

Clementina Ferrandi

IL PRINCIPIO ANTROPICO: L'IPOTESI
DI UNA INTEGRAZIONE DELL'UOMO NELL'UNIVERSO

Ad Ernesto e Emanuela
Langer, unablässiger Umgang,
freie und künstliche Betrachtung,
Aufmerksamkeit auf leise Winke
und Züge, ein inneres Dichterleben,
geübte Sinne, ein einfaches und
gottesfürchtiges Gemüth, das sind
die wesentlichen Erfordernisse eines
ächtigen Naturfreundes, ohne welche
keinem sein Wunsch gedeihen wird.

Novalis – Die Lehrlinge zu Sais¹

1. Lo sviluppo scientifico presupposto del principio antropico.

Nel corso del Novecento emergono nell'ambito culturale tematiche che mettono in relazione la scienza e la filosofia come da secoli non accadeva. Problemi aperti in Astrofisica e Cosmologia concentrano l'interesse sui

¹ NOVALIS – *I discepoli di Sais*, Milano 1998, 136. Una lunga, incessante frequentazione, una osservazione sia spontanea sia predisposta ad arte, una attenzione ai cenni e ai segni sommessi, una vita interiore di poeta, sensi allenati, un animo semplice e timorato di Dio: sono questi i requisiti essenziali del vero amico della Natura, senza i quali a nessuno maturerà il desiderio [di conoscere e di vivere con la Natura].

temi della Materia oscura della età del nostro universo, della quantità della materia in esso contenuta, o che cosa accadde col Big Bang nel momento della sua formazione. Tutto questo investe il problema della vita, dell'uomo, del «destino» dell'universo e introduce una esigenza teleologica all'interno del discorso scientifico. La visione atomistica della materia e la sempre più raffinata ricerca sugli elementi, sulle leggi e i valori ad esse inerenti, propongono alla nostra attenzione un certo numero di considerazioni che si possono definire rivoluzionarie.

1. La dimostrazione della struttura composta degli atomi che definisce i diversi elementi chimici e allo stesso tempo li vede costituiti da entità più fondamentali²;
2. La necessità di vedere la struttura degli atomi e dei loro costitutivi nella doppia forma corpuscolare e ondulatoria, che coinvolge anche l'interpretazione probabilista del significato della funzione d'onda;
3. La messa in crisi col principio di indeterminazione di Heisenberg di un atteggiamento scientifico consolidato, che i fenomeni della natura siano retti da un rigoroso determinismo;
4. La consapevolezza della implicazione attiva dell'osservatore e degli strumenti di misura nella costruzione della immagine scientifica dell'universo atomico³.

Le affermazioni fondamentali della meccanica classica erano state fin dall'inizio del secolo scosse dalla lettura einsteiniana dello spazio e del tempo, che sostituisce ai fatti *gli eventi, la relazione* fra gli oggetti al mero dato. Il pregiudizio metodologico del Positivismo, ereditato dal sensismo francese dell'età dei Lumi, aveva promosso l'assolutezza del fatto senza tener conto dell'osservatore: le leggi e le costanti fisiche, il cosiddetto "ordine cosmico" ben strutturato nel complesso deterministico della azione e della reazione, fornivano sicure certezze. Il problema della vita e le pecu-

² Inizio XXmo secolo, modello di Rutherford: nucleo denso circondato da elettroni; 1932 nucleo costituito da protoni e neutroni, detto nucleone; il neutrino emerge studiando i decadimenti *B* per conciliare tale processi con le leggi di conservazioni dell'energia, dell'impulso e del momento angolare. Anni 50 e 60: i protoni e i neutroni appartengono a una più ampia famiglia di particelle, gli adroni. Si parla di "Zoo adronico" perché abbiamo più di cento adroni, divisi in gruppi in base alle loro proprietà. Si possono descrivere come combinazioni di due o di tre quark.

I due tipi fondamentali di particelle elementari sono: i leptoni costituiti da elettroni e neutrini, e i quark. Oggi si conoscono sei tipi di leptoni e sei tipi di quark e altrettante anti-particelle.

³ Cfr. B. PULLMAN., *L'Atome dans l'Histoire de la Pensée Humaine*, Fayard ed., Paris, 1995.

liarità del soggetto non entravano nel discorso scientifico, divaricato rispetto alle problematiche filosofiche e, a suo merito, ben identificato metodologicamente.

In ambito fisico e matematico si pongono successivamente alla attenzione elementi che interrogano lo studioso sul suo rapporto con l'oggetto di indagine. Da Ernst Mach, che riconduce lo spazio ed il tempo a strutture fisiologiche proprie dei sensi dell'osservatore, a Maxwell che, delineando le equazioni che portano il suo nome, descrive il campo elettromagnetico, fino alla fisica quantistica, che mette a fuoco l'impossibilità d'una misurazione "oggettiva" del fenomeno, nasce l'urgenza di rispondere altresì a nuovi interrogativi: la centralità dell'osservatore, nell'indagine sul mondo fisico, introduce l'uomo all'interno del processo conoscitivo, cambiando la prospettiva stessa del modello. Il soggetto umano non è più un eroe solitario che sta di fronte all'oggetto naturale: la fisica non è più cartesiana. La grandezza che determina lo stato dell'oggetto atomico, la funzione Ψ , indica la probabilità dell'esito di esperimenti possibili e il termine stato indica l'atto dell'osservazione.

La formulazione del cosiddetto "principio antropico" nasce in un contesto che recupera il concetto di *Natura* non più come oggetto da indagare, sfondo esterno e palestra della conoscenza scientifica, ma supera l'estraneità del soggetto con la centrale presenza dell'uomo nel cosmo.

Il fisico Robert Dicke in un articolo apparso nel 1957 sulla "Reviews of Modern Physics" sosteneva che "le fondamentali costanti fisiche, quali la costante gravitazionale, la carica dell'elettrone, la massa del protone, ecc., sono non a caso, ma condizionate da fattori biologici, e che va presso atto che gli organismi debbono esistere affinché queste costanti possano essere misurate"⁴.

Il principio antropico debole "Weak Anthropic Principle, WAP" non è tanto una teoria quanto piuttosto un principio metodologico⁵ che, secondo Barrow e Tipler si può così definire: *I valori osservati di tutte le quantità fisiche e cosmologiche non sono equiprobabili, ma assumono valori limitati dalla condizione che esistano regioni nelle quali la vita basata sul carbonio possa evolversi e dalla condizione che l'universo sia sufficientemente vecchio da aver dato origine a ciò*⁶.

⁴ S. MURATORE, *L'evoluzione cosmologica e il problema di Dio*, Ave ed., Roma 1993, 34.

⁵ *Ibidem*, p. 35.

⁶ J.D. BARROW – F.J. TIPLER, *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford 1986, 16.; in edizione italiana vedi: *Il principio antropico*, Milano 2002, p. 40.

La versione forte del principio antropico è decisamente più speculativa, secondo Saturnino Muratore, autore a cui ci riferiamo, e assume la forma di un autentico principio filosofico ed esplicativo, andando oltre l'espressione metodologica del principio debole. Ancora Barrow e Tipler formulano il principio antropico forte: *L'universo deve possedere quelle proprietà che consentano alla vita di svilupparsi in esso a qualche stadio della sua storia*⁷.

Attingendo allo scritto del fisico Brandon Carter che nel 1974 aveva riformulato il principio, possiamo proporre due nuove versioni:

a) Forma debole: *Ciò che noi possiamo aspettarci di osservare deve essere limitato dalle condizioni necessarie per la nostra presenza come osservatori.*

b) Forma forte: *L'universo (e quindi i parametri fondamentali sui quali esso si fonda) deve essere tale da consentire la creazione di osservatori al suo interno a qualche stadio. Volendo parafrasare Cartesio: Cogito ergo mundus talis est*⁸.

Chiaramente entrambe le formulazioni fanno riferimento all'osservatore ed entrambe sottolineano il rapporto fra un universo costituito affinché la presenza dell'osservatore sia possibile. Tuttavia, mentre il principio antropico debole risulta esplicativo e stabilisce una correlazione tra l'osservatore e le caratteristiche di ciò che deve essere osservato, esigenza che, come si è visto sopra, emerge dalla stessa riflessione scientifica, il principio nella sua forma forte implica interpretazione metafisica o quanto meno filosofica. Si tratta dell'universo nella sua interezza, di considerare i parametri su cui è fondato e quindi pensato, e si tratta di una connessione che pone l'uomo in una centralità rispetto al processo del mondo. Tale centralità potrebbe coinvolgere un finalismo nel senso che la causa finale dell'universo è l'uomo? Quale tipo di metafisica potrebbe darne ragione? La prima sfida si pone nella scelta tra un fondamento immanente ed uno trascendente, tematica complessa che esula dalla presente trattazione.

Rimane la portata rivoluzionaria della proposizione: chiaramente l'uomo con le sue capacità conoscitive appare sulla scena della natura, in luoghi che la stessa predispone perché la vita umana vi appaia; non solo, ma viene affermata la condizione che l'universo sia arrivato a un punto di evoluzione cosmologica tale da permettere la presenza di una vita intelligente.

⁷ J.D. BARROW – F.J. TIPLER, 21.; in Muratore, p. 38.

⁸ B. CARTER, *Large Number Coincidence and Anthropic Principle*, in L. Leslie (ed.), *Physical Cosmology and Philosophy*, New York 1990, 126.129.

Secondo Alberto Masani si tratta di «uno dei più importanti contributi che la scienza può offrire oggi alla cultura»⁹. Ci limiteremo allora a considerare soltanto il principio antropico nella sua forma debole, perché ci convince la sua impostazione metodologica, che possiamo mantenere nell'ambito scientifico e che ci appare più equilibrata, meno coinvolta in problematiche radicali, come invece appare il caso del principio antropico forte.

Una prima considerazione del PAD stabilisce dunque tre passaggi nodali:

1) I valori delle quantità fisiche e cosmologiche non sono tutti ugualmente possibili o probabili perché emergono quelli – e proprio quelli – necessari e sufficienti a caratterizzare regioni in cui possa apparire ed evolversi la vita basata sul carbonio.

2) Il concetto di un universo–macchina, retto dalle leggi del meccanicismo deterministico, è superato nel senso che esso viene posto come cosmo in quanto luogo adatto ad essere abitato.¹⁰ Il tempo entra di necessità perché l'universo deve essere sufficientemente espanso, aver diminuito la densità della materia per potersi raffreddare fino al punto di permettere la vita intelligente.

3) Il concetto di tempo: «*l'universo deve esser vecchio abbastanza.*» Se con Maxwell ed Einstein si possono identificare le proprietà metriche dello spazio-tempo col campo gravitazionale e questo dipende dalla distribuzione di

⁹ A. MASANI, *Il principio antropico*, in Coyne G.V., - Salvatore M. – Casacci C., *L'uomo e l'universo*, Città del Vaticano, 1987, p. 25.

¹⁰ Distinzione dei concetti: universo e cosmo. L'universo–macchina, dal razionalismo cartesiano allo scientismo positivista, gioca con due concetti: a) L'universo è un congegno in cui, data una causa, ne consegue necessariamente un effetto; viene data la necessità delle leggi meccaniche che regolano materia corpuscolarmente intesa e movimento, non esiste il concetto di contingente; 2) ogni legge scientifica è autoevidente, fondata sul principio di identità nella forma $A \text{ è } A$ e non è non A . Nel 1825 Laplace nel suo *Essai philosophique sur les probabilités* scrive: «una intelligenza che in un dato istante potesse conoscere tutte le forze ... abbraccerebbe con la stessa formula i movimenti di tutti i corpi... e lo stesso avvenire». In questo contesto l'uomo diventa macchina, retto da variabili *quantitative* e dal principio di azione – reazione. Il metodo scientifico è quello *induttivo ipotetico deduttivo*. Kant, in particolare nella *Critica della ragion pura*, 1781, scalzerà col giudizio *sintetico a priori* la autoevidenza della deduzione metodologica.

Il concetto di cosmo sottolinea l'ordine e la armonia: libertà, volontà, finalità sono reintrodotti come variabili *qualitative* proprie della vita umana. L'universo è riferito all'uomo. Il sistema aristotelico–eudossiano così come precedentemente il *Timeo* platonico e ancora il *Mysterium cosmographicum* di Keplero (1586) esemplificano il concetto.

massa–energia, cioè dalla quantità di materia presente¹¹, sia considerando il modello Standard che quello del Big Bang incontriamo l’idea di tempo o meglio la struttura spazio-tempo connessa all’evoluzione dell’universo. Con Aristotele il tempo viene definito “misura del movimento”, in questo caso del cosmo. Così si giustifica il fatto che gli astrofisici parlino dei “primi 10^{40} s., della presenza della vita nell’universo o dell’età dell’universo, che, in una ipotesi di densità sub-critica, è data dall’inverso della costante di Hubble e il suo valore si colloca fra i 10 e i 20 miliardi di anni¹².

“The Anthropic Cosmological Principle has shown us that present science has been led to describe a universe where the most general laws are *finely tuned* to the very existence of man... Whether or not our science is final, the behavior of remote quasars is in some way “conditioned” by the fact that the same laws that govern it have the particular form that would make life possible¹³.

II. L’universo inizia col Big Bang

Da queste considerazioni appare coerente affermare che le leggi fisiche e lo stesso modello del Big Bang siano riferiti all’uomo, dove l’intelligibilità del cosmo è in funzione della vita perché l’universo è spiegato, nel senso che è strutturato in funzione di esseri intelligenti, di osservatori.

La teoria del Big Bang sull’origine ed evoluzione dell’universo è il modello della cosmologia moderna; in un certo senso essa è un adattamento della teoria della relatività generale, che Friedmann (1922) completò per un universo in espansione ed anche una estensione della teoria gravitazionale

¹¹ A. STRUMIA, voce MATERIA, in “Dizionario interdisciplinare scienza e fede”, Roma 2002, p. 859.

¹² $V = H_0 \cdot d$, dove “V” è uguale a velocità della galassia; “d” è uguale alla distanza dalla Terra; H_0 è la costante di proporzionalità o di Hubble, nota solo entro il fattore 2, data la imprecisione della distanza. $T_u = 1/H_0$ cioè età dell’universo.

	Densità media > densità critica ➤ contrazione / universo chiuso
Modello di Friedmann	Densità media < densità critica ➤ espansione/ universo aperto
Di tre classi di universo	Densità media = densità critica ➤ tende appena a espandersi/ universo piatto

La densità misurata con metodi ottici appare per il nostro universo attuale più piccola di quella critica, ma non si esclude che vi sia materia non rilevata dal metodo ottico, ad esempio Dark Matter e che il nostro universo si trovi in una fase critica invece di essere sub-critica. Bisogna notare altresì che l’universo è relativamente giovane e che la sua storia sarebbe simile anche se fossero dati tutti e tre i casi.

¹³ G. DEL RE, *The Cosmic Dance*, Philadelphia, London 2000, p. 183.

di Newton che prevedeva un universo in uno stato di mutamento dinamico. Nel 1929 Hubble scoprì che tale stato dinamico era in realtà uno stato di espansione collettiva: le galassie sembrano tutte allontanarsi da noi a velocità crescente con la distanza.

Papa Pio XI intratteneva una corrispondenza con Hubble e nel 1931 creò la Accademia Pontificia delle Scienze, che comprende scienziati non soltanto cattolici. Aveva designato come direttore Mons. Lemaitre, grande fisico del suo tempo. Ed è sua la prima formulazione di quello che sarà chiamato più tardi *il modello standard*. Nel 1948 venne fornita da George Gamow, Ralf Alpher e Hans Bethe la seconda formulazione della teoria che verrà chiamata poi *la teoria di Big Bang*. Essa si affermò in base alla scoperta di una radiazione cosmica di fondo, che venne osservata da Arno Penzias e Robert Wilson nel 1964 e che aveva la tipica forma della radiazione di corpo nero di Planck e che fu interpretata come una traccia nell'universo di oggi del residuo della esplosione del Bing Bang. Secondo una tale teoria, tutto ciò che esiste nell'universo, tempo, spazio, energia e materia, era concentrato in un punto di infinita densità, in cui l'universo era posto in una *singolarità* dello spazio-tempo, che si colloca a 15 miliardi di anni fa. In un istante questo punto cominciò a espandersi fino a raggiungere un raggio di misura fuori dalla nostra comprensione. L'avvenimento che descrive la teoria, parte da 10^{-43} s., dopo l'espansione, che è il momento più lontano a cui giunga la fisica moderna. A 10^{-43} s., l'universo era 10^{-33} cm con la temperatura di un milione di miliardi di gradi. A temperatura 10^{32} gradi, l'energia dell'universo nascente era mostruosa e la "materia" era un brodo costituito di particelle primitive, lontane antenate dei quark, che interagiscono continuamente tra di loro. Tra queste particelle primarie non c'era stata differenziazione; a questo stadio le quattro interazioni fondamentali, gravitazione, forza elettromagnetica, interazione forte e interazione debole erano ancora indifferenziate, confuse in una sola forza universale. Da 10^{-35} a 10^{-32} s., la cosiddetta era inflazionaria, l'universo si espanse di un fattore di 10^{50} . Dall'era inflazionaria fino ai nostri giorni il volume dell'universo aumenterà solo di un fattore relativamente debole - 10^9 - ovvero appena di un miliardo di volte. Nell'era inflazionaria non esiste che una sola "particella X", essa è una particella originaria che ha preceduto tutte le altre. L'universo in quell'epoca era omogeneo, costituito da un campo di forze che non contenevano ancora la minima particella della materia. A 10^{-31} s., le particelle X danno origine a tutte le prime particelle: i quark, gli elettroni, i fotoni, i neutrini, e le loro antiparticelle. Le particelle che esistono in questo momento sono all'origine di quelle fluttuazioni di densità che disegnano

striature e irregolarità, a cui noi dobbiamo la nostra esistenza. A 10^{-32} s., avviene la prima transizione di fase: la interazione forte, che assicura la coesione del nucleo atomico, si stacca dalla forza elettrodebole, che risulta dalla fusione tra la forza elettromagnetica e la forza di disintegrazione radioattiva. L'universo è cresciuto; ha 300 metri da una parte all'altra; al suo interno ci sono le tenebre più assolute e temperature inconcepibili. A 10^{-11} s., la forza elettrodebole si divide in due forze distinte: quella elettromagnetica e quella debole; i fotoni non sono più confusi con le altre particelle e le quattro forze fondamentali sono appena nate. Tra 10^{-11} e 10^{-5} prosegue la differenziazione; i quark si associano in neutroni e protoni; la maggior parte delle antiparticelle sparisce per lasciare posto alle particelle dell'universo attuale. Dopo i duecento secondi, le particelle elementari si uniscono per formare gli isotopi dei nuclei dell'idrogeno e dell'elio. L'universo comincia a prendere progressivamente forma, ma per alcuni milioni di anni sarà intriso di radiazioni e di un plasma di gas vorticoso. A 100 milioni di anni si formano le prime stelle entro immensi vortici di gas: al loro interno gli atomi di idrogeno e di elio daranno origine per fusione agli elementi pesanti che alcuni miliardi di anni dopo si sistemeranno sulla terra. Secondo la teoria il processo d'espansione dell'universo continua ancora oggi, come si può osservare dall'allontanamento delle galassie del nostro sistema.

Osservazioni: il modello di Friedmann che descrive l'espansione cosmica in base a considerazioni newtoniane che partono dalla massa e quindi dalla densità della materia nell'universo, esce in tre relazioni, che connettono espansione, massa, età dell'universo (si veda la nota 11). Se il nostro universo fosse costituito da un'unica galassia, come la Via Lattea, che contiene il numero 10^{11} stelle, invece che essere formato da mille miliardi di galassie di questo tipo, la sua espansione sarebbe durata circa un mese, e, ovviamente, nessun osservatore sarebbe apparso sulla scena del mondo. Eddington, negli anni trenta, aveva già introdotto un'interpretazione antropica dei modelli cosmologici che hanno fasi stazionarie di lunga durata, grazie alla presenza di una costante cosmologica non nulla¹⁴.

Ulteriori proprietà che rendono adatto l'universo alla nostra esistenza sono associate alla sua isotropia e sono determinate dalle condizioni cosmologiche iniziali. La discussione sulla omogeneità e sull'isotropia dell'universo non è mai stata così accesa e dibattuta. La scoperta della ra-

¹⁴ V. J.D. BARROW – F.J. TIPLER, già citato, p. 381

diazione di microonde di fondo a 3K, che diede l'avvio all'ipotesi del Big Bang, gode della proprietà di un'isotropia della sua temperatura su una scala di intervalli angolari da pochi secondi a parecchi gradi sulla volta celeste¹⁵. Fino alla distanza di circa 6000Mpc l'universo è coordinato e isotropo e presenta zone perfettamente coerenti al loro interno, distanti più di circa 30 gradi sulla volta celeste, che non hanno potuto scambiarsi segnali luminosi, e che tuttavia presentano oggi la stessa temperatura e la stessa densità di radiazione (1/1000).

L'universo inflazionario—ipotesi introdotta da Sato e Guth nel 1981—pone accanto all'omogeneità, all'isotropia, ad una densità molto vicino a quella critica, un altro tipo di proprietà necessaria per l'evoluzione delle galassie, delle stelle, e degli osservatori. Nel processo del Big Bang, da 10^{-35} a 10^{-32} s., troviamo una fase in cui esiste solo la particella x, ed in cui si produce un'inflazione o espansione così rapida da implicare conseguenze notevoli. Secondo la nuova interpretazione di Linde, Albrecht, Steinhardt *et alii*, si spiegano: 1) la vicinanza dell'universo odierno alla densità critica; 2) aumentano le zone in cui le proprietà sono connesse in modo causale; 3) si può risolvere il problema dei monopoli magnetici nelle teorie di grande unificazione¹⁶; 4) lo spazio—tempo si fa sempre più omogeneo, anche se appariranno fluttuazioni quantistiche che introdurranno irregolarità nella densità della materia, da cui in seguito si formeranno galassie e ammassi. L'inflazione costituisce così un collegamento fra le molte proprietà dell'universo.

«Se nelle fasi iniziali dell'universo vi è stata inflazione, molti aspetti apparentemente disgiunti della sua struttura risultano collegati tra loro, e viene così considerevolmente ridotto il numero di parametri indipendenti che caratterizzano un universo di lunga durata iniziato col Big Bang»¹⁷.

Il maggiore enigma dello schema inflazionario resta quello della costante cosmologica, che deve avere un valore molto piccolo per permettere all'universo di sopravvivere abbastanza a lungo o di espandersi abbastanza lentamente da consentire la vita.

¹⁵ S. WEINBERG, *I primi tre minuti: l'affascinante storia dell'origine dell'universo*. Milano 1977. J.D. BARROW – J. SILK, *La mano sinistra della creazione*, Milano 1985.

¹⁶ Per monopoli s'intendono particelle stabili di grande massa. Per GUT "grand unified theories" intendiamo teorie che costituiscono parziali unificazioni. Weinberg–Salam attuarono una parziale unificazione tra interazione elettromagnetica e interazione debole.

¹⁷ J.D. BARROW – F.J. TIPLER, *Il principio antropico*, p. 439.

Con queste osservazioni, ci pare di poter avvalorare la proposta del principio antropico debole: nella fase della inflazione l'universo si struttura per preparare la possibilità della nostra esistenza.

I tempi cosmici fondamentali che caratterizzano l'esplosione del Big Bang, le cui caratteristiche di durata sono determinanti perché la vita possa svilupparsi, e continuare unicamente dalle interazioni a livello microscopico sono: 1) t_{ev} : tempo minimo necessario perché la vita possa evolversi per mutazioni casuali e selezione naturale; 2) t_* : vita media delle stelle; tempo necessario perché evolvano stelle stabili basate sulla combustione dell'idrogeno; 3) t_{eq} : istante prima del quale la dinamica dell'espansione dell'universo è regolata dalla radiazione piuttosto che dalla materia in esso contenuta; 4) t_{ric} : istante dopo il quale l'universo è abbastanza freddo per permettere la formazione di atomi e molecole; 5) t_N : vita media del protone; secondo le teorie di gauge di grande unificazione si ha $t_N \sim a^{-2} m_x^4 m_N^{-5} \sim 10^{31}$ anni) t_p : tempo di Planck, determinato dall'unica combinazione delle costanti fondamentali G , h e c ; 7) t_u : età attuale dell'universo: $t_u \approx (15 \pm 3) \times 10^9$ anni.

Solo l'età attuale dell'universo t_u e il tempo necessario per l'evoluzione biologica t_{ev} , non sono espressi in termini di costanti di natura. Si deve avere la successione dei tempi $t_N > t_u > t_{ev} > t_* > t_{ric}$ dato che la vita richiede l'esistenza dei nuclei e le sorgenti stellari di energia. Perché possano formarsi le galassie e quindi le stelle t_* deve essere maggiore di t_{eq} . La condizione che gli atomi e la chimica esistano prima che le stelle si siano completamente consumate richiede t_* maggiore di t_{ric} .

Viene altresì rispettata la condizione che la vita media stellare duri più a lungo della fase dominata dalla radiazione, durante la quale è impedita la formazione di stelle. Ma la più interessante conferma del PAD riguarda la vita media del protone che sta nell'ordine di grandezza previsto dalle teorie di grande unificazione¹⁸.

Se i valori delle costanti di natura sono posti in essere dalla formazione dell'universo, attraverso i processi, che abbiamo brevemente sopra descritto, si può convenire con Giuseppe Del Re che le leggi più generali siano *accuratamente sintonizzate* sull'esistenza dell'uomo.

Le quattro costanti di Natura regolano l'intensità delle quattro forze fondamentali e si esprimono:

a_G gravitazionale, a_e elettromagnetica, a_w nucleare elettrodebole, a_s nucleare forte. Da esse dipende, primariamente la struttura di ogni corpo fisi-

¹⁸ Per l'intera esposizione dei tempi cosmici ci siamo riferiti a Barrow e Tipler, p. 381-383.

co, dalle particelle elementari alle molecole biologiche, agli esseri viventi fino ai pianeti, alle stelle e alle galassie. Esse sono rappresentate da numeri puri, non dipendono da un sistema di misura in quanto a-dimensionali.

III. La lettura del mondo attraverso la struttura interna dell'atomo. La caduta del modello oppositivo Soggetto – Oggetto.

Nel *De docta ignorantia*, il Card. Nicolò Cusano vedeva nell'intelletto umano un limite strutturale, legato alla funzione concettuale di separazione e di distinzione; esso non può cogliere la verità in sé di un oggetto né il suo rapporto con il tutto di cui è parte, ma pone sempre un essere *opponendolo* a un altro, a ciò che esso non é¹⁹.

Ci soffermiamo qui soltanto sulla modalità dell'*opposizione* del conoscere, in cui il soggetto oppone a sé l'altro da sé. La base del metodo scientifico dell'età moderna si trova e nel pensiero che legge concettualmente il fenomeno e nell'esperimento, in cui appare un'altra forma di opposizione, quella fra il soggetto che osserva e l'oggetto osservato. Nella riduzione quantitativa proposta da Galileo, la logica predicativa trasforma l'oggetto conosciuto in un dato; in questo modo la fisica galileiana promuove una concezione dualistica della conoscenza: il soggetto conoscente sta di fronte alla natura, concepita solo in termini di rapporti logico-matematici, con una progressiva estraniamento dal mondo della vita. Conseguentemente sono apparse filosofie soggettivistiche, come quella cartesiana e tutti gli idealismi; scettiche, nel senso humeiano; oggettivistiche, fondate su un realismo ingenuo che assolutizza il fatto, disinteressandosi del soggetto, come nel Positivismo. Si tratta del metodo scientifico costruito nel corso dei secoli dalla cultura occidentale, di grande valore euristico, ma che oggi in particolare è superato. Husserl, nella *Crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale*, (1936), indica l'origine della crisi nella perdita del senso del significato del mondo della vita, in cui soggettività e oggettività, coscienza e mondo, vengono dissociati come fossero due realtà eterogenee.

Non appena ci volgiamo alla discussione della materia, entrando nella fisica atomica, ci accorgiamo che l'oggetto da osservare *non è presente ai nostri sensi*. Analizzando la struttura dell'atomo, fino alla metà degli anni 'Trenta, si potevano descrivere tutti i fenomeni atomici e nucleari allora noti con quattro particelle: protone e neutrone, costituenti il nucleo, elettroni e neutrino, senza carica elettrica e leggerissimo, che ancor oggi sono

¹⁹ S. VON CUES NIKOLAU, *De docta Ignorantia*, 1, 3, pp. 4-5 in *Philosophische Schriften*, vol. I, Stuttgart, 1949.

considerate i principali costitutivi della materia. La realtà dell'esistenza degli atomi viene confermata dalla termodinamica dei gas, dai moti browniani, dai rapporti stechiometrici della chimica, che li individuano attraverso le proprietà che caratterizzano i diversi elementi. Tuttavia la loro suddivisione in "particelle elementari", da cui sono egualmente formati, non da ragione della "diversità" delle loro qualità e proprietà. Questa considerazione è nodale: *come il qualitativo ed il quantitativo possono spiegarsi ed entrare nella comprensione della materia?*²⁰. Il numero atomico, il numero di massa e l'energia di legame potrebbero spiegare tale passaggio, ma come? La qualità è differenza, la quantità è omogeneità. Negli anni Cinquanta e Sessanta, le particelle elementari vengono ricondotte alla portata esplicativa di più di cento adroni, suddivisi in gruppi secondo le loro proprietà, che possono essere descritte come combinazioni di duo o tre quark. I due tipi fondamentali di particelle elementari sono i leptoni, che comprendono l'elettrone ed il neutrino, ed il quark. Tutti i leptoni hanno carica debole, i quark ed alcuni leptoni, come ad esempio l'elettrone, hanno anche carica elettrica; solo i quark hanno carica forte o di colore. In questo contesto è possibile rintracciare una realtà come oggetto unitario? Qual è il ruolo dell'esperimento nella conoscenza della fisica atomica, in cui si parte da postulati che organizzano la intelligenza del fenomeno atomico costruendo gli esperimenti? Russell B. nel suo lavoro *Analisi della materia*, così si esprime: *Data una regione non contenente me stesso, due teorie fisiche che esprimano le medesime condizioni ai confini di tutta la regione, sono empiricamente indistinguibili.*

Con la teoria dei quanti viene altresì a cadere nella individuazione dell'oggetto scientifico, l'opposizione conoscitiva. Max Planck, in una riunione presso la Società tedesca di Fisica, il 14 dicembre 1900, introdusse il formalismo, che spiega l'interazione tra materia e radiazione. «*L'energia delle onde elettromagnetiche può esistere soltanto sotto forma di pacchetti discreti o quanti, e il contenuto di energia di ogni pacchetto è direttamente proporzionale alla frequenza corrispondente*». Da Einstein, nel 1905, verrà la prima verifica della teoria che gli consentirà di spiegare le leggi dell'effetto fotoelettrico; da Arthur Compton la teoria sarà dimostrata nel 1923, attraverso l'urto tra un elettrone ed un quanto di luce, servendosi dei raggi X. Uno stesso oggetto fisico appare nella teoria dei quanti in due forme "diverse": un pacchetto o quanto di energia indica una quantità discreta, che esiste allo stesso tempo come onda, modalità la cui realtà esclu-

²⁰ Cfr. C.A. WEIZSACKER, *L'immagine fisica del mondo*.

de la precedente. Infatti una particella è un'entità collocabile in un punto, un'onda invece "occupa un campo", cioè esprime la sua natura di campo. L'ulteriore sintesi di Bohr - Sommerfeld - De Broglie, vede il moto degli elettroni lungo orbite quantiche, accompagnate da onde la cui lunghezza λ è determinata dalla massa e dalla velocità delle particelle in movimento. Si pongono le basi della meccanica ondulatoria, che esige la complementarità dei due modelli: corpuscolare e ondulatorio. Complementare qui significa che due teorie, entrambe vere, ma di fatto opposte, leggono l'oggetto fisico.

Albert Einstein, acceso realista, con Podolski e Rosen, introdusse nel 1935, una spiegazione olistica del mondo sub atomico, proprio per stabilirne l'oggettività, ma la fisica più accreditata ne ribaltò l'interpretazione, sottolineando come l'apparato di misura entri nell'indagine stessa del sistema fisico. A seconda dell'apparato di misura l'elettrone ci apparirà onda o corpuscolo²¹.

Il principio di indeterminazione formulato da Heisenberg negli anni Venti, fissa un limite alla possibilità di conoscere l'oggetto naturale, vale a dire l'impossibilità di determinare con precisione sia la velocità sia la posizione dell'elettrone nello stesso istante. Il limite non è da imputarsi all'imprecisione degli strumenti di misura, ma è insito nella natura stessa delle cose. Infatti l'osservazione di un fenomeno modifica in modo imprevedibile lo stesso. Nella misura di una grandezza l'esperienza perturba sempre il sistema, in modo da rendere indeterminata la grandezza complementare. In altre parole: ogni osservazione che voglia determinare la posizione di un elettrone ne modifica la velocità e viceversa, ogni determinazione di velocità ne modifica la posizione.

Nella discussione di alcune esperienze, occorre prendere in esame quell'interazione tra oggetto e osservatore che è necessariamente congiunta ad ogni osservazione. Nelle teorie classiche questa interazione veniva considerata o come trascurabilmente piccola o come controllabile in modo da poterne eliminare l'influenza per mezzo di calcoli. Nella fisica atomica tale ammissione non si può più fare perché, a causa della discontinuità degli eventi atomici, ogni interazione può produrre variazioni parzialmente incontrollabili e relativamente gravi²².

Le previsioni che si possono fare in questo campo sono soltanto probabili, *da calcolare statisticamente*, dove la previsione anticipatrice è strutturalmente impossibile.

²¹ B. POVH, K. RITH, G. SCHOLZ, F. ZETSCHKE, *Particelle e nuclei*. Torino 2002. pp. 13 ss.

²² N. ABBAGNANO, *Storia della filosofia*, Torino 1966. Vol. III p. 690.

La messa in discussione del principio di causalità conduce all'elaborazione da parte degli scienziati di nuovi schemi interpretativi... ora dobbiamo introdurre il concetto di *possibile* nel senso che consideriamo la cognizione possibile degli eventi e possiamo calcolarne i gradi di possibilità, vale a dire la loro *probabilità*²³.

Niels Bohr espresse il concetto di complementarietà nella relazione *Il postulato quantistico e il recente sviluppo della teoria atomica*, tenuta a Como nel 1927 al Congresso su Volta. Lo ricordiamo qui attraverso l'interpretazione di Weizsäcker perché emerge un legame sempre più stretto tra la teoria fisica in quanto meccanica quantistica e la filosofia, dove in particolare l'opposizione conoscitiva tra soggetto e oggetto perde di significato.

Un primo approccio riguarda la complementarietà di posizione e impulso. Con Wolfgang Pauli, potremmo affermare che se la possibilità di utilizzare un concetto classico si trova in una relazione di esclusione di quella di un altro concetto, con Bohr definiamo questi due concetti come complementari. La complementarietà allora limita l'oggettività.

Il realismo metafisico considera oggettiva ogni affermazione di contenuto senza ritenere necessario esaminare la condizione sotto la quale essa può essere verificata. Attraverso la teoria dei quanti, si impara a considerare problematica l'oggettivazione. Quando Einstein criticava la teoria dei quanti, egli coglieva la realtà in sé come qualche cosa di oggettivamente vero; lo scienziato scopre nella natura leggi che non dipendono dalle condizioni in base alle quali esse sono verificate. Per la nuova fisica a causa delle relazioni strutturali di indeterminazione, l'oggettività della natura viene negata. Il soggetto che osserva fa parte dell'oggetto osservato.

Un antico modello di conoscenza che pone la centralità della coscienza, come attività della rappresentazione e della riflessione, è quello leibniziano. La conoscenza non consiste nel fatto che i diversi soggetti, attivi nel rappresentare a sé concetti e idee, possiedono un comune oggetto esterno, ma l'attività rappresentatrice del soggetto, costituita dalla monade superiore, identificata con l'uomo, consiste nella sua pura forza di rappresentare l'universo che essa ha in se stessa e di riflettere su di sé e sui primi principi con atti razionali. La conoscenza è pura funzione, attività di rappresentare e tutto ciò che viene conosciuto è "interno" alla monade come microcosmo che ha in sé il macrocosmo. L'armonia e la connessione reciproca fra le

²³ C. FERRANDI, *Filosofia e Scienza*, Torino 1994, vol. 3°, 326.

diverse monadi, costituisce l'ideale universo leibniziano, per noi una lontana ma possibile indicazione di unità²⁴.

IV. La ragione della armonia dell'universo: il principio di ragione sufficiente e la simpatia.

La teoria del principio antropico e il ricorso al principio di causalità così come è stato esposto dai fisici che sono stati citati, non appare pienamente consapevole del problema del rapporto della spiegazione-descrizione fisico-scientifica del mondo con quello della sua fondazione e del suo valore. Infatti si ha l'impressione che per tali autori l'unica spiegazione possibile sia quella che introduce la prova o conferma dei fatti; non esisterebbe per loro alcuna altra esigenza fondante. L'universo empirico nella sua totalità è la totalità di tutto l'accadere; ci muoviamo teoreticamente in un ambito di neopositivismo, e, non a caso, si è fatto il nome di Wittgenstein. In questo contesto «*Va precisato, tuttavia, che [...] la domanda causale nei confronti dell'esistere dell'universo impone il passaggio da un interrogare meramente scientifico a un interrogare di tipo meta-fisico.*»²⁵

Nella storia dei paradigmi scientifici, tanto per parafrasare Kuhn, Leibniz²⁶ ha proposto una straordinaria analisi dei due livelli interpretativi, fisico e metafisico, di cui non stabilisce l'opposizione ma che vede relativi a *un punto di vista*. La considerazione scientifica dei fenomeni, da lui analizzati, pone in primo piano il concetto di materia come massa, cioè come dinamismo energetico. La energia cinetica, fornisce la spiegazione essenziale del moto ed è espressa da una massa con una certa velocità ($E = m v^2$). La forza viva come potenza dei corpi, nel suo aspetto passivo è resistenza, forza di coesione, impenetrabilità, nel suo aspetto attivo è forza d'urto e movimento, così che essa implica, nel senso che esige, un'interpretazione metafisica in senso forte. La sua realtà non può essere spiegata solo attraverso il piano fisico, ma è colta piuttosto da quello metafisico, che col concetto di sostanza dà ragione della forza viva. La teoria metafisica della sostanza si manifesta *anche* sul piano fisico, come la più intelligibile espressione del concetto di forza.

Allorché Feynman considera «la somma dei cammini» cioè descrive l'andamento teleologico della meccanica quantistica coinvolge, senza vo-

²⁴ G.W. LEIBNIZ, *Saggi filosofici e lettere*, Bari 1963, 369-374.

²⁵ S. MURATORE, op. cit., p. 178.

²⁶ G.W. LEIBNIZ, *Saggi filosofici e lettere*, Mathieu V. (a cura di), Bari, 1963.

lerlo ammettere istanze metafisiche.²⁷ La fisica costituisce una spiegazione descrittiva delle cause dei fenomeni, è non può coinvolgere la totalità della spiegazione dell'universo e il suo destino, quasi facendone un'escatologia. I fisici intendono la «vita intelligente», come se la mente degli osservatori si riducesse a fatto tra gli altri fatti, spiegata e spiegabile da leggi fisiche e da elementi chimici. Il principio antropico ha confuso, a nostro parere, i due livelli senza riconoscere la necessità di una portata esplicativa che possa andare oltre l'empeiria: tutto è affidato alla scienza, la vita intelligente è un fatto, come lo è una stella o la produzione di carbonio. Non si indica il significato di «intelligente», perché l'intelligenza qui è vista in forza della sua capacità di operare schemi, di cogliere gli elementi costitutivi dell'universo: si tratta dell'intelligenza di chi vede la vita stessa come fenomeno tra gli altri fenomeni e l'osservatore un interprete, un lettore che sta all'interno del libro che legge²⁸. Questo mi pare un punto nodale da sottolineare per quanto riguarda il PAD.

L'osservatore come vita intelligente non approssima per nulla la complessità umana, ma per restare nell'ambito della operatività scientifica, il PAD non spiega neppure la capacità critica nell'analisi né la possibilità di costruire sintesi che caratterizzano la mente dello scienziato. L'indicazione dell'intelligenza pare qui appiattita sul modello informatico, che stabilisce nessi quanto mai stupefacenti, ma non è in grado di andare aldilà di ciò che è nel suo «programma». Si tratta di una chiusura nell'immanenza, che non tiene conto della funzione altra del pensiero, della sua trascendenza rispetto alla natura: l'autocoscienza personale, la libertà implicano una domanda e una

²⁷ Teoria di Feynman: Feynman sviluppò col suo maestro John Wheeler una teoria dell'elettrodinamica in cui la reazione di radiazione di una particella carica in movimento viene spiegata in base alle sue interazioni non solo passate, ma anche future con altre particelle. In sostanza tale formulazione è più semplice di quella introdotta in termini di particelle e campi, perché non prevede la collocazione delle particelle in un campo elettromagnetico. Infatti l'interazione è dovuta all'azione delle particelle fra loro e il campo elettromagnetico non è una entità fisica reale. Nella elettrodinamica convenzionale lo sviluppo del moto di una particella è collegato alla configurazione delle particelle nel campo a un dato istante di tempo. Feynman-Wheeler, non usando il campo, danno informazione sul comportamento passato e futuro delle particelle trattandole teleologicamente. Il loro metodo si chiama «somma sui cammini» ed esprime il comportamento della particella in termini di un principio di azione. Secondo alcuni autori le formulazioni teleologiche come questa non sono fisiche.

²⁸ «Per Barrow e Tipler la vita può essere definita, a livello fisico, come una forma di processo informatico, e anche la mente / anima umana, viene da essi interpretata, in forza del Turing test, come una sorta di programma di computer estremamente complesso». In: S. Muratore, cit. p. 115.

risposta radicale. Teleologia e metafisica pongono in primo piano la necessità di una spiegazione fondante in quanto altra rispetto all'esperienza, di grado superiore perché fa emergere la ragione del fatto, la sua essenza costitutiva. L'oggetto della filosofia è la domanda sull'essere e l'essenza delle cose, richiesta radicale sul significato dell'universo, dove il destino dell'accadere si esprime altresì come storia umana e finalità come esigenza dei valori. Teleologico nel contesto del PAD è la direzione nell'accadere, ma come processo o sviluppo dei fatti e dei fenomeni, conseguenza di determinati stati iniziali. In questo senso teleologia e meccanicismo non sono diversi, descrivono l'espansione, la contrazione, l'entropia dell'universo, escludendo l'Edipo come essere questionante.

a) Il principio di ragione sufficiente introduce l'istanza critica della contingenza. L'accadere dei fatti empirici è spiegato da una verità di fatto che dà ragione del perché una cosa è in un modo piuttosto che in un altro, pena l'assurdo, anche se non vi è contraddizione nell'essere in un modo piuttosto che in un altro. *Il principio di Ragione Sufficiente dice che vi è una ragione sufficiente a spiegare ogni evento accaduto e perché questo evento sia accaduto piuttosto così e non altrimenti.*

Ciò implica alla fine del processo esplicativo dei fatti una ragione infinita che li colga tutti e li colleghi, lasciandoli però sussistere nella possibilità o libertà della loro contingenza. Allora il principio coglie l'esigenza di un ricorso ad un più altro grado dell'Essere, che sia necessariamente esistente e, proprio per questo, fondante. (analogia di attribuzione intrinseca come causa). Se l'universo è organizzato e finalizzato alla vita, esso è segno di ordine e direzione. Ma *perché* esiste l'ordine e non piuttosto il disordine? *Perché* la direzione verso la vita?

Un'ultima considerazione a proposito di questo primo punto. Emerge il concetto di complementarità, l'esigenza di integrazione fra i due livelli, fisico e metafisico, che riequilibra la volontà onnicomprensiva della scienza: per essere tale essa deve essere consapevole *di ciò che sa*, ma anche *di ciò che non sa*. Von Weizsacker Carl F.²⁹ sottolinea come la fisica coordini i fenomeni attraverso il linguaggio matematico, ma come essa non sia in grado di spiegare il perché di tale coordinazione. Egli si volge a Kant, noi a Leibniz, entrando pur sempre nell'ambito incondizionato della filosofia. La scienza è allora modalità conoscitiva di fenomeni retti da una sottostante realtà ontologica, che da Leibniz è intesa come monade. Come unità fra materiale e spirituale, supera la frattura cartesiana; l'io allora, il soggetto fa

²⁹ C.F. Von WEIZSACKER, *Il mondo della fisica*.

parte della natura, trascendendola in quanto attività razionale e spirituale. Come centro di attività è coscienza e corpo, ragione e spirito e corpo ad un tempo. Qualità e differenza costituiscono la monade contro la figura (geometrica) e l'automatismo del corpo cartesiano, materia separata dal pensiero.

b) La simpatia nell'ambito conoscitivo appare come una modalità di approccio alternativo all'opposizione tra soggetto e oggetto. Ci pare che la radice dei problemi, qui dibattuti, stia nella concezione di una scienza che si oppone alla Natura, cercando di dominarla. "scientia est potentia" di baconiana memoria, la cui lontana sorgente è nel riferimento al "dominate la terra" della Genesi letteralmente intesa.

1. La definizione di simpatia implica una «ordinazione, un'attrattiva, una tendenza, una inclinazione» fra i due poli, soggetto che è attratto e oggetto che attrae.

2. L'attrazione può anche essere reciproca se si tratta di un caso di parità di livello fra il soggetto e l'oggetto.

3. Da sottolineare, che l'atto di simpatia, di amicizia o di amore è essenzialmente costituito dal sentire del soggetto, di chi prova simpatia, amicizia o amore. Non è proprio dell'oggetto di attrazione o amato.

4. La simpatia è un'inclinazione del soggetto, che implica la presenza dell'oggetto nel soggetto³⁰.

La simpatia è conseguenza della conoscenza, ma la conoscenza è di diversi tipi, non si tratta di conoscenza intellettuale ma di conoscenza esperita, relata al vissuto. La simpatia è tanto più forte quanto si instaura un atto conoscitivo che esperisce completezza, benessere, sintonia. Mi pare che questo modello esprima bene l'esigenza di un rapporto di completezza, di adattamento da parte dell'uomo con la Natura, nella consapevolezza che la Natura è interna, è presente nel soggetto umano (4).

Alcuni filosofi come Max Scheler hanno visto la conoscenza emozionale come predominante nel loro pensiero: il mondo «esterno» viene colto attraverso un sentimento intenzionale. Bergson privilegia l'intuizione piuttosto che la conoscenza intellettuale e Nicolai Hartmann coglie l'esistenza del mondo attraverso «atti emozionali trascendenti». Karl Jaspers afferma che si attua piena conoscenza non quando si guarda a una persona o a un

³⁰ Il riferimento a Tommaso d'Aquino è evidente. Si veda: Summa, I, q.78, a1: «essendo necessario che ciò che opera venga a unirsi in qualche modo all'oggetto della sua operazione, bisogna che la cosa estrinseca, oggetto della operazione dell'anima, abbia rapporto con l'anima sotto due aspetti. Primo in quanto ha la attitudine a unirsi all'anima e a trovarsi in essa mediante una sua immagine... Secondo in quanto l'anima stessa è inclinata e tende verso la realtà esterna».

oggetto, ma quando si è posti allo stesso tempo *nella comprensione e nell'essere* di ciò che si vuole comprendere.

Amici della Natura allora per tutte queste ragioni: per una tendenza (1), per il riconoscimento di una parità (2), perché il soggetto sente attrazione per la Natura (3) e perché nell'uomo è presente la Natura stessa (4).

Conclusione

Per rispondere al tema "amici o padroni della terra"?"

Dalla indicazione dei temi affrontati dalla fisica contemporanea (I), siamo giunti alla descrizione del Principio Antropico Debole (I), osservando che il modello del Big Bang, conforta, attraverso i valori delle costanti di natura, di alcune grandezze nodali e degli stessi tempi di formazione e espansione dell'Universo, l'ipotesi di un cosmo strutturato al fine che in alcune regioni possa apparire ed evolversi la vita basata sul carbonio (II). Da qui è stabilita la possibilità di una vita intelligente.

Si pone allora la domanda: qual è il possibile rapporto conoscitivo, che in questa situazione si può configurare? Quale impostazione teoretica viene richiesta dal modello predetto?

Si impone una ricerca filosofico-critica, che dia ragione dell'armonia dell'Universo. Da qui il principio di Ragione Sufficiente che fonda gli eventi collegandoli ad un Essere *che li trascende*, per non ricadere nel modello neopositivistico, di assolutizzazione scientifica dei fatti (IV).

Si presenta altresì l'interpretazione e giustificazione della relazione *simpatetica* fra osservatore e natura, fondata sulla unità di soggetto ed oggetto, vista attraverso un tipo di conoscenza che identifica i due poli nel vissuto (IV). Tale modello ingloba, superandola, la dinamica intellettuale e sperimentale del sapere scientifico. D'altra parte, la relazione oppositiva che coglie Soggetto e Oggetto dissociati come coscienza e mondo, enti qui posti in relazione dal Principio Antropico Debole, viene messa in crisi dalla fisica atomica, dalla teoria dei quanti e dal principio di indeterminazione di Heisenberg. La complementarità entra a negare l'oggettività del dato, quindi il modello oppositivo della conoscenza. L'indicazione leibniziana del conoscere come *funzione esplicativa*, rappresentazione dell'universo che la monade ha in se stessa, supera il dualismo cartesiano fra il soggetto pensante e il mondo esteso, esterno a lui (III). Osservatore e universo si riconoscono uniti e interconnessi, dunque amici perché legate da medesime leggi e da un comune sentire, questo almeno per quanto riguarda alcuni fi-

losofi contemporanei. Nel modello leibniziano, qui proposto solo a titolo indicativo, emerge la trascendenza fondante dell'Essere divino (IV). Nel microcosmo della monade, l'attività della coscienza umana, come autoco-scienza di sé e razionale indagine della totalità del mondo, *sporge dai fatti*, costituendo concetti come quello di unità, di totalità e di armonia.