



"Universo o Multiverso?"

Elio Sindoni

Università degli Studi di Milano-Bicocca

e

"Piero Caldirola" International Centre for the promotion of Science

Monza 2-12-2003

E quando miro in cielo arder le stelle;

Dico fra me pensando :

A che tante facelle ?

Che fa l'aria infinita, e quel profondo

Infinito seren ? che vuol dir questa

Solitudine immensa ? ed io che sono ?

Dalle nostre città sfolgoranti di luci le stelle non si vedono più. Ma se ci spostiamo in qualche zona desertica o sulla vetta di un monte, e se la notte è serena e senza Luna, uno spettacolo di bellezza e di grandezza immensa appare ai nostri occhi : una volta oscura incastonata di tremolanti punti luminosi, alcuni flebili, altri più intensi, e una nuvola di luce che attraversa il cielo, la Via Lattea. A occhio nudo, una vista acuta può contare qualche migliaio di stelle, ma già con un modesto strumento ottico, qual era il cannocchiale di Galileo, quella "polvere" appare essere costituita da migliaia di astri. L'uomo, man mano che è riuscito a sondare il cielo con strumenti sempre più potenti, si è reso conto che la *sua casa* , l'Universo, sembra non aver confini : cento miliardi di galassie, in ognuna delle quali sono agglomerate centinaia di miliardi di stelle. Come il leopardo errante dell'Asia, noi, osservatori *intelligenti* da questo piccolo sasso che ruota nell'Universo, non possiamo non domandarci *A che tante facelle ?* Perché tante stelle ? E a questa domanda se ne aggiungono subito altre, che ci portano alle soglie del mistero : siamo in un Universo limitato o infinito ? l'Universo ha avuto un inizio o è sempre stato ? E infine, *ed io che sono ?* Un fortunato frutto del caso, il risultato di un incredibile intreccio di eventi o piuttosto il punto di arrivo , il fine ultimo dell'opera di un sapiente Architetto ? Il mistero dell'Universo che ci circonda e della posizione che in esso noi occupiamo ha affascinato l'uomo già dall'antichità.

Il dibattito sulla natura dell'Universo era infatti già presente nella Grecia antica. Anassimandro (611-547 a.C.) sosteneva che "principio delle cose è una certa natura dell'infinito (apeiron) , dalla quale si producono i cieli e l'ordinamento che vi è in essi" . Perché solo ciò che non ha inizio né fine , ciò che non è generato e non soggetto alla legge del tempo può essere causa e principio primo. Alla base della concezione di Pitagora (ca 570-496 a.C.) è la nozione di *cosmo* , *divina sostanza universale* , un frammento della quale costituisce l'anima dell'uomo, destinata a liberarsi dalle spoglie mortali e a riunirsi con la sua origine. Sia per Pitagora , sia per i pitagorici, tra cui in particolare Filolao (V secolo a.C.) la Terra

è sferica e si muove , come gli altri pianeti, attorno a un *fuoco centrale, dimora di Zeus* (attorno al quale si muovono Terra, Luna, Sole, Mercurio, Venere, Marte, Giove, Saturno, Stelle fisse e Antiterra) . Per Democrito di Abdera (ca 460-370 a.C.) , *verità* [sono] *gli atomi e il vuoto* , cioè l'Universo è concepito come insieme di *atomi* , particelle solide indivisibili , differenti tra loro per forma e dimensioni, che con il loro movimento danno origine al mondo, alle sensazioni, alla conoscenza. Ma chi , per quasi duemila anni, ha influenzato potentemente lo sviluppo del pensiero, e in particolare la visione dell'Universo, è stato Aristotele (384-322 a.C.). Per Aristotele i moti degli astri sono manifestazioni del divino desiderio per la perfezione e l'Universo è formato da due *cieli* : quello al di sotto della Luna, dove i corpi sono sottoposti a *generazione* e a *corruzione* , quelli al di sopra, sino alla sfera delle stelle fisse, di natura incorruttibile e inalterabile , perché più vicina al *divino* . L'astronomo greco che più si avvicinò alla moderna concezione dell'Universo, è stato senza dubbio Aristarco di Samo (310 - 230 a.C.) . Annoverato da Galileo tra i precursori della teoria eliocentrica, intuì anche che "*le stelle fisse dovessero trovarsi a una distanza incredibilmente grande, dal momento che le loro posizioni relative rimanevano invariate durante il moto di rivoluzione della Terra*". Egli, studiando l'ombra della Terra sulla Luna e le eclissi di Sole , ipotizzò quali potessero essere le dimensioni della Terra, della Luna e del Sole, Giungendo alla conclusione che il Sole era molto più grande della Terra e che quindi era il Sole e non la Terra il centro dell'Universo.

Eratostene (276-196 ca) poi riesce con un metodo molto ingegnoso a misurare con notevole precisione la lunghezza del meridiano terrestre.

Ma passiamo al racconto biblico. Secondo la Sacra Scrittura , l'Universo è il risultato finale del 'lavoro' di Dio: "*ci siano luci nel firmamento del cielo*" (Gn, 1.14), un lavoro completato con la creazione dell'uomo, creato "*a sua immagine e somiglianza, a immagine di Dio lo creò*" (Gn , 1.27). In un'interpretazione letteraria della Scrittura, l'Universo è quindi finito nel tempo e nello spazio, ha cioè avuto *un inizio* e ha un *limite*. Al centro sta la Terra, piatta e di dimensioni finite, perché "*il Signore ti disperderà fra tutti i popoli, da un'estremità fino all'altra*" (Dt 28,64), e di forma quadrangolare, poiché "*Egli alzerà un vessillo per le nazioni-e raccoglierà i cacciati di Israele- radunerà i dispersi di Giuda- dai quattro angoli della Terra*" (Is 11,12). Per quanto riguarda i limiti dell'Universo, è curiosa un'idea fantastica, che segue una certa interpretazione della Bibbia, a opera di un monaco del VI secolo a.D., Cosma Indicopleuste, che pensa a un Universo a forma di tabernacolo, con la Terra al centro. Sarà Pietro Gilberto di Aurillac (930-1003), Papa Silvestro II , che , per quanto riguarda l'Universo, accetterà ufficialmente il sistema tolemaico. Claudio Tolomeo (? 100 -170 a.D.) nel suo *Almagesto* aveva raccolto le dottrine astronomiche basate sulla concezione geocentrica, elaborata da Ipparco di Nicea (194 - 120 ? a.C.): la Terra è al centro di un Universo finito, e attorno a essa ruotano, con meccanismi piuttosto complessi, le sfere del Sole , della Luna, e dei pianeti. Il tutto è racchiuso dalla sfera delle stelle fisse. Per *adattare* questo sistema cosmologico alla visione

cristiana dell'Universo, al di là della sfera delle stelle fisse viene posto l'*Empireo*, sede del trono di Dio, e le sfere dei pianeti si popolano delle varie gerarchie angeliche. E' l'Universo di Dante, che nella *Commedia* salirà nella sua peregrinazione dalla Terra, centro dell'Universo, sino all'*Empireo*. Questa concezione dell'Universo creava tuttavia molti dubbi, sia dal punto di vista teologico, poiché assegnava *un posto* a Dio, infrangendo la concezione che *Dio è in ogni luogo*, sia dal punto di vista scientifico, poiché richiedeva troppi *artifici* per spiegare il moto dei pianeti. Già prima dell'avvento di Copernico, va ricordato Nicola di Oresme (ca. 1325-1382), che nel *Livre du ciel et du monde* avanza l'ipotesi che sia la Terra e non il cielo attorno a essa a muoversi e che ciò sia opera di un divino Orologiaio, che deve ogni tanto intervenire perché la macchina cosmica possa continuare a funzionare. Si apriva, in un certo senso, la strada alla *Rivoluzione Copernicana*, che poneva il Sole al centro dell'Universo e considerava la Terra alla stregua degli altri pianeti. Niccolò Copernico (1473-1543) ritiene comunque l'Universo limitato dalla sfera delle stelle fisse. L'ipotesi di Copernico viene più tardi avvalorata da Galileo Galilei (1564-1642), grazie alle sue scoperte astronomiche, rese possibili dall'uso del cannocchiale. Tale strumento non è stato inventato da Galileo, che ne apprese l'uso dagli olandesi. Il merito di Galileo consiste nell'averlo *puntato* verso l'alto, cioè nell'averlo usato, per primo, come telescopio. Questa *rivoluzione dei cieli* lasciava tuttavia l'Universo limitato nello spazio e nel tempo, né poteva essere assunta come contrapposizione al racconto biblico della Genesi. La concezione di un universo finito sarà poi abbandonata da Giordano Bruno (1548-1600), che nell'opera *De l'infinito, Universo e Mondi* afferma che nello spazio *immenso* "innumerevoli stelle, astri, globi, soli e terre, sensibilmente si veggono, ed infiniti ragionevolmente si argumentano". Bruno era stato influenzato sia dal *De Rerum Natura* di Lucrezio (ca 98-54 a.C.), in cui si ritrova l'idea dell'infinità dei mondi, sia dal *De Docta Ignorantia* di Nicola Cusano (1401-1464), per il quale l'Universo "ha il centro dappertutto e la circonferenza in nessun luogo". Un Universo infinito quindi, ma se non si pongono confini allo spazio è molto arduo porne al tempo e può facilmente cadere il concetto di *creazione*. La visione dell'Universo secondo Copernico e Galileo troverà poi in Isaac Newton (1643-1727) una sintesi poderosa, con l'introduzione della legge di Gravitazione universale, grazie alla quale è possibile descrivere con grande precisione la dinamica dell'Universo. E' interessante notare che per Newton non soltanto Dio è il creatore dell'Universo, ma interviene continuamente con la sua potenza per tener la materia, cioè le stelle e i pianeti, separata, contro la forza gravitazionale che tenderebbe a farla collassare. Per Newton è dunque la volontà divina che permette la stabilità dell'Universo. Già nel 1610 Galileo, grazie alle osservazioni col suo cannocchiale, aveva scoperto che la Via Lattea, cioè la Galassia nella quale ci troviamo, non è una nube di gas, bensì "*una congegna di innumerevoli stelle, disseminate a mucchi*". La volta del cielo, oltre che di stelle, è anche popolata da nuvolette di luce diffusa, le cosiddette nebulose, che sono difficilmente visibili a occhio nudo, ma appaiono in grande numero se le

osservazioni vengono effettuate con potenti telescopi. All'inizio degli anni Venti del Novecento, scrutando con uno di questi potenti *occhi*, il telescopio di Monte Wilson, in California, che era di recente costruzione, l'astronomo americano Edwin Powell Hubble (1889-1953), concluse che una delle 'nebulose' più conosciute, quella di Andromeda, era, non diversamente dalla nostra Via Lattea, un aggregato di un enorme numero di stelle. Hubble scoprì che molte altre nebulose, tra cui le cosiddette 'nebulose a spirale', di cui la nostra Via Lattea è un esemplare, erano altrettante Galassie. Cominciava a prendere forma una visione di Universo in cui i confini apparivano sempre più lontani, poiché, con metodi cui accenneremo in seguito, si scoprì che, rispetto a noi, queste Galassie erano molto più distanti delle stelle. Dovendo parlare dell'origine dell'Universo, va sottolineato un punto essenziale. La luce, cioè il *segnale* che ci indica la presenza di una stella, di un pianeta, di una galassia, non viaggia a velocità infinita, ma a una velocità che, nel vuoto, è poco meno di trecentomila chilometri al secondo. Per questo, quando per esempio guardiamo il Sole, lo vediamo com'era otto minuti prima; quando guardiamo la stella più vicina, *Proxima Centauri*, la vediamo com'era quattro anni prima. Guardando quindi *nello spazio* noi guardiamo anche *indietro nel tempo*. La luce che ci proviene dalle galassie più lontane ci permette quindi di studiare il loro *passato*. Le galassie più lontane, a miliardi di anni luce (l'anno luce è una unità di misura utilizzata in astronomia ed è la distanza percorsa nel vuoto dalla luce in un anno. Corrisponde a 9460 miliardi di chilometri, poiché la luce nel vuoto ha la velocità di circa un miliardo di chilometri all'ora), ci forniscono un'immagine di com'era l'Universo miliardi di anni fa, mentre quelle più vicine, a qualche milione di anni luce, ci dicono com'era nel passato più prossimo. Il calcolo di queste enormi distanze è reso possibile da una tecnica piuttosto complessa basata sull'osservazione di un particolare tipo di stelle, *le cefeidi*, che hanno la caratteristica di variare in modo regolare la loro luminosità e per le quali il periodo di queste variazioni è strettamente collegato allo splendore intrinseco (si chiama *splendore apparente* di una stella la luminosità misurata da un osservatore a terra, cioè senza tener conto della distanza; lo *splendore intrinseco* è invece la luminosità che avrebbe una stella se si trovasse a una distanza *standard*, per convenzione pari a 32.6 anni luce. Se due stelle hanno lo stesso splendore intrinseco, essendo dello stesso tipo, quella più distante da noi avrà minor splendore apparente e questo indebolimento è proporzionale al quadrato della distanza). Abbiamo quindi un mezzo molto efficiente per studiare nello *spazio* e nel *tempo* l'universo attorno a noi. Come già detto, è *fondamentale* indagare se l'Universo è stazionario, cioè se c'è sempre stato, o se è evolutivo, cioè se si può parlare di un *inizio*. Solo in quest'ultimo caso avrebbe senso parlare di *creazione*. E' anche più che plausibile ritenere che un universo *eterno* sia anche infinito. La prova che l'Universo è finito, e che quindi *ha avuto un inizio* è alla portata di tutti: è sufficiente l'osservazione che *di notte fa buio*. In un testo a carattere enciclopedico di astronomia, lo scienziato John Gribbin afferma: "in astronomia l'osservazione fondamentale è che al giorno segue la notte. Questo semplice dato di

fatto non è stato apprezzato in tutta la sua importanza fino al Settecento, non ha trovato una spiegazione fino all'Ottocento, e non è stato compreso a fondo da molti fino agli anni Ottanta del Novecento. Eppure, questa singola osservazione è sufficiente a dirci che l'Universo ha avuto un'origine in un'epoca precisa nel passato, e che non è stato sempre come lo vediamo oggi". Questo problema è noto col nome di *Paradosso di Olbers*, dal nome del medico tedesco Heinrich Olbers che nel 1823 pubblicò la sua teoria sul perché *fa buio di notte*. Se l'Universo fosse infinito, eterno, immutabile e uniformemente popolato di stelle, il nostro sguardo dovrebbe vedere una stella in ogni punto del cielo e quindi il cielo dovrebbe apparirci luminoso anche di notte, non dovrebbe esservi buio tra una stella e l'altra. L'intensità della luce decade come l'inverso del quadrato della distanza tra sorgente e punto di osservazione, ma il numero di stelle, cioè la loro densità, aumenta come il quadrato della distanza, cioè da qualunque distanza dovrebbe pervenire alla Terra la stessa quantità di luce.

E' una prova semplicissima, che però non convinse tutto il mondo scientifico, poiché non era facilmente accettabile il quadro di un universo in *evoluzione*. Molti scienziati ritenevano che l'Universo fosse eterno e immutabile solo globalmente, ma che singole stelle potevano invecchiare e morire, e altre sarebbero nate al loro posto. La teoria di un universo evolutivo ha cominciato a essere presa in seria considerazione negli anni Venti del Novecento, grazie agli studi intrapresi dall'astronomo Edwin Hubble sullo *spettro* emesso dalle galassie. Lo *spettro*, che è ottenuto esaminando con opportuni strumenti, gli spettroscopi appunto, la luce emessa da una stella o da una galassia, permette di determinare gli elementi chimici di cui l'astro è composto. Su un fondo continuo, appaiono delle righe, la cui posizione è caratteristica di ogni particolare sostanza chimica. Orbene, Hubble trovò un risultato sorprendente: per quasi tutte le galassie queste righe apparivano spostate verso lunghezze d'onda maggiori, cioè verso *il rosso* rispetto alle posizioni che risultavano lavorando con gli stessi elementi chimici in laboratorio. Tale spostamento poi era maggiore quanto più le galassie erano distanti da noi. Tale spostamento era dovuto all'effetto Döppler, cioè all'effetto che si verifica per i segnali emessi da una sorgente che si allontana da noi. Questo fenomeno è caratteristico di ogni processo ondulatorio: nel caso, per esempio, delle onde sonore, fa parte della nostra esperienza quotidiana l'osservazione che il suono emesso dal claxon di una vettura che si avvicina è più *alto*, cioè *ha frequenza maggiore* di quello emesso mentre si allontana. Questo spostamento delle righe spettrali (*red shift*, in termine tecnico), indicava che le Galassie si allontanano da noi con velocità crescente all'aumentare della distanza. Le velocità erano molto elevate, dell'ordine di migliaia di chilometri al secondo. Era la prova che l'Universo non è *statico*, ma che si sta espandendo a grande velocità. Questa scoperta ha costituito una vera e propria rivoluzione per la cosmologia contemporanea. L'idea di un Universo in espansione era comunque già apparsa a livello teorico: Einstein aveva mostrato con le sue equazioni che l'Universo era instabile, poiché, a causa della forza di gravità, avrebbe dovuto collassare su se stesso. Già Newton, come

abbiamo ricordato, si era trovato di fronte a questo problema. Einstein non invocò, come fece Isaac, la mano possente di Dio, ma aggiunse un termine di *anti-gravità* alle sue equazioni, pentendosi però in seguito. Nel 1922 il matematico russo Aleksandr Fridman riprese le equazioni di Einstein, confermando la possibilità di un universo in espansione. Nel 1927 l'ingegnere e sacerdote belga Georges Edouard Lemaître, indipendentemente dai lavori di Fridman, pubblica una soluzione delle equazioni di Einstein in cui vi è un modello di Universo in espansione, avanzando l'ipotesi che l'Universo abbia avuto origine dall'esplosione di un "atomo primevo" in cui era concentrata tutta la massa di cui l'Universo è composto. Era un'intuizione che verrà ripresa in seguito dal fisico ucraino George Gamow. Il punto di partenza è l'osservazione di Hubble sull'allontanamento delle galassie, cioè sull'espansione dell'Universo. Immaginando di far compiere all'Universo il cammino a ritroso, cioè di ripercorrere a ritroso il 'film' dell'espansione dell'Universo, si arriva a un istante in cui tutta la materia risulta concentrata in un volume piccolissimo, con densità e temperatura di grandezza elevatissima, oltre ogni immaginazione. A questo stato caratterizzato da condizioni fisiche estreme, secondo il modello sviluppato da Lemaître e da Gamow, sarebbe seguita una grande 'esplosione', cioè la materia, estremamente compressa, avrebbe iniziato a espandersi, a raffreddarsi, fino a dar origine alle varie particelle, alle galassie, alle stelle, sino all'attuale Universo. Non tutti gli scienziati erano però favorevoli ad ammettere una simile 'nascita' dell'Universo. In particolare, Fred Hoyle, quasi per scherzo, 'battezzò' questa teoria col nome di *Big Bang*, una grande esplosione da cui tutto aveva avuto origine. Per Hoyle e per i suoi colleghi Hermann Bondi e Thomas Gold il *Big Bang* richiamava troppo il *Fiat Lux* biblico: essi sostenevano che l'Universo fosse *stazionario*, cioè eterno e infinito e che la densità di materia restasse costante nel tempo. Ma poiché l'espansione era un dato sperimentale che non poteva essere ignorato, avanzarono l'ipotesi che la densità, nonostante l'espansione, restasse costante perché veniva continuamente creata nuova materia. L'energia di espansione si trasformava cioè in materia. Ipotizzarono che, per mantenere la densità costante nonostante l'espansione, fosse sufficiente la creazione di un atomo di idrogeno ogni dieci miliardi di anni in un volume di un metro cubo. Vi erano dunque due teorie contrastanti: per l'una, che indicheremo come teoria del *Big Bang*, l'Universo aveva avuto un inizio in un istante preciso di tempo, anzi il tempo era nato con l'Universo stesso; per l'altra l'Universo era stazionario, non aveva senso parlare di un inizio, cioè l'Universo non aveva avuto origine e non avrebbe avuto fine. Come conseguenza della prima ipotesi, nel 1948 George Gamow predisse che, se in effetti vi fosse stato un *Big Bang*, si sarebbe dovuta trovare una traccia del residuo dell'intensissima radiazione irraggiata nell'esplosione di questo Universo primordiale, una specie di *fossile* dell'Universo, e, per effetto dell'espansione, tale radiazione, che doveva pervenire egualmente da ogni parte dell'Universo, doveva avere una temperatura bassissima, dell'ordine di -270 gradi centigradi (ricordiamo che lo zero assoluto corrisponde a -273 gradi centigradi). Nel 1965 due ingegneri della Bell Telephone, nel New Jersey, Arno

Penzias e Robert Wilson, che indagavano su quali potessero essere le cause dei disturbi alle trasmissioni radio (a microonde) da e verso i satelliti adibiti a teletrasmissioni, scandagliando il cielo con un'antenna ricevitrice particolare, si accorsero della presenza di un debole rumore di fondo, che era presente dovunque essi puntassero la loro antenna. Questa radiazione aveva proprio tutte le caratteristiche, e in particolare la temperatura, previste da Gamow e costituiva una conferma validissima della teoria del *Big Bang*: l'Universo quindi aveva avuto un'origine nel tempo, era iniziato con una specie di grande esplosione e si era man mano andando espandendo e raffreddando. Per tale scoperta, del tutto casuale, Penzias e Wilson ebbero nel 1978 il Premio Nobel per la Fisica. Era una conferma che metteva totalmente fuori gioco la teoria di un universo stazionario. Oggi le misure di questa *radiazione fossile* sono molto più raffinate, e stanno fornendo importanti informazioni sull'infanzia dell'Universo. L'ipotesi più comunemente accettata è che il nostro Universo sia nato ^{in un punto} ~~quindici~~ ^{parallamente} miliardi di anni fa', partendo da un agglomerato di materia ed energia estremamente piccolo, enormemente più piccolo di una capocchia di spillo, in cui era concentrata tutta la materia che attualmente costituisce i miliardi di miliardi di stelle del nostro Universo, ed espandendosi poi fino a raggiungere le dimensioni attuali. Ma ciò di cui è difficile farsi un modello, è che questa minuscola sferetta non stava *da qualche parte*, ma l'intero spazio era racchiuso in essa. L'evento iniziale, il *Big Bang* crea insieme tempo e spazio, prima di esso tempo e spazio non esistevano. Del resto, anche in Agostino si ritrova l'idea di Dio che crea contemporaneamente spazio e tempo. La teoria del *Big Bang* lascia comunque aperto il grande interrogativo *dell'istante zero*, ciò che, in termini matematici, costituisce una *singolarità*. Con la fisica che conosciamo, possiamo ricostruire la storia dell'Universo a ritroso nel tempo. A tre minuti dall'inizio l'Universo era grande come 100 soli, con una temperatura di 1 miliardo di gradi e la densità dell'acqua (1 gr/cm cubo); a un secondo dall'inizio, la temperatura dell'Universo era di 10 miliardi di gradi, la densità di 10 kg al centimetro cubo (centomila uomini in un metro cubo) e l'Universo era grande come il Sole; a 10^{-32} secondi dall'inizio era grande come un pompelmo...ma questo cammino a ritroso si deve fermare a 10^{-43} secondi dall'inizio (tempo di Planck) perché la materia non può più essere descritta con la nostra fisica (serve una fisica che unisca Relatività generale e teoria quantistica). E proprio qui sta la questione fondamentale: cosa è successo *prima*? Cos'è l'istante zero? Cosa si può dire della *singolarità iniziale*? La Fisica sta cercando di sviluppare alcune teorie che permettano di evitare il problema della singolarità iniziale. Lo scienziato inglese Stephen Hawking ha ipotizzato, in uno scenario spazio-temporale, un universo chiuso su se stesso, facendo un'analogia piuttosto complicata con una circonferenza tracciata sulla superficie di una sfera. La circonferenza, che possiamo immaginare come un parallelo terrestre, si espande dal polo all'equatore, partendo da un cerchio piccolissimo attorno al polo, ma il polo non rappresenta un confine, così come il Polo Nord non rappresenta un confine per la Terra, poiché, camminando verso Nord, si può oltrepassare e proseguire verso Sud. E' una

visione dell'Universo in cui *non vi è necessità di un inizio*. Un'altra teoria è quella che ipotizza un *vuoto quantistico* precedente il *Big Bang* : questo vuoto non è *nulla* , ma è uno spazio costituito da particelle elementari e dalle relative antiparticelle che si annichilano continuamente producendo energia. Il nostro Universo sarebbe nato da una fluttuazione di questo *vuoto*. La teoria del *vuoto quantistico* è stata poi sviluppata , negli anni '40 del secolo scorso, dal fisico Casimir e ha avuto una conferma sperimentale nel 1996.

Una questione molto importante è il fatto che il modo in cui l'Universo è evoluto è stato determinato da una serie di parametri e dipendenze quali le condizioni iniziali, le leggi fisiche, le costanti di natura , per cui si è sviluppata l'idea di una 'perfetta sintonia'. Anche una minima variazione di queste condizioni avrebbe portato a un altro universo, dove non si sarebbe potuta sviluppare una vita come la nostra. Perché ci sia una vita come la nostra è necessario un universo così vecchio, e quindi così grande. Per formare la 'miscela' di metalli di cui siamo fatti, è stato necessaria la nascita e la morte di tre generazioni di stelle. Esplorendo (super novae) esse hanno sparso nell'universo gli elementi pesanti di cui noi siamo fatti (il Sole produce solo idrogeno ed elio). E' il cosiddetto 'Principio Antropico Debole'(un universo di dimensioni diverse sarebbe incompatibile con la nostra esistenza). Esiste anche un 'Principio Antropico Forte' : l'Universo si è sviluppato in modo da rendere possibile la presenza dell'uomo. Il sistema copernicano ci aveva condotto alla formulazione di un 'principio di mediocrità': la Terra , e quindi l'uomo, non è più il centro dell'Universo. Con il Principo Antropico si assiste a un ritorno della centralità perduta. Le ultime scoperte portano anche all'ipotesi che la Terra non sia poi un pianeta qualsiasi, ma che abbia una conformazione e delle proprietà rarissime, forse uniche per lo sviluppo della vita, sia pure tra i miliardi e miliardi d pianeti che probabilmente popolano l'universo. A molti questa ipotesi non appare convincente, ed è nata allora l'idea del Multiverso. Vi sarebbero infiniti universi e, tra questi, il *nostro Universo* sarebbe, accidentalmente, quello in cui si è potuta sviluppare la vita. La teoria , sviluppata dal fisico Linde, si ricollega poi al vuoto quantistico, da cui gli infiniti universi sarebbero sgorgati, come tante 'bolle'. L'idea che possano esistere molti o addirittura infiniti universi allarga enormemente la nostra prospettiva cosmica , un ampliamento di orizzonte paragonabile a quello che, dopo la rivoluzione copernicana, portò dalla concezione aristotelica del Mondo chiuso entro la sfera delle stelle fisse a quella di un universo infinito, propugnata da Giordano Bruno. L'idea di innumerevoli universi non è nuova: già Democrito, infatti, aveva asserito che i mondi sono infiniti e sono differenti per grandezza: in taluni non vi è né Sole né Luna, in altri più soli e più lune. Così pure Epicuro, e più tardi, come già detto Giordano Bruno, sostennero l'infinità dei mondi. Attualmente tuttavia qualche base scientifica è data dalla concezione delle fluttuazioni quantistiche del vuoto: da ognuna di queste fluttuazioni nascerebbe infatti un universo. Dubito comunque molto che si possa giungere a dimostrare con certezza sperimentale la teoria del Multiverso.



Siamo chiusi, potremmo dire *prigionieri* del nostro Universo : i limiti della nostra natura fisica e di quella del mondo che ci circonda ci impediscono di *colloquiare* con altri eventuali universi , come pure di indagare su un ipotetico *istante zero* .

Ma possiamo cercare di dare una risposta a questi problemi al di fuori della Fisica ? Possiamo affermare che l'istante iniziale sia l'istante della *creazione* ? Credo che un'affermazione del genere sia pericolosa , poiché equivale a usare Dio come 'tappa buchi', cioè a far ricorso a Dio quando non conosciamo ancora le cause di un fenomeno fisico. All'origine della realtà c'è comunque il Mistero , che interviene dovunque e in ogni tempo e la cui azione , a mio parere , non andrebbe 'localizzata' nel singolo evento del *Big Bang* . Mistero è lo spazio, Mistero è il tempo, Mistero, per noi credenti, è un Dio al di fuori del tempo che irrompe nel tempo. In questo mistero che ci circonda diventa sempre più struggente la nostra domanda iniziale : *ed io che sono ?*