

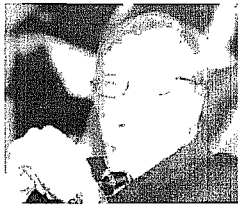
**Una relazione del Premio Nobel
alla Pontificia Accademia delle Scienze**



Il Dna lo prova: la vita sulla Terra ha un solo padre

di Carlo Rubbia

Uno dei risultati più importanti della conoscenza scientifica è l'evidenza dell'esistenza di un inizio dello spazio e del tempo. Né spazio né tempo avevano un significato precedente a questo momento, avvenuto circa 13,4 miliardi di anni fa. Nulla esisteva prima di esso. La creazione dell'Universo tutto intero e nella sua integrità avvenne in un brevissimo istante, in un tempo incredibilmente breve. A partire da una struttura inizialmente informe, materia ed energia crearono successivamente complesse ed immense strutture, galassie, stelle, pianeti e molti altri oggetti straordinari, in una progressiva evoluzione, al fine di arrivare alla vita ed a tutta la straordinaria ricchezza dell'universo di oggi. La scienza moderna non può quindi non riconoscere la straordinariamente precisa ed obbiettiva osservazione sperimentale di una creazione iniziale dell'universo. L'uomo di scienza non può non associare queste osservazioni alla lettura dei primi versi della Genesi, delle Origini del Mondo e dell'Umanità, in cui si dice, ancorché con spirito poetico, ma incredibilmente preciso, "Dio disse: «Sia la luce!». E la luce fu". Al momento del big-bang la luce emessa sotto forma di onde elettromagnetiche, liberata dalla materia appena da essa separata, riempì lo spazio cosmico, viaggiando inalterata fino ai giorni nostri. Essa è oggi ancora direttamente osservabile sotto forma di onde radio, la loro frequenza enormemente dilatata dalla successiva espansione dell'universo.



segue a pagina 8



La relazione del Premio Nobel per la Fisica a un convegno organizzato dalla Ponteficia Accademia delle Scienze: «Infinite possibilità nell'universo, ma noi siamo unici»

La vita sulla Terra ha un solo Padre

*Più la scienza cerca,
più trova indizi di un'unica
Creazione a opera
di un'entità superiore.
Lo dimostra l'elica del Dna*

di Carlo Rubbia

Straordinariamente uniforme in tutte le direzioni, essa permette di ricostruire all'indietro l'immagine tracciata in partenza e "vedere" l'immagine iniziale dell'universo al momento della creazione. Scopriamo allora che era una piccolissima e intensissima sfera straordinariamente uniforme, ma con vibrazioni coerenti dovute al moto dell'ordine di alcune parti per diecimila. Lo studio di queste vibrazioni ha un'importanza straordinaria per determinare il valore della massa dell'universo - o meglio un suo parametro dimensionale chiamato Ω° - è un parametro essenziale per determinare la forza gravitazionale attrattiva che lo lega. Qualora $\Omega^{\circ} \ll 1$, l'attrazione gravitazionale sarebbe insufficiente e l'universo procederebbe verso una graduale espansione a volumi progressivamente sempre maggiori, perdendosi gradualmente nel cosmo. Se invece $\Omega^{\circ} \gg 1$, e cioè un universo di grande massa, il legame dovuto alla gravitazione sarebbe sufficientemente forte per rovesciare un giorno l'espansione, raggiunto un valore massimo, sotto l'azione della molla dell'attrazione gravitazionale: l'espansione diverrebbe compressione, e marciando all'indietro, il cosmo si restringerebbe fino a raggiungere all'indietro, di ritorno, il "big-bang", creando quello che si identifica come il "big-crunch". In realtà abbiamo appreso che il futuro non ci riserva né l'uno né l'altro. Con alta precisione, oggi vediamo che il cosmo è straordinariamente unico, caratterizzato dal valore $\Omega^{\circ} = 1$. La natura dell'universo non è dunque casuale, essa è il risultato di un evento unico e straordinario, possibile solamente per questo valore. Riguardando indietro nel tempo, le osservazioni astro-

nomiche della luce prodotta possono raggiungere tempi fino a dell'ordine di 300'000 anni dopo il big bang. A tempi più brevi materia e radiazione (luce) non sono ancora sufficientemente distinte. Tuttavia grazie all'estrema uniformità dell'universo di allora è possibile simulare oggi nel laboratorio densità di energia ben più grandi e studiare anche i tempi cosmici anteriori a tale data. Grazie a potentissimi anelli di collisione tra fasci di altissima energia, il più grande di essi arrivando a ben 27 chilometri di circonferenza (il CERN di Ginevra) è possibile ripetere nel laboratorio le fasi iniziali dell'evoluzione della materia cosmica, con la creazione nel laboratorio di tutta una serie di straordinari fenomeni che ci permettono di esplorare le condizioni dell'Universo fino a qualche miliardesimo di secondo dopo il big-bang. Anche a questi incredibili istanti, la creazione iniziale era già un fatto compiuto. L'uomo di scienza non può non sentirsi umile, commosso ed affascinato di fronte a questo immenso atto creativo, così perfetto e così immenso e generato nella sua integralità a tempi così brevi dall'inizio dello spazio e del tempo.

Vanno ricordate le fasi successive di questa immensa trasformazione a partire dalla creazione fino al giorno d'oggi. L'universo si è evoluto in maniera unitaria e coerente, come se fosse un unico tutto. Ricordiamo a questo proposito le parole della Genesi, dove si dice: «Dio pose le costel-

lazioni nel firmamento del cielo per illuminare la terra e per regolare giorno e notte e per separare la luce dalle tenebre. E Dio vide che era cosa buona». Un altro successivo immenso evento fu la creazione della vita, l'immensa piramide degli organismi uni-cellulari fino all'uomo, basata sulla presenza del DNA, che permette le due funzioni fondamentali della materia cosiddetta "vivente" e cioè (1) la capacità a riprodursi e (2) l'evoluzione della specie, attraverso mutazioni. La base di questa separazione non è del tutto evidente. Ad esempio un cristallo si può moltiplicare in tanti altri cristalli, ma non evolve; i prioni, la causa del morbo della mucca folle, sono proteine ma non posseggono il DNA. Esistono circa da uno a dieci miliardi di galassie visibili ai nostri telescopi, ciascuna con da 10^{10} a 10^{12} stelle. Una stima approssimativa del numero totale di stelle si avvicina all'incredibile numero di un 7 seguito da ventitré zeri, circa pari al numero di atomi in una grammo-molecola. La scoperta di una eventuale vita extra-terrestre, con tutte le somiglianze e le diversità rispetto alla nostra, avrebbe delle conseguenze enormi per il pensiero umano, dalla scienza, all'etica, e alla religione e sarebbe la più incredibile rivoluzione per il genere umano. Una delle più importanti conquiste della scienza moderna è quella che le leggi della fisica e conseguentemente il comportamento della materia sono invarianti nello spazio e nel tempo. Esse sono dimostrabilmente le stesse a miliardi di anni luce da noi e miliardi di anni fa.

◆ Se la vita fosse iniziata da diversi ceppi indipendenti ci si aspetterebbe di trovare oggi cellule dotate di ambedue le chiralità, levo-giro e destro-giro. Ma non è mai stato così

Ciò è facilmente comprensibile se si pensa che oggi sappiamo che le leggi fondamentali della fisica sono state per così dire inscritte nelle proprietà "geometriche" dello spazio, ancorché vuoto e quindi prescindono dalla materia fisica in esso eventualmente contenuta. La materia che costituisce l'Universo quindi esprime per così dire il suo "libero arbitrio", all'interno di strette regole definite apriori, che preesistono alla sua creazione e successiva evoluzione. In particolare le forze che reggono il comportamento e l'evoluzione della materia sono universali nel tempo e nello spazio. Lo sono egualmente le proprietà della materia. Ad esempio un protone prodotto nel big-bang, circa 15 miliardi di anni orsono, è esattamente indistinguibile da un protone "fresco" prodotto artificialmente come avviene oggi, ad esempio, al CERN con un acceleratore di particelle. Le righe di emissione luminosa di una stella infinitamente lontana, una volta corrette per gli effetti dovuti alle velocità relative, appaiono assolutamente identiche a quelle prodotte dal Sole o in laboratorio, ecc. L'invarianza di principio delle leggi fisiche fondamentali che reggono le forze, implica quindi l'invarianza nello spazio e nel tempo della chimica e della biologia. Qualora si realizzassero altrove condizioni strettamente analoghe a quelle che furono sulla Terra all'inizio della vita, sussisterebbe quindi una probabilità per uno sviluppo analogo altrove?

Evidentemente oggi possiamo parlare solo di probabilità di un tale straordinario evento. Quale è questa probabilità, da confrontarsi con il numero estremamente grande di pianeti candidati presumibilmente presenti intorno a quasi tutte le stelle presenti nel cosmo?

Va tuttavia sfatata un'impressione, e cioè il fatto che essendo senza dubbio la Terra solamente un pianeta su tanti possibili in cui condizioni idonee per la vita si sono realizzate, la probabilità di un tale evento sia necessariamente elevata: in realtà questo ragionamento non è valido. Anche se questo fosse un fenomeno unico nell'universo, per definizione esso è avvenuto sulla nostra terra: noi siamo "la vita" e quindi il fatto che si realizzi su terra non ci dice nulla sulla probabilità che essa sia sviluppata anche altrove. Bisogna tuttavia osservare che il nostro sistema solare ha circa 4,5 miliardi di anni e che la prima forma di vita si sviluppò su terra circa 2 miliardi di anni fa, quasi immediatamente non appena le condizioni fisiche divennero accettabili. Per circa 1 miliardo di anni la Terra fu coperta da micro-organismi che, a partire dal CO₂, crearono l'ossigeno, inesistente nella formazione planetaria iniziale e premessa necessaria per le forme più avanzate di vita, che incominciarono ad acquisire impulso a partire da circa 1 miliardo di anni orsono. Si noti quindi che l'osservazione di un pianeta lontano con un'atmosfera ricca di ossigeno, rivelabile

a partire da misure spettrali della luce rimessa dall'atmosfera del pianeta sarebbe un enorme progresso, come premessa alla ricerca di vita extra-terrestre. La presenza di ossigeno è anche deducibile dalla presenza di ozono, il ben noto prodotto nella parte superiore dell'atmosfera dalla radiazione ultravioletta. Purtroppo l'osservazione di tali pianeti è oggi generalmente indiretta e limitata ad un centinaio di casi specifici, dedotta a partire dalle piccole perturbazioni nel movimento del loro Sole, che, per la sua forte luminosità, rende difficile l'osservazione ottica diretta del pianeta vicino. Telescopi con una maggiore risoluzione e in corso di realizzazione permetteranno di risolvere questo problema.

Al fine di elucidare scientificamente il meccanismo dell'inizio della vita su terra, va ricordato che, grazie al numero enorme di minutissime particelle di polvere che pervadono lo spazio, da miliardi di anni è in funzione un laboratorio assolutamente gigantesco per la creazione di prodotti organici di partenza. Tali minutissimi grani di polvere, di dimensioni micrometriche, sono sede di continue collisioni con varie molecole, gassose e non, con la conseguente formazione, casuale e per urti ripetuti, di oggetti chimici più complessi. Sono così visibili nella nostra galassia importanti quantità di prodotti organici. Guardando con radio-telescopi segnali provenienti dallo spazio lontano, si osservano sovrapposti a tale spettro, altrimenti continuo, rimarchevoli righe di assorbimento dovuto alla presenza di un'enorme numero di composti chimici organici tra i più complessi. Si è anche dimostrato che tali granelli di polvere e più generalmente delle micro-meteoriti potrebbero facilmente rientrare senza troppo danno attraverso l'atmosfera della terra, nonostante il forte attrito e il loro conseguente riscaldamento. Resi coscienti dell'immensità dell'officina chimica in funzione nello spazio, non è sorprendente che il mondo scientifico, nella sua stragrande maggioranza, sia dell'opinione che lo spazio cosmico è stato cruciale nella formazione iniziale della vita. In altre parole, questa sembra un'ipotesi dotata di buon senso, e francamente, difficile da scartare.

Le domande che si pongono a questo punto sono almeno due: come, e quanto probabile sia l'inizio della vita su un dato pianeta con le condizioni ambientali adeguate. Sul come: ho già menzionato che le leggi della chimica e della biologia sono preesistenti al processo evolutivo della materia e sono universalmente ed eguali nello spazio e nel tempo. Quindi apriori, sotto l'azione del caso, è perfettamente concepibile che si costruisca pian piano, come del resto comprovato per gli elementi più semplici, da qualche parte nelle immensità dell'Universo anche la struttura chimica della prima cellula vivente. Va ricordato che nelle sue forme più elementari, tuttavia capaci di riprodursi, la vita abbisogna di un numero relativamente limitato, da alcune decine ad alcune centinaia di migliaia di atomi. Va inoltre ricordato che grazie alla presenza della forte affinità chimica, questo non è puramente una roulette, in quanto elementi più complessi (proteine) sono costruibili a partire da componenti, da "mattoni" più semplici, già pre-costituiti. Stime qualitative in cui si tiene conto da una parte della frequenza di collisioni nelle polveri galattiche e dall'altra della complessità dell'oggetto da realizzare, ci danno una probabile accettabile per un tale evento in tempi cosmici. In altre parole, essa sembra un'ipotesi dotata di buon senso, e francamente difficile da scartare.

Sul quanto sovente: il numero di cellule viventi oggi su terra, dotate individualmente di Dna è straordinariamente elevato, un 5 seguito da ben 30 zeri. Il DNA è caratterizzato, essendo una spirale, da due alternative, analoghe a quella di una vite, e cioè rotante in senso destro-giro o levo-giro, corrispondente a opposte "chiralità". Le leggi della chimica e della biologia sono invarianti rispetto alla trasformazione speculare destra-sinistra, che cambia la chiralità. Tuttavia, il DNA nella riproduzione conserva la chiralità: quindi ad esempio una cellula con il DNA destro-giro si riprodurrà solamente in cellule con DNA destro-giri. Tutto il DNA oggi conosciuto su terra, è esclusivamente destro-giro. Ma secondo quanto sopra, anche un ipotetico DNA levo-giro sarebbe perfettamente funzionante, e quindi, se generato, capace di riprodursi. Evidentemente se tutta la vita su terra fosse iniziata a partire da un singolo DNA, la scelta destro-giro o levo-giro farebbe parte del caso e quindi non ci sarebbe problema.

◆ Durante i due miliardi di anni durante i quali un inizio della vita è stato possibile su terra c'è stata una sola partenza, a meno che (improbabile) ulteriori ceppi non siano stati eliminati

Se invece la vita fosse iniziata da diversi ceppi indipendenti, nel caso che fosse avvenuta molte volte e indipendentemente, ci si aspetterebbe di trovare oggi cellule dotate di ambedue le chiralità, il che evidentemente non è il caso. Questo rimarchevole identità di tutti i DNA deporrebbe in favore di un unico "padre" dell'insieme della vita su terra e della conseguente relativa rarità dell'evento, in quanto, durante due miliardi di anni durante i quali un inizio della vita è stato possibile su terra, c'è stata apparentemente una sola "partenza", a meno che ulteriori "ceppi" non siano stati totalmente eliminati dall'evoluzione biologica più avanzata del primo ceppo – peraltro difficile a credere. In ogni caso l'evoluzione della specie – a partire dal primo organismo unicellulare alle complessità della vita che ne è seguita – è certamente l'elemento più determinante nelle forme specifiche di vita oggi su terra. Tale straordinaria evoluzione è stata a sua volta fortemente influenzata dalle condizioni specifiche al nostro pianeta. Ad esempio le transizioni tra grandi periodi geologici, caratterizzati da forme profondamente diverse di vita, come ad esempio il Giurassico, il Cambiano ecc. sembrano essere state determinate da eventi catastrofici e dalle immense estinzioni delle specie prodotte. La fine dei dinosauri e il passaggio ai mammiferi fu un passo evolutivo importante, per cui fu determinante il cambiamento climatico, probabilmente conseguente all'impatto di una meteorite sulla penisola dello Yucatan e del conseguente temporaneo periodo di oscurità e di freddo durato alcuni anni con conseguente estinzione delle specie meno preparate a subire questo straordinario shock climatico, che apparentemente eliminò tutte le specie di dimensioni più grandi di alcuni centimetri e specialmente quelle al momento più evolute e quindi più fragili.

È quindi evidente che su di un altro ipotetico pianeta, pur assumendo una simile "partenza" probabilistica, è completamente improbabile che la forma di vita risultante sia, per così dire, la copia-carbone di quella su terra.

Tutto ciò depone a favore a due fatti importanti: che l'evoluzione della vita segue una linea precisa a partire molto probabilmente da un unico e singolo fatto iniziale, il primo DNA da cui è conseguita tutta l'evoluzione, motivata da tutta una serie di eventi esterni fa sì che essa abbia una grandissima specificità che rende probabilmente unica la vita su terra, come noi la intendiamo. Oggi sappiamo che l'uomo rappresenta uno degli ultimi anelli della vita. Ciononostante la struttura dettagliata del DNA umano è solo leggermente diversa da quella degli altri esseri viventi. È questa una differenza morfologicamente piccola in sé, ma enormemente diversa per quanto riguarda le sue conseguenze. L'uomo è quindi strutturalmente fondamentalmente diverso dalle altre specie animali conosciute. Ha caratteristiche che lo contraddistinguono profondamente e in maniera unica. Vorrei sognare e spero che la scienza nei prossimi decenni porterà risposte concrete a questa fondamentale esigenza di sapere se la vita esiste in altre forme anche in qualche angolo del nostro immenso universo. Personalmente io spero che la risposta sarà positiva, e che esista qualcosa al di là delle colonne di Ercole del cosmo, ancorché profondamente diversa dalla nostra. Ma la scoperta di una eventuale vita extra-terrestre, con tutte le somiglianze e diversità rispetto alla nostra, arricchiranno ancora di più l'unicità dell'uomo in tutti i suoi aspetti e ci aiuteranno a meglio percepire e apprezzare gli immensi patrimoni di umanità e di saggezza che abbiamo ricevuto e di cui dobbiamo fare il più prezioso utilizzo, così ben ricordato in quella meravigliosa immagine dell'uomo con il dito puntato verso il Creatore nel fantastico affresco di Michelangelo nella Cappella Sistina.

