

Antropico, Principio

Giuseppe Tanzella-Nitti

I. Dal Principio copernicano al Principio antropico - II. Le osservazioni scientifiche alla base del Principio antropico - III. L'interpretazione dei dati scientifici ed i principali nodi filosofici - IV. Il Principio antropico fra scienza e religione: esiste un Disegno nel cosmo? - V. Principio antropico e cristocentrismo teologico.

La progressiva uscita di scena dell'uomo da una posizione centrale nel cosmo e la conseguente perdita dei privilegi filosofici che ne erano connessi, ha rappresentato uno dei principali nodi di transizione dall'epoca medievale all'epoca moderna. Responsabili di tale decentramento, dalla rivoluzione copernicana in avanti, furono in primo luogo le scienze, prima in ambito fisico, con lo sviluppo della cosmologia moderna e contemporanea, poi in ambito biologico, con la scoperta dell'evoluzione delle specie. Le nuove prospettive generate da tale decentramento ben si coniugavano con quelle richieste di oggettività e di analisi impersonale che il nascente metodo scientifico aveva posto alla base della sua epistemologia fondativa. Ed è proprio su questo sfondo, storico e metodologico, che quel complesso di considerazioni oggi note con il nome di «Principio antropico» risalta maggiormente come il primo tentativo, sorto dopo l'inizio della modernità, teso a mostrare che restituendo all'uomo un ruolo maggiormente significativo si può giungere ad una migliore comprensione scientifica dell'universo, delle sue proprietà e della sua evoluzione.

Il fatto che un simile Principio rivalutasse la presenza dell'uomo nel cosmo come frutto di risultati provenienti dalle scienze naturali, e non semplicemente in base a riflessioni svolte in ambito psicologico o cognitivo, ha offerto elementi di dialogo e di confronto con la filosofia e la religione, da sempre meno inclini, rispetto a quanto non lo fossero le scienze naturali, ad accettare senza possibilità di appello quella perdita di centralità. Il dibattito che ne è derivato negli ultimi decenni costituisce, insieme al cosiddetto "problema delle origini", il secondo maggiore terreno di discussione interdisciplinare fra scienze, filosofia e teologia. Sebbene il Principio antropico riguardi principalmente l'ambito della cosmologia, i suoi suggerimenti si estendono con certa continuità anche in ambito biologico, ove raccolgono alcune delle istanze di superamento del paradigma darwiniano, confluendo verso una visione del cosmo e della natura che una recente corrente di pensiero anglosassone, sempre in seguito a riflessioni interne alle scienze, ha inteso denominare «progetto intelligente» (*intelligent design*), ponendosi pertanto in un aperto terreno di confronto con la filosofia e con la religione.

I. Dal Principio copernicano al Principio antropico

Si è soliti riferire al nome di → Nicolò Copernico (1473-1543) l'inizio del decentramento cosmologico e filosofico dell'essere umano tipico dell'epoca moderna. Si tratta tuttavia di un decentramento dai tratti non univoci e dallo sviluppo storico affatto lineare, specie se valutato sullo sfondo delle sue implicazioni per il pensiero religioso. La progressiva emancipazione dell'uomo e della natura da Dio fu infatti un esito in parte non desiderato di un processo che aveva proprio nell'antropocentrismo umanista una delle sue principali radici. Un autore come → Nicola Cusano (1401-1464) non ebbe difficoltà a mantenere nell'alveo della teologia una posizione filosofico-cosmologica non certo geocentrica, mentre la medesima operazione, probabilmente al di là delle sue stesse intenzioni, non ebbe successo in un pensatore come → Giordano Bruno (1548-1600). I protagonisti della rivoluzione cosmologica copernicana, da Copernico a Galileo, da Keplero a Newton, furono ben lungi da interpretarla in chiave antireligiosa. Da parte loro, neanche gli umanisti rinascimentali vollero intendere in tal senso la loro rivalutazione del mondo dell'umano, sebbene le spinte di buona parte della filosofia del Cinquecento e Seicento finirono col porre tra parentesi il legame dell'uomo e della sua vita morale con Dio (Machiavelli, Montaigne, Grozio, Hobbes). Autore che riassume in sé questa duplice anima, e dunque l'ambiguità genetica, dell'antropocentrismo della prima modernità fu senza dubbio → Descartes (1596-1650), la cui gnoseologia voleva restare teista, ma partendo ormai dall'uomo poneva le basi di una futura comprensione del mondo senza Dio.

Con il sorgere del metodo scientifico, accanto alla presenza di un «principio copernicano» che sanciva ormai come la terra non occupasse più alcuna posizione osservativa privilegiata, comincia a farsi strada il «principio di covarianza», secondo il quale le → leggi naturali ed i principi delle scienze devono essere validi per tutti gli osservatori, cosa che implica il metodico riconoscimento, e la conseguente rimozione, di eventuali condizioni privilegiate da parte chi realizza un esperimento o compie una certa osservazione scientifica. La scienza capisce ben presto l'importanza di avere a che fare con fenomeni riproducibili, verificabili e comunicabili, dedicandosi così alla formulazione di protocolli sempre più oggettivi ed impersonali. Il coinvolgimento e l'implicazione dell'osservatore nell'attività delle scienze verranno alla ribalta solo nel Novecento: in ambito fisico con la → meccanica quantistica, in epistemologia con la segnalazione delle reciproche, critiche implicazioni fra teoria e osservazione, ed anche in ambito gnoseologico, con la riscoperta dei fattori personali, impliciti ed euristici presenti in ogni conoscenza scientifica (→ EPISTEMOLOGIA, II).

La → cosmologia moderna, il cui oggetto di studio passava ora ad essere non tanto una serie di esperimenti puntuali, ma l'universo fisico nella sua totalità, ha operato una certa estensione del principio copernicano e del principio di covarianza attraverso la formulazione del «principio cosmologico», in base al quale non devono considerarsi privilegiate non soltanto la posizione di un osservatore scientifico sulla terra, o quella della terra stessa all'interno del sistema solare, ma qualsivoglia posizione osservativa situata nell'universo. Un'interessante anticipazione di tale Principio potrebbe forse ritrovarsi in Cusano, quando affermava che l'universo non avrebbe alcun centro fisso ma ogni punto sarebbe il suo centro (cfr. *De docta ignorantia*, IX; → CUSANO, III). Secondo il Principio cosmologico, ogni punto dell'universo è adeguato a descrivere l'universo fisico, la sua struttura e le sue leggi, in modo universalmente valido. A tale principio soggiace tuttavia un certo "modello" cosmologico, che la cosmologia contemporanea non ha mancato di confermare, quello di un universo omogeneo, isotropo, il cui

studio su media, e soprattutto grande scala, può agevolmente prescindere da eventuali disomogeneità e disuniformità su scala locale. La verifica della validità delle leggi di natura note sulla terra in oggetti assai distanti dal sistema solare e dalla nostra Galassia, le proprietà di isotropia e di simmetria della radiazione termica di fondo, così come la struttura morfologica degli ammassi di galassie, mostrano che disomogeneità su piccola e media scala non sono tali da inficiare l'omogeneità dell'universo su grande scala, appunto su scala cosmologica, il che consente al Principio cosmologico di lavorare agevolmente. La sua operatività sussiste anche in un universo in espansione, in quanto è facile mostrare che nessun punto dell'universo è privilegiato in un regime di espansione isotropa (le cui proprietà sono cioè identiche in tutte le direzioni) e che questa può essere descritta in modo equivalente in ogni punto dell'universo. Non pare invece valere una radicalizzazione del principio cosmologico in forma di «principio cosmologico perfetto» in base al quale i caratteri dell'universo dovrebbero essere identici se osservati non solo in qualunque punto dello spazio, ma anche in qualunque istante del tempo. Conosciamo in realtà che molti parametri dell'universo variano secondo leggi note nel tempo (la sua densità, il suo raggio o la sua temperatura, ad esempio), ma tali variazioni temporali, e le leggi che le descrivono, sono le stesse in qualunque punto dell'universo le si misuri. Un principio cosmologico perfetto richiederebbe che l'espansione dell'universo fosse controbilanciata dalla creazione continua di nuova materia ed energia, in modo da assicurare la costanza dei parametri globali e della distribuzione e struttura stesse della materia nell'universo nonostante lo scorrere del tempo, cosa che le osservazioni odierne contraddicono con un buon grado di confidenza.

In questo processo di comprensione del cosmo e della sua storia, non era mai stato prima d'ora reclamato che la presenza dell'uomo potesse giocare alcun ruolo di rilievo. L'uomo appartiene certamente al "sistema cosmo" che egli studia, ma l'esigua consistenza delle sue coordinate cosmiche - geometriche, chimiche e biologiche - non sembrerebbero possedere alcuna influenza sulla struttura e sull'evoluzione dell'universo nel suo insieme, specie se la scala spazio-temporale della terra, e della vita che essa ospita, viene valutata sullo sfondo della ben più vasta scala cosmologica dell'intero universo fisico conosciuto. Nelle ultime decadi del XX secolo alcune riflessioni sorte dall'interno della scienze hanno invece provato a suggerire qualcosa di profondamente diverso. Se resta pur sempre vero che l'essere umano non occupa alcuna posizione (geometricamente o fisicamente) centrale nel cosmo, nondimeno egli pare occupare una posizione "privilegiata". In cosa consisterebbe allora questo privilegio? Nel fatto che i parametri fisici fondamentali che determinano sia la struttura che le leggi fisico-chimiche dell'universo, così come la delicata articolazione delle sue fasi evolutive che hanno progressivamente determinato sia le abbondanze chimiche (quantità relative di elementi chimici), sia la formazione dei corpi e dei "luoghi" fisici rilevanti (stelle e pianeti), sono stati proprio quelli necessari a poter ospitare la vita, ed eventualmente degli osservatori intelligenti. E, ancor più, molte di queste delicate condizioni dovettero darsi non nel corso dello sviluppo temporale del cosmo, ma durante i primi istanti della sua primigenia formazione ed espansione. Questo insieme di risultati ed osservazioni scientifiche, che riprenderemo fra breve in maggiore dettaglio (vedi *infra*, II), ha spinto alcuni autori a proporre la formulazione di un «Principio antropico».

Raccogliendo alcune suggestioni di Dirac (1937), che aveva messo in luce delle interessanti coincidenze numeriche esistenti fra valori rilevanti per le proprietà globali del cosmo (ad es. rapporto fra numero globale di fotoni e di barioni, tra intensità delle forze elettrica e gravitazionale, età e dimensioni dell'universo espresse in unità atomiche), e la segnalazione di Dicke (1961), il quale portava l'attenzione sul fatto che la presenza della vita condiziona fortemente il fatto che alcuni valori cosmologici, "in quanto osservati", non potessero essere molto diversi dai valori reali, Brandon Carter (1974) propose per la prima volta una organizzazione omogenea di queste osservazioni utilizzando la dizione «Principio antropico». Come egli stesso volle precisare più tardi, le sue intenzioni erano quelle di porre l'accento sull'uomo "in quanto osservatore", non volendo pertanto riferirsi ad una indicazione di natura strettamente filosofica. Carter introdusse la formulazione del suo Principio antropico con due diverse varianti, debole e forte. Nel primo caso si afferma che la misura di alcuni specifici parametri cosmologici può essere solo quella compatibile con l'esistenza di osservatori; nel secondo, che l'universo deve possedere solo quelle proprietà e parametri i cui valori fanno sì che si dia effettivamente al suo interno, in qualche stadio del suo sviluppo, la presenza di osservatori. Carter legittimava la "novità" della prospettiva, sottolineando che l'introduzione del Principio in ambito scientifico era semplicemente legata alla sua capacità predittiva, analogamente a quanto accade per altri principi o teorie comunemente impiegati in fisica o in astrofisica.

Ma saranno John Barrow e Frank Tipler con la loro opera *The Anthropic Cosmological Principle* (1986) a teorizzare in modo ampio e sistematico il Principio antropico proponendone tre versioni precise, che condizioneranno di fatto quasi tutto il dibattito successivo sul tema. Secondo la loro formulazione del *Weak Anthropic Principle* (WAP), «i valori osservati di tutte le quantità fisiche e cosmologiche non sono ugualmente probabili, ma assumono valori limitati dalla condizione che esistano luoghi nei quali la vita basata sul carbonio possa evolversi, nonché dalla condizione che l'Universo sia sufficientemente vecchio da aver potuto dare origine a tali forme di vita» (Barrow e Tipler, 1986, p. 16). L'impiego di uno *Strong Anthropic Principle* (SAP) indica invece che «l'Universo deve possedere quelle proprietà che consentono alla vita di svilupparsi al suo interno in qualche stadio della sua storia» (*ibidem*, p. 21). A quest'ultima formulazione ne potrebbe corrispondere una, del tutto analoga, che inglobi la cosmologia quantistica (*Participatory Anthropic Principle*), volendo in questo caso mettere in luce la "necessità" dell'osservatore affinché l'universo conosciuto "venga selezionato e così posto in essere" (stato attuale) all'interno di un insieme di possibili universi (diversi stati quantici). Il Principio antropico forte conterrebbe infine come sua conseguenza, sempre nella sistematizzazione di Barrow e Tipler, quella di un *Final Anthropic Principle* (FAP), secondo cui «l'elaborazione dell'informazione prodotta dalla vita intelligente deve venire in essere nell'Universo e, una volta venuta in esistenza, durerà per sempre» (*ibidem*, p. 23).

Prima di analizzare la portata filosofica del Principio antropico e le sue eventuali risonanze teologiche, non è superfluo mettere subito in luce che tanto la sua denominazione di «principio», quanto la sua qualifica di «antropico», non paiono scontate. Un approccio immediato alla sua formulazione (forte o debole), allorché non venissero fornite spiegazioni supplementari, ne mostra infatti un certo carattere tautologico, o comunque

ovvio, venendo in fondo a dire che una o più conclusioni di ambito astrofisico o cosmologico, per essere vere, devono essere compatibili con le osservazioni, e fra queste osservazioni va annoverata anche l'esistenza dell'osservatore stesso (cfr. Swinburne, 1990). In merito all'aggettivo "antropico", nella formulazione "forte" del Principio l'enfasi è posta in primo luogo sull'osservatore in quanto "recettore di informazioni sull'universo" e solo secondariamente sulla sua condizione di essere umano, mentre nella sua forma "debole" esso riguarda le condizioni necessarie per produrre nicchie chimico-biologiche adeguate alla comparsa della vita, ma non necessariamente della vita umana. Qualificarlo come antropico sottende in fondo un legame, implicito ed inespresso, fra la comparsa della vita e l'essere umano, considerando quest'ultimo come lo sbocco "naturale" del processo evolutivo, sia fisico che chimico-biologico.

In ogni caso, una discussione filosofica del Principio deve essere sempre preceduta da un'analisi dei dati scientifici su cui esso si basa (Sezione II) al fine di valutarne l'indipendenza da ulteriori paradigmi interpretativi di natura filosofica, specie aprioristica, e per evidenziare le reali implicazioni filosofiche che quei dati possono generare (Sezione III), specie se si intendono chiarire eventuali legami con le prospettive della teologia naturale e della Rivelazione cristiana (Sezioni IV e V). Vale comunque la pena di notare che il dibattito interdisciplinare che il Principio antropico ha suscitato e continua a suscitare è segno di un'importante svolta ermeneutica ed epistemologica, quella di una riflessione delle scienze sul cosmo che si veda obbligata a chiamare nuovamente in causa il ruolo del soggetto conoscente, non nel semplice contesto di una specifica teoria della misura o di una generica interazione soggetto/oggetto, ma nel quadro di un interrogativo globale sulla natura e il significato del cosmo nel suo insieme. Condividiamo pertanto il giudizio di J. Merleau-Ponty (1984), secondo cui il Principio antropico rappresenta una significativa svolta epistemologica nella filosofia della scienza del XX secolo, grazie alla sua capacità di riaprire la discussione sul ruolo non accidentale che l'uomo ricopre nella comprensione fisica dell'universo, obbligando la cosmologia fisica a rivisitare alcuni suoi principi perché riconosciuti intrecciati a questioni di indole metafisica, riaprendo infine la strada ad una nuova integrazione fra scienze naturali e scienze umane (cfr. anche Masani, 1984 e 1996).

II. Le osservazioni scientifiche alla base del Principio antropico

Esistono molteplici esposizioni dei dati scientifici che sono alla base della formulazione del Principio antropico, alcune di carattere sintetico e divulgativo (cfr. Gale, 1982; Masani et al., 1995; Masani, 1996), altre sotto forma di estese monografie specializzate (cfr. Barrow e Tipler, 1986; Leslie, 1989; Gribbin e Rees, 1989; Demaret e Lambert, 1994) o di articoli riepilogativi (cfr. Leslie, 1988), oltre ad un elevato numero di opere collettive espressamente dedicate al tema. I lavori originali essenziali, che contengono il nocciolo delle osservazioni in questione, sono costituiti dagli articoli scientifici di Dicke (1961), Carter (1974), Carr e Rees (1979) e dagli sviluppi offerti nella già citata monografia di Barrow e Tipler (1986).

La riflessione prende avvio notando l'importanza e la criticità dei valori delle quattro costanti di natura che regolano l'intensità dell'interazione delle quattro forze fondamentali, rispettivamente α_g (gravitazionale), α (elettromagnetica), α_w (nucleare elettrodebole) e α_s (nucleare forte), mostrando in prima istanza come la struttura di ogni corpo - dalle particelle elementari, alle molecole biologiche, ai viventi, fino ai pianeti, alle stelle e alle galassie - hanno una struttura dimensionale (valori delle dimensioni e della massa) che dipende sensibilmente da esse. In particolare, la massa M oppure le dimensioni R dei corpi fisici possono esprimersi come funzione di una massa oppure di una dimensione tipica, moltiplicata per le quattro costanti di natura elevate ad un'opportuna potenza. Ciò fa sì che ogni struttura rintracciabile in natura giaccia, in un diagramma $\log R - \log M$, entro una stretta fascia ben definita. Tale risultato non mette in luce alcuna particolare condizione "antropica", ma semplicemente segnala l'importanza, per la strutturazione del cosmo, delle costanti di interazione. Va osservato che le quattro costanti sono adimensionali, non dipendono cioè dal particolare sistema di misura scelto, ma rappresentano dei numeri puri. Il valore del rapporto fra due di esse esprime l'intensità relativa delle forze in questione, regolando il modo in cui, al variare della distanza di due corpi, sia preponderante l'una rispetto all'altra (va ricordato che esse possono agire in modo competitivo, come accade ad esempio, per i protoni positivi di un nucleo atomico, fra la forza elettromagnetica, che tende a respingere cariche di segno uguale, e quella nucleare forte che su brevissima scala tende invece ad attrarle reciprocamente). Nell'espressione della loro formula, le costanti di natura dipendono a loro volta da altre costanti matematiche (come π) o fisiche (non adimensionali), quali la massa del protone m_p , la carica dell'elettrone e , la costante di gravitazione universale G , la costante di Planck h , la velocità della luce c .

I valori delle costanti di natura sono in qualche modo "congeniti" alla venuta in essere dell'universo (→ COSMOLOGIA, II). Ignoriamo quale sia la fisica adatta per descrivere l'universo prima dell'«era di Planck», quando le sue dimensioni erano più piccole di 10^{-33} cm e il tempo dall'inizio della sua espansione inferiore a 10^{-43} sec. Ciò che conosciamo è che al differenziarsi delle forze fondamentali mediante progressive "rottture di simmetria", le loro rispettive costanti restarono ordinatamente "fissate", e ciò avvenne entro i primi 10^{-6} sec, epoca a partire dalla quale le prime componenti della materia (quarks e antiquarks) e della radiazione (fotoni) daranno origine in breve, ben entro il primo secondo di "vita" dell'universo, alle particelle elementari come oggi le conosciamo.

A tali costanti di natura (ad esse potremmo ragionevolmente aggiungere come ulteriore numero adimensionale il rapporto fra la massa del protone e quella dell'elettrone) sono associate importanti ed articolate condizioni che determineranno la "possibilità" che, nella successiva evoluzione, l'universo prenda una strada piuttosto che un'altra; non tutte le strade, però, possono condurre a condizioni fisico-chimiche capaci di ospitare la vita, ma soltanto quelle comprese in intervalli numerici assai limitati. Riepiloghiamo qui alcune delle più importanti fra queste condizioni.

Dopo circa 1 sec di tempo dall'inizio dell'espansione (*Big Bang*), i neutrini si disaccoppiano dal resto della materia, "congelando" il rapporto fra protoni e neutroni, che fino quel momento era rimasto in equilibrio a cause

delle continue trasformazioni $p \rightarrow n$. Tale rapporto dipende assai sensibilmente dalla modalità dell'espansione (dunque da α_g) e dall'interazione debole che regola il decadimento del neutrone (e quindi da α_w). Dalla specificità del rapporto α_g / α_w , e dunque da quella del rapporto fra numero totale di protoni e di neutroni, deriva una conseguenza essenziale ai fini della formazione di elio (elio "cosmologico", cioè originatosi non nelle stelle, ma durante il *Big Bang*, → Cosmologia, IV.2). Se quel rapporto fosse stato leggermente superiore, tutto l'idrogeno (protoni) si sarebbe trasformato in nuclei di elio, con conseguenze facilmente immaginabili (impossibilità di avere mai acqua, né composti dell'idrogeno); se fosse stato invece leggermente inferiore non vi sarebbe stata alcuna percentuale di elio cosmologico, con conseguenze negative sui tempi di evoluzione termodinamica delle stelle, perché sarebbero divenuti incompatibilmente bassi rispetto a quelli richiesti per lo sviluppo della vita sui pianeti. Il valore di α_g regola inoltre anche il tasso di espansione iniziale dell'universo: un suo valore anche di assai poco più alto avrebbe implicato il collasso quasi immediato dell'universo su se stesso, impedendo dunque qualsiasi successivo "sviluppo dei fatti", mentre un valore anche assai poco minore avrebbe impedito la successiva formazione di aggregazioni di massa, inibendo dunque la formazione di galassie e di stelle e, a *fortiori*, di pianeti, i quali si originano durante la formazione di queste ultime.

Anche il rapporto α_s / α si presenta abbastanza critico. Nell'interazione fra i protoni che compongono i nuclei degli atomi, la forza nucleare forte, pilotata da α_s , e quella elettromagnetica, pilotata da α , agiscono in senso opposto (rispettivamente attrattivo e repulsivo). Il loro equilibrio, con la prevalenza della forza nucleare forte nelle interazioni a cortissimo raggio, fa sì che possano esistere dei nuclei stabili, e quindi si possa originare una "tavola periodica" degli elementi chimici come oggi la osserviamo: se α fosse stata appena un po' più grande, oppure α_s un po' più piccola, perfino i nuclei più leggeri non sarebbero stati stabili. La medesima "condizione" potrebbe essere messa in luce in modo diverso, notando che il medesimo ruolo di quel rapporto si riflette sul valore della carica elettrica elementare e .

Nella formazione delle masse protostellari dalle nubi di gas interstellare, perché queste giungano ad essere delle stelle vere e proprie che irradiano energia di fusione termonucleare, è necessario che la contrazione gravitazionale, che dà appunto luogo alla formazione delle stelle, venga interrotta dall'innescarsi di reazioni nucleari. Ciò può accadere solo grazie ad un favorevole rapporto fra il valore di α_g e le altre costanti fisiche coinvolte nel fenomeno del collasso gravitazionale, consentendo alla temperatura, in costante aumento durante la fase di contrazione, di oltrepassare la soglia necessaria perché le reazioni abbiano luogo, e di farlo appena prima che il collasso stesso conduca la protostella verso un irreversibile equilibrio di gas degenere (come accade negli stati evolutivi finali delle nane bianche o delle stelle di neutroni). Se tale soglia di temperatura non fosse raggiunta appena in tempo, l'universo sarebbe popolato di innumerevoli stelle "mancate", ma di nessuna stella energeticamente attiva.

Una nuova delicata condizione riguarda i rapporti fra la costante di interazione gravitazionale α_g , quella di interazione elettromagnetica α ed il rapporto fra le masse del protone e dell'elettrone. I valori adimensionali di tali costanti fanno sì che le fasi di formazione stellare conducano le protostelle a dare origine, nel diagramma Temperatura - Luminosità (noto come diagramma Hertzsprung Russell) ad una sequenza ordinata di stelle nane (chiamata «sequenza principale»), dalla quale esse cominceranno poi la loro evoluzione termonucleare ed energetica. Le medesime costanti determinano inoltre che tale sequenza risulti formata da stelle sia con equilibrio radiativo (nelle quali l'energia termica degli strati esterni al nucleo viene trasportata per radiazione) che con equilibrio convettivo (ove tale trasporto avviene, invece, per convezione). Le prime, calde ed energetiche, evolvono più rapidamente e riforniscono il mezzo interstellare di elementi chimici pesanti (fra cui il carbonio, l'azoto e l'ossigeno) sintetizzati nel loro interno; le seconde, meno luminose e di vita più lunga, assicurano la possibilità che eventuali pianeti attorno ad esse abbiano a disposizione dei "tempi di percorrenza" sufficientemente lunghi. Attorno alle prime la vita non potrebbe formarsi a causa della loro superficie troppo calda e luminosa ma, senza quelle stelle, la vita non potrebbe originarsi neanche altrove, perché il mezzo interstellare non sarebbe rifornito con una chimica adeguata. In realtà, per arricchire lo spazio interstellare di elementi chimici indispensabili per dare origine a molecole biologiche, elementi che la formazione di nuove stelle e di nuovi pianeti troveranno poi disponibili, è necessario che nelle fasi finali dell'evoluzione stellare gli strati della stella ormai divenuta instabile vengano espulsi nello spazio e non collassino al suo interno: occorre cioè che in ogni galassia possano darsi numerose *supernovae*. Ma affinché ciò avvenga, si impongono nuovi delicati vincoli numerici ai valori di α_g e di α_w . Si richiede infatti che i numerosi neutrini prodotti nelle fasi immediatamente precedenti il collasso gravitazionale, cui l'instabilità della stella conduce, possano interagire con gli strati gassosi della stella, spingendoli violentemente verso l'esterno, cosa che può realizzarsi in natura soltanto se i tempi di interazione e di collasso, regolati dalle precedenti costanti, sono fra loro costruttivamente compatibili.

Alle precedenti condizioni sommariamente esposte, i cui vincoli numerici possono essere espressi in termini di rigorose equazioni matematiche, si potrebbero affiancare ulteriori osservazioni sulla "criticità" delle circostanze che permettono la formazione di una chimica adeguata per la vita, ma non più legate direttamente alle costanti di natura. Andrebbe ricordata in proposito l'estrema delicatezza della reazione che dall'elio, attraverso il berillio conduce al carbonio ($\text{Be}^8 + \text{He}^4 \rightarrow \text{C}^{12}$) e di quella che dal carbonio, attraverso la cattura di elio conduce all'ossigeno ($\text{C}^{12} + \text{He}^4 \rightarrow \text{O}^{16}$). Nel primo caso, se non esistesse un opportuno livello di eccitazione del carbonio, la bassissima sezione d'urto della reazione, in condizioni normali, ne impedirebbe la sintesi; nel secondo caso, se il livello energetico dell'ossigeno non fosse di poco inferiore a quello della reazione che lo forma, il carbonio sarebbe quasi interamente bruciato per produrre ossigeno: nella realtà delle cose si perde il berillio, poco importante per la vita, e si conserva una ben maggiore quantità di carbonio, senza del quale l'intera biologia non sarebbe possibile. La formazione dei cristalli e la stabilità delle macromolecole sono inoltre anch'esse legate ai valori critici del rapporto di massa fra protone ed elettrone e a quello della carica elettrica. Non va infine dimenticato che l'acqua, così importante per la vita, può essere largamente presente allo stadio liquido perché la temperatura media della biosfera sulla superficie terrestre giace proprio all'interno dello stretto intervallo fra il

suo punto di congelamento e il suo punto di ebollizione (0-100 °C). L'inventario delle delicate condizioni fisiche e chimiche ritenute "antropiche" potrebbe essere ancora più lungo: nelle monografie di Barrow e Tipler (1986) e di Demaret e Lambert (1994) se ne registrano varie decine.

Riepilogando quando fin qui rapidamente schizzato, i risultati ci indicano che una leggera variazione dei valori numerici delle costanti di natura, avrebbe dato (ipoteticamente) origine ad un universo con una struttura, una distribuzione delle morfologie chimico-fisiche e con leggi di natura tutte drammaticamente diverse dalle attuali, ed avrebbe anche interrotto la critica sequenza di fenomeni che, partendo dal *Big Bang* iniziale, ha condotto all'esistenza proprio della fisica (pianeti attorno a stelle con equilibrio convettivo) e della chimica (elementi e composti di interesse biologico) necessarie alla vita. Tale sequenza di fenomeni appare inoltre dipendere in maniera altrettanto critica da numerose altre condizioni di carattere strutturale, prima che evolutivo, che coinvolgono le proprietà delle particelle elementari, dei livelli energetici atomici, dei legami chimici e di alcune fra le maggiori costanti fisiche. Un dato di estremo interesse è costituito infine dal fatto che i valori numerici delle quattro costanti di interazione risultano tutti già fissati entro una distanza di tempo di circa 10^{-6} sec dall'orizzonte del *Big Bang*, cioè all'epoca in cui la forza elettromagnetica si differenzia dalle tre restanti e le proprietà dei protoni e dei neutroni risultano ormai determinate. Questo complesso di considerazioni viene abitualmente riassunto ed efficacemente espresso dicendo che i caratteri essenziali del nostro universo appaiono *finely tuned*, cioè accuratamente "sintonizzati" o anche "regolati", sulla comparsa della vita.

III. L'interpretazione dei dati scientifici ed i principali nodi filosofici

1. *Articolazione fra WAP e SAP.* Una prima riflessione che si impone sui dati è il chiarimento dell'articolazione presente fra la versione debole (WAP) e quella forte (SAP) del Principio antropico. Vari autori hanno opportunamente messo in luce che il WAP appare come un Principio scientificamente fondato, ma filosoficamente ininfluenza (se ne sottolinea cioè la lettura tautologica, o comunque di semplice riformulazione di uno *status de facto*), mentre il SAP si presenta come un Principio scientificamente infondato ma di contenuto filosofico assai forte. Ci sembra si tratti di una distinzione opportuna, sia a livello dell'analisi delle scienze che della logica dell'inferenza, sebbene sia comprensibile che su altri livelli di riflessione alcuni autori tendano a sottolineare una certa continuità fra le due formulazioni. Che la distinzione fra WAP e SAP debba in ogni caso, almeno linea generale, mantenersi, è suggerito anche dalla constatazione che in termini strettamente scientifici la formulazione debole del Principio asserisce che le condizioni e le coincidenze osservate sono *condizioni necessarie ma non sufficienti* per la comparsa della vita, mentre la formulazione forte stabilisce che deve trattarsi di *condizioni necessarie e sufficienti*. Quest'ultima implicazione non può essere fondata a livello scientifico (debolezza scientifica della formulazione forte) semplicemente perché non conosciamo quali siano tutte le condizioni ed i processi affinché, dall'esistenza di una fisica e di una chimica adeguate ad ospitare la vita (condizioni necessarie) si debba sempre e necessariamente concludere che la vita faccia effettivamente la sua comparsa (condizioni sufficienti). In altre parole, la scoperta o anche la giustificazione fisico-matematica di quelle delicate condizioni non equivale a giustificare perché la vita esista e cosa la vita sia.

Una seconda riflessione è che un impiego del WAP non potrebbe a ragione denominarsi "antropico", in quanto le condizioni fisico-chimiche che esso mette in luce non coinvolgono l'uomo più di quanto non coinvolgano una margherita o un'ameba: si tratta cioè di condizioni necessarie perché vi siano una chimica organica, basata sul carbonio, ed una biologia adeguate: un universo con le condizioni antropiche indicate dal WAP, ma senza vita intelligente, è pur sempre concepibile, con la differenza che esso non avrebbe osservatori. Il SAP si presenta invece con una indubbia carica filosofica, legando in modo biunivoco l'esistenza dell'universo e quella dell'uomo (in quanto osservatore intelligente): l'universo deve esistere solo, e soltanto solo, con i caratteri che gli permettano di avere osservatori intelligenti al suo interno. In altre parole, se l'universo esiste *allora* l'uomo esiste (la proposizione inversa, di taglio idealistico, è in fondo già ovvia). La dimensione finalistica potrebbe, nella precedente implicazione, non essere esplicita, mentre lo è quella determinista.

Varrebbe la pena di evidenziare un momento l'enfasi posta da Carter, nella sua originale proposta di un SAP, sull'uomo *in quanto osservatore*: «l'universo ed i parametri fondamentali da cui esso dipende devono essere tali da riconoscere (*to admit*) la creazione di osservatori intelligenti in qualche stadio del suo sviluppo. Per parafrasare Descartes, "cogito, ergo mundus talis est"» (Carter, 1974, p. 294). A questo livello, quando l'enfasi è posta cioè sull'*osservatore*, il SAP si pone in continuità con il WAP: trae in fondo da esso il suo valore predittivo (e quindi scientifico), trattando la presenza dell'osservatore come uno dei dati osservativi con i quali la struttura del cosmo deve essere consistente. La presenza di un osservatore è infatti implicitamente assunta anche nella formulazione di un semplice WAP, e non potrebbe essere altrimenti per qualsiasi osservazione scientifica. Le cose cambiano se il SAP viene filosoficamente letto come implicazione forte che l'universo debba essere tale da avere necessariamente la presenza dell'uomo al suo interno. Voler giungere ad una tale conclusione a partire dai semplici dati scientifici non ci pare cogente (l'affermazione potrebbe forse valere su altri piani di analisi) per l'incapacità, da parte del metodo scientifico, di controllare e giustificare tutte le condizioni sufficienti alla comparsa dell'uomo, cosa che equivarrebbe a definire e determinare in modo esaustivo l'intera fenomenologia umana nel suo complesso (compresa la coscienza e l'auto-riflessione). In sostanza, ci troveremmo di fronte ad una visione antropologica riduttiva, ove l'essere umano si riduce al suo *soma*, e non viene attribuito alcun trascendimento od emergenza alla *psiche* umana sulla materia. Così formulato, il Principio antropico forte conterrebbe al suo interno una soluzione monista (materialista) del rapporto → mente-corpo ed una visione fortemente determinista dell'evoluzione cosmica. Ci troveremmo di fronte ad una visione onnicomprensiva della realtà, predicata con necessità assoluta ed universale (e dunque di ambito metafisico), direttamente estrapolata da riflessioni predicate con necessità relativa (propria dell'ambito fisico). Tale interpretazione non era stata probabilmente quella intesa in origine da Carter, ma ha finito per imporsi come quella dominante nel dibattito successivo, specie attraverso l'influsso recato dalle riflessioni conclusive dell'opera di Barrow e Tipler (1986, cfr. cap. 10).

2. *Le obiezioni al Principio antropico e la loro valenza filosofica.* In sede sia scientifica che filosofica sono state avanzate riserve sul reale significato del Principio e fornite possibili soluzioni a quanto esso reclama. Ci riferiremo, nella discussione che segue, al "nucleo" del Principio, cioè alle coincidenze e alle delicate condizioni (*fine tuning*) che esso segnala, astruendo per il momento dal loro diverso possibile impiego (debole o forte). Commenteremo tre critiche principali: la supposta valenza tautologica del Principio, l'esistenza di una legge di natura generale da cui poter dedurre l'esistenza delle varie coincidenze antropiche (o biotiche, se si preferisce), l'impiego di modelli cosmologici o quantistici di molti o infiniti universi (*many worlds*). Va notato che le tre "soluzioni" appena citate sono assai spesso presentate dai loro autori come rilievi critici ad un impiego "finalistico" del Principio, impiego che - come abbiamo visto - non discende necessariamente (almeno in sede scientifica) dalla semplice presentazione dei dati, ma viene implicitamente (e forse inconsciamente) ormai associato ad ogni sua presentazione nel dibattito interdisciplinare.

Una prima obiezione riguarda la ovvietà e non significatività del Principio (*triviality*). Esso manifesterebbe in fondo qualcosa che non potrebbe essere altrimenti: esiste solo ciò che può esistere. Non avrebbe senso, per un frutto spuntato sul ramo di un albero, chiedersi perché l'albero possieda proprio quelle leggi fisiche e biochimiche che fanno essere l'albero tale com'è, e non altrimenti, in quanto solo le prime conducono ad una "interrogazione" da parte del frutto. Riteniamo che questa osservazione, benché corretta, non rimuova del tutto significatività al Principio. Ogni affermazione logica o matematica, come segnalato a suo tempo da → Wittgenstein, è per sua natura tautologica nella misura in cui si accetta un insieme di assiomi o di proposizioni primitive indimostrabili che rendano possibile l'avvio del ragionamento. Ma in un certo senso non lo è più quando essa aiuta a capire meglio (con progresso conoscitivo) le implicazioni e le relazioni esistenti fra i vari elementi dell'insieme (cfr. Zycinski, 2001). Le condizioni e le coincidenze rappresentate dal *fine tuning* hanno una natura matematica (e dunque in parte tautologica), ma puntano anche ad osservabili fisici (e dunque al mondo dei fatti, per impiegare un vocabolario wittgensteiniano). La quantità di relazioni che esse esprimono aggiungono nuove conoscenze alla fisica e alle proprietà del cosmo, come una relazione tautologica di identità $a = a'$ si arricchisce di nuovi significati quando si approfondisce il contenuto empirico di a (insieme delle condizioni antropiche) e di a' (presenza dell'osservatore). Pensare che l'esistenza di queste condizioni non reclaims alcuna "spiegazione" e debba essere presa come semplice "dato di fatto", senza mai richiedere un successivo approfondimento, equivarrebbe, per fare un esempio, a togliere significatività all'affermazione «il cielo di notte è buio», ritenendola un'ovvietà; oggi sappiamo invece che il buio notturno non è dovuto all'assenza del sole, ma all'espansione dell'universo, in particolare al *redshift* di allontanamento ad essa associato, che fa sì che la luce di tutte le stelle del cielo si indebolisca e non venga integrata costruttivamente, cosa che renderebbe il cielo notturno assai più luminoso del cielo illuminato dal sole (paradosso di Olbers). Il motivo di un'osservazione ritenuta ovvia è in realtà l'azione di una legge fisica che, una volta conosciuta, accresce la comprensione di un fenomeno accettato come dato di fatto.

Una seconda critica alla significatività del *fine tuning* è che ciò che oggi appare una coincidenza, od una condizione eccezionale, potrebbe essere in fondo il risultato di una legge fisica assai più generale, al momento non ancora formulabile in tutta la sua consistenza, dalla quale le condizioni antropiche discenderebbero come conseguenze fisiche e corollari logico-numeriche. In un certo senso, sarebbe come "assorbire" il Principio antropico debole all'interno della sua formulazione forte, che potrebbe ora essere espressa dicendo che «l'universo deve avere solo i caratteri che conducono alla presenza dell'uomo, perché c'è una "legge fisica generale" che implica proprio questo». Di per sé si tratta di una prospettiva legittima, in quanto compito della scienza è spesso quello di inquadrare proprietà e formulazioni particolari all'interno di interpretazioni sempre più generali. Ma quando tale processo di generalizzazione giunge al suo limite estremo, quello di comprendere il perché delle proprietà dell'intera realtà, allora la cosmologia fisica si trova nuovamente di fronte al «problema dell'intero», un problema che non può formalizzare in modo compiuto dall'interno del suo metodo. La situazione è del tutto analoga al «problema dell'origine»: quando la cosmologia tenta di accedere ai "perché ultimi" - nel caso presente giungendo a questionare sul motivo non già delle proprietà dei singoli enti concreti, ma sulle cause ultime e fondanti di tutto il reale - essa abbandona allora il metodo sperimentale, per offrire conclusioni che implicano un maggiore grado di astrazione, di carattere filosofico e metafisico. In sostanza, è ben possibile che molte delle condizioni antropiche siano effetti necessari di leggi più ampie e generali, ma se si vuole giungere ad una sola "super-legge onnicomprensiva", questa non appartiene più al dominio delle scienze naturali.

Un ultimo suggerimento per "risolvere" il Principio antropico viene dai modelli cosmologici che fanno ricorso a molteplici universi (→ PLURALITÀ DEI MONDI, III). Alcune delle soluzioni che descrivono lo stato dell'universo nel passaggio dall'«era di Planck» alle successive transizioni, prevedono la produzione, durante la rapida fase di inflazione (→ COSMOLOGIA, III), di un numero straordinariamente grande di regioni spazio-temporali fra loro indipendenti. Ciascuna di queste regioni darebbe origine ad un universo con un proprio set di valori per le costanti di natura, ma solo quello (o quelli) con i valori "giusti" consentirebbe lo sviluppo della vita e la presenza di eventuali osservatori intelligenti al suo interno. La possibilità che tali universi, in luogo di dare inizio a storie parallele, siano cronologicamente successivi, con un nuovo *Big Bang* ogniqualvolta l'universo precedente abbia concluso la sua storia collassando in un *Big Crunch* (è il modello detto di "universo ciclico"), rappresenta una delle possibili soluzioni per i modelli cosmologici standard (→ COSMOLOGIA, V.2); tale soluzione non riscuote oggi particolare interesse, sia perché le osservazioni sembrano indicare che il nostro universo sia aperto (e dunque non si identifichi con un ciclo fra i tanti), sia perché il numero di "cicli" possibili possiede un limite superiore, e dunque non siamo di fronte ad una fenomenologia reiterabile all'infinito. La soluzione dei molteplici universi quale risposta al Principio antropico, opera comunque nel senso di rimuovere significato alle coincidenze antropiche, non già perché la vita sia un fatto casuale nel nostro universo, ma perché il nostro universo sarebbe casualmente uno dei tanti. Una variante di tale soluzione è possibile in ambito quantistico. Una volta che l'intero universo viene identificato con un oggetto quantistico, come le sue fasi iniziali lascerebbero intendere, lo si potrebbe interpretare come sovrapposizione di una molteplicità di stati quantistici, solo uno dei quali verrebbe "attualizzato" dall'osservazione compiuta dalla vita intelligente (→ MECCANICA QUANTISTICA, IV.3). Sebbene dal

punto di vista matematico la soluzione dei molti universi (fisici o quantistici) sia formalmente corretta essa va incontro a due problemi di fondo: il primo di essi è ancora l'impatto con il problema dell'intero, come poc'anzi richiamato; l'altro è l'artificio di rispondere con una soluzione non verificabile (o non falsificabile, se si preferisce) ad un interrogativo fisico verificato. In ambedue i casi si tratta, dunque, di soluzioni di ambito filosofico, e non più di ambito scientifico-sperimentale. Inoltre, molti autori hanno ravveduto nella soluzione del *many-worlds model* una violazione del "rasoio di Ockham", in quanto si moltiplicherebbero degli enti non strettamente necessari per risolvere un interrogativo che potrebbe avere soluzioni filosofiche più semplici.

Non è difficile constatare che le tre maggiori obiezioni al Principio antropico (tranne forse la prima) sono obbligate a fare ricorso ad argomenti filosofici a priori, che si collocano cioè su un livello di comprensione e di astrazione che oltrepassa l'ambito dei dati sperimentali dai quali il Principio stesso, come interrogativo, è invece sorto. A riprova della valenza filosofica delle soluzioni fornite potremmo citare l'articolo pionieristico di Carter (1974), nel quale l'autore asserisce che «se, procedendo in questo modo, risultasse che ottenessimo sempre degli stretti limiti [antropici], ed al contempo i nostri tentativi di derivare quei limiti da strutture matematiche più generali e fondamentali dovessero fallire, ciò rappresenterebbe un'evidenza che la filosofia dell'insieme dei mondi debba essere presa in seria considerazione, anche se non ci piacesse» (p. 298). Non sorprende allora che soluzioni al problema, alternative a quelle di Carter, vengano indirizzate sempre sul piano filosofico e non più su quello sperimentale, come nella conclusione di John Leslie alla sua monografia sul tema: «l'accurata sintonia (*fine tuning*) è un'evidenza, una genuina evidenza, del seguente fatto: che Dio è qualcosa di reale e/o ci sono molti differenti universi» (Leslie, 1989, p. 198).

È ancora una prospettiva filosofica quella che presenterebbe il SAP come espressione dell'itinerario evolutivo di una grande legge immanente al cosmo stesso, le cui conseguenze finali sono quelle di generare la vita intelligente nella quale, e attraverso la quale, l'universo "prenderebbe coscienza di se stesso". A ciò si potrebbe obiettare che la vita intelligente è soggetto di una riflessione filosofica ancora più fondante, che non si limita a "dare voce" all'evoluzione cosmica. Come osserva opportunamente in proposito Saturnino Muratore, «il riconoscimento fondamentale che deve essere operato dalla mente, non è quello di un cosmo che si dimostra, all'indagine, intelligibile, ma il riconoscimento del proprio esistere contingente all'interno di un universo contingente. Questo riconoscimento ha come condizione di possibilità l'aprirsi dell'uomo a un orizzonte di assoluta trascendenza e sfocia nel riconoscimento della creaturalità propria e dell'intero universo fisico, vale a dire nel riconoscimento dell'intrinseco rimando di questo esistere contingente ad una realtà "altra", assolutamente fondante» (Muratore, 1993, pp. 159-160). Ragionare diversamente equivarrebbe alla posizione idealista di concepire un universo completamente autoreferenziale.

3. *Il reale significato scientifico del Principio antropico.* Sarebbe tuttavia erroneo, a nostro giudizio, ritenere che la difficoltà di separare i dati scientifici dalle loro interpretazioni filosofiche privasse di ogni valenza scientifica le suggestioni recate dal Principio antropico. Tale valenza potrebbe meglio emergere abbandonando la stessa denominazione di «principio» (che andrebbe lasciata alla sua discussione in ambito filosofico) e limitandosi in prima istanza ad offrire l'insieme di condizioni fisico-chimiche originariamente alla base della sua formulazione "debole". Chiamare il WAP "principio" risulta in certo modo fuorviante e compromette in parte la ricezione dei suoi risultati. Esso segnala piuttosto una serie di fatti, i quali non dipendono dall'assunzione di una particolare prospettiva filosofica (come non lo sono certo la criticità della carica dell'elettrone o della massa del protone), e che in luogo di essere organizzati sotto forma di un principio suggeriamo si potrebbero forse più correttamente presentare come «condizioni biotiche». Ne risultano dunque estranei sia un legame deterministico con la vita (si tratta infatti condizioni necessarie ma non sufficienti, cfr. *supra*, n. 1), sia il suo riferimento all'osservatore intelligente. Presentate in questa forma, tali condizioni sono manifestative di una conoscenza significativa e non tautologica sull'universo e la sua evoluzione cosmica. Proviamo a riepilgarne qui quali sarebbero, a nostro avviso, i tre contenuti significativi di maggiore rilievo.

In primo luogo, l'evoluzione dell'universo si manifesta con un forte carattere di unitarietà. Le quattro leggi di interazione fondamentale e le loro costanti adimensionali determinano la fisica dell'universo, e come essa evolverà, molto più di quanto non facciano i singoli eventi che accompagneranno il suo sviluppo nel tempo. L'universo non è certamente una macchina deterministica, come riteneva il meccanicismo del XVIII e del XIX secolo, in quanto la fisica odierna ci ha ampiamente edotto circa l'imprevedibilità matematica di buona parte dei suoi fenomeni ed i forti limiti del → riduzione metodologico, specie nell'approccio ai fenomeni complessi nell'ambito della → chimica, e soprattutto in quello della → biologia. Allo stesso tempo però, l'universo non si presenta nemmeno come un insieme di parti sconnesse, estranee ad una razionalità unificante, scampoli di realtà le cui capacità di emergenza o di autopoiesi sarebbero affidate solo alla casualità delle interazioni che scandiranno fortuitamente la sua storia. I dati scientifici alla base delle "condizioni biotiche" (come derivabili dal Principio antropico debole) mostrano invece che i caratteri essenziali della fisica dell'universo sono concettualmente determinati, e che la creatività che ne accompagna la complessificazione morfologica, pur restando aperta e matematicamente imprevedibile, risulta implicitamente condizionata da proprietà fondanti che non vengono mai contraddette, la cui origine è da collocarsi temporalmente nella primitiva fenomenologia che coinvolgeva la formazione dello spazio-tempo, del campo di radiazione e infine della materia, tanto della sua componente adronica come leptonica.

In secondo luogo, si manifesta una forte dipendenza della biologia e della vita umana dall'intera storia dell'universo (utilizziamo qui il termine storia in modo improprio ed analogico). In questa storia non vi è stato nulla di superfluo. I lunghi tempi che ci separano dal *Big Bang*, senza i quali le stelle non avrebbero avuto la possibilità di sintetizzare e poi immettere nello spazio le adeguate abbondanze chimiche necessarie per formare le future molecole organiche, sono stati necessari affinché noi fossimo "qui" e "adesso". Di conseguenza, anche le dimensioni dell'universo e la sconfinata quantità di materia che esso contiene appaiono in certo modo tutte indispensabili alla presenza della vita, anche nel caso questa si desse solo sul pianeta terra (→ EXTRATERRESTRE, VITA). Il raggio dell'universo è infatti proporzionale al tempo di espansione, e tutta la quantità di materia che

esso contiene (avrebbe potuto in teoria contenerne molta di più, essendo buona parte di essa trasformata in radiazione nelle fasi cosmologiche iniziali) dipende dai delicati equilibri delle costanti di natura. Non pare esserci dunque, nel cosmo, nulla di superfluo, ma solo lo strettamente necessario perché vi si potesse ospitare la vita.

In terzo luogo, le condizioni (necessarie ma non sufficienti) che rendono possibile la vita si presentano come "condizioni originarie". L'influenza che un certo numero di eventi più o meno casuali può aver avuto nella formazione, ad esempio, del nostro *habitat* terrestre, è stata in fondo inferiore, ai fini della comparsa della vita, a quella implicitamente contenuta nelle condizioni d'origine inizialmente nel *Big Bang*, mediante la "fissazione" dei valori delle costanti di natura e delle altre costanti fisiche fondamentali. Ciò che intendiamo qui sottolineare non è la necessità di una *scelta* opportuna di quei valori - cosa che sposterebbe innecessariamente il discorso dal piano della causalità efficiente, proprio dell'analisi delle scienze, a quello di una intenzionalità finalistica - bensì il dato scientifico circa il carattere *originario e non evolutivo* di quei valori: questo è sufficiente ad inquadrare il tema dell'origine della vita e della comparsa della vita intelligente, con un'ottica alquanto diversa da quella cui ci aveva finora abituato una certa riflessione scientifica, specie divulgativa (→ BIOLOGIA, V; CHIMICA, V). In merito ad un raffronto con l'evoluzione biologica, le "condizioni biotiche" suggeriscono che il paradigma della selezione naturale e della capacità di adattamento all'ambiente non può essere l'unico ad avere operato nella lunga catena di circostanze che hanno condotto fino alla comparsa e poi allo sviluppo della vita; e ciò si presenta in fondo in accordo con quanto affermato dalla biologia contemporanea, ormai abituata ad affiancare il paradigma darwiniano ad altri fattori di sviluppo e di → evoluzione.

Sono queste le osservazioni che sembrano imporsi, in modo abbastanza indipendente da particolari paradigmi filosofici od interpretativi, e che la scienza, a partire dalla originaria intuizione suggerita dal Principio antropico, offre alla riflessione non solo della filosofia, ma anche della religione.

IV. Il Principio antropico fra scienza e religione: esiste un Disegno nel cosmo?

Nella decade degli anni 1980, soprattutto dopo la pubblicazione della monografia di Barrow e Tipler *The Anthropic Cosmological Principle* (1986), si è assistito ad un certo sviluppo di letteratura interdisciplinare sul Principio antropico; anche la teologia cattolica ne ha registrato un moderato, ma significativo interesse (cfr. Muratore, 1992 e 1993). Nella decade successiva, il Principio antropico si conquista ormai un capitolo a sé in quasi tutti i libri di divulgazione scientifica sull'origine e l'evoluzione dell'universo. Ma lo si ritrova ancora presente, in forma implicita, nel dibattito sorto di recente attorno al cosiddetto "Argomento a partire dal Disegno" (*Argument from Design*) e all'interno dei nuovi approcci olistici alla → natura, oggi preferiti come paradigmi di comprensione anche da non pochi scienziati. Fra gli elementi che contribuiscono a tenere vivo il tema fra gli studiosi del rapporto scienza-religione vanno citati anche i numerosi studi che collegano alcune suggestioni del Principio antropico con elementi filosofici del pensiero di → Teilhard de Chardin. A motivo del contenuto stesso del Principio, e del contesto cosmologico e biologico dei dati che ne hanno condotto alla formulazione, è comprensibile che diversi autori lo abbiano inserito all'interno del dibattito pro o contro l'esistenza di una finalità in natura, chiedendosi poi se questa rimandi alla presenza di una causa intelligente e, dunque, di un Creatore.

1. *Principio antropico ed "argomento dal Disegno"*. L'idea di poter riconoscere la presenza di un disegno intelligente nella natura, quale prova dell'esistenza di un Creatore, ha accompagnato buona parte del pensiero umano. Il tema possiede però itinerari complessi, sia per la diversità della sede epistemologica - scientifica e filosofica - ove esso intendeva proporsi, sia per le ampie accezioni assunte dal termine «disegno» e da altri termini ad esso collegati, come finalità, intelligenza, teleologia. Ne affrontiamo qui solo alcuni aspetti legati al tema che ora ci occupa: il lettore interessato potrà trovare approfondimenti in altre voci di quest'opera (→ DIO, II; FINALITÀ, V-VI; UNIVERSO, IV) ed in lavori che ne ripercorrono la prospettiva storica (cfr. Ward, 1961; Hulburt, 1965; Craig, 1980; Barrow e Tipler, 1986, cap. 2; Harris, 1991, cap. 12).

Tradizionalmente sviluppato in sede filosofica, come ad esempio nella nota 5ª via di → Tommaso d'Aquino, che risale a Dio con argomentazioni metafisiche partendo dal riconoscimento della finalità in natura (→ DIO, I), l'«argomento dal Disegno» viene legato per la prima volta ad osservazioni "scientifiche" in senso stretto dall'apologetica inglese a cavallo fra XVII e XVIII secolo, coniando l'espressione «prova fisico-teologica dell'esistenza di Dio», impiegata da William Derham nelle sue *Boyle's Lectures* del 1711. A partire da quel momento conosce un certo sviluppo, soprattutto in campo biologico, in riferimento alla sorprendente organizzazione funzionale dei viventi e all'altrettanto singolare accordo di questi, uomo compreso, con il loro *habitat*. La battuta d'arresto giungerà in sede naturalistica con → Darwin, che proporrà un modo fino allora inedito di giungere a quell'accordo osservato, cioè attraverso la selezione naturale ed il progressivo adattamento all'ambiente; in sede filosofica la via della finalità subirà nell'epoca moderna una prima critica con → Hume e subito dopo, in modo più severo, da parte di → Kant.

Il doppio ambito, filosofico e scientifico, ove l'argomento è oggetto di discussione, e soprattutto di "fondazione", impone un primo chiarimento. Se una sua fondazione esclusivamente scientifica può essere infatti rimossa, sempre in sede scientifica, da osservazioni che possono spiegare il coordinamento e l'apparente finalismo mediante l'azione di altre cause efficienti oggetto delle scienze, la validità di una sua fondazione filosofica non dipende dai nuovi risultati delle scienze, ma dalla correttezza delle inferenze svolte in ambito propriamente filosofico: in altri termini, un'argomentazione svolta a livello della causalità efficiente non può rimuovere inferenze svolte a livello di cause ontologiche (problema della contingenza) o di causalità finale (→ AUTONOMIA, IV.1; METAFISICA, IV.2). Per tale ragione, una dimostrazione pro o contro la presenza di un Disegno in natura, che utilizzi il solo dato scientifico, non potrà mai essere apodittica in quanto essa non può accedere alla comprensione dell'intero, né può dare ragione dell'esistenza di una intenzionalità. Sebbene esistano principi finalistici che operano in matematica, in fisica o in biologia, favorendo la comprensione di particolari fenomenologie (→ MECCANICA, VI; BIOLOGIA, IV; FINALITÀ, II), alcuni dei quali anche con un certo valore

predittivo, si tratta di un "finalismo strategico", che in sede scientifica può essere riconosciuto solo su scala locale e che solo una prospettiva filosofica può incaricarsi di estendere su scala universale e totalizzante. Per questo motivo il Principio antropico, o le "condizioni biotiche" ad esso associate, mettono in luce solo la coerenza, il coordinamento e l'interrelazione presenti nella struttura e nell'evoluzione del cosmo: esse non possono impiegarsi, direttamente e senza alcuna ulteriore riflessione, come dimostrazione di un Disegno intelligente, né possono dimostrare l'esistenza di una necessaria ed assoluta teleologia verso la comparsa della vita e dell'uomo.

Un secondo chiarimento riguarda l'ampiezza semantica e la non univocità del termine *design*. È significativo, in proposito, che esistano oggi ricercatori come Michael Behe e William Dembski che sostengono la liceità di un approccio al mondo dei viventi secondo la prospettiva di un *Intelligent design*, senza però che questo reclaims necessariamente alcuna sorta di teologia naturale, ma solo come strategia conoscitiva (cfr. Dembski, 1998, 1999; Behe et al., 2000). In termini più generali, nell'idea del «disegno» sono contenute tre idee diverse, sebbene fra loro collegate: l'esistenza di regolarità o forme ritenute non casuali, la presenza di una teleologia quale semplice finalismo funzionale, ed infine l'idea di finalità in senso forte come rimando ad un'intelligenza intenzionale (cfr. Harris, 1991, pp. 162-163). La critica rivolta solo ad una di queste componenti trascina dietro di sé, assai spesso, le sorte delle altre due. Ma vanno qui ricordate le considerazioni poco sopra svolte in merito ai due livelli, scientifico e filosofico, dell'approccio teleologico: la rimozione o la revisione di una causa scientifica non può direttamente implicare la rimozione di una causalità ontologica.

2. *La peculiarità del Principio antropico nell'orizzonte degli argomenti basati sul Disegno.* Esiste tuttavia una "specificità" del Principio antropico, all'interno del problema generale dell'"Argomento dal disegno", che per la sua peculiarità - conseguenza dell'ambito cosmologico e totalizzante in cui il Principio è sorto - merita di essere attentamente considerata. A differenza di quanto può succedere con altre forme di ordine, regolarità o condizioni rilevabili in natura, le condizioni biotiche espresse dal WAP non possono essere rimosse con un meccanismo simile a quello, per intenderci, con cui il darwinismo ha rimosso almeno in parte l'interpretazione teleologica con cui alcuni autori spiegavano fino a quel momento il singolare accordo fra le diverse forme biologiche ed il loro *habitat* (→ EVOLUZIONE, III). Il *fine tuning* delle costanti di natura non è il risultato di un adattamento all'ambiente o di una selezione naturale (almeno se si assume un unico universo), perché riguarda invece condizioni congenite. L'unico modo per "rimuoverne" la significatività è quello di postulare una legge onnicomprensiva e totalizzante da cui dedurre quelle condizioni, oppure postulare l'esistenza di infiniti universi, ambedue già riconosciute come richieste filosofiche a priori non più legate all'osservabilità sperimentale (vedi *supra*, III.2). Inoltre, l'indicazione teleologica suggerita dal Principio antropico non riguarda più solo una o più parti del mondo naturale - si pensi all'argomentazione sei e settecentesca sul funzionamento dell'occhio umano, a quella, posteriore, sul delicato equilibrio delle condizioni dell'atmosfera terrestre per la sussistenza della vita, o a quella più recente sulla sorprendente complessità informazionale della molecola del DNA. Siamo per la prima volta di fronte ad una proposta teleologica globale e totalizzante, che intenderebbe mostrare l'operatività di un principio finalistico dall'era di Planck (10^{-33} sec dal *Big Bang*) fino ai nostri giorni.

È questa specifica peculiarità del Principio antropico, a nostro avviso, che ne rende più interessante la suggestione: esso intende riunire in un punto limite le tre componenti del Disegno: la sua coerenza, il suo teleologismo ed il suo collegamento con una mente intenzionale. E non potrebbe essere altrimenti quando ci si imbarca nell'impresa - impossibile per la scienza, ma inevitabile per lo scienziato - di concettualizzare il tutto fino alle sue origini, una volta che la cosmologia contemporanea ne fornisce il quadro ideale: nell'origine, la "coerenza" diviene "progetto". Si coglie (e forse si recupera) in tal modo anche una dimensione meno evidente della finalità: quella di non indicare solo il "termine" fisico o temporale verso cui tende un processo, ma la coerenza del processo nel suo insieme. Come il fine dell'atleta non è solo giungere al traguardo, ma farlo nel minor tempo possibile, e il fine di una composizione musicale non è giungere alle sue note finali, ma far cogliere l'intera sinfonia, così un'eventuale operatività del Principio antropico ricorderebbe che la finalità del cosmo giace in ogni momento della sua esistenza (cfr. Harris, 1991, p. 168).

Quando l'argomentazione viene condotta fino a tale livello, confluendo di fatto nella tesi del SAP, ci si muove ormai sul terreno filosofico e non più scientifico. L'argomento dal Disegno che ne deriva non possiede, va sottolineato, alcuna valenza necessariamente teista, ma punta semplicemente ad una "mente". Lo provano le molteplici riflessioni di scienziati che si assumono l'onere di ripercorrere l'itinerario del Principio antropico cercando di mantenersi il più possibile aderenti alle osservazioni. Quella di Freeman Dyson è abbastanza eloquente: «Dall'esistenza di queste coincidenze fisiche ed astronomiche ricavo la conclusione che l'universo è un luogo straordinariamente ospitale, come possibile *habitat* di creature viventi. E poiché sono uno scienziato abituato ai modi di pensiero e al linguaggio del ventesimo secolo, e non a quello del diciottesimo, non affermo che l'architettura dell'universo dimostra l'esistenza di Dio. Affermo soltanto che l'architettura dell'universo è coerente con l'ipotesi che la mente abbia un ruolo essenziale nel suo funzionamento» (Dyson, 1979, pp. 290-291). Un ulteriore passaggio concettuale starebbe nel valutare l'effettiva coerenza filosofica del rimando ad una mente che, pur riconoscendo che possiede il "progetto" dell'universo, non si riconosca distinta dall'universo stesso, e dunque immanente ad esso (→ LEGGI NATURALI, III.4; PANTEISMO, III.2). In questa sede basterà chiarire che tale rimando non conduce necessariamente al Logos cristiano, sebbene, fatte salve opportune condizioni, è certamente compatibile con esso.

3. *Principio antropico e teologia cristiana della creazione.* Per la Rivelazione giudeo-cristiana l'intero universo, con tutta la ricchezza della sua fenomenologia e delle sue forme, risponde ad un unico progetto di Dio inaugurato con la → creazione. Effetto intenzionale di una parola personale, l'universo si presenta intelligibile e dialogico; il suo sviluppo nel tempo non è affidato ad una cieca casualità, ma è il risultato di una razionalità riconducibile ad una semplicità originaria, che ha in Dio la sua Causa prima e la sua Causa finale. L'origine della vita è frutto della Sua volontà creatrice, e mira alla comparsa della vita intelligente come al suo apice. La persona umana gode della speciale dignità di essere immagine e somiglianza di Dio, ed è perciò capace di

riconoscere il Creatore attraverso la conoscenza delle Sue opere. La maggiore dignità della creazione si realizza nell'Incarnazione, dove la natura umana, risultato finale dell'opera creatrice, viene assunta da Dio stesso nella Persona del suo Verbo (→ GESÙ CRISTO, RIVELAZIONE E INCARNAZIONE DEL LOGOS, II).

Il rapporto fra l'uomo ed il creato viene così riassunto da un passo della *Gaudium et spes*: «L'uomo sintetizza in sé, per la sua stessa condizione corporale, gli elementi del mondo materiale, così che questi attraverso di lui toccano il loro vertice e prendono voce per lodare in libertà il Creatore» (n. 14). Non è difficile notare che una simile prospettiva teologica è certamente in accordo non solo con i dati scientifici che rilevano l'esistenza di un certo numero di condizioni biotiche, ma anche con quelle formulazioni filosofiche del Principio antropico che ne mettono in luce una possibile lettura finalistica. Purché - va precisato - si tratti di un finalismo capace di rimandare ad una fonte di razionalità, ad un *Logos*, che non si identifichi con l'universo stesso, ma lo trascenda; e purché il modo con cui l'uomo si riconosce voce delle creature, che trovano in lui il coronamento cosciente della loro lunga storia evolutiva, sia segno della sua libertà e non di una cieca necessità. Al tempo stesso, questo accordo fra le due prospettive, teologica e scientifica, non costituisce alcuna "dimostrazione scientifica" dell'esistenza di un Creatore personale. Si tratta solo di una semplice *consonanza*: condizioni biotiche e Principio antropico sono *consistenti* con quanto la teologia della creazione dice, ma non viene loro affidato l'onere di fondarne la credibilità in modo logico-dimostrativo. Vediamone il motivo.

Se l'universo ha una Causa prima trascendente, che ne determina i caratteri costitutivi e ne guida l'evoluzione fisico-chimica come Causa finale, allora l'analisi delle scienze rivelerebbe ciò che di fatto si osserva: un cosmo con delle proprietà stabili ed intelligibili; la sua riconducibilità ad una certa razionalità interpretativa che lo unifica come effetto di un'unica causa; la presenza di condizioni necessarie ad ospitare la vita; tempi lunghi per consentirne l'evoluzione, e così via. Non è vero però il contrario: l'osservazione di queste delicate condizioni, *necessarie ma non sufficienti* allo sviluppo della vita non rivela da sola, con i soli metodi della scienza, l'esistenza di un Creatore. Ciò che sul piano filosofico e metafisico si presenta con il carattere di una finalità intenzionale, e su quello teologico si rivela come fonte di senso e con il carattere di un dono, sul piano proprio dell'analisi empirica può manifestarsi con la forma di una razionalità o di una coerenza fisico-matematica.

Ciò non vuol dire che uno scienziato non possa utilizzare l'evidenza di questa coerenza come sostegno alla credibilità della sua → fede in un Creatore, ma solo che tale impiego richiede una successiva astrazione filosofica, al di sopra dei dati empirici, che egli può mettere in relazione con altri motivi di credibilità, interni od esterni, propri della fede religiosa. Questo è il motivo per cui, partendo dagli stessi dati, quegli scienziati che non compiono tale astrazione giungono solo a concludere l'esistenza di una "mente cosmica", di un'intelligenza immanente con la quale è solo la matematica a poter dialogare, non la persona umana. Questa totale identità fra Dio e il mondo è conosciuta dalla filosofia e dalla teologia con il nome di → panteismo.

Di converso, le obiezioni che negano significanza scientifica ai dati associati al Principio antropico (vedi *supra*, III.2), non costituiscono per questo una negazione "scientifica" dell'esistenza di un Creatore, trattandosi - come abbiamo cercato di mettere in luce - di interpretazioni svolte in sede filosofica, non empirica, e non esenti da assunzioni di tipo apriori, più o meno dichiarate. In particolare, neanche il ricorso ad una molteplicità di universi, invocato per giustificare l'esistenza di condizioni antropiche del nostro universo, implica che la comparsa dell'uomo debba essere considerata un epifenomeno casuale. Non lo implica da un punto di vista strettamente scientifico, in quanto universi appartenenti a regioni spazio-temporali "non connesse" non sarebbero oggetto di una fisica o di una statistica consistenti, fondate sul metodo sperimentale. E nemmeno da un punto di vista filosofico, poiché nulla vieta che molteplici universi, in uno dei quali compaia la vita, appartengano tutti ad un medesimo progetto creativo. Sostenere un modello di *many-worlds* come unica possibile giustificazione dell'idoneità biologica del nostro universo, manifesta piuttosto la difesa di una filosofia che mantenga ad ogni costo un'interpretazione casuale della vita. Sull'altro fronte, considerare la comparsa dell'uomo come il risultato inevitabile, in un unico cosmo, di un'evoluzione immanente che neghi ogni progettualità divina trascendente, è anch'essa una prospettiva filosofica apriori, in quanto non vi sono evidenze scientifiche, come già osservato, che le condizioni necessarie per l'origine della vita siano anche condizioni sufficienti per la comparsa della vita intelligente.

Riassumendo, riteniamo che la maggior rilevanza del Principio antropico nel terreno del dialogo fra scienze e religione stia proprio nel fatto di fornire al ricercatore degli elementi di riflessione sui perché ultimi del reale, sullo stesso mistero dell'essere. Prendendo l'avvio da osservazioni di natura scientifica, egli si interroga nuovamente sul ruolo dell'uomo nel cosmo con domande di tipo filosofico e sapienziale e, pertanto, capaci di coinvolgerlo sotto l'aspetto esistenziale e religioso. La scienza non è nuova alla possibilità di suscitare domande "ultime" dall'interno del suo metodo, anche se percepisce l'incapacità di darne risposta esauriente con i soli strumenti empirici o logico-matematici (→ MISTERO, IV). Gli elementi di riflessione offerti dal Principio antropico appaiono, da questo punto di vista, fra i più stimolanti per la globalità del contesto in cui si manifestano, che non è più semplicemente quello di una scienza fra le altre, bensì quello della cosmologia fisica, protesa nel suo desiderio di fare dell'intero universo un unico oggetto di intelligibilità.

V. Principio antropico e cristocentrismo teologico

1. *Unità e coerenza del cosmo in prospettiva cristocentrica.* Un aspetto centrale della teologia cristiana della creazione è riconoscere nell'Incarnazione del Figlio di Dio, più precisamente nel disegno del Padre di ricapitolare/riconciliare a Sé in Cristo tutte le cose, il più importante principio di coerenza e di unità di tutto il creato. Tale capitalità non agisce in virtù della sola Incarnazione, ma in forza dell'intero mistero pasquale di Gesù Cristo, morto e risorto (→ MISTERO, II.2). La gloria del Cristo risorto viene pertanto presentata dalla Sacra Scrittura come compimento delle aspettative dell'intero creato e come inizio di una nuova creazione. Sul fondamento biblico degli inni cristologici paolini (cfr. *Ef* 1,3-10; *Col* 1,15-20) e della dottrina giovannea della mediazione del Verbo nella creazione (*Gv* 1,1-4; cfr. anche *Eb* 1,2-3), la teologia ha espresso in vari modi tale

capitalità di Cristo risorto, rileggendo in chiave cristologica quella capitalità antropologica che già l'uomo presentava nel panorama della creazione genesiaca, come apice di un moto ascendente che dalle forme viventi più semplici conduceva fino alla creazione dei progenitori. La posizione di Cristo nel creato rivela e riscatta la posizione del primo uomo nei piani di Dio. A questa prospettiva teologica, presente in diverse epoche storiche dalla patristica fino ai nostri giorni, è stato dato il nome di «cristocentrismo». Ci si potrebbe allora chiedere se quanto segnalato dal Principio antropico in merito alla centralità della vita e dell'uomo nell'universo contenga qualche punto di collegamento con la prospettiva cristocentrica, nella quale l'antropologia teologica trova come il suo compimento; e, di converso, chiedersi ugualmente se una prospettiva teologica cristocentrica possa servire a gettare luce sulla coerenza e sul significato di quel creato che è anche oggetto di studio delle scienze naturali. A questa seconda implicazione è stata già offerta qualche risposta in altro luogo di quest'opera (→ GESÙ CRISTO, RIVELAZIONE E INCARNAZIONE DEL LOGOS, III).

Il fatto che, parlando di Gesù Cristo, la Scrittura affermi che «tutte le cose sono state create per mezzo di lui e in vista di lui», ed inoltre che «Egli è prima di tutte le cose e tutte sussistono in lui» (Col 1,16-17) aveva già condotto Duns Scoto (1265 ca.-1308) a suggerire che Cristo, Verbo incarnato, fosse il primo dei predestinati, cioè il fine intenzionale del Padre nel creare l'universo. L'Incarnazione non è vista dal Maestro medievale come la dignificazione o il coronamento della creazione (fine rilevante), che insieme alla redenzione dell'umanità (fine sanante) costituirebbero i due scopi della volontà creatrice di Dio. Cercando di superare l'*impasse*, proprio della sua epoca, di un confronto fra i "due fini dell'Incarnazione", Scoto afferma che l'Incarnazione del Verbo è piuttosto la ragione fondante della creazione stessa: Dio non avrebbe voluto Cristo per l'universo, ma *l'universo per Cristo*. Pur avendo il merito di porre nuovamente l'accento sul rapporto fra Cristo e la creazione, la prospettiva cristocentrica di Scoto aveva però il limite di porre al centro del disegno divino l'Incarnazione in quanto tale e non il mistero pasquale di Cristo risorto, che è ciò che l'Apocalisse presenta con i caratteri dell'Alfa e dell'Omega (cfr. Ap 1,8; 21,6; 22,13), soggetto di una mediazione che opera sia nel principio che nella fine.

L'associazione del mistero di Cristo, centro e compimento della creazione, con un punto Omega verso cui la storia del cosmo tenderebbe, è stata riproposta da Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955), che rilegge l'evoluzione cosmologica e biologica, dalla materia alla vita, dalla vita all'uomo, e dall'uomo a Cristo, come un grandioso processo ascendente che realizza la definitiva capitalità di Cristo su tutte le cose: «al posto del vago focolaio di convergenza richiesto quale termine di questa evoluzione, ecco manifestarsi ed insediarsi la realtà personale e definita del Verbo incarnato, in cui tutto assume consistenza. La Vita per l'Uomo. L'Uomo per il Cristo. Il Cristo per Dio» (*L'avenir de l'homme*, 1959 postumo, in *Inno all'universo*, Brescia 1992, p. 61). Non sorprende, pertanto, che l'opera di Teilhard sia implicitamente (e talvolta esplicitamente) presente in numerose presentazioni del Principio antropico, specie da parte di scienziati credenti (cfr. Coyne et al., 1987), ed abbia ispirato le riflessioni di Barrow e Tipler (1986) sul destino finale dell'universo (cfr. cap. 10), dando così origine alla formulazione di un Principio antropico finale (FAP). Queste ultime sono tuttavia assai poco convincenti e sottendono una visione riduzionista dell'uomo e della vita, ove è l'informazione ad ereditare il destino finale di un'eterna presenza nel cosmo. Negli anni successivi, Barrow non ha più ripreso questa linea di pensiero, mentre Tipler ha inteso svilupparla in modo ancor meno convincente e filosoficamente fantasioso e maldestro (cfr. Tipler, *La fisica dell'immortalità*, Milano 1995). In realtà, per quanto ci risulta, il pensiero originario di Teilhard non conteneva una visione riduzionista della vita, né l'idea di un finalismo determinista che guidasse con necessità assoluta verso l'Incarnazione l'intero cosmo, fino a farne assumere panteisticamente i caratteri divini: «Non è forse esattamente la controprova che ci attendevamo per confermare la presenza, in cima al mondo, di ciò che abbiamo chiamato Punto Omega? O per lo meno, formula più esatta, "per confermare la presenza, in cima al mondo, di un qualche cosa di ancora più elevato, nella linea del Punto Omega". Questo per rispettare la tesi teologica del "soprannaturale", tesi secondo la quale il contatto unificatore abbozzato *hic et nunc* tra Dio e il mondo raggiunge una superintimità e pertanto una supergratuità alla quale l'uomo non poteva pensare né pretendere in virtù delle sole esigenze della sua "natura"» (*Le phénomène humain*, 1938, tr. it. Milano 1968, p. 406). Ma la suggestione e la grandiosità della visione teilhardiana di un finalismo teso verso Cristo-Omega spiega l'attrazione che il pensatore francese eserciterà su molti autori, che ne trarranno ispirazioni per contesti anche ben distanti dalla fede cristiana. Da parte sua, Teilhard aveva sottostimato la mediazione che Cristo esercita "al principio", e non offrì, anche per l'indole dei suoi scritti, un pensiero compiuto sul rapporto di continuità/discontinuità fra prima e nuova creazione, nel cui raccordo giace, a qualche livello, anche il mistero del peccato dell'uomo (per una breve valutazione del pensiero teilhardiano in proposito, → GESÙ CRISTO, RIVELAZIONE E INCARNAZIONE DEL LOGOS, III.2).

2. *Paradosso del cosmo e mistero di Cristo*. Al di là dei tentativi di Scoto e di Teilhard, cosa può aggiungere una prospettiva teologica cristocentrica al dialogo fra scienze e teologia sul terreno del Principio antropico? Una teologia della creazione che intendesse ravvedere una "sintonia" o una "consonanza" fra i suggerimenti recati dal Principio antropico e la visione dinamica di una creazione divina che tende alla comparsa dell'uomo (vedi *supra*, IV.3), potrebbe a nostro avviso esprimere il medesimo giudizio di accordo anche quando riferito ad una lettura cristocentrica, e non più solo antropocentrica, della creazione. Allo stesso modo con cui il Principio antropico non potrebbe dimostrare, sul piano delle scienze, che la comparsa dell'uomo risponde ad una legge immanente ed ineluttabile, ancor più non potrebbe mostrarlo in riferimento all'Incarnazione del Verbo. Se è vero che Dio abbia voluto il mondo per Cristo, ciò appartiene al *mistero del Padre* e ad un'intenzionalità creatrice cui né il dato scientifico, né un utilizzo filosofico forte (aprioristico) del Principio antropico possono accedere. Ciononostante, rileggere una "consonanza" fra teologia e scienze in chiave cristocentrica e non solo antropocentrica potrebbe certamente rivelare dimensioni insospettite del dato biblico: la «sussistenza di tutte le cose» in Cristo ed una creazione fatta «in vista di Cristo» apparirebbero qualcosa di ancor più coerente ed unitario anche dal punto di vista della realtà materiale, cui la natura umana del Verbo incarnato partecipa e che in qualche modo ricapitola. Ne deriverebbero suggerimenti per la cristologia che andrebbero approfonditi con ponderazione, ma che si gioverebbero dell'allargamento di orizzonti recato dalla cosmologia contemporanea. «Può una prospettiva evoluzionistica - si chiedeva Giovanni Paolo II - contribuire a far luce sulla teologia

antropologica, sul significato della persona umana come *imago Dei*, sul problema della cristologia - e anche sullo sviluppo della dottrina stessa? Quali sono, se ve ne sono, le implicazioni escatologiche della cosmologia contemporanea, specialmente alla luce dell'immenso futuro del nostro universo?» (*Lettera al Direttore della Specola Vaticana*, 1.6.1988, OR, 26.10.1988, p. 7)

Proprio in merito a questo "futuro", riteniamo che esista uno specifico contributo anche del cristocentrismo teologico alla nuova visione del cosmo recata dal Principio antropico. Questo Principio si imbatte infatti in un paradosso: quello di un universo che viene riconosciuto "sintonizzato" sui parametri necessari alla vita (WAP), o anche dichiarato finalizzato alla comparsa dell'uomo (SAP), ma un universo in cui la "finestra di opportunità" per la sussistenza della vita e dell'uomo resta straordinariamente piccola. L'evoluzione termodinamica del sole non consentirà alla biosfera terrestre di mantenere perennemente i favorevoli parametri di temperatura, di umidità o di pressione che rendono oggi possibile la sopravvivenza, ma finirà col condizionare in modo irreversibile le condizioni necessarie per la vita, impedendone la continuazione. Sebbene ciò accadrà su una scala di tempo piuttosto lunga se comparata all'intervallo di tempo individuato dall'origine della specie umana (però comparabile con quello individuato dalla comparsa della vita sul pianeta), si tratta di un tempo assai breve rispetto alla storia del cosmo, essendo quest'ultimo ancora assai giovane (lo mostra la sua composizione chimica globale), suscitando pertanto il radicale interrogativo sul perché l'universo contenga in sé, fin dalla sua genesi, le chiavi di un'opportunità che sarebbe poi destinata a terminare ben presto. A cosa sarebbe servito questo "sforzo evolutivo", questa delicata azione di fragili equilibri, se poi la → vita è destinata a spegnersi su scale di tempo ben più brevi di quelle dell'esistenza futura della materia inanimata? Anche la possibilità che la vita sia sorta su pianeti attorno a stelle diverse dal sole (→ COSMO, OSSERVAZIONE DEL, II), lascerebbe irrisolto il paradosso, perché le condizioni generali di stabilità delle galassie (evoluzione stellare al loro interno) e del cosmo nel suo insieme (espansione cosmologica) limitano comunque le condizioni favorevoli alla vita in intervalli di tempo ben circoscritti.

È dal mistero del Cristo risorto e dal suo rapporto con l'intera creazione che tale paradosso potrebbe ricevere qualche luce. Un universo creato per mezzo di Cristo e in vista di Cristo ne conterrebbe, per analogia, la medesima logica di morte e di resurrezione. In un universo cristocentrico la vita e la materia sono destinate a trasfigurarsi, come il corpo di Cristo risorto (→ RESURREZIONE, VI). Una finestra di opportunità per la vita, di condizioni assai limitate nel tempo, non sarebbe contraddittoria con il dato di un cosmo regolato o sintonizzato per favorirne il suo sorgere, perché nel progetto del Creatore tale universo riprodurrebbe la stessa logica del mistero pasquale. È questa una risposta che la fede, non la scienza, può offrire al paradosso, ma che mantiene una coerenza di fondo con quanto la teologia asserisce in merito ad una creazione compresa in prospettiva cristocentrica, rispondendo a quanto la scienza non potrebbe dire da sola. Al tempo stesso, l'esistenza di quel paradosso può dimostrare l'insufficienza, in sede sia scientifica che filosofica, dell'idea che il Principio antropico forte sia espressione di una super-legge totalizzante e determinista, di una mente immanente al cosmo stesso, perché in questo caso l'enorme sforzo evolutivo resterebbe davvero contraddittorio.

Riteniamo che la portata certamente straordinaria di tali interrogativi manifesti in fondo l'estensibilità, a livello cosmologico, della domanda esistenziale di fondo della vita umana: perché la → morte? Tale domanda pare assumere ora una fisionomia nuova, capace di coinvolgere l'universo nel suo insieme (→ CREAZIONE, VI). L'analisi scientifica può spiegare le modalità con cui questo avverrà, sia a livello personale che cosmico, ma non è in grado di liberare l'uomo dall'idea che nell'evento della morte e nel destino apparentemente ineluttabile della vita nel cosmo, sia contenuta una contraddizione da sanare. Ma forse, proprio per questo, l'intima percezione di tale disagio può renderlo più attento all'ascolto delle parole del Salmista: «se guardo il cielo, opera delle tue dita, la luna e le stelle che tu hai fissate, che cosa è l'uomo perché te ne ricordi, e il figlio dell'uomo perché te ne curi?» (*Sal* 8,4-5).

Giuseppe Tanzella-Nitti

Vedi: Cosmologia; Finalità; Leggi naturali; Universo.

Bibliografia:

Sul Principio antropico (aspetti scientifici e filosofici): P.A.M. DIRAC, *The Cosmological Constants*, "Nature" 139 (1937), p. 323; R.H. DICKE, *Dirac's Cosmology and Mach's Principle*, "Nature" 192 (1961), pp. 440-441; B. CARTER, *Large Number Coincidences and the Anthropic Cosmological Principle*, "Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data", a cura di M.S. Longair, Reidel, Dordrecht 1974, pp. 291-298; B. CARR, M. REES, *The Anthropic Principle and the Structure of the Physical World*, "Nature" 278 (1979), pp. 605-612; F. DYSON, *Turbare l'universo*, Boringhieri, Torino 1979; G. GALE, *Il principio antropico*, "Le Scienze" 15 (1982), n. 162, pp. 62-73; J. BARROW, *Anthropic Definitions*, "Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society" 24 (1983), pp. 146-153; A. MASANI, *Il Principio Antropico fra cosmologia e riflessione umanistica*, "Giornale di Astronomia" 10 (1984), pp. 241-260; J. BARROW, F. TIPLER, *The Anthropic Cosmological Principle*, Clarendon Press, Oxford 1986; J. LESLIE, *The prerequisites for Life in our Universe*, in "Newton and the New Direction in Science", a cura di G. Coyne et al., Specola Vaticana, Città del Vaticano 1988, pp. 229-258; F. BERTOLA, U. CURI (a cura di), *The Anthropic Principle*, Cambridge Univ. Press, Cambridge 19932; J. GRIBBIN, M. REES, *Cosmic Coincidences*, Bantam Books, London - New York 1989; J. LESLIE, *Universes*, Routledge, New York 1989; R. SWINBURNE, *Argument from the Fine-Tuning of the Universe*, in "Physical Cosmology and Philosophy", a cura di J. Leslie, Macmillan, New York 1990, pp. 154-173; J. DEMARET, D. LAMBERT, *Le principe anthropique. L'homme est-il le centre de l'Univers?*, Armand Colin, Paris 1994; A. MASANI ET AL., *Il Principio antropico: un principio attuale?*, "Nuova Secondaria" 13 (1995), n. 4, pp. 23-43; J. LADRIÈRE, *Le Principe Anthropique*.

L'homme come être cosmique, "Cahiers de l'Ecole des Science Philosophiques et religieuses", Faculté de Saint-Louis (Bruxelles), 2 (1987), pp. 7-31; W.L. CRAIG, J. BARROW, F. TIPLER, *On the Anthropic Principle vs. Divine Design*, "British Journal of Philosophy of Science" 39 (1988), pp. 389-395; G. COYNE, A. MASANI, *Il Principio Antropico nella scienza cosmologica*, "Civiltà Cattolica" 140 (1989), III, pp. 16-27; E. HARRIS, *Cosmos and Anthropos*, Humanity Press, London 1991; E. HARRIS, *Cosmos and Theos: Ethical and Theological Implications of the Anthropic Cosmological Principle*, Humanity Press, London 1992; S. MURATORE, *Il Principio Antropico fra scienza e metafisica*, "Rassegna di Teologia" 33 (1992), pp. 21-48; pp. 154-197; pp. 261-300; A. REBAGLIA, *Critica della ragione metascientifica. Argomenti antropici e spiegazioni scientifiche*, F. Angeli, Milano 1996; J. ZYCINSKI, *The Philosophical Aspects of the Weak Anthropic Principle*, in "Beyond Conflict and Reduction: Between Philosophy, Science and Religion", a cura di W. Desmond, J. Steffen, K. Decoster, Leuven Univ. Press, Leuven 2001, pp. 96-115.

Altre opere: L.R. WARD, *God and the World Order. A Study of Ends in Nature*, Herder, St. Louis 1961; R. HULBURTT, *Hume, Newton and the Design Argument*, Univ. of Nebraska Press, Lincoln 1965; W.L. CRAIG, *The Cosmological Argument from Plato to Leibniz*, Macmillan, London 1990; J. MERLEAU-PONTY, *La cosmologie, le point de vue du philosophe*, in "La cosmologie moderne", a cura di H. Andriolat et al., Masson, Paris 1984, pp. 9-37; G. COYNE, M. SALVATORE, C. CASACCI (a cura di), *L'uomo e l'universo. Omaggio a P. Teilhard de Chardin*, Specola Vaticana, Città del Vaticano 1987; G. TANZELLA-NITTI, *Cosmologia fisica e teologia nel dibattito interdisciplinare contemporaneo*, in "Teologia e Scienze nel mondo contemporaneo", Massimo, Milano 1989, pp. 255-275; P. DAVIES, *La mente di Dio*, Mondadori, Milano 1993; S. MURATORE, *L'evoluzione cosmica e il problema di Dio*, AVE, Roma 1993; P. DAVIES, *Il cosmo intelligente. Le nuove scoperte sulla natura e l'ordine dell'universo*, Mondadori, Milano 1994; G. BIFFI, *Approccio al cristocentrismo*, Jaca Book, Milano 1994; J.M. TEMPLETON (a cura di), *Evidence for Purpose. Scientists Discover the Creator*, Continuum Press, New York 1994; A. MASANI, *La cosmologia nella storia fra scienza, religione e filosofia*, La Scuola, Brescia 1996; W.A. DEMBSKI (a cura di), *Mere Creation. Science, Faith & Intelligent Design*, InterVarsity Press, Downers Grove (IL) 1998; W.A. DEMBSKI, *Intelligent Design. The Bridge between Science & Theology*, InterVarsity Press, Downers Grove (IL) 1999; M.J. BEHE, W.A. DEMBSKI, S.C. MEYER, *Science and Evidence for Design in the Universe*, Ignatius Press, San Francisco 2000.