

Cosmologia e domanda su Dio: più vicine la scienza e la teologia?

G. Tanzella-Nitti
Pontificia Università della Santa Croce, Roma
Facoltà di Teologia

Publicato su “Nuova Civiltà delle Macchine” 15 (1997), pp. 287-296

Fra i suoi ricordi personali, Enrico Fermi narra un episodio che lo colpì profondamente. In una sera d'estate, mentre era all'aperto, ascoltava le voci di alcuni contadini poco distanti. Il contadino italiano — commentava lo scienziato — parla di rado e prende la parola solo per dire cose opportune, sensate e qualche volta sagge. In quella notte senza luna e piena di stelle, un grosso contadino disteso sul prato, con gli occhi rivolti verso il cielo, rompe il silenzio quasi obbedendo ad una ispirazione profonda ed esclamò: «Che bel cielo... e pensare c'è chi dice che Dio non esiste»¹.

Non è una novità che la teologia venga chiamata in causa dall'osservazione dell'universo. Oggi ciò avviene sulla scia di una provocazione intellettuale capace di far riaffiorare la domanda su Dio in alcune tematiche della cosmologia contemporanea, specie quelle il cui impatto culturale è maggiormente avvertito dal grande pubblico. Non è una novità perché nella storia della cultura umana discorso su Dio e discorso sul cosmo si sono incontrati più volte. Basti pensare al fatto che la radice stessa del nome comune «dio» deriva dal sanscrito *dyauh* che vuol dire cielo o luce del giorno (qualcosa di simile accade nei termini latini *dies* e *deus*). In molte religioni naturali l'etimologia del nome che qualifica l'Essere Supremo significa più o meno «colui che abita nei cieli». Uno dei popoli primitivi che ancor oggi popolano una zona dell'Australia lungo il corso dell'Herbert River, si dirige con un culto monoteista al Dio Kohin, il cui nome vuol dire «colui che abita nella Via Lattea». Il cielo rappresenta il luogo naturale della trascendenza perché della trascendenza indica gli attributi più intuitivi come l'incommensurabilità e l'infinita distanza. Anche nel linguaggio comune l'aggettivo «celeste» è sinonimo di «divino». Le torri delle cattedrali, come i telescopi, puntano entrambi verso il cielo. Nella tradizione giudeo-cristiana i riferimenti al cosmo presenti nella Scrittura sono numerosi, sebbene con la prospettiva di prendere le opportune distanze dal politeismo dei popoli limitrofi e mostrare l'assoluta dipendenza dei corpi celesti da un unico Dio creatore del cielo e della terra².

Con la nascita della filosofia, l'incontro tra Dio e l'Universo continua. In un frammento di una delle sue opere perdute, Aristotele affermava che filosofi più antichi di lui avevano derivato la nozione di Dio da due fatti: l'osservazione del moto ordinato degli astri e l'esperienza della propria anima³. E un pensatore come Kant ci avrebbe offerto duemila anni dopo una riflessione assai simile, quando affermava che due cose non avrebbero mai cessato di stupirlo, il cielo stellato sopra di noi e l'esistenza di una legge morale dentro di noi.

Dio e l'universo: la novità della cosmologia contemporanea

Uno sguardo ai libri di divulgazione scientifica apparsi negli ultimi anni ci mostrerebbe facilmente che *discorso sul cosmo* e la *nozione di Dio* sono ancora legati. Non pochi scienziati professionisti sono stati autori di opere divulgative o di riflessione filosofica sulla scienza dai titoli: *Dio e la nuova fisica*, *Dio e i cosmologi*, *La mente di Dio*, *Al di là del Big Bang: Dio e la cosmologia*, *La particella di Dio*, ecc.⁴. In molte altre opere, sebbene il termine *God* non appaia esplicitamente nel titolo, esso trova posto nell'indice analitico: conquistatosi inaspettatamente uno spazio fra *geometry* e *Grand Unified Theories*, gli si dedicano ora numerosi rimandi.

L'interesse con cui il grande pubblico segue oggi questi argomenti è però direttamente proporzionale alla vastità e alla difficoltà dei temi coinvolti. Per rispondere ad esempio ad una domanda come «Dio e l'Universo: più vicine la scienza e la fede?» occorrerebbe sapere bene cosa vogliono dire i quattro termini in questione, cioè Dio, Universo, scienza e fede. Non è superfluo notare che, in quanto a difficoltà di lavoro, lo scienziato ed il teologo si assomigliano un po' poiché ambedue devono trattare un oggetto estremamente impegnativo da concettualizzare. Il cosmologo, infatti, deve parlare del cosmo sapendo che le nostre osservazioni sono limitate all'interno di quel ristretto cono di luce *time-like* che ci separa dalla singolarità iniziale, rendendo così problematica la definizione di cosa sia l'intero universo; ma anche il teologo si vede obbligato a parlare con parole umane di Colui che è infinitamente trascendente: il suo linguaggio su Dio — secondo una nota espressione di Tommaso d'Aquino — è più adeguato a dire quello che Dio non è, di quanto non lo sia per dire ciò che Dio è.

Tornando al tema del confronto fra la domanda su Dio e l'osservazione dell'universo, non sarebbe difficile trovare nel XVII o XVIII secolo dei libri con titoli simili a quelli precedentemente citati. La letteratura apologetica inglese, si pensi ad autori come furono R. Boyle, J. Ray, W. Derham o S. Clarke, assai più imparentata con il *deismo* di quanto lo fosse con l'autentico Dio cristiano, ne offrì a suo tempo diversi esempi. L'opera di Derham *Astro-theology, or a demonstration of the Being*

and Attributes of God from a Survey of the Heavens (1726), oppure quella di Ray, *Three Physico-Theological Discourses* (1693), che conobbero varie successive edizioni, sono solo due fra le tante.

Eppure, assieme ad una certa continuità con il passato, vi è oggi *un elemento di assoluta e sostanziale novità*: la scienza si pone oggi di fronte all'universo *nella sua globalità*. La scoperta del flusso di Hubble, quella del fondo di radiazione cosmica, la riuscita applicazione della nucleosintesi degli elementi chimici nella spiegazione dell'evoluzione stellare, le reciproche conferme fra gli scenari della microfisica e quelli dell'astrofisica, le odierne teorie di grande unificazione e le loro conferme sperimentali nelle energie finora accessibili ai nostri acceleratori, forniscono oggi una base sufficiente per trattare l'universo in un quadro fortemente unitario, come un oggetto che risponde alla medesima logica su larga scala. Si tratta di un quadro essenzialmente evolutivo: esiste un'unica storia capace di legare il passato ed il futuro, capace di associare ciò che avviene su scala locale con ciò che avviene, oppure è già avvenuto, su scala cosmica.

Nella stessa linea di coerenza e di sintonia su larga scala si colloca la prospettiva recata dal Principio Antropico, il quale mostra che le costanti di natura ed un certo numero di proprietà fisiche *originarie* che determinarono e determinano la struttura e l'evoluzione dell'universo, sono anche le stesse a renderlo adatto ad ospitarvi la vita. Il cosmologo contemporaneo ingloba oggi anche la prospettiva del filosofo, perché può pensare all'universo come ad un unico oggetto di intelligibilità. La scienza cosmologica tende a divenire sempre più una scienza della totalità, fino a far sue quelle parole che troviamo nei *Pensieri* di Pascal «mediante lo spazio, l'universo mi circonda e mi inghiotte come un punto; mediante il pensiero, io lo comprendo»⁵.

Grazie a questa nuova situazione concettuale, la cosmologia contemporanea può quanto meno formulare, dall'interno del suo argomentare scientifico, domande che sembravano confinate solo nel dominio della metafisica: si pensi alla domanda sull'origine e sulla totalità del reale fisico, la domanda sul perché dell'intelligibilità delle leggi di natura, la domanda sul senso dell'evoluzione cosmica, la domanda sul significato dell'uomo nell'universo. Qui radica, a mio avviso, il motivo essenziale per cui la nozione di Dio sia tornata alla ribalta nell'ambito della cosmologia (in altri ambiti, come quello della biologia o della fisica, il discorso assumerebbe sfumature diverse, ma resterebbe in sostanza analogo). Il punto in questione è che sinora eravamo stati abituati ad associare soltanto a Dio la capacità di vedere l'universo come un oggetto unitario, qualcosa, diciamo, che Egli soltanto poteva abbracciare con un unico sguardo, perché uscito appunto dalle sue mani di Creatore. Oggi, secondo un progressivo itinerario concettuale, si è passati dal noto interrogativo di Einstein: «Ciò che realmente mi interessa è sapere quale scelta ha fatto Dio creando il mondo. Mi

interessano i pensieri di Dio, il resto sono dettagli», fino all'ambizioso programma di Hawking: «Il mio obiettivo è chiaro: una conoscenza completa dell'universo, comprendere se l'universo ha un significato e quale sia il nostro ruolo in esso». Non sorprende allora che l'autore di *Dal Big bang ai buchi neri*, si lanci a compiere anche l'ultimo passo...: «Se troviamo una risposta a queste domande ultime, questo sarebbe il definitivo trionfo della ragione umana, perché così conosceremo la mente di Dio»⁶.

È sufficiente questa constatazione per affermare che il rapporto fra cosmologia e teologia — o quello più ampio fra scienza e fede — sia giunto oggi ad un punto determinante? È arrivato davvero il momento di un chiarimento definitivo in favore dell'esistenza di un Creatore o contro di esso? Siamo davvero vicini a trovare una risposta conclusiva al progetto dell'universo, così da conoscere — come vorrebbe Steven Hawking — la mente di Dio?. Per rispondere a queste domande, e valutare se scienza e teologia siano oggi più vicine, ci limiteremo a discutere in questo nostro intervento solo due temi: il problema dell'inizio dell'universo e il dibattito associato al Principio Antropico.

La discussione sul problema dell'origine

Talvolta alcuni parlano del Big Bang in termini di una conferma della *creazione*: se l'età dell'universo è nota e limitata, ciò sarebbe sufficiente a postulare la presenza di un Creatore. Un'origine dei tempi, un *punto zero* al di là del quale non vi fosse né materia né spazio-tempo, ricorderebbe l'affermazione della teologia di una creazione dal nulla all'inizio del tempo. Buona parte del grande pubblico vede in questa possibile corrispondenza un punto di riavvicinamento fra scienza e fede. Si rende pertanto necessario un primo chiarimento epistemologico. Un'analisi più attenta mostrerebbe facilmente che parlare del *Big Bang* come di una conferma di ciò che la teologia chiama creazione, non è un'operazione né scientificamente, né teologicamente corretta.

Molti dei nostri modelli cosmologici, è vero, richiedono l'esistenza di una singolarità iniziale: sono le cosiddette singolarità *classiche*, associate a quelle soluzioni alle equazioni di campo gravitazionale della relatività generale, trovate da Friedmann nel 1922, e che prevedono un universo in espansione, appunto un Big Bang. Questa origine dello spazio-tempo, tuttavia, resta sempre un punto asintotico nelle nostre formulazioni fisico-matematiche, un punto di frontiera che non appartiene al dominio di definizione delle funzioni stesse. In quel punto, le funzioni non hanno un valore ignoto, ma semplicemente non sono definite, non esistono.

In prossimità di una singolarità gravitazionale anche le abituali categorie temporali vengono meno. La velocità con cui scorre il tempo viene determinata dalla densità della massa, e per di più incontriamo un *orizzonte* spazio-temporale che genera

una discontinuità nella scala dei tempi. Tutto ciò fa sì che un ideale avvicinamento ad una singolarità potrebbe durare anche un tempo infinito, rendendo così problematica la stessa idea di un inizio del tempo. Dire che l'età dell'universo è di circa 15 miliardi di anni non è dare una reale misura di durata, come quando diciamo, ad esempio, che un fossile ha un'età di 100 milioni di anni. Tutto l'intervallo dell'età del fossile giace entro una scala omogenea di tempo, mentre per l'intero universo non è così, in quanto un orizzonte separa i due estremi dell'intervallo, cioè l'origine e l'epoca attuale. In altre parole, quando si parla di *età dell'universo* si indica qualcosa di simile all'età anagrafica di un uomo, ma mentre per un essere umano il periodo di tempo dal suo concepimento alla nascita è di nove mesi, non possiamo sapere quanto sia durata la gestazione del cosmo. Se la nozione di inizio assoluto non è praticabile per la fisica, allora l'idea di un Big Bang non può essere utilizzata come dimostrazione dell'*origine dell'universo*, e perciò tanto meno come conferma di una creazione.

Se si associa l'idea di un inizio alla necessità di un Creatore, allora non sorprende che chi voglia prescindere suggerisca di non aver bisogno di Dio. A parte certi utilizzi in chiave anti-creazionista del modello di «stato stazionario»⁷, alternativa classica al Big Bang, in auge alcuni decenni fa, un riferimento esplicito contro la necessità di un Creatore lo troviamo nel 1963 nel libro di Bonnor *Universo in espansione*⁸. Nella variante al modello cicloidale che lì si propone, le fasi di oscillazione non attraversano più alcuna singolarità, e paiono eludere la necessità di un intervento di un «Creatore». Più recentemente, il modello proposto da Hartle ed Hawking nel 1983, reso noto al grande pubblico dal libro di Hawking *Dal Big Bang ai buchi neri*, consente di eliminare la dipendenza dal tempo operando un'opportuna trasformazione di coordinate: al tendere verso la singolarità iniziale, un ordinario spazio-tempo quadridimensionale ammetterebbe come limite una geometria tridimensionale, nella quale svanisce la coordinata temporale. In un simile universo, senza inizio, né fine, né condizioni al contorno, un Dio creatore, secondo Hawking, non avrebbe più nulla da fare⁹.

Infine, nel quadro delle teorie di grande unificazione, la quantizzazione della gravità può condurre alla formulazione di una funzione d'onda quantistica per l'intero universo, la cui nascita si ricondurrebbe ad una fluttuazione quantistica del vuoto, cioè ad una vera e propria *apparizione matematica dal nulla*. Dal punto di vista del nostro tema, è assai interessante notare che, grazie all'esoticità del modello in questione, questa stessa formulazione è stata utilizzata da alcuni come un modo per mostrare la plausibilità di una creazione *ex-nihilo*¹⁰, e da altri come dimostrazione del fatto che non vi sarebbe bisogno di nessuna creazione¹¹.

Riguardo al «problema dell'origine», cosa hanno dunque da dirsi teologia e scienza? Come premessa, vorrei notare che il problema dell'origine andrebbe

demitizzato. In molte opere di divulgazione, e forse nello stesso immaginario popolare, è forte la tentazione di pensare che, una volta compreso ciò che avvenne all'inizio, ciò sia sufficiente per comprendere tutto l'universo. Ma insistendovi troppo si corre il rischio di ritenere che la chiave dell'intera realtà sia nascosta in un punto, mentre essa va ricercata, tanto nel terreno fisico come in quello filosofico, su tutto l'orizzonte della storia e non in un punto soltanto. Chiarito questo aspetto di carattere *culturale*, il confronto interdisciplinare in merito al tema dell'origine deve tener conto di alcune considerazioni epistemologiche importanti. Proverò qui a riepilogarne alcune.

Il ruolo del Dio cristiano nella creazione del cosmo non è fissare le condizioni al contorno, né mettere in moto l'orologio del tempo. La teologia afferma che l'universo ha origine da Dio mediante un atto *trascendente*. La creazione è prima di tutto una *relazione*: essa non indica né un cambio, né un movimento. Così lo spiegava sette secoli fa Tommaso d'Aquino: «La creazione determina una entità nella cosa creata soltanto secondo la categoria della relazione; poiché ciò che è creato non viene prodotto per mezzo di un moto o di una mutazione (...). La creazione nelle creature non è altro che una certa relazione verso il Creatore, causa del loro essere»¹². Questa relazione, continua e fondante, indica la costante dipendenza di tutto ciò che non esisteva ed ora esiste — cioè il creato — da ciò che è sempre esistito — cioè il Creatore. Dire «questo mondo è creato» è molto di più che dire «questo mondo è cominciato». Si tratta di una *creatio ex nihilo*: niente materia, niente energia, niente spazio-tempo, niente leggi naturali, niente determinazione alcuna; una situazione, cioè, che ha come riferimento il nulla metafisico, non il vuoto fisico.

In termini più generali, la nozione teologica di una origine del tempo la si fa corrispondere alla stessa natura *creata* del tempo, così come ci viene consegnata da molte pagine dalla Scrittura, la più nota delle quali è l'inizio della Genesi: «In principio, Dio creò il cielo e la terra». Otto secoli prima di Tommaso d'Aquino, già sant'Agostino aveva segnalato, in polemica con i manichei, che non aveva senso parlare di un tempo *prima* della creazione, perché il tempo è esso stesso una creatura. Il tempo è indissociabile dal creato, dalla materialità delle cose, della cui mutazione e contingenza ne costituisce in qualche modo l'elemento di misurabilità. La concezione biblica del tempo è una concezione lineare. Essa manifesta una notevole originalità se paragonata con le concezioni in voga nelle culture dei popoli contemporanei di Israele. Per la filosofia greca non aveva senso chiedersi se il mondo (e quindi il tempo) avesse avuto un inizio: la storia era concepita ciclicamente, chiusa in se stessa. Nella cultura indiana ed orientale in genere la storia aveva poco valore: essa non trasporta alcuna informazione significativa perché tutto è destinato a riazzerarsi nella ruota dell'eterno ritorno. L'universo cristiano, che molti hanno erroneamente considerato in antitesi ad

un universo evolutivo, è in realtà, paradossalmente, l'unico universo dove il concetto di evoluzione può acquistare senso ed intelligibilità.

Un'ulteriore riflessione, questa volta di carattere filosofico, ancor prima che teologico, è che grazie alla natura «creata» del tempo, un universo *eterno* sarebbe ancora creato, così come lo sarebbe il tempo che ne scandisse la durata infinita. La causa della creazione è fuori del tempo, mentre sono i suoi effetti ad appartenere al tempo. Qui radica il motivo per cui il tempo, come spiegava ancora Tommaso d'Aquino, non può essere una *misura* del momento della creazione: «Si dice che le cose furono create all'inizio del tempo, non perché l'inizio del tempo sia misura dell'atto creativo medesimo: ma perché il cielo e la terra sono stati creati insieme col tempo. (...) Ora la creazione non è un moto e neppure termine di un moto»¹³. Dunque la necessità di una creazione, e quindi di un Creatore, non riguarda essenzialmente gli inizi. Per alcuni scienziati, una volta che l'universo ha cominciato ad esistere, il problema sarebbe concluso: ma questa visione, per la teologia, è del tutto insufficiente.

Al momento di un confronto fra scienza e teologia, in collegamento con l'impossibilità da parte della cosmologia di concettualizzare in termini rigorosi il problema dell'inizio del tempo, va anche ricordato che «una teoria del tutto» non pare praticabile: per fare della fisica c'è bisogno di quantità, di proprietà, di leggi, dell'*essere* e delle specifiche *formalità* della natura, cioè tutte cose che la scienza non crea ma riceve¹⁴. Si tratta di una constatazione sulla quale la maggior parte degli scienziati non avrebbe difficoltà a convenire, perché radicata in quel realismo epistemologico largamente condiviso e che porta il ricercatore a considerare la natura e le sue leggi non come puro frutto della propria immaginazione — rappresentazioni meramente convenzionali, equivalenti e sempre falsificabili — ma come manifestazioni, seppure approssimate e rivedibili, di un sostrato meta-fisico stabile (o se si preferisce *meta-scientifico*)¹⁵.

Il tema che qui si innesta a proposito delle «teorie del tutto» è di carattere certamente più vasto, ma merita essere accennato perché capace di mostrare in qual modo abbia ancora senso «un discorso o una domanda su Dio» anche alla luce della razionalità scientifica odierna¹⁶. Ritenere che gli unici asserti sensati siano quelli limitati ai «fatti» delle scienze naturali trattati all'interno di un rigoroso sistema formale, pare oggi difficilmente sostenibile. Non solo perché ciò è contrario all'esperienza esistenziale dell'uomo, per il quale continuano ad avere senso molti temi sui quali le scienze empiriche hanno poco o nulla da dire, ma soprattutto perché il progetto di confinare una conoscenza completa e coerente di tutta la realtà ai soli asserti della logica formale, in stretta corrispondenza con oggetti sensibili e misurabili, non è scientificamente praticabile. Non esiste la possibilità di costruire un sistema del genere con la capacità di autofondarsi. Esso si scontrerà sempre con due problemi

fisiologici: l'incoerenza logica dell'autoreferenzialità in un sistema aperto sul mondo reale e l'intrattabilità matematica di molti «fatti» delle scienze naturali. Se quest'ultimo problema è emerso con chiarezza solo in questo secolo (crisi del meccanicismo determinista e riconoscimento di fenomeni complessi), il primo si era presentato in diverse forme fin dall'antichità e sussiste fino ai nostri giorni (Euclide, Pascal, Poincaré, Gödel). Il sogno di Laplace di una fisica totalmente predicibile e quello di Russell di una matematica strumento assiomatico di ogni conoscenza, non sembrano più perseguibili. La matematica, per essere logicamente coerente, deve essere incompleta; la fisica, per descrivere in modo consistente un fenomeno, deve rinunciare a determinarlo.

Nel contesto epistemologico delle scienze naturali, la domanda su un Dio creatore che sia causa dell'essere e delle specificità formali della realtà naturale (cioè del perché il mondo è così come è e non altrimenti) non interferisce con la descrizione scientifica del cosmo, ma in qualche modo è da quest'ultima presupposta. La nozione di Dio non è più quella di un «tappabuchi», ma viene colta attraverso le categorie del «fondamento» e del «senso». L'affermazione di uno spazio concettuale per un discorso su Dio è consistente con l'evidenza che l'universo esiste, ed esiste con delle proprietà che la scienza non deduce dal suo metodo. Essenza ed esistenza (o, se si preferisce, *essere e natura*) sono due concetti metafisici che precedono e che fondano ogni determinazione formale osservabile: essi rendono possibile la scienza, ma la loro giustificazione è esterna al metodo scientifico¹⁷.

In conclusione, la verifica *scientifica* circa la necessità o meno di un Creatore a partire dai modelli cosmologici, si presenta come una questione priva di significato. Eppure, tutte quelle descrizioni e quei modelli sono compatibili con quanto la teologia afferma circa la dipendenza metafisica dell'universo da un Creatore personale, perché nessuno di essi può affrontare né risolvere compiutamente la domanda sulla causa dell'essere, sul motivo delle proprietà ontologiche della natura, sulla ragione ultima dell'esistenza della realtà.

Il Principio Antropico fra teologia e scienza

Un secondo tema di confronto fra scienza e teologia sul terreno della cosmologia contemporanea è rappresentato dal dibattito associato al cosiddetto «Principio Antropico». Come è noto, le osservazioni sviluppate negli ultimi decenni hanno contribuito a collocare l'uomo in una posizione privilegiata nell'evoluzione del nostro universo. Se l'enunciato del Principio Antropico nella sua forma *debole* riguarda una mera considerazione metodologica, nella sua forma *forte* pare invece contenere qualche risonanza finalistica: «I parametri fondamentali dell'Universo devono essere

tali da consentire, in qualche stadio della sua evoluzione, la creazione di osservatori al suo interno»¹⁸. I vari enunciati con i quali viene usualmente formulato il Principio Antropico intendono presentare ed organizzare, appunto con la forma filosofica di un *Principio*, un insieme di dati scientifici¹⁹. Ogni riflessione su una eventuale valenza teologica di tale principio dovrà dunque prendere le mosse dal significato schietto di quei dati.

Il nocciolo delle osservazioni alla base del Principio Antropico potrebbe riassumersi nel fatto che le costanti adimensionali di interazione delle quattro forze fondamentali, i cui valori numerici sono responsabili di regolare il rapporto reciproco di queste forze nella strutturazione e nell'evoluzione del cosmo, siano tali da consentire tutta una serie di delicati fenomeni, senza dei quali la vita nell'universo non sarebbe possibile. Il rapporto molto critico fra le grandezze di quelle costanti determina infatti un ritmo di espansione dell'universo che sia adatto alla formazione di galassie, regola la stabilità dei nuclei atomici più pesanti dell'idrogeno, la formazione di un'adeguata percentuale di elio nei primi istanti del Big Bang, la formazione di stelle con una sufficiente varietà di proprietà termodinamiche, la possibilità di avere esplosioni di supernovae con la conseguente diffusione interstellare del carbonio e la formazione di elementi più pesanti del ferro.

Altre coincidenze fisiche e numeriche, quali la relativa stabilità dei protoni, l'ottimale rapporto di massa esistente fra protone e neutrone, il rapporto numerico fra materia ed antimateria datosi nelle fasi iniziali dell'universo, ecc., coinvolgono parametri fisici ancora in collegamento con le precedenti costanti di interazione fondamentale. A ciò si potrebbe aggiungere l'esistenza di altre delicate circostanze, fra le quali ad esempio l'esistenza di un opportuno livello di eccitazione a 7,7 MeV nel nucleo di carbonio, che consente di sintetizzare il C¹² nonostante la brevissima vita media di un suo prodotto intermedio, il Be⁸; o l'opportuno valore della costante dielettrica dell'acqua che regola molti processi chimici legati alla vita. Una leggerissima variazione dei valori di queste grandezze in gioco, oltre ad originare un universo con una struttura e delle leggi drammaticamente diverse dalle attuali, sarebbe stata sufficiente ad interrompere la critica sequenza di fenomeni che, partendo dal Big Bang iniziale, ha condotto all'esistenza della fisica (pianeti attorno a stelle con equilibrio convettivo) e della chimica (elementi e composti di interesse biologico) necessarie alla vita.

In molte presentazioni scientifiche divulgative si è fatta strada l'ipotesi che il panorama precedentemente schizzato mostrerebbe la presenza di una *finalità*, di un disegno che governi l'evoluzione del cosmo: la plausibilità di un Creatore seguirebbe allora da vicino la plausibilità del Principio Antropico applicato all'interno di un unico e solo universo. L'associazione non parrebbe a prima vista offrire maggiori problemi al

teologo, in quanto l'armonia e l'ordine del cosmo hanno da sempre costituito un argomento classico della riflessione sull'esistenza di Dio. La sacra Scrittura colloca la persona umana nell'apice della creazione visibile, con interessanti paralleli cristologici, che presentano l'intera storia dell'universo diretta verso il mistero dell'Incarnazione. L'esistenza di Dio, dunque, secondo alcuni, starebbe in piedi o cadrebbe con la validità di tale *Principio*²⁰.

Ci troviamo dunque di fronte ad un riavvicinamento fra la teologia e la scienza, almeno in questo aspetto della cosmologia contemporanea, riscattando inaspettatamente la categoria della finalità dall'oblio in cui pareva averla destinata la scienza degli ultimi due secoli? Anche in questo caso, come per il tema dell'origine, per valutare se teologia e cosmologia abbiano qualcosa di significativo da dirsi in proposito, si fanno necessari alcuni nuovi chiarimenti epistemologici.

Viste dalla prospettiva della teologia, le osservazioni collegate alla formulazione del Principio Antropico non costituiscono alcuna *dimostrazione scientifica* della progettualità della creazione, né dell'esistenza di un Creatore, ma indicano invece ciò che potremmo chiamare una *consonanza* con la teologia della creazione. Vediamone il motivo.

Se l'universo ha un Creatore, causa prima delle sue proprietà fisiche e biologiche, e causa finale che ne guida l'evoluzione fisico-chimica, allora l'analisi delle scienze rivelerebbe ciò che di fatto si osserva: proprietà cosmiche stabili ed intelleggibili, una certa razionalità su larga scala che unifica l'universo come effetto di un'unica causa, vi sarebbero certamente condizioni fisiche e biologiche necessarie ad ospitarvi 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, con i soli metodi della scienza, l'esistenza di una finalità o di un Creatore. Il Principio Antropico non spiega cosa sia la vita, né il perché ultimo della sua apparizione, ma soltanto lega le condizioni della sua esistenza alle condizioni di esistenza dell'universo stesso.

Per comprendere bene i diversi livelli in gioco in un'analisi di questo genere è opportuno segnalare che scienza, filosofia e teologia riguardano qui tre piani diversi, ma correlativi: essi si unificano nel soggetto conoscente, ma restano distinti nella rispettiva, differente metodologia di approccio al reale. Ciò che nel piano proprio dell'analisi empirica si manifesterebbe con la forma di una razionalità o di una coerenza numerica, solo nel piano filosofico potrebbe presentarsi come una «finalità», perché quest'ultima categoria, come quella del «caso», coinvolge un maggior grado di astrazione, tipico della metafisica ed inaccessibile al piano empirico. E sul livello teologico? Qui, l'esistenza della finalità farebbe accedere ad una nuova sfera, quella del significato, del senso, del motivo ultimo dell'esistenza del cosmo e dell'uomo in

esso. Si accederebbe a categorie tipicamente personali, come quelle dell'ascolto e dell'accoglienza, quelle della gratuità e del dono, quelle dell'attesa e dell'amore.

Se le osservazioni collegate al Principio Antropico non costituiscono alcuna *dimostrazione scientifica* di una teologia della creazione, sebbene siano certamente *consistenti* con essa, quelle interpretazioni cosmologiche che intendono negare significanza a quelle medesime osservazioni non implicano, per questo, la negazione scientifica di un Creatore. Una cosmologia fisica che volesse negare la nozione di finalità, o perfino la nozione di Dio, passerebbe dal piano dell'analisi empirica a quello della filosofia. Il dibattito non sarebbe più allora quello fra scienza e teologia, ma quello fra due filosofie differenti: l'una aperta alla nozione di finalità trascendente, l'altra fondata sul caso come ultima risorsa per la spiegazione di tutto. La ragione è che la nozione di *probabilità* si oppone quella di *certezza* sul piano empirico, mentre la nozione di *caso* si oppone a quella di *finalità* sul piano dell'analisi filosofica.

Neanche il ricorso ad una molteplicità di universi per giustificare l'esistenza di condizioni antropiche del *nostro* universo, sebbene lecito in alcuni modelli cosmologici, ci obbligherebbe a considerare la comparsa dell'uomo come un fenomeno «casuale». Se così fosse, saremmo ancora di fronte ad un giudizio filosofico, non empirico. A parte il fatto che universi appartenenti a regioni spazio-temporali fisicamente sconnesse sarebbero difficilmente oggetto di una statistica consistente, nulla vieta che molteplici universi, in uno dei quali compaia la vita, appartengano tutti ad un medesimo progetto creativo. Così come i lunghi tempi evolutivi e la grande quantità spaziale di materia non costituiscono una ridondanza, ma sono stati necessari per avere condizioni favorevoli alla vita *qui e adesso*, analogamente molte regioni spazio-temporali indipendenti fra loro potrebbero essere tutte ugualmente necessarie al fine di averne una sola di esse idonea ad ospitare, nel corso della sua evoluzione, la vita intelligente. Si resta tuttavia con l'impressione che sostenere ad ogni costo una teoria dei molti mondi come giustificazione ultima dell'idoneità biologica di quello che ci ospita, manifesti piuttosto la difesa di una filosofia basata a-priori su una visione casuale della vita²¹. Il problema si sposta ancora sul confronto fra filosofie differenti e rimanda pertanto ad un modo di valutarne la validità: per consistenza interna, per implicazioni sulla realtà oggettiva, per maggiore generalità esplicativa, ecc.

A volte, la negazione di un progetto creatore si manifesta con l'affermazione che la comparsa dell'uomo sia un risultato inevitabile, lo sviluppo necessario di una legge cosmica immanente, chiusa ad ogni progettualità divina trascendente. Anche questa posizione assume però un carattere filosofico aprioristico e non strettamente empirico, in quanto non vi è alcuna evidenza che le condizioni *necessarie* perché la vita possa esistere siano anche condizioni *sufficienti* per la comparsa della vita intelligente.

In conclusione, le osservazioni associate al Principio Antropico cosa aggiungono allora al dialogo fra scienza e teologia? Vi è un aspetto sostanziale che mi pare determinante. I valori numerici delle costanti di natura il cui equilibrio critico rende l'universo adatto all'evoluzione dei viventi risultano tutti già fissati, se ci limitiamo ad esempio alle quattro interazioni fondamentali, entro una distanza di tempo di circa 10^{-6} sec dall'orizzonte del Big Bang (cioè all'epoca in cui la forza elettromagnetica si disaccoppia dalle tre restanti ed i parametri fisici dei protoni e dei neutroni sono ormai determinati). Mostrare che le costanti e le proprietà fisiche che rendono l'universo capace di ospitare la vita siano proprietà «originarie», cioè «congenite», rappresenta un sostanziale cambio di approccio al tema della presenza dell'uomo nell'universo. Non molti anni or sono, una certa letteratura era stata maggiormente disposta a vedere nel progressivo cieco gioco del caso ed in una scala di tempi sufficientemente lunga, i principali fattori responsabili della comparsa della vita. Ciò veniva mostrato filosoficamente molto più in sintonia — si pensi alla nota tesi di J. Monod ne *Il caso e la necessità* — con l'assenza di un disegno creatore. In realtà, oggi sappiamo ciò che è avvenuto nei primi 10^{-6} secondi è stato assai più determinante per la comparsa della vita nel cosmo di tutto quanto non sia poi accaduto nel resto della sua evoluzione.

Un ulteriore punto sostanziale del dialogo interdisciplinare è che, sebbene le osservazioni associate alla formulazione del Principio Antropico siano *consonanti* o *consistenti* con quanto affermerebbe la teologia, senza per questo essere utilizzate come una dimostrazione filosofica dell'esistenza di una finalità, né una dimostrazione teologica dell'esistenza di un Creatore, negare invece significato a quelle osservazioni non dimostra affatto l'inutilità di un Creatore. Uno scienziato può, se vuole, utilizzare l'evidenza di questa consonanza come sostegno alla credibilità della sua fede in Dio, ma ciò richiede una successiva astrazione filosofica, al di là dei dati empirici, una riflessione che egli può affiancare ad altri motivi per credere in un Creatore, derivanti da altre fonti di conoscenza, quali la propria esperienza interiore, dati di tipo culturale o storico, affidabilità della testimonianza di altre persone, ecc. 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 impersonale con la quale è solo la matematica a poter dialogare, ma non la persona umana. Altri, invece, compiono un passo verso la fede senza addossarne l'onere soltanto alla cosmologia, ma, per usare un'espressione cara a J.H. Newman, vi giungono «per convergenza di indizi».

Scienza e fede nella ricerca della verità

Dopo queste considerazioni sui rapporti fra teologia e cosmologia, qualcuno potrebbe pensare che oggi fede e scienza sono forse più vicine, ma solo perché più frequentemente in dibattito su temi comuni. Altri, invece, potrebbero ritenere che fede e scienza siano più vicine perché non è scomparso un certo spazio di manovra per un Creatore: resta sempre la necessità di stabilire delle leggi, delle condizioni al contorno, e così via... Altri ancora, attratti da un certo tipo di filosofia della scienza, ritengono che il motivo di un certo riavvicinamento sia il fatto che la scienza dialoghi meglio col resto della cultura, perché ormai consapevole di essere falsificabile, provvisoria, o comunque più conscia dei propri limiti.

Ritengo che tutti i motivi qui elencati non siano quelli significativi per offrire una risposta adeguata alla domanda posta all'inizio di questo intervento. Se Dio e l'Universo fossero più vicini solo perché la cosmologia è maggiormente consapevole della sua incompletezza formale nel proporre spiegazioni empiriche esaurienti sull'origine dell'universo o sulla finalità della sua evoluzione, allora l'immagine di Dio che dialogherebbe con la scienza sarebbe ancora quella di un *tappabuchi*: fissare le condizioni al contorno dei modelli cosmologici, mettere in moto l'orologio del tempo, scegliere i parametri giusti per le costanti di natura, e così via...

Se teologia e cosmologia, o più in generale fede e scienza, sono oggi più vicine, lo è per un motivo più profondo, che non richiede né la totale falsificabilità dell'impresa scientifica, né l'imporre limiti al suo oggetto di indagine. La vera novità dei rapporti fra teologia e scienza ed il senso di una loro maggiore vicinanza sta, a mio avviso, nel fatto che la cosmologia possa formulare domande impegnative, *domande ultime*, che puntano alla causa, alla globalità e al senso di ogni cosa, ai rapporti che legano l'esistenza dell'universo con quella dell'uomo. E questo partendo da riflessioni *interne* alla scienza. Quelle riflessioni di carattere sapienziale o perfino esistenziale che parevano oggetto solo della filosofia, della poesia, o di una esperienza estetica come quella del contadino di cui parlavamo all'inizio, prendono oggi avvio anche dall'esperienza scientifica. Soggetto di queste riflessioni e di queste domande è *l'uomo che fa scienza* e non la scienza intesa in modo impersonale.

Risulta estremamente significativo che anche l'uomo segnato dalla mentalità scientifica odierna non consideri queste domande come un *non-senso*, qualcosa che appartenga alla sfera del mito o dei sentimenti. Esse restano significative, continuano ad emergere, a far riflettere, e a suscitare l'interesse di tutta una società²².

Il fatto che la cosmologia debba spesso limitarsi a segnalare l'esistenza di queste domande senza poterne dare esauriente risposta dall'interno del suo metodo, non la penalizza. Questi interrogativi stimolano la ricerca perché lo scienziato, come uomo,

non può sfuggire alla passione e al fascino della verità, anche quando riconosca che la pienezza di questa verità ed il perché ultimo delle cose giace al di là del metodo empirico. Non sorprende allora che sorgano domande ancor più importanti, non solo filosofiche, ma perfino teologiche: dal problema del perché esiste l'uomo nell'universo, sollevato dal Principio Antropico, si può passare alla domanda del perché *vi esisto proprio io*, cui può dare risposta solo la fede in un Creatore che sia anche un essere personale di fronte all'uomo, un Essere che può essersi rivelato nella storia e che l'uomo è capace di ascoltare. Ovviamente sarebbe necessario menzionare anche una serie di processi interni alla teologia, i quali hanno spinto quest'ultima a riavvicinare il suo interesse alle conclusioni della scienza. Ma il discorso richiederebbe un altro intervento, questa volta indirizzato ad un pubblico differente.

In un'immagine resa famosa dal libro di Robert Jastrow *Dio e gli astronomi*, lo scienziato che ha scalato con la sola forza della ragione l'alta montagna della conoscenza del cosmo, raggiunge dopo molti sforzi l'ultima vetta, e quando approda sull'ultimo picco, viene festosamente accolto da un folto gruppo di teologi che lo attendevano lì, discutendo sulle verità ultime e comodamente seduti da molti secoli²³. Con un minore senso di frustrazione per la scienza, preferisco pensare che il cosmologo, senza rinunciare alla sua mentalità e alla sua eredità scientifica, può terminare il suo cammino conoscitivo straiandosi anche lui su quel prato, accanto a quel contadino di cui Fermi ascoltava colpito l'esclamazione: «Che bel cielo... come possono dire che Dio non esiste?».

¹ Cfr. M. MICHELI, *Enrico Fermi e Luigi Fantappiè. Ricordi personali*, in «Responsabilità del sapere» 31 (1979), 21-23.

² Ulteriori spunti su questa tematica possono trovarsi in un mio precedente contributo, *The Observation of the Cosmos and the Natural Knowledge of God in Judeo-Christian Revelation*, in «Vistas in Astronomy» 39 (1995), pp. 581-590.

³ Cfr. ARISTOTELE, *Opere*, Laterza, Bari-Roma 1988, vol. 11, p. 208.

⁴ La notorietà di queste opere presso il grande pubblico ci esime dal darne qui una referenza particolareggiata.

⁵ B. PASCAL, *Pensieri*, ed. Brunsvicg, n. 348.

⁶ Cfr. S. HAWKING, *Dal Big Bang ai buchi neri*, Rizzoli, Milano 1988, p. 197.

⁷ Una volta in auge e recentemente rivisitato da alcuni autori, il modello di stato stazionario veniva sovente presentato nella discussione filosofica in opposizione al principio di creazione come inteso nell'ambito della tradizione religiosa. È quanto fa U. Giacomini nella voce *Nuovi aspetti della Cosmologia* in «Storia del pensiero filosofico e scientifico», a cura di L. Geymonat, Garzanti, Milano 1972, vol. VI, pp. 781 e 793. È qui opportuno segnalare che la teoria dello stato stazionario è stata recentemente rivisitata tenendo presente le acquisizioni osservative degli ultimi anni, dando luogo al modello di «quasi steady-state universe»; per quanto mi risulta, per questo modello non viene invocato alcun ruolo contrario ad un «principio di creazione», anche, probabilmente, per il tono più sereno che caratterizza oggi il dibattito fra scienza e teologia..

⁸ Cfr. W. BONNOR, *The Mystery of the Expanding Universe*, Macmillan, New York 1963, spec. pp. 117-119. Si veda l'interessante risposta a Bonnor di M. HELLER, *The World and the Word*, Pachart, Tucson 1986, pp. 73-78.

⁹ Cfr. S. HAWKING, *Dal Big Bang ai buchi neri*, *op. cit.*, pp. 160, 165, 196.

¹⁰ Cfr. A.H. GUTH, P.J. STEINHARDT, *The Inflationary Universe*, in «Scientific American», 250 (1984), n. 5, p.102.

¹¹ Cfr. P.W. ATKINS, *The Creation*, Freeman & Co., Oxford 1981.

¹² TOMMASO D'AQUINO, *Summa Theologiae*, I parte, q. 45, a. 3.

¹³ TOMMASO D'AQUINO, *Summa Theologiae*, I parte, q. 46, a. 3.

¹⁴ A titolo di esempio, uno dei casi classici che pone in luce questa incompletezza è l'impossibilità di determinare simultaneamente la probabilità di uno specifico modello di universo (cioè specifiche leggi e specifiche condizioni iniziali) e quella della geometria necessaria per rappresentarlo: per calcolare le probabilità dei vari modelli abbiamo bisogno della previa scelta di una metrica, mentre per calcolare la probabilità che una certa metrica sia propria quella giusta abbiamo previamente bisogno di un modello fisico, cioè di leggi e di condizioni al contorno.

¹⁵ Spunti di interesse in proposito in R. BROWN, *Smoke and Mirrors: how Science reflects Reality*, Routledge, London 1994; J.L. ARONSON, R. HARRÉ, E.C. WAY, *Realism rescued. How scientific progress is possible*, Duckworth, London 1994.

¹⁶ Il lettore interessato può trovare uno sviluppo di queste considerazioni nel nostro saggio *Il significato del discorso su Dio nel contesto scientifico-culturale odierno*, in «La Teologia, annuncio e dialogo», a cura di G. Tanzella-Nitti, Armando, Roma 1996, pp. 61-82.

¹⁷Cfr. G. TANZELLA-NITTI, *Nature as Creation*, in «Philosophy in Science» 6 (1995), pp. 77-95.

¹⁸ Cfr. B. CARTER, *Large Number Coincidences and the Anthropic Cosmological Principle*, in «Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data», M.S. Longair, ed., Reidel, Dordrecht 1974, pp. 291-298. Nella sua forma *debole*, l'enunciato afferma: «Ciò che noi possiamo aspettarci di osservare nelle caratteristiche dell'Universo deve essere limitato dalle condizioni necessarie per la nostra presenza come osservatori».

¹⁹ Un buon sommario dei risultati scientifici sui quali si poggia la *filosofia* del Principio Antropico, oltre che nel ben noto lavoro di J. BARROW e F. TIPLER, *The Anthropic Cosmological Principle* (Clarendon Press, Oxford 1986) e negli atti del Convegno di Venezia *The Anthropic Principle* (a cura di F. Bertola e U. Curi, Cambridge Univ. Press, 1989), può trovarsi anche in B. CARTER, *Large Number Coincidences and the Anthropic Cosmological Principle*, o.c. e in B. CARR e M. REES, *The Anthropic Principle and the Structure of the Physical World*, «Nature» 278 (1979) pp. 605-612. Fra i lavori in lingua italiana si veda A. MASANI, *Il Principio Antropico fra cosmologia e riflessione umanistica*, «Giornale di Astronomia» 10 (1984) pp. 241-260 e, più, recentemente, *La cosmologia nella storia, fra scienza, religione e filosofia*, La Scuola, Brescia 1996, spec. pp. 364-410.

²⁰ Anche uno scienziato della statura di Dennis Sciama pare cedere inconsapevolmente a questa facile, ma filosoficamente imprecisa associazione: cfr. D.W. SCIAMA, *È unico l'universo?*, in «Nuova Secondaria» 13 (1995), n. 4, pp. 33-36.

²¹ È celebre a questo proposito l'affermazione di Brandon Carter in una delle prime riflessioni sul Principio Antropico: «Se i nostri tentativi di dedurre queste coincidenze da un insieme di strutture matematiche fondamentali dovessero fallire (...) allora la filosofia dell'insieme degli universi dovrebbe essere presa in seria considerazione, anche se non ci piacesse» (B. CARTER, *Large Number Coincidences and the Anthropic Cosmological Principle*, o.c., p. 298).

²² Un esempio di come anche la teologia raccolga le provocazioni della cosmologia, offrendo un prezioso chiarimento epistemologico, senza trascurare di offrire il suo contributo specifico è quello di S. MURATORE, *L'evoluzione cosmologica e il problema di Dio*, AVE, Roma 1993.

²³ Cfr. R. JASTROW, *God and the Astronomers*, Norton, New York 1978, p. 15.