

SAGGI

La cosmologia tra scienza e filosofia

di Sergio Rondinara

By an attentive methodological, epistemological and meta-scientific reading of scientific cosmology, we grasp to what extent our concept of the universe is philosophical and to what extent our deeper intellectual understanding of it derives essentially from recognizing that it is at the same time both a scientific and philosophical problem. Moreover, the fact that the universe is now a field of inquiry of modern science necessarily constrains science to rediscover that exchange it had with philosophy at the beginning of its adventure.

Espressioni del tipo: «Io sono qui» o «Noi siamo nel mondo», ci appaiono proposizioni immediatamente evidenti e logicamente ovvie. E lo sono. Infatti la coscienza ci presenta sempre un io nel mondo¹, mai un io isolato e estraneo al suo contesto mondano. Questo dato fondamentale della coscienza è anche il primo a manifestarsi e pertanto non può essere mai posto; esso è il presupposto fondamentale di ogni posizione, di ogni affermazione o azione.

Noi siamo nel mondo e siamo coscienti di questo nostro essere-nel-mondo². Da tale coscienza nasce per noi la necessità impellente di conoscere e spiegare quel mondo nel quale siamo immersi e che nella sua spazio-temporalità ci accoglie. Così trasformiamo il nostro ambiente vitale in oggetto di conoscenza e conseguentemente in problema. Questo perché il mondo nel suo farsi presente a noi si manifesta come un sistema complesso, come una realtà che nasconde tra le sue pieghe eventi e cose a noi ancora sconosciute e che man mano che vengono scoperte ci stimolano con nuove e sempre più intense meraviglie, le quali a loro volta incrementano il nostro incalzante desiderio di conoscere il mondo che ci accoglie fino a farne una necessità.

Dinanzi alla complessità del mondo e alla sua resistenza a farsi conoscere non ci demoralizziamo facilmente e non cadiamo in un atteggiamento di rinuncia, anzi, tutto ciò consolida in noi il bisogno di capire, di spiegare a noi stessi come la novità, prima sconosciuta, possa essere ricondotta a quegli elementi conoscitivi già acquisiti.

Da sempre la persona umana dinanzi allo spettacolo del cielo stellato si è sentita invasa da un profondo sentimento di stupore e ammirazione ma ha anche avvertito emergere dentro di sé una serie di questioni: «da dove proviene tutta questa immensità?», «quando ha avuto inizio?», «ed io, che posto occupo in questo grandioso scenario?», «chi sono?», «qual è, dinanzi a questo sconfinato spettacolo, il senso della mia esistenza?».

Domande queste che nella loro profondità e inesauribilità esistenziale sono sempre attuali, sono domande nostre come lo furono dei nostri antenati e lo saranno di coloro che ci seguiranno.

Gli uomini e le donne di tutti i tempi e culture hanno cercato di dare risposte e spiegazioni soddisfacenti a queste domande mediante narrazioni cosmogoniche, miti, interpretazioni filosofiche facendo un uso progressivo e sempre più accurato

1 - Il termine *mondo* (dal latino *mundus*, il quale traduce la parola greca *χόσμος*) sta qui ad indicare le cose esistenti considerate come una totalità organica, come un oggetto dato.

2 - L'espressione composita «essere-nel-mondo» è qui intesa in senso heideggeriano in quanto ci si vuole riferire a un fenomeno unitario (Cfr. M. Heidegger, *Essere e tempo. L'esperienza del fondamento*, UTET, Torino 1969, p. 121).

della facoltà immaginativa e intellettuale. A tutti questi tentativi si è aggiunta nel Novecento una nuova lettura mediante la cosmologia scientifica, o più semplicemente *cosmologia*.

1. Peculiarità epistemiche della cosmologia

In ambito scientifico il termine *cosmologia* designa una sezione della fisica e dell'astronomia che ambisce a svelarci i segreti dell'universo fisico considerato come un singolo oggetto di studio. Ne indaga la storia, i processi che lo hanno determinato nella sua dinamica evolutiva, le questioni circa i suoi inizi e gli scenari terminali che ne segneranno il destino.

Ciò che colpisce nei vari tentativi dei cosmologi di definire tale disciplina è il frequente uso che essi fanno del verbo "ambire" quasi ad indicare una pretesa, il tendere ad un obiettivo alquanto elevato per i loro stessi strumenti concettuali e metodologici. Proprio questa ambizione della cosmologia a presentarsi come la scienza dell'universo nella sua globalità, come una scienza del "tutto", fa nascere la necessità di approfondire le peculiarità epistemologiche di tale disciplina per poterne accertare la validità e la fondatezza del suo carattere veritativo.

In modo preliminare ci domandiamo dunque se la cosmologia possa essere considerata una scienza. La risposta a tale questione è complessa e occorre trovare un responso soddisfacente sul piano epistemologico senza far necessariamente ricorso a considerazioni di sociologia della scienza come quando si afferma che l'evidente esistenza di una comunità internazionale di cosmologi, ritenuti scienziati, attesti appunto la scientificità del loro sapere. Oppure quando si fa riferimento a considerazioni di economia o politica della scienza circa l'esistenza di programmi di ricerca che prevedendo la costruzione e gestione di costose sonde e telescopi spaziali giustificherebbero non solo che la cosmologia sia una scienza, ma che è anche entrata di fatto a far parte della *big-science*.

Nella seconda metà del Novecento la cosmologia moderna è stata al centro di un vivace dibattito³ nella filosofia della scienza circa la sua scientificità e i caratteri del proprio statuto epistemologico. Dibattito ancor vivo ai giorni nostri anche se con toni meno accesi.

Indubbiamente essendo la cosmologia una sezione della fisica e dell'astronomia ha in sé un consistente carattere scientifico, ma essa possiede anche delle peculiarità proprie circa l'oggetto del suo indagare ed il metodo con cui procede

3 - Per un sintetico contributo in lingua italiana cfr. L. Geymonat, *La cosmologia è scienza?*, in «L'Astronomia», (1983-20), pp. 16-17.

che la caratterizzano profondamente e che possono suscitare dubbi riguardo la sua scientificità. Possiamo raccogliere in sei punti le sue principali peculiarità:

- a) Il primo carattere peculiare della cosmologia è che il soggetto che studia il proprio oggetto d'indagine fa parte integrante dell'oggetto stesso. Viene così alterato quel rapporto soggetto/oggetto tipico delle scienze nomologiche dove lo scienziato – in quanto osservatore – coglie i fenomeni del suo oggetto d'indagine, ne individua i parametri essenziali, ne formalizza matematicamente la loro regolarità ed infine formula la regola o la legge scientifica. Anche qui il cosmologo studia il suo oggetto – l'universo – come un osservatore esterno ma in realtà, allo stesso momento che lo studia, è parte di esso. Egli è – ha affermato il cosmologo Francesco Lucchin –: «un po' come un pittore che dipinge se stesso nell'atto di dipingere se stesso»⁴.
- b) Il secondo elemento caratteristico consiste nella pretesa di realizzare una descrizione dell'universo nella sua *unicità* e *globalità*. Non vengono studiati pertanto, come avviene nelle scienze nomologiche, fenomeni di oggetti intesi come individui di una stessa specie ma si vuole studiare l'universo, il tutto fisicamente esistente, come un unico oggetto. Riguardo la *globalità* c'è da precisare che sin dagli inizi della scienza moderna, quindi dal Seicento, quando Galilei operò la differenziazione – rispetto alle precedenti analisi sulla natura – riguardante il non «tentare la via dell'essenza»⁵ ma focalizzare la propria attenzione sui fenomeni matematizzandoli, si affermò la consapevolezza metodologica di voler distinguere ed isolare vari settori del reale in modo tale da poterne fare dei veri e propri campi di studio. Nel Settecento i successi conseguiti dalla scienza nascente rafforzarono tale convinzione metodologica a tal punto che nel secolo successivo Auguste Comte (1798-1857) poteva affermare che la scienza astronomica positiva consisteva essenzialmente nello studio dinamico dei corpi di quel mondo (sistema solare) di cui egli si sentiva parte e non toccava pertanto gli studi – allora emergenti – delle stelle o della cosmologia delle nebulose. Isolare per poter meglio conoscere ha segnato tutti gli sviluppi successivi delle scienze a tal punto che negli anni cinquanta del Novecento Maurice Merleau-Ponty (1908-1961) poté affermare che la convinzione del “non parlare del tutto” era diventata «uno dei più rigorosi comandamenti del catechismo scientifico»⁶.

4 - F. Lucchin, *Cosmologia, scienza dell'universo, scienza dell'uomo*, in G. Prodi, M. Malaguti, *Memoria dell'origine. Percorsi sul tema della creazione*, Pontificia Università Lateranense, Mursia, Roma 2001, p. 97.

5 - G. Galilei, *Lettera a Marco Velsi (1 dicembre 1612)*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, Edizione nazionale a cura di A. Favaro, vol. V, Barbèra Editore, Firenze 1932, pp. 187-188.

6 - M. Merleau-Ponty, *Cosmologia del secolo XX. Studio epistemologico e storico sulle teorie cosmologiche contemporanee*, Il saggiautore, Milano 1974, p. 10.

Ora a livello osservativo la questione della *globalità* non presenta grandi problemi poiché è indubbio che la stessa metodologia è sottesa ad osservazioni di natura cosmologica e no⁷; pertanto i cosmologi osservativi possono certamente affermare che le loro osservazioni (ad esempio la radiazione cosmica di fondo a 2,7 °K) posseggono lo stesso carattere di scientificità di quelle fatte da astronomi o astrofisici. La questione si complica a livello della cosmologia teorica. Sin dal momento della sua nascita, che possiamo far risalire alla formulazione da parte di Albert Einstein (1879-1955) nel 1917, del primo modello di universo, la cosmologia contemporanea ha potuto avviare una teorizzazione, guidata dal linguaggio matematico, tendente ad identificare leggi scientifiche per tutto l'universo. Questo crea una questione metodologica poiché a differenza di quanto accade per le scienze fisiche, dove le leggi regolano il comportamento di vari oggetti appartenenti alla stessa specie (es: elettroni della specie elettronica), le leggi della cosmologia dovrebbero regolare invece il comportamento di un singolo oggetto. Questo c'introduce alla questione dell'*unicità* dell'oggetto d'indagine, dove tale unicità rimanda inevitabilmente alla nozione di legge scientifica. Per definizione, attribuire all'universo il carattere dell'unicità equivale ad affermare che non vi è nulla di esterno ad esso e – per quanto ne sappiamo oggi – non ne esistono delle repliche. Scientificamente il concetto di legge scientifica racchiude in sé il significato e il valore di come e quanto essa descriva il comportamento regolare di più oggetti. Infatti soltanto in presenza di più oggetti possiamo formalizzare matematicamente quanto del loro comportamento è frutto di una regolarità. Nel caso della cosmologia ha scritto il cosmologo britannico Dennis William Sciama (1926-1999): «non abbiamo a disposizione molti universi, qualcuno che si espande, qualcuno che si contrae, qualcuno più uniforme di altri, e così via, le cui comuni proprietà si possano stabilire con l'osservazione per poi incastonarle nelle leggi della natura»⁸. A questo punto sorge spontanea la domanda che senso ha parlare di leggi che regolano l'universo quando di universi ne abbiamo soltanto uno, il nostro, e non abbiamo non solo la possibilità concreta, ma neanche quella di immaginare il confronto fra due universi distinti in modo da individuarne le consonanze e le difformità? Tutto ciò ci lascia intravedere che se si riesce ad attribuire alla cosmologia l'attributo di scienza, essa do-

7 - Cfr. S. Bergia, *Problemi fondazionali e metodologici in cosmologia*, in G. Boniolo (Ed.), *Filosofia della fisica*, Mondadori Bruno Editore, Milano 1997, p. 172.

8 - D.W. Sciama, *Modern Cosmology*, Cambridge University Press, Cambridge 1971, p. 99; traduzione nostra.

vrà essere una scienza particolare in cui la nozione di scienza non sia quella delle scienze nomologiche.

- c) Una terza peculiarità è che nel lavoro del cosmologo, soprattutto nel momento della formulazione di ipotesi fondative per la propria disciplina le influenze causate dal suo retroterra culturale sono più rilevanti e determinanti che in altre discipline scientifiche. Ad esempio la predisposizione a considerare secondo l'influenza culturale e filosofica l'universo come una realtà immutabile e statica ha ritardato i cosmologi nel desumere che l'universo poteva anche non essere statico ma in una dinamica evolutiva espansiva o contrattiva. I cosmologi sarebbero potuti giungere a tale conclusione a partire dal *Principio cosmologico*⁹ e dall'applicazione della meccanica classica, ma ciò non accadde. La concezione di un universo in espansione fu, in un certo qual senso, imposta alla comunità scientifica nel 1929 dall'evidenza osservativa dei ben noti lavori di Edwin Hubble (1889-1953) sul moto di recessione di alcune galassie. Nel 1917 Albert Einstein aveva ottenuto gli stessi risultati nell'applicazione della teoria della Relatività generale ad un universo omogeneo e isotropo ma, non volendo accettare le implicazioni cosmologiche conseguenti (universo dinamico), introdusse nelle equazioni una costante cosmologica che ne bloccasse lo sviluppo temporale. Una dozzina di anni dopo quando Einstein venne a conoscenza della scoperta di Hubble disse che l'atto di forzare le sue equazioni mediante l'inserimento di quella costante era stato l'errore più grande della sua vita.
- d) Il quarto elemento consiste nel fatto che spesse volte nel formulare le loro definizioni i cosmologi distinguono tra *cosmologia* e *metacosmologia* dove il primo termine sta ad indicare uno studio del cosmo in cui è essenziale il continuo raccordo tra i dati delle osservazioni di natura cosmologica e i costrutti teorici rappresentati attraverso i vari modelli di universo. Il termine *metacosmologia* sta invece ad indicare una costruzione teorica non ancora empiricamente controllata e che possiede un carattere esplicativo solo a livello di ipotesi scientifica. L'esempio più noto di una ipotesi metacosmologica è quello del "modello di universo inflazionario" proposto da Alan Guth¹⁰ nel 1981 per superare alcuni problemi dell'allora modello standard (hot big bang). Secondo il modello inflazionario il nostro universo sarebbe una "mini

9 - Il Principio cosmologico afferma: «Su grandi scale l'universo è con buona approssimazione omogeneo ed isotropo. Ciò significa che l'universo non possiede posizioni o direzioni privilegiate» (P. Coles - F. Lucchin, *Cosmology: The origin and evolution of cosmic structure*, John Wiley and Sons Ltd, Chichester 2002², p. 6); traduzione nostra.

10 - A.H. Guth, *Inflationary universe: A possible solution of the horizon and flatness problems*, in «Physical Review», n. D23, pp. 347-356.

bolla”, gonfiatisi nel processo di inflazione a tal punto da diventare omogenea e isotropa, in un meta-universo di cui ben poco si può dire. La storia della cosmologia mostra come man mano che la conoscenza sul cosmo progredisce anche attraverso osservazioni sempre più precise le varie ipotesi componenti la metacosmologia, se controllate empiricamente, via via s’inscrivono nella scienza cosmologica. Riguardo l’ipotesi inflattiva lo studio sempre più dettagliato dell’isotropia su grande scala della radiazione cosmica di fondo ottenuta dal 1992 ad oggi dai satelliti COBE (*Cosmic Background Explorer*)¹¹, WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe)¹² e PLANCK Surveyor¹³ rappresentano un graduale passaggio dalla metacosmologia alla cosmologia vera e propria di alcuni elementi caratteristici dell’ipotesi inflattiva. La consapevolezza presente nei cosmologi di una tale differenza non rappresenta tanto un inquinamento della razionalità scientifica da parte di una razionalità metascientifica, ma è un invito a tener aperti i confini epistemici della cosmologia ad intuizioni che potrebbero avere, una volta controllate empiricamente, un rilevante carattere euristico per lo sviluppo della scienza stessa. Questo percorso è connaturale allo studio dell’universo nella sua globalità e sotto l’aspetto intellettuale ne rappresenta la natura vera ed il grande fascino che è capace di suscitare.

- e) Il quinto fattore riguarda la *dinamica degli opposti* e la *ricorrenza di forme archetipiche* nel lavoro dei cosmologi. L’ambizioso fine della cosmologia scientifica di dare una descrizione soddisfacente dell’universo nella sua totalità e unicità e quindi di auto comprendersi come la scienza del “tutto fisico” comporta la difficoltà di categorizzare il “tutto”, il quale per la sua descrizione richiede a volte l’uso di categorie in opposizione logica tra loro, esige l’esercizio di varie dinamiche degli opposti, dei veri e propri merismi moderni: attrazione-repulsione; stazionarietà-evoluzione; omogeneità-complessità. Riguardo la diade attrazione-repulsione sappiamo che in cosmolo-
-

11 - Nel 1992 il satellite artificiale COBE (lanciato nel 1989) ha misurato per la prima volta delle lievi anisotropie nella temperatura della radiazione cosmica di fondo, segno di una debolissima variazione della densità nel plasma cosmico iniziale. Anche se deboli queste anisotropie sono molto significative perché ci dicono che nel momento del disaccoppiamento tra materia e radiazione, al tempo 380.000 anni dal tempo t=0, anche la densità della materia, pur avendo una distribuzione molto omogenea, mostrava delle piccolissime disuniformità. Queste piccolissime variazioni nell’intensità della radiazione di fondo mostrano come la materia era distribuita quando l’universo era ancora molto giovane.

12 - Nel 2003 la sonda WMAP, lanciata nel 2001, ha misurato con maggiore precisione tale anisotropia mostrando che le emissioni di parti diverse del cielo differiscono solamente tra lo 0,001% e lo 0,0001%.

13 - Lanciata nel 2009, la sonda PLANCK Surveyor ha misurato la radiazione cosmica di fondo con la massima precisione angolare e sensibilità mai ottenuta, fornendo un ritratto dettagliato dell’Universo a 380.000 anni dal big bang.

gia per descrivere su grande scala la dinamica dell'universo facciamo ricorso alla migliore teoria a nostra disposizione sulla gravità: la teoria della Relatività generale. Ma sarebbe un errore pensare di riferirsi soltanto ad un modello che consideri esclusivamente la dinamica "attrattiva". Einstein stesso nella elaborazione del primo modello cosmologico, il modello statico, ricorse all'inserimento ulteriore di una dinamica "repulsiva" o antigravitazionale mediante l'inserimento della costante cosmologica. Inoltre storicamente sappiamo che i problemi presenti nel modello cosmologico standard (basato solo sulla gravità e sul Princípio cosmologico) sono stati risolti attraverso l'ipotesi dell'esistenza, per un dato periodo di tempo opportuno, di una fase inflazionaria.

Riguardo la permanenza di forme archetipiche nel lavoro dei cosmologi si nota che, una volta scartate e accantonate alcune forme o modelli perché considerate inadeguate, possa accadere che alcune di queste forme possano in seguito riaffiorare qua e là come se non fossero state del tutto digerite. L'esempio più emblematico è quello inherente la *stazionarietà*. La concezione di un universo statico o stazionario ha sempre suscitato un grande interesse. Sicuramente tale visione è debitrice – almeno per l'Occidente – alle cosmogonie presenti nelle Scritture sacre delle tre religioni monoteiste e del loro impatto culturale a motivo della loro distinzione tra un mondo terrestre e uno celeste. Il primo era il luogo del cambiamento, delle imperfezioni e destinato a finire, il secondo il cielo immutabile e incorruttibile, nonché luogo di approdo della vita definitiva degli uomini e delle donne. Nel 1929, dopo la scoperta di Hubble, il modello elaborato da Einstein (modello statico) fu sostituito con quello del *big bang*, improntato sul modello di Friedmann. Tale modello incontrò negli anni cinquanta-sessanta una forte opposizione da parte di quei cosmologi che sostenevano il modello dello *Stato stazionario* che faceva leva sul Princípio cosmologico perfetto, secondo cui sono tra loro equivalenti non solo tutti i punti e le direzioni – come afferma il Princípio cosmologico – ma anche tutti gli istanti dell'universo. Nel 1965 la scoperta della radiazione cosmica di fondo a 2,7 °K, in quanto osservazione di natura cosmologica, rilanciò definitivamente il modello del *big bang* perfezionandolo (hot big bang) e mandando in pensione il modello stazionario. Ma negli ultimi decenni, all'interno dell'ipotesi inflattiva, vi è un certo ritorno al modello stazionario come ad esempio nel modello dell'inflazione caotica di Linde dove la misteriosa creazione di materia è attribuita all'energia del vuoto quantistico e alle transizioni di fase avvenute agli inizi del percorso storico del nostro universo. In tale modello l'evoluzione cosmica,

che consiste nella "creazione"¹⁴ persistente di mini-universi, anch'essi in evoluzione, si concilia perfettamente con la stazionarietà del tutto.

- f) Infine un ultimo carattere che in certo modo possiamo considerare come il più critico: si tratta della *controllabilità*. Essa in senso stretto sta ad indicare la possibilità di ideare, costruire e collaudare un esperimento per sottomettere una ipotesi teorica – sia essa legge o teoria – ad un controllo empirico. Questo elemento essenziale del metodo scientifico è purtroppo un fattore critico per la cosmologia in quanto essa non solo non propone esperimenti onde poter controllare le proprie ipotesi teoriche ma non riesce neanche a fare delle previsioni che possano essere utilizzate come verifica. In realtà la cosmologia non è in grado di proporre neanche delle *procedure di retrodizione*, che consistono nell'indicare eventi realmente accaduti o oggetti realmente esistiti nel passato e di cui noi ancora ignoriamo l'esistenza, e poi controllare con l'evidenza empirica se essi siano accaduti o esistiti veramente. Ad esempio il fatto che il cosmologo retrodica l'evento del *big bang* iniziale e di cui riesce anche a stimare il tempo trascorso in 12,8 miliardi di anni, non ha il carattere di una vera retrodizione in quanto ottenere una prova empirica di tale evento è del tutto impossibile. Si potrebbe obiettare che a tutto ciò c'è una eccezione: la scoperta della radiazione cosmica di fondo a 2,7 °K. Ma tale scoperta non può essere considerata una vera e propria retrodizione della teoria del big bang, ma soltanto una sua significativa conferma ottenuta indipendentemente dalla teoria stessa. Tutto ciò ci dice che la cosmologia non ha i caratteri di una ricerca scientifica controllabile empiricamente nel senso pieno della parola. La mancanza di controllabilità ci potrebbe condurre a ipotizzare che la cosmologia sia una *scienza descrittiva*, cioè quel tipo di scienza caratterizzato da un sofisticato rigore osservativo e descrittivo, da un ottimo sistema di catalogazione e da una precisa metodologia di accertamento dei fatti senza che a livello metodologico tutto ciò richieda la capacità di realizzare un esperimento vero e proprio. Ma nelle scienze descrittive non esiste alcuna autentica teoria, cioè proposizioni universali che si collochino oltre la mole di dati osservazionali acquisiti. A motivo di ciò non possiamo affermare che la cosmologia sia una scienza descrittiva in quanto è tipico della sua natura essere un'impresa cognitiva fortemente teorica, a tal punto da poter essere pensata e considerata come un'impresa speculativa.

¹⁴ - Qui il termine *creazione* deve essere inteso in senso improprio, cioè in senso non teologico, poiché fa riferimento ad un ente – mini-universo – che emerge dalle fluttuazioni del vuoto quantistico e non dal nulla.

Fin qui abbiamo esposto alcuni caratteri peculiari della scienza cosmologica contemporanea che la distinguono dalle altre scienze naturali. Ciò mostra come in essa siano presenti delle variazioni significative di alcuni caratteri metodologici da sempre considerati fondamentali per ogni indagine scientifica, specialmente nel settore delle scienze fisiche. Ora, dato che la cosmologia affonda le sue radici nell'astronomia e soprattutto nella fisica, si può ben comprendere come la variazione peculiare di questi criteri possa far sorgere dubbi sulla identificazione dello stesso statuto epistemologico.

2. La cosmologia scienza tra le scienze storiche

Alla luce delle sei peculiarità epistemiche appena analizzate come possiamo accettare che una ricerca teorica, quale quella cosmologica, possa essere considerata scienza nonostante il suo bassissimo grado di controllabilità empirica? Come può la cosmologia essere considerata una scienza? La risposta a tali questioni sta, a mio avviso, nell'avviare la seguente duplice operazione epistemologica e accettarne le conseguenti implicazioni a livello metodologico:

- a) ampliare i *criteri di scientificità* fino ad includervi anche i criteri tipici delle scienze storiche
- b) estendere la nozione *storicità*, tipica dell'ambito umanistico, fino ad includere in essa la fenomenologia del mondo naturale.

La prima proposta non significa la richiesta di un semplice inserimento delle scienze storiche all'interno del vasto dominio delle scienze naturali, come già avviene da qualche decennio, ma occorre allargare la nozione *storicità* – tipica delle scienze umane – al versante delle scienze naturali e rigettare criticamente un modello unico di scienza troppo appiattito e conforme alle scienze nomologiche.

Questo ultimo processo è fattivamente possibile ed epistemologicamente coerente se insieme al rifiuto di un modello unico di scienza si accetta la *natura analogica*¹⁵ di questo stesso concetto. La natura analogica del concetto di scienza sta ad indicare che esso è applicabile in vari modi a diversi campi dell'indagine conoscitiva con l'obbligo però che vengano tutelati, salvaguardati e garantiti i caratteri di oggettività e del rigore logico.

Riguardo la seconda proposta, l'idea di estendere alla natura una qualche considerazione storica non è certamente nuova; già nella seconda metà del Settecento Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788) aveva iniziato un tale processo con

15 - Cfr. E. Agazzi, *Analogicità del concetto di scienza. Il problema del rigore e dell'oggettività nelle scienze umane*, in V. Possenti (Ed.) *Epistemologia e scienze umane*, Editrice Massimo, Milano 1979, pp. 57-78.

la stesura della monumentale opera *Histoire naturelle, générale et particulière*. Inoltre oggi possiamo considerare scientifica una data teoria sull'evoluzione biologica soltanto se inseriamo tra le sue condizioni di scientificità quelle delle discipline storiche. Ciò che è tipico della ricerca storica in genere è la capacità di limitare la propria descrizione e comprensione della realtà ai soli fatti disponibili in natura, mentre le scienze sperimentalistiche sanno andare oltre tale limite, perché attraverso gli esperimenti possono in un certo qual modo interpellare e stimolare la natura a sostenere le loro spiegazioni costituendo dei fatti prodotti artificialmente. Questo ci permette di distinguere coerentemente tra scienze *semplicemente empiriche* e scienze *empiriche sperimentalistiche*. Di fatto le scienze storiche della natura appartengono, insieme alle scienze descrittive, alle scienze semplicemente empiriche e non a quelle sperimentalistiche.

Tutto ciò ci aiuta a comprendere meglio come una disciplina a carattere empirico che non sia sperimentale a motivo della impossibilità di eseguire esperimenti sui propri oggetti d'indagine non debba essere necessariamente ridotta ad una scienza descrittiva ma se possiede anche un buon nucleo teorico può allora far parte delle scienze semplicemente empiriche. Ora per quanto riguarda la cosmologia e la sua non-controllabilità empirica possiamo affermare che le sue ipotesi teoriche (siano esse leggi o teorie) possono essere controllate ma in senso debole. Cioè secondo un rigore meno stringente rispetto alle scienze nomologiche e tipico invece delle scienze semplicemente empiriche, e in particolare delle scienze storiche, nelle quali le ipotesi debbono necessariamente in qualche modo essere controllate, ma sulla base di una evidenza empirica piuttosto che sulla base di una evidenza sperimentale in senso stretto.

L'inserimento della cosmologia tra le scienze storiche della natura fa sì che alcune di quelle sue peculiarità epistemiche che avevano fatto suscitare dubbi circa la propria scientificità perdano la loro problematicità e rientrino nell'insieme di quegli elementi caratteristici di questo ultimo tipo di scienze. Si pensi a come le difficoltà presentate circa uno studio nomologico di un oggetto nella sua unicità e globalità (a) possano essere facilmente sciolte attraverso una impostazione storica di tale studio e come allo stesso momento anche la questione della controllabilità (f) – appena vista – possa essere risolta se si considera la cosmologia una scienza storica appartenente alle scienze semplicemente empiriche.

All'interno delle scienze storiche inoltre è più facile accettare e comprendere l'interazione dei fattori culturali con il lavoro scientifico (c) o lavorare per molto tempo con ipotesi ancora non confermate (d), o con la ricorrenza di forme archetipiche (e). L'aspetto della giustapposizione soggetto/oggetto rimarrà invece la peculiarità per eccellenza della cosmologia e fa parte giustamente dei presupposti epistemologici di questa scienza.

A tutto ciò c'è da aggiungere che la cosmologia mostra più il carattere di essere una impresa cognitiva *ermeneutica* piuttosto che esplicativa e questo la rende più simile alle scienze storiche. La cosmologia interpreta il senso di quelle grandi teorie fisiche, già controllate sperimentalmente, estrapolando le loro conseguenze per uno scenario globale quale è quello cosmico. Interpreta inoltre anche alcuni eventi particolari che sono al di là di ogni possibile controllo empirico per il semplice motivo che appartengono al passato il quale è per sua natura non riproducibile.

Ora, poiché la cosmologia svolge il suo interpretare l'universo all'interno dell'ambito delle scienze naturali quali l'astronomia e soprattutto la fisica, il quadro interpretativo che ne risulta sarà fortemente segnato dalla accettazione delle teorie fisiche di riferimento. Questo – ha scritto l'epistemologo Evandro Agazzi – implica due cose:

«Primo, che ciò che è insoddisfacente dal punto di vista della fisica è anche considerato insoddisfacente nelle teorie cosmologiche; secondo, che tutte le risorse fornite dalle teorie fisiche sono utilizzate in cosmologia per rimuovere le difficoltà o per migliorare il quadro»¹⁶.

Questo spiega molto bene lo stretto connubio che la cosmologia ha realizzato con la fisica delle particelle alle alte energie. Le teorie della fisica sono accolte all'interno della cosmologia perché tali teorie sono ritenute fondate e affidabili in quanto hanno subito controlli empirici con esito positivo; inoltre tali teorie vengono utilizzate per estrarre eventi ed oggetti all'indietro nel tempo in maniera non controllabile sperimentalmente.

In quanto scienza storica la cosmologia studia l'universo nel suo divenire e in questo si distingue dalle scienze nomologiche quali la fisica sulle quali si appoggia per le proprie analisi. Ora, in senso generale, se consideriamo un sistema isolato, il cui sviluppo dal tempo t_1 al tempo t_2 (con $t_1 < t_2$) è stato governato da processi spiegabili con una legge scientifica e supponiamo che sia stata soltanto tale legge a determinare il mutamento del sistema, possiamo approntare due diversi metodi di studio: il metodo nomologico e quello storico. Se conosco lo stato del sistema al tempo t_1 e al tempo t_2 , allora posso ricavare la legge scientifica che ha gestito il cambiamento del sistema stesso. Questo è il metodo nomologico.

Se invece osservo e conosco lo stato del sistema al tempo t_2 e conosco anche le leggi scientifiche che descrivono accuratamente ora il sistema, allora sarò in grado di dedurre lo stato del sistema al tempo t_1 (con $t_1 < t_2$). Questo è il metodo delle scienze storiche della natura. Tali scienze però non vogliono trovare soltanto

16 - E. Agazzi, *Filosofia della natura. Scienza e cosmologia*, Piemme, Casale Monferrato 1995, p. 79.

lo stato del sistema al tempo t_1 , ma tutta la sua storia da t_1 a t_2 . Quindi si ricerca una teoria capace di una descrizione storica dello sviluppo del sistema nel passato da t_1 a t_2 . Tale racconto ci dirà come il presente sia emerso e come sia divenuto nel modo in cui ci appare. Una tale teoria-narrazione non può essere frutto di una pura speculazione teorica, in quanto dovendo spiegare i fatti accaduti ha bisogno di prove concrete per essere controllata nel senso che abbiamo già esposto. Ma una tale teoria-narrazione non potrà mai essere controllata pienamente perché non possiamo ricostruire tutta la storia del passato, in quanto quest'ultimo non è riproducibile. Una teoria di questo tipo, pertanto, non potrà mai essere provata pienamente nella sua estensione. Allora l'atteggiamento epistemico del cosmologo consisterà nel rispondere alla seguente questione: «Nell'impossibilità di conoscere tutti i fatti realmente accaduti, qual è oggi la migliore teoria che spieghi i fatti che noi conosciamo?».

Nelle scienze della natura la successione dei fatti mostra una regolarità presente nella natura stessa e sulla quale si fonda la nozione di legge scientifica. Applicando il metodo delle scienze storiche, dobbiamo supporre che queste leggi avessero validità anche nel passato, altrimenti non potremmo sapere nulla di esso. Dobbiamo quindi supporre che i processi che accadono oggi accadevano nello stesso modo anche nel passato. Questo presupposto va sotto il nome di *attualismo epistemologico*.

Come comportarsi se nel corso della scala temporale della cosmologia, che opera sui miliardi di anni, una legge fisica fosse cambiata? Per lo scienziato l'invarianza delle leggi della natura non è un dogma: se nel trascorrere del tempo qualche legge fosse cambiata bisogna trovare il come ed il perché di questa mutazione. È indispensabile fare ciò perché se si suppone che le leggi fisiche di un miliardo di anni fa fossero a noi sconosciute, ricercare la verità del mondo con tutte le sue leggi sarebbe un'impresa vana; sarebbe come considerare un altro mondo.

Quindi se da un lato dobbiamo necessariamente supporre l'attualismo epistemologico per poter affermare correttamente qualcosa sul passato, d'altro lato dobbiamo considerare che lo stesso attualismo non è un dogma e che se fossero cambiate alcune leggi dovremmo cercare di conoscere come esse siano cambiate in funzione del tempo.

3. Cosmologia e filosofia

L'attualismo epistemologico appena descritto entra di diritto nelle premesse e nei presupposti¹⁷ del fare cosmologia accanto ad altri che hanno un carattere più tecnico e specifico per la nostra scienza e altri ancora che hanno un'indole dal sapore certamente metascientifico.

Tra i presupposti specifici occorre menzionare il già più volte citato *Principio cosmologico* secondo cui nell'universo non vi sono punti, posizioni o direzioni privilegiate. Neanche la nostra posizione di osservati sul pianeta Terra lo è. Ciò equivale ad affermare che l'universo, oggi, come in ogni attimo della sua storia, debba apparire identico ad un osservatore in una posizione diversa dalla nostra. Una tale assunzione equivale ad accettare che l'universo abbia una simmetria sferica, sia omogeneo ed isotropo.

Altro presupposto è la conoscenza e la validità di una teoria generale della gravitazione senza la quale non riusciremmo mai a comporre una cosmologia, ma soltanto una cosmografia. La teoria generale della gravitazione che si usa oggi è quella derivante dalle equazioni di campo della teoria della Relatività generale di Einstein. Essendo la gravità un fattore essenziale nell'imprimere ad un modello cosmologico le sue dinamiche evolutive si capisce l'importanza che essa ricopre nella cosmologia.

Gli ultimi due presupposti specifici sono il possedere un modello metrico pluridimensionale dello spazio-tempo in modo che quest'ultimo sia trattabile come una "membrana" continua quadridimensionale sulla quale poi viene definita una metrica che descriva il modo di calcolare la distanza da un punto all'altro; infine trattare l'universo come un fluido in modo da poter legare tra loro densità, pressione e temperatura in un dato punto del cosmo e di poter utilizzare una "equazione di stato" in ambito cosmico.

Abbiamo poi dei presupposti che posseggono un non trascurabile carattere ontologico. Il primo riguarda l'esistenza reale di qualcosa «lì, fuori di me», e quindi possedere una concezione realista della conoscenza che comprenda il mondo non come una realtà costituita dal soggetto ma che esista in sé, lì, fuori di me e indipendentemente da me.

Il secondo ha a che fare con il principio filosofico di causalità e afferma che ogni effetto è dovuto ad una causa e trova la sua ragione in questa sua stessa causa. Infine il carattere ontologico dei presupposti del fare cosmologia viene arricchito dall'assumere che la realtà naturale possiede una qualche regolarità e che non

17 - Anche la cosmologia, come ogni altra scienza, avvia il proprio lavoro a partire da alcune assunzioni di base o presupposti senza poter dare di essi una giustificazione esaustiva.

tutto è totalmente legato al caso. Si tratta qui di ammettere a livello ontologico l'esistenza di un certo grado di regolarità – o uniformità – nella natura.

Proprio questi ultimi presupposti sono per noi delle condizioni di intelligenza del cosmo di natura metascientifica, di tipo filosofico, e in quanto tali non possono essere giustificati su una base puramente fisica. Anzi al contrario tale giustificazione muove verso un orizzonte filosofico, poiché è per noi un dato della nostra consapevolezza il fatto che non riusciamo mai ad avere una singola esperienza senza mai che la concepiamo come parte di un tutto, come elemento di un orizzonte nel quale si colloca. Ogni esperienza risulta per noi come una messa a fuoco di un dettaglio appartenente ad un costrutto più ampio ed è proprio l'esistenza di quello che potremmo chiamare "orizzonte globale" che ci fornisce la possibilità di rendere intellegibile e significativa ogni singola esperienza.

A ciò non sfugge neanche l'esperienza scientifica di tipo cosmologico che come abbiamo visto si avvale dell'utilizzo di teorie fisiche – per loro natura "parziali" e "locali" – per poter allestire una teoria soddisfacente di quel "tutto" che è l'universo. Strategia questa che, come sappiamo, riesce al massimo a fornirci una descrizione ermeneutica dell'universo senza poter giungere ad una vera e propria teoria nomologica dello stesso.

Ora poiché l'impresa filosofica aspira alla comprensione sapienziale del "tutto", non è difficile scorgere come gli ultimi presupposti che abbiamo elencato siano tipicamente filosofici e abbiano un ruolo determinante quando una scienza, in questo caso la cosmologia, voglia cimentarsi nell'impresa della comprensione del "tutto". Per questi motivi ritieniamo giusta l'affermazione di Evandro Agazzi:

«Dobbiamo dire che lo stesso concetto di *Universo* è un tipico concetto filosofico, ed il fatto che la scienza lo abbia portato sotto il suo scrutinio necessariamente induce la scienza a quell'interscambio con la filosofia che essa aveva conosciuto all'inizio, ma che si è ritenuto fosse stato rimosso in tempi più recenti»¹⁸.

Quanto abbiamo sin qui analizzato ed elaborato ci porta a ritener che l'approfondimento della conoscenza intellettuale del nostro universo deriva essenzialmente dal riconoscerlo innanzi tutto quale un problema allo stesso tempo scientifico e filosofico. Inoltre ci induce a considerare quanto, attraverso lo sviluppo della cosmologia contemporanea, la scienza in genere abbia ritrovato alcuni contatti e legami con la filosofia che erano stati rimossi dalla posizione positivista secondo cui non solo l'impresa scientifica doveva ben guardarsi da inquinamenti o condizionamenti filosofici, ma riteneva che lo sviluppo futuro della conoscenza scientifica

¹⁸ - E. Agazzi, *Filosofia della natura. Scienza e cosmologia*, op. cit., p. 96.

avrebbe soppiantato e resa inutile l'indagine filosofica. Questa prospettiva risulta oggi ampiamente superata, anche se qualche suo rigurgito affiora qua e là in ambito scientifico, poiché la ricerca scientifica tende a prendere coscienza che nel suo farsi punta ad assumere ed incorporare in sé concetti e principi tipicamente filosofici contribuendo così sia a raffinarli che a renderli capaci di portare frutto in un diverso ambito del sapere. Tutto questo non sta tanto ad indicare una illecita contaminazione del sapere scientifico quanto invece un sentiero da battere per recuperare l'unità del sapere. Da troppo tempo ormai assistiamo ad una inattività irresponsabile di fronte alla frammentazione del sapere realizzata dall'ampia specializzazione dei vari campi della conoscenza. Ciò conduce ad una sempre maggiore frammentazione della cultura, i cui diversi ambiti tendono a vivere indipendentemente gli uni dagli altri come in compartimenti stagni. Il rischio di realizzare una cultura sempre più frammentata ci conduce di fatto alla negazione di una vera ed autentica cultura umana, poiché l'unità della persona esige una articolazione coerente delle "verità parziali" provenienti dai singoli saperi sull'unica realtà.

Gli sforzi verso una unità del sapere non possono non intersecare l'esercizio della interdisciplinarità, poiché tale unità non potrà consistere nell'omologarsi su di un particolare tipo di concettualizzazione, di linguaggio o metodologie quanto il far fruttare in un contesto dialogico prospettive intellettuali diverse ma tra loro relazionate su questioni comuni.

Il tema cosmologico si presta bene a tale operazione in quanto – come abbiamo visto – ci sono serie difficoltà a concepire l'universo come un "oggetto" scientifico e allo stesso tempo considerarlo e definirlo come un "concetto" del pensiero, ma esso rappresenta uno di quei problemi che hanno da sempre stimolato l'umanità sin dai suoi inizi.

I vari miti, le filosofie, le religioni, le scienze e le arti – sia figurative che letterarie –, hanno sempre cercato di affrontare tale problema con il loro peculiare appoggio e sarebbe non solo riduttivo ma anche illogico rinunciare ai contributi di alcune di loro poiché tutte concorrono, anche se con modalità diverse, alla comprensione del nostro universo.

SERGIO RONDINARA

Professore stabile di Epistemologia e Cosmologia presso l'Istituto Universitario Sophia
sergio.rondinara@iu-sophia.org