalla luce di una stella, avrà occhi per vedere. E, siccome ci sono buone ragioni perché l'intelligenza si sia sviluppata in un bipede, con gli occhi in posizione frontale per permettere la visione binoculare, gli eventuali alieni intelligenti saranno molti simili a noi. Questa è evidentemente un'ipotesi estrema, che può essere generalizzata a moltissimi aspetti anche psicologici della natura degli esseri intelligenti.

L'ipotesi contraria è che le possibili vie per produrre esseri viventi siano molte e quindi che possano esistere biochimiche molto diverse tra loro. Gli ambienti favorevoli alla vita potranno essere molto differenti uno dall'altro e ogni ambiente avrà prodotto esseri che possono non avere nulla in comune con quelli che si sono evoluti in ambienti diversi. Potrà essere molto difficile riconoscere come tale un essere vivente molto differente da noi e ancora maggiori saranno le difficoltà di riconoscere come tale un essere intelligente. La stessa definizione di intelligenza potrebbe risultare difficilissima o addirittura impossibile. E se in teoria è più facile definire che cosa è un essere autocosciente, sarà impossibile comunicare con lui sino al punto da capire se in pratica lo è oppure no.

Tra queste due ipotesi limite c'è un'infinità di sfumature e corrispondentemente sono state formulate moltissime ipotesi, che però in attesa di verifica non hanno alcuna validità scientifica.

In realtà noi non solo tendiamo solamente a pensare alla vita o alle intelligenze extraterrestri in termini umani., ma abbiamo anche la tendenza a fare riferimento al momento storico presente ed alla realtà che ci è familiare: gli ipotetici alieni non solo finiscono per pensare come uomini della Terra, ma anche come terrestri, possibilmente con una cultura occidentale, della fine del XX secolo o degli inizi del XXI. La tecnologia cui facciamo riferimento è quella attuale, e questo spiega ad esempio l'enfasi che viene data alle onde radio come mezzo preferenziale di comunicazione nel SETI. Questo condizionamento è forse più subdolo del puro e semplice antropomorfismo: se ci rendiamo conto che è assurdo aspettarci che, ad esempio, gli extraterrestri abbiano due mani con 5 dita per mano, finiamo per dare implicitamente per scontato che utilizzino certe tecnologie o seguano certi percorsi logici che a noi sembrano naturali.

Con tutte queste difficoltà, di tipo teorico e pratico, la ricerca di forme di vita extraterrestre prosegue, con studi teorici, con ricerche in situ mediante sonde lanciate verso i pianeti vicini e con studi astronomici volti ad identificare corpi celesti abitabili in orbita intorno ad altre stelle. Anche la ricerca radioastronomia di forme di vita intelligente, che viene fatta risalire ad un famoso articolo pubblicato nel 1959 da Philip Morrison e Giuseppe Cocconi sull'autorevole rivista *Nature*, dal titolo *Search for Interstellar Communications* (Ricerca di comunicazioni interstellari), ha fatto moltissimi progressi, sia dal punto di vista degli strumenti utilizzati, la cui potenza è enormemente aumentata, che da quello dell'elaborazione teorica. Ma, nonostante siano stati rilevati alcuni segnali dubbi e si siano verificati parecchi falsi allarmi, non si è ancora raggiunta alcuna certezza di un contatto.

L'umanità oggi è alla vigilia di un passaggio importante nella sua storia. L'uomo ha appena imparato a muoversi nello spazio ed è ad un passo da trasformarsi da specie che abita un singolo pianeta a specie in grado di diffondersi nel suo sistema planetario prima e poi, probabilmente, in un ambito più vasto. Se oggi lo spazio è spesso visto come un laboratorio, un posto in cui fare scienza, e sempre di più anche un luogo in cui svolgere attività economiche (almeno per quanto riguarda lo spazio circumterrestre), in futuro si passerà ad una vera e propria attività di esplorazione e di colonizzazione. I tempi necessari affinché ciò avvenga non sono affatto certi, come è dimostrato dal clamoroso fallimento di quasi tutte le previsioni a riguardo fatte in passato, e non è affatto detto che la nostra attuale civiltà riesca a sfruttare le grandi opportunità che l'espansione nello spazio le offre. Tuttavia, anche se si dovesse verificare una battuta d'arresto, se come sperabile non interverranno eventi traumatici a bloccare la nostra specie, i nostri discendenti riprenderanno comunque quell'opera di espansione nello spazio che noi non saremmo stati capaci di continuare.

Alle domande se la vita sia un'eccezione tutta terrestre in un universo inanimato e se essa comprenda anche esseri intelligenti ed autocoscienti extraterrestri, se ne aggiunge quindi un'altra, forse ancora più importante: l'uomo potrà mai entrare in contatto con queste eventuali intelligenze? Sarà mai possibile che l'uomo della Terra entri a far parte, insieme alle altre specie intelligenti che forse popolano l'universo, di una comunità più ampia

oppure, principalmente a causa delle enormi distanze cosmiche, anche la certezza della loro esistenza non potrà che lasciare ogni specie intelligente in un totale isolamento? Ed è pensabile che, oltre ad una conoscenza mediata da una specie di *data base* cosmico, in cui tutte le specie introducono il loro contributo e da cui possono attingere a quelli degli altri, si giunga ad una conoscenza diretta? Potrà l'uomo entrare, in un lontano futuro, in un rapporto più stretto di quello che può essere un contatto radio da grandissima distanza, con altri esseri intelligenti?

Queste sono le domande fondamentali: se la certezza di non essere solo nell'universo avrebbe un notevole impatto sulla nostra visione del mondo, è la possibilità di un contatto con altre intelligenze ed altre civiltà e di una reciproca conoscenza quello che veramente interessa e che potrà avere un'enorme influenza sul futuro sviluppo dell'umanità.