

Tracce N. 6 > giugno 2001

Scienza

Chiamala mediocrità!

Marco Bersanelli

Un sassolino insignificante nell'immensità dello spazio. Ma il suo ambiente vario e complesso, abitato da più di 10 milioni di specie diverse, è unico. L'importanza della Terra nella tradizione giudaico-cristiana

La generalizzazione progressiva del principio copernicano ha radicato e diffuso la convinzione che la Terra non costituisce in nessun senso un punto notevole o privilegiato nell'universo. Sappiamo da qualche secolo che la Terra non è che uno dei pianeti della stella "Sole": da allora il nostro pianeta s'è fatto sempre più piccolo e marginale nella crescente vastità dell'universo conosciuto. Da qualche anno abbiamo anche evidenze dirette che esistono pianeti intorno ad altre stelle (pianeti "extra-solari"), la cui scoperta conferma che il fenomeno "pianeta" non è un'esclusiva del nostro sistema solare. «La Terra è un pianeta comunissimo, e si trova in una regione qualunque dello spazio»: questa è una tipica definizione del cosiddetto "principio di mediocrità terrestre", moderna estrapolazione del paradigma copernicano. Molti ritengono, in base a questo "principio di mediocrità", che anche l'evoluzione di diverse forme viventi, fino all'esistenza di esseri con un alto grado di complessità, sia un fenomeno "normale" e diffuso nell'universo. In ogni caso è chiaro che la nostra piccola Terra non ha certo una posizione appariscente nell'immensità del cosmo. Così rischia di apparire ingenua e un po' imbarazzante l'enfasi con cui la tradizione giudaico-cristiana sottolinea l'importanza della Terra nel creato: non sfugge all'occhio moderno una certa sproporzione quando si parla della creazione "del cielo e della terra", che mette sullo stesso piano la vastità immensa del firmamento con un minuscolo puntino disperso in una regione qualunque del quadro.

Solo sulla Terra

Ma la Terra è davvero un posto qualunque? Proviamo a dare un'occhiata intorno. Il sistema solare comprende nove pianeti (più un decimo che non è riuscito a formarsi) e una cinquantina di satelliti, alcuni di dimensioni considerevoli, più numerosissime comete e altri corpi minori. Nessuno di questi corpi celesti ha un ambiente con una ricchezza lontanamente paragonabile a quella terrestre, nonostante pianeti come Marte e Venere abbiano dimensioni simili a quelle della Terra e si trovino a distanze non troppo diverse dal Sole. Marte, in particolare, sembrerebbe offrire un habitat promettente per accogliere qualche forma di vita, una possibilità ancora aperta nonostante i numerosi esiti negativi collezionati finora. In un lontano passato sul pianeta rosso scorreva acqua allo stato liquido, e probabilmente ce n'è ancora qualche traccia. Non è escluso che qualche forma di vita elementare, simile a certi microbi scoperti nelle profondità della Terra, possa trovarsi nel sottosuolo marziano. C'è speranza di scoprire qualche microrganismo anche su alcuni grandi satelliti come Europa o Titano (rispettivamente nella corte di Giove e Saturno). Ma è ormai chiaro che nel sistema solare la vita è un fenomeno raro, ed è certamente *unica* della Terra la presenza di organismi evoluti, come piante e animali (con un'eccezione: la superficie della Luna ha conosciuto una forma vivente evoluta, la saltuaria visita di un manipolo di terrestri una ventina d'anni fa!).

Sulla Terra, invece, ci troviamo di fronte a una scena mozzafiato. Da queste parti esiste un numero e una varietà incredibile di esseri viventi, capaci di sfruttare ogni piega dell'ambiente, dai minuscoli batteri fino agli esseri più grandi e complessi: in tutto oltre

10 milioni di specie diverse! Che cosa rende la Terra così speciale? Come fa a essere tanto generosa nei confronti della vita? Solo recentemente gli scienziati hanno incominciato ad avere elementi sufficienti per affrontare con una certa sistematicità queste domande (a questo tema sarà dedicata la prossima mostra dell'associazione scientifica Euresis, che verrà presentata al prossimo Meeting di Rimini, dal titolo "Una Terra per l'uomo. I tratti eccezionali del nostro piccolo pianeta"). Diverse missioni spaziali previste per il primo quarto di questo secolo hanno tra i loro obiettivi la ricerca di eventuali pianeti simili al nostro, oltre il sistema solare. Ma già adesso, sorprendentemente, emerge un quadro in cui il nostro pianeta appare come una splendida rarità naturale.

Condizioni particolari

Innanzitutto la Terra gode di condizioni astronomiche molto particolari. Sole e Luna, i due astri divinizzati da ogni antica civiltà, che hanno accompagnato i primi passi della coscienza e dell'immaginazione umana, hanno anche modellato l'ambiente terrestre e assistito in modo decisivo la comparsa e il mantenimento della vita sulla Terra. Ci troviamo su una bella orbita quasi circolare a una distanza ottimale dal Sole: una variazione del 5% sarebbe letale. Il Sole è una stella "normale", ma ciò non significa che qualunque altra stella ci andrebbe bene allo stesso modo: le sue dimensioni non sono né troppo grandi (nel qual caso avrebbe vita troppo breve per accompagnare l'evoluzione biologica), né troppo piccole (la Terra finirebbe col sincronizzare il proprio moto diurno con quello di rivoluzione, distruggendo il clima temperato e l'avvicinarsi delle stagioni). Soltanto il 2% delle stelle ha queste ideali proporzioni. Il Sole si trova poi a una buona "distanza di sicurezza" dal centro della Galassia, dove si affollano la maggior parte delle stelle, e dove vengono prodotte grandi dosi di radiazioni ionizzanti (raggi X, raggi gamma) capaci di distruggere o inibire la delicata ascesa della vita.

Forse meno appariscente, ma altrettanto decisiva e ancor più sorprendente, è la partecipazione della Luna all'abitabilità della Terra. È stato dimostrato che grazie al suo campo gravitazionale l'inclinazione dell'asse terrestre è rimasta pressoché costante per oltre 3 miliardi di anni, assicurando la necessaria stabilità climatica nell'enorme periodo necessario per il fiorire della vita. Ciò non accade agli altri pianeti: il sistema Terra-Luna è un caso anomalo, nel quale le dimensioni del satellite sono paragonabili a quelle del pianeta compagno. L'astrofisico francese Jacques Laskar, che ha compiuto i calcoli fondamentali che hanno portato a questa conclusione, ha commentato: «Questi risultati mostrano che la situazione della Terra è molto peculiare. Noi dobbiamo la stabilità del nostro clima terrestre a un evento eccezionale: la presenza della Luna». Molti indizi suggeriscono che la Luna si sia originata 4,5 miliardi di anni fa da una immane e fortuita collisione della Terra, in fase di formazione, con un corpo delle dimensioni di Marte. L'astrobiologo James Kasting della Penn University, ha commentato: «La stabilità del clima terrestre dipende in larga misura dall'esistenza della Luna. Se collisioni capaci di generare oggetti come il sistema Terra-Luna sono rare, allora altri pianeti abitabili potrebbero essere egualmente rari».

Ma dobbiamo molto anche ad altri personaggi del sistema solare. Giove, il gigante buono: il suo intenso campo gravitazionale, collocato alla giusta distanza dal Sole, ci fa da guardiano contro i pericolosi asteroidi che, in sua assenza, con frequenza e intensità molto maggiori, devasterebbero la Terra provocando estinzioni di massa, fino allo sradicamento totale di ogni forma di vita. E che dire delle comete: non solo di tanto in tanto richiamano al cielo il nostro sguardo ammirato, ma probabilmente in un lontano passato hanno anche trasportato sulla terra ingenti quantità di acqua, indispensabile per

il mantenimento e l'evoluzione della vita. Quando d'estate ci tuffiamo nel mare possiamo ricordare che gran parte di quell'acqua è stata portata lì da un'antica pioggia di comete.

Cataclismi “evolutivi”

La storia della Terra non è lineare e monotona, tantomeno quella del mondo vivente che su di essa ha trovato casa. Sul nostro pianeta vi sono stati circa 15 episodi di estinzioni di massa negli ultimi 500 milioni di anni, 5 dei quali eliminarono oltre la metà delle specie viventi. Recentemente i geologi hanno messo in evidenza che per due volte nel passato (2,5 miliardi di anni fa e 700 milioni di anni fa) la Terra ha attraversato periodi di glaciazione globale (*Snowball Earth*): per ragioni ancora da decifrare, tutta la Terra dai poli all'equatore fu ricoperta di ghiaccio. Dev'essere stata una sfida drammatica, la maggior parte delle specie andarono estinte e probabilmente la vita fu sul punto di scomparire del tutto. Ma diversi studiosi, tra cui Joseph Kirschvink del Cal Tech e Paul Hoffman di Harvard, sono convinti che proprio questi due eventi siano stati decisivi per altrettanti salti di qualità evolutivi di fondamentale importanza: nel primo caso la comparsa di cellule eucariote, nel secondo la rapida diversificazione dei tipi biologici nota come “esplosione cambriana”. Come ha notato Hoffman, «probabilmente senza gli eventi di *Snowball Earth* oggi non vi sarebbero né animali né piante superiori». Altri episodi di estinzione di massa si sono verificati a causa dell'impatto di grossi meteoriti o comete. In particolare i dinosauri furono improvvisamente sterminati 65 milioni di anni fa: difficilmente senza questo evento terrificante vi sarebbe stata un'epoca per i mammiferi, fino a quel momento rimasti in un angolo della scena.

La sofisticata e peculiare struttura geologica della Terra, a sua volta, ha conseguenze decisive per la capacità del pianeta di accogliere e sostenere la vita. Come Ward e Brownlee hanno sottolineato, la tettonica a zolle che agisce sul nostro pianeta (unico caso nel sistema solare) mette in atto un vero e proprio termostato basato sulla capacità di regolare indirettamente la quantità di anidride carbonica presente nell'atmosfera: è questa, insieme all'azione gravitazionale della Luna, la principale ragione del mantenimento della temperatura terrestre in un intervallo in cui l'acqua è potuta esistere allo stato liquido quasi ininterrottamente per oltre 3 miliardi di anni. Inoltre la tettonica a zolle è responsabile dell'emergere dei continenti, senza dei quali la vita animale sarebbe rimasta confinata negli oceani precludendosi i passi più avanzati della sua evoluzione. La Terra è poi dotata di un'ingegnosa arma protettiva cruciale per la nostra sopravvivenza: il suo campo magnetico. I raggi cosmici, particelle cariche provenienti dallo spazio esterno a velocità prossime a quella della luce, avrebbero un effetto distruttivo se non fossero deviati dal forte campo magnetico terrestre. Si tratta di un'altra anomalia del pianeta Terra, dovuta alla particolare struttura del suo nucleo ferroso, parzialmente liquido: su Marte, per esempio, il campo magnetico è quasi inesistente.

Cielo e terra

Se la Terra a prima vista è un sassolino insignificante, a una osservazione attenta appare come un ambiente di inaudita ricchezza e complessità, forgiato attraverso una successione drammatica di avvenimenti e mantenuto grazie al concorso di circostanze astronomiche e geofisiche singolari. La Terra accoglie esseri viventi secondo una varietà sconfinata. Tra essi vi sono organismi elementari, come certi microbi (detti *Extremophiles*) capaci di resistere in ambienti estremi, ad altissime pressioni e temperature, o sul fondo degli oceani. Ammesso che si formino (un evento di per sé tutt'altro che scontato!), microrganismi analoghi potrebbero mantenersi anche in

ambienti molto più “rozzi” di quello terrestre, e in futuro potremmo forse scoprirne la presenza anche in qualche pianeta o satellite del sistema solare. Ma la Terra è abitata anche da un’infinità di animali incredibilmente più complessi ed evoluti, come l’aquila e l’orso, lo squalo e l’antilope, i quali richiedono tutta la specializzazione e la delicatezza di un ambiente come quello terrestre per esistere. Essi hanno percorso una lunghissima storia evolutiva per diventare ciò che sono, una storia durata oltre un quarto dell’età dell’universo, inscindibile dalle proprietà particolari dell’ambiente fisico terrestre e del suo lento mutare nel tempo. Hanno avuto bisogno della discreta assistenza della Luna e della guardia di Giove, del movimento dei continenti e di tremende estinzioni, dell’anomalo campo magnetico terrestre e di imponenti glaciazioni.

A dispetto del “principio di mediocrità”, il nostro pianeta ci appare oggi più che mai come un autentico gioiello della creazione. «Dov’eri tu quando io ponevo le fondamenta della Terra?» si sente dire Giobbe. «Chi ha fissato le sue dimensioni, e chi ha teso su di essa la misura?» (Giobbe 38,4). L’antica enfasi biblica per la Terra appare meno ingenua del previsto. E se rimane aperta e affascinante la possibilità che la vita esista anche altrove, il dato sicuro - e ancora più affascinante - è che *la vita c’è*. La vita certamente esiste in un punto, con il concorso provvidenziale di un’infinità di circostanze diverse e indipendenti. Le prime robuste fondamenta per la possibilità dell’emergere della vita risalgono all’origine dell’universo stesso e alla sua struttura su larga scala (cfr. *Tracce*, marzo 1999), ma è attraverso le sottigliezze di un piccolo pianeta che lo sviluppo della vita è stato condotto fino alle sue più alte vette. “Cielo e Terra”: il cosmo nella sua poderosa grandezza e le delicatissime proprietà terrestri insieme collaborano ad accogliere la nostra vita, insieme formano la “terra” dalla quale siamo stati tratti noi uomini. Noi, esseri del tutto eccezionali, noi che non solo ci nutriamo, cresciamo, moriamo come tutti gli altri viventi, ma che siamo qui coscientemente stupiti e ammirati della dimora che ci è stata preparata e del nostro stesso prodigioso esistere.

di Marco Bersanelli