

MODELLI E ANALOGIE NELL'APPRENDIMENTO DELLE DIVERSE DISCIPLINE

II°

VENERDI' 2 ottobre 1992 - sera

Impostazione dei lavori

DEL RE - Potremmo partire, domani, ridefinendo preliminarmente i concetti fondamentali per la nostra riflessione, sulla base di alcuni interessanti suggerimenti che si possono cogliere da un libro di Mary B. Hesse [*Modelli e analogie nella scienza*, trad. it. Feltrinelli, Milano 1980]. Si potrebbe tentare, in una prima fase, di approfondire questi concetti.

BERTUZZI - L'anno scorso abbiamo fatto un lavoro molto "affiatato" di esplorazione del campo dell'analogia a partire da alcuni interventi. Io, in particolare, sono interessato a cogliere ciò che vi è di soggettivo nella scienza, immesso in forza della scelta di un modello al posto di un altro; p. Parenti era preoccupato di cogliere le differenze tra analogia metaforica e analogia propria; altri temi ruotano attorno al problema dell'analogia scientifica nelle scienze umane.

Quest'anno dovremmo concentrarci di più sull'aspetto scientifico per proiettarci l'anno prossimo verso eventuali conclusioni di carattere filosofico. Di questo tema si sta occupando parecchio anche il p. Strumia, che purtroppo non può essere presente, ma ha pubblicato un testo sull'argomento.

DEL RE - Ora come ora, mi sembra importante una puntualizzazione preliminare dei concetti attorno a cui ruota la nostra riflessione.

BERTUZZI - L'anno scorso i punti di riferimento sono stati, rispettivamente, gli interventi dei proff. Del Re, Dallaporta, Parenti; di lì siamo partiti per un esame più approfondito dell'argomento.

FORTINI - La questione dell'analogia viene trattata, per rifarci ad Aristotele, in quale contesto? Metafisico, logico, fisico? Da che livello epistemologico partiamo?

PORCARELLI - In Aristotele, storicamente, si tratta di un concetto che prende le mosse da una problematica metafisica (che è ciò che più stava a cuore al maestro Platone da cui, di fatto, lo Stagirita prende le mosse).

BERTUZZI - Per analogia noi intendiamo che il significato di un nome viene trasportato anche in campi diversi (es. "il prato ride", che è una metafora). In campo filosofico l'analogia emerge soprattutto con Platone e Aristotele, nel primo è legata al problema della "partecipazione"; ma sembra giusto notare come il concetto di analogia, storicamente, nella cultura greca, sia stato introdotto in ambito scientifico (si pensi al concetto di "proporzione" e "armonia" introdotto dai Pitagorici).

FORTINI - La base da cui si dipartono tanto le riflessioni scientifiche quanto quelle filosofiche è il senso comune: perché basare il nostro discorso sulle analogie e non sul senso comune?

CONCA - Si presupponeva che il senso comune fosse dato per scontato.

DEL RE - Aristotele prendeva le parole usate nel linguaggio comune e cercava di capire che cosa significavano. Io, personalmente, appoggio il richiamo al senso comune: dobbiamo prendere (in primo luogo) ciò che la gente chiama analogia, coglierne dei casi e discuterli. Il problema sta nel fatto che vi sono diversi tipi di analogia, includenti anche metafore e modelli.

FORTINI - Vorrei collocare l'analogia al livello del senso comune e non ad un livello già elaborato, metafisico.

BERTUZZI - Un lavoro di questo genere è stato fatto, lo scorso anno, dal p. Sergio che si è preoccupato del linguaggio-oggetto (come lo chiamerebbero i logici formali di oggi), ovvero di quel linguaggio che parte dalle cose.

FORTINI - Anche la stessa logica matematica deve battere, oggi, strade diverse: il programma formalistico di Hilbert è fallito.

DEL RE - Il testo della Hesse mi è parso adattissimo a questo tipo di lavoro. Resto dell'opinione che sarebbe opportuna una breve ricapitolazione preliminare. Ad esempio leggo negli atti dello scorso anno (p. 29) nell'intervento di p. Bertuzzi due esempi ("il prato ride" - metafora "soggettiva" e "la pianta è un vivente come l'animale" - analogia oggettivamente fondata), io mi sentirei di porre in discussione l'analogicità della seconda affermazione.

CONCA - Quando distinguiamo il linguaggio univoco da quello equivoco e da quello analogico, poniamo tre distinti modi di parlare della realtà.

BERTUZZI - Si può affrontare una discussione sull'analogia traendo esempi non tanto dal linguaggio comune, quanto su temi più direttamente scientifici?

DEL RE - Proporrei di completare, eventualmente, l'elenco delle analogie possibili con le cose più semplici. Mi pare che ci siano alcuni casi in fisica, in chimica, in biologia, in cui si usano termini che sono decisamente "antropomorfi" (e quindi analogici).

FORTINI - Per questo proponevo di operare qualche chiarimento a partire dal linguaggio comune, che può essere il punto di incontro tra filosofia e scienza che si muovono in direzioni diverse: se partiamo da un discorso già elaboratissimo dal punto di vista metafisico e filosofico (per me la filosofia si riduce a metafisica, perché è questo l'unico campo in cui la scienza non è entrata e non può entrare: se c'è un ruolo che ancora la filosofia può giocare è a livello globale, dell'essere) e pretendiamo di calarlo tout court nel campo scientifico, rischiamo di prendere delle solenni cantonate.

SACCHETTI - Da ciò che ho recepito l'anno scorso dal discorso di Dallaporta mi pare che in fisica l'analogia sia tra "modelli", in matematica l'analogia è fra "strutture" (in matematica la struttura è anche struttura del pensiero stesso, cioè forma cognitiva). Mi interesserebbe capire se, di fatto, si arriva alla conoscenza (a qualsiasi tipo di conoscenza) solo per analogia; mi è parso di riscontrare qualcosa del genere nell'ambiente scolastico, interrogandomi sul modo di conoscere degli allievi.

FORTINI - La mia impressione è che, in fisica, si parta dal linguaggio comune, usandone i "pezzi", che vengono messi insieme finché si crea un primo "abbozzo" di teoria; magari questo abbozzo non funziona, allora vi accosto altri termini tratti dal linguaggio comune, finché non riesco ad ottenere una teoria accettabile, che usa i pezzi del linguaggio comune e li inquadra in un tutto dal significato superiore.

SACCHETTI - L'analogia ha carattere persistente nell'ordine cognitivo e l'acquisizione di nuove conoscenze si basa su tali analogie. E' giusto produrre nuovi saperi attraverso l'analogia, oppure bisogna restare all'interno dello stesso sapere e muoverci attraverso il linguaggio?

BERTUZZI - Una delle funzioni dell'analogia è quella di consentirci di passare da un campo chiaramente visibile a campi che visibili non sono.

FORTINI - Anche in fisica siamo partiti dalla teoria classica, poi abbiamo trovato dei fatti che non si inquadravano nella teoria classica, ma che abbiamo sempre tentato di interpretare a partire dalla stessa, aggiungendovi ulteriori elementi e correttivi. Pian piano sono emerse idee nuove: il linguaggio delle teorie nuove è stato costruito progressivamente a partire da quelle vecchie.

DEL RE - Vorrei segnalare alcuni punti. Mary Hesse parla di vari tipi di analogia: positiva, negativa e neutra (a seconda che ci sia o non ci sia corrispondenza tra gli analogati, ogni analogia ha una parte positiva - ossia valida - e una negativa): il nuovo progresso (l'euristica) nasce dal terzo aspetto dell'analogia, quello di cui si vuole studiare l'applicabilità. Nello stesso libro della Hesse c'è la storia del modello come analogia (ad es. confrontando il suono con la luce). A proposito di Maxwell vorrei segnalare un libro di Torrance (*Scienza moderna e senso del divino* - Libreria Editrice Vaticana) che riferisce il fatto che Maxwell dovette costruire un modello meccanico non potendone usare uno che facesse riferimento ai fluidi.

FORTINI - Sono del parere di seguire, a modo di punto di partenza, il testo della Hesse.

DEL RE - Abbiamo raccolto tutta una serie di esempi di analogie che vanno dal prato che ride all'atomo di Bohr.

CONCA - Dobbiamo stare attenti ai vari piani del discorso: il "prato che ride" è un'affermazione estetica.

BERTUZZI - Nello studio della natura entrano tutte le categorie trascendentali (verum, pulchrum, bonum...).

FORTINI - Il pulchrum non è assolutamente escluso dalla teoria scientifica: Einstein, per esempio, fu mosso anche da ragioni estetiche.

DEL RE - Partendo dal "prato che ride" vorrei sottolineare alcuni elementi:

- 1) la nostra esperienza (ridiamo perché stiamo bene, perché l'ambiente è favorevole),
- 2) trasponiamo sul prato la stessa sensazione di benessere e diciamo che è come se ridesse.

Tutto questo pone problemi di vario genere circa il senso (scientifico, estetico...) in cui si possono dire queste cose.

CONCA - Seguire il testo della Hesse mi pare una posizione riduttiva: potremmo approfondire solo determinati aspetti della realtà, trascurando una complessità di classificazione della realtà che si è venuta sempre più arricchendo (Comte, per esempio, non annoverava la psicologia tra le scienze, Boutroux vi annovera anche la psicologia e la teologia). Il mio problema è quello di vedere se e quali scienze esistono, quali sono i loro oggetti e quali i metodi. Oggi siamo già giunti a una distinzione tra scienze naturali e scienze umane con oggetti e metodologie distinte: dobbiamo considerare solo alcune scienze privilegiate oppure dobbiamo considerare scientifiche anche altre discipline (psicologia, teologia...)?

PORCARELLI - Suggerirei di prendere in considerazione tutte e sole le scienze qui effettivamente rappresentate, magari a partire dalle riflessioni emergenti dal testo della Hesse.

DEL RE - Domattina Carmine Garzillo potrebbe relazionare sul testo della Hesse e sul modello in chimica. Poi potremmo riprendere, a modo di discussione con l'aiuto del prof. Fortini, il modello di Maxwell, poi quello di Bohr. Infine potremmo riprendere la questione delle varie analogie, a partire dagli esempi concreti che saranno emersi.

PORCARELLI - Mi sembra il caso di lasciare anche il tempo di guardare il materiale a disposizione (atti dello scorso anno, relazioni presentate quest'anno: prof. Dallaporta, p. Parenti).

DEL RE - P. Bertuzzi potrebbe anche presentare i punti essenziali che emergono dal lavoro dello scorso anno.

GARZILLO - Leggevo ultimamente un articolo di Geymonat sul metodo delle scienze; uno dei problemi da risolvere era proprio quello di trovare analogie tra le varie scienze: questa potrebbe essere una traccia di fondo comune da tenere in controluce al nostro lavoro.

SABATO 3 ottobre - mattino***PROGRAMMA***

- 1 - Commenti agli atti del convegno 1991
 - 1.1 - Del Re: riflessioni preliminari
 - 1.2 - P.Bertuzzi: sintesi degli atti e riflessioni
 - 1.3 - Ulteriori riflessioni

- 2 - Garzillo: analogia e modelli secondo
M.B.Hesse

- 3 - Garzillo: modelli in chimica

- 4 - Fortini: Maxwell ed il modello meccanico

- 5 - Dallaporta: Big Bang: pericoli del modello

1.1 - DEL RE: riflessioni preliminari

Nell'intervento del prof. Dallaporta si distinguono due tipi di conoscenza: quella che mira a intervenire sul mondo e quella che mira a comprendere il mondo. In questi due casi l'analogia gioca un ruolo differente (nel primo caso suggerisce delle strade per intervenire, nel secondo delle immagini per comprendere).

Tra i vari tipi di analogia (metafore, modelli...) troviamo anche il discorso sul «simbolo», che non so se e quanto è stato sviluppato nella discussione dello scorso anno. Vorrei ancora rileggere un brano dello scritto di Dallaporta: "il modello non va mai considerato come un'immagine esatta, bensì come una schematizzazione approssimata di una realtà che si colloca su diversi piani". Da un lato mi sembra estremamente importante il concetto di corrispondenza tra le cose, unitamente all'osservazione che vi sono diversi piani di realtà, dall'altro lato mi pare opportuno sottolineare come vi siano modelli che possono, col tempo, divenire analogie.

Parlando del prato che ride mi è venuto in mente che potremmo confondere le analogie con dei puri e semplici significati traslati: Dallaporta, ad esempio, dice che l'elettrone "si comporta" in un certo modo... si tratta evidentemente di un antropomorfismo traslato nel mondo degli elettroni.

Ci sono delle metafore che sono guida di tutto un certo orientamento scientifico, come ad es. la metafora dell'orologio per significare un determinismo rigoroso. Talora le metafore vengono "forzate", perché, pur di conservarle, si inventa qualcosa (es. "la vita è nata per caso": salverebbe la metafora dell'orologio introducendo una "causa ad hoc" che conserverebbe intatta la catena).

1.2 - BERTUZZI: sintesi degli atti e riflessioni

Nella relazione del prof. Dallaporta leggiamo che nelle scienze si fa uso corrente di un simbolismo che pone in relazione piani diversi del reale. Bisognerebbe entrare all'interno di questo simbolismo. Il prof. Dallaporta si è fermato sul modello scientifico, pensato come immagine fedele della realtà, che però coglie certi aspetti del reale e non pare in grado di spiegarne altri. Esempi di modelli sono: le biglie come modello atomico, il modello di Bohr, il modello "metafisico" di Dante Alighieri. Un problema che è stato sollevato: nel passaggio da un modello all'altro prevale la "continuità" o la "rottura"? Come si scopre o si apprende un modello?

Nella relazione del prof. Del Re si distingue soprattutto una analogia "forte" da una "debole": nel primo caso abbiamo "relazioni identiche tra coppie distinte di termini", nel caso dell'analogia debole, invece, le relazioni non sono identiche. A proposito di analogia debole si è parlato anche di metafore. Il prof. Del Re, inoltre, considera l'analogia di proporzionalità come un'analogia forte e quella di attribuzione come un'analogia debole. Egli poi ha anche parlato dell'«analogia entis», proponendo la distinzione tra il "come se fosse" e l'"è". C'è «analogia entis» tra la macchina intelligente e l'uomo pensante.

P. Parenti è partito dalla conoscenza per immagini, sottolineando due requisiti importantissimi:

1) l'immagine è più facile da conoscere di ciò che mediante essa deve diventare noto; 2) non confondere l'immagine con ciò che essa deve esprimere. Punto fondamentale è il nesso comune che si stabilisce tra l'immagine e ciò che essa intende spiegare; questo nesso può essere naturale o artificiale (convenzionale) [cfr. p. 14]. Si parla inoltre della differenza tra "modello" e "teoria" (che non è un'espressione immaginifica, ma una riproduzione matematica di un determinato fenomeno). Fatte queste precisazioni la relazione distingue la metafora dall'analogia vera e propria.

Nel dibattito sono emersi alcuni problemi interessanti:

- come si possono applicare analogie e modelli nelle diverse discipline scientifiche? L'analogia come può servire per passare da una scienza all'altra (in particolare per passare dalle scienze naturali a quelle umane)? [cfr. interv. Sorbi, pp. 17-18];
- la matematica consente l'uso di espressioni analogiche? La matematica moderna sembra tendere a un sapere non analogico ma univoco;

- distinguiamo la conoscenza diretta da quella indiretta dell'oggetto, all'interno della seconda si distinguono analogia e metafora;
- quali sono i criteri per usare l'analogia in campo teologico (onde evitare l'idolatria), per parlare di Dio e in che senso? Sono stati indicati diversi modelli: il dualismo onda-corpuscolo di Ratzinger, l'immagine di Agostino (memoria, intelligenza, volontà), il tema della luce (Malaguti p. 26), i piani orizzontale e verticale (Dallaporta), il tema della "coincidentia oppositorum" di Cusano (Malaguti, p. 28);
- occorre da una parte chiarire bene che cosa si intende in generale per analogia e, dall'altra, distinguere i diversi tipi di analogie;
- il modello planetario è o no un'analogia di tipo metaforico?
- l'analogia è uno strumento logico per descrivere avvenimenti diversi: esso crea l'ordine tra le cose, oppure presuppone un ordine esistente tra le cose?
- il rapporto tra analogia e dialettica: due modi diversi di leggere le cose, sono inconciliabili o complementari (p. 30)?
- è possibile stabilire una distinzione tra analogia e ideologia ?
- che rapporto c'è tra linguaggio comune e linguaggio scientifico (p. 27, Sorbi)?
- scopo iniziale del tema prescelto sta nel fatto che l'analogia era stata vista come concetto chiave per collegare scienza, filosofia e teologia: è possibile considerarla ancora tale?
- l'analogia può essere utile per evitare il riduzionismo scientifico?
- P. Parenti aveva distinto l'analogia su un piano linguistico da quella su un piano concettuale (p. 35).

Sono questi alcuni dei principali problemi emersi lo scorso anno e di cui dovremmo tener conto in questi giorni.

1.3 - Ulteriori riflessioni

DALLAPORTA - Nel mio contributo di quest'anno tocco esattamente il problema dei "pericoli dei modelli".

CONCA - Vorrei richiamare la distinzione concettuale profonda tra teoria e modello, che chiederei di approfondire.

2 - GARZILLO: le tesi della Mary B. Hesse

TESI MODELLISTA

La Hesse si rifà alle tesi del Campbell, per cui l'analogia è una parte essenziale e non ausiliaria nella formulazione delle teorie scientifiche.

- 1) Il modello svolge un ruolo fondamentale nella costruzione della teoria, in quanto ci guida nella scelta di una certa struttura formale.
- 2) Il modello interpreta completamente i termini teorici della teoria. Si tratta della tesi di Campbell, riaffermata contro Duhem.
- 3) Dando significato alla teoria, il modello la connette con i dati sperimentali.
- 4) Il modello estende la teoria a nuovi osservabili, ed è quindi parte essenziale di una teoria "in crescita" (contro la visione neopositivista della scienza).

ANALOGIE POSITIVE, NEGATIVE E NEUTRE

Modello Oggetto Tipo di analogia

A -----	A'	Positiva (corrispondenza nota)
B	non B	Negativa (non-corrispondenza nota)
D - - - -	D'	Neutra (spazio ignoto di crescita)

Per es. tra la teoria del suono e quella della luce vi sono analogie di tutti e tre i tipi: se vogliamo costruire una teoria della luce basandoci sul modello della teoria del suono, dobbiamo (ad es.) far corrispondere l'intensità della luce a quella del suono e la frequenza del suono al colore della luce.

3 - GARZILLO: i modelli in chimica

Nel 1874 J. H. Van't Hoff pubblica un'opera in cui elabora l'ipotesi del carbonio tetraedrico.

Per ogni gruppo Y esiste una sola sostanza di formula $\text{CH}_3 \text{Y}$.

Sono possibili solo tre strutture (planare, piramidale e tetraedrica).

Andando per esclusione (sulla base di diverse reazioni) vide che l'unica possibile era quella tetraedrica; si tratta di una prova "in negativo". La prova positiva viene dalle cosiddette proprietà enantiomeriche.

Sempre di Van't Hoff è l'esempio della teoria delle soluzioni diluite basato sull'analogia tra lo stato di soluzione e lo stato gassoso:

- 1) in entrambi vi sono molecole distribuite in un grande volume,
- 2) il modo in cui ha luogo vaporizzazione e quello in cui si forma soluzione.

Ad esempio si può prendere il riferimento delle reazioni eterogenee, tra il carbonio (solido) e l'ossigeno (gassoso), che possono venire ben spiegate attraverso i cosiddetti modelli a "palline" e "stecche". Le reazioni variano a seconda che la temperatura sia maggiore o minore di 1.200 gradi. Il modello a stecche e palline ha un grande valore esplicativo con buone funzioni euristiche. Tutta la biologia molecolare è basata su modelli del genere.

DEL RE - Il modello poi si evolve in quello a "palline" e "molle" che consente di spiegare tramite un modello tratto dalla meccanica classica fenomeni che il modello meccanico quantistico non consente di spiegare altrettanto bene.

Il discorso di Garzillo ci offre l'esempio di un modello che va molto lontano.

GARZILLO - Volevo richiamare un capitolo della Hesse, che parla della teoria come ridecrizione metaforica dell'"explanandum": si pensi a Torricelli che dice "viviamo in un mare d'aria". Quanto alla differenza tra teoria e modello la Hesse accetta l'idea che il modello sia parte della teoria: la teoria si costruisce su un modello, ma va al di là del modello.

DALLAPORTA - In teorie classiche il modello c'è sempre, mentre vi sono teorie puramente matematiche in cui non vedo assolutamente alcun modello.

FORTINI - Non le considero teorie fisiche, ma elucubrazioni. Il punto non è questo. Il modello a Quark o il modello standard sono modelli o teorie? Una distinzione così netta mi sfugge.

GARZILLO - Il punto sono le analogie neutre, che permettono alla teoria di crescere.

PARENTI - Credo che sia infelice contrapporre la teoria al modello; magari è meglio parlare di "conoscenza diretta" (es. la pallina e la molla) e "conoscenza indiretta" (es. le molecole di cui parlo attraverso palline e molle). E' possibile nella conoscenza diretta un'astrazione o una formalizzazione senza assumere un modello di riferimento? Per me, in certi casi, sì. Probabilmente vi sono leggi fisiche che non sono "modelli".

FORTINI - Il modello c'è sempre, sotto sotto, qualsiasi cosa tu faccia.

PARENTI - Il Prof. Belardinelli, tempo fa, mi esortò a distinguere i modelli matematici dalle teorie matematiche.

GARZILLO - Modello matematico è quello della fisica, che ha bisogno della teoria matematica più alcune condizioni di contorno.

PARENTI - Mi pare che vi sia un modello matematico quando dalla teoria dei numeri tu cerchi di inferire come si comportano altre cose (es. Pitagora sosteneva che tutto il mondo era costituito di armonie numeriche): quando cioè pensi che la realtà abbia proprietà corrispondenti a quelle dei numeri. Ma non quando enunci una legge come quella di gravità.

FORTINI - Uno dei postulati fondamentali della meccanica quantistica è che tutti i risultati delle misure sono autovalori di operatori autoaggiunti; questo non è altro che un modello.

DEL RE - Nel tuo caso si è partiti da due modelli fisici concreti di equazioni, di cui fu colta e conservata solo la parte matematica.

FORTINI - La linea di confine tra modello e teoria mi sembra decisamente flebile e, forse, non è nemmeno necessaria.

4 - FORTINI: Riflessioni su Maxwell e i suoi modelli

Se uno pensa a come è nato il concetto di campo elettromagnetico, si nota come le equazioni di Maxwell non furono individuate per la prima volta da Maxwell, ma da un tal Mac Cullog che aveva elaborato un modello puramente meccanico di etere, ma che non ebbe fortuna. L'interpretazione di Maxwell è invece totalmente diversa, abbandona progressivamente il riferimento al modello "meccanico" di etere.

DEL RE - La rottura dello schema meccanicistico fu dovuta a Faraday, Maxwell si ispirò a un modello idrodinamico che poi rielaborò secondo un modello meccanico (visto che il grande fisico Kelvin non voleva accettare un modello non meccanico). Il modello esplicativo meccanico aveva funzionato fino ad allora, lo si voleva mantenere, ma a prezzo di una serie incredibile di complicazioni.

FORTINI - Non mi risulta così chiaro il fatto che Maxwell credesse alla possibilità di un campo che non abbia bisogno di un "supporto materiale", tanto è vero che egli parlava tranquillamente di "etere". La liberazione dal mezzo materiale è stata lenta e progressiva.

MONTANARI - Per me la matematica ha la stessa identica funzione di un linguaggio. In fisica, per capire o immaginare che cosa accade, il linguaggio matematico è fondamentale.

DALLAPORTA - Non vedo la ragione per cui a livello microscopico dovrebbe valere la stessa causalità che vale al livello macroscopico. Quando Einstein dice che "Dio non gioca a dadi" può voler dire che vi sono delle leggi che a noi sembrano "dadi" perché semplicemente non capiamo bene che cosa succede.

MONTANARI - Ci sono delle limitazioni alle domande che ci possiamo fare nella fisica: si tratta di limitazioni della nostra conoscenza.

DEL RE - Come diceva Dallaporta noi abbiamo dei limiti nell'applicazione dei modelli macroscopici a determinati eventi che si collocano su scala microscopica: il mondo microscopico "si rifiuta" di accettare i nostri modelli. Per esempio il principio di indeterminazione di Heisenberg non è un "vero" indeterminismo, ma semplicemente esprime la difficoltà di far funzionare a livello microscopico alcuni modelli macroscopici.

FORTINI - Giusto! Dobbiamo sempre stare molto attenti ad estrapolare indebitamente a livello filosofico tematiche che non hanno e non possono avere una valenza filosofica, per una serie di autolimitazione che i fisici stessi si impongono.

5 - DALLAPORTA: il Big Bang: i pericoli del modello

(Il contributo scritto integrale vien posto in appendice)

Ho preparato la mia relazione in base all'ultima pagina del libretto, in cui si esorta ciascuno a preparare modelli precisi tratti dalla propria disciplina. Ho scelto il modello del Big Bang, in cui voglio sottolineare, in particolare il pericolo dei modelli.

La base del Big Bang è un modello tratto dall'esperienza: per molto tempo l'universo è stato visto come qualcosa di statico, finché la legge di Hubble non ha messo in luce il modello dell'allontanamento delle galassie. Già Einstein si era accorto che le sue equazioni non descrivevano un universo statico. Il modello relativistico diventa il modello base dell'universo: si parte da un punto e di lì l'universo si espande, o (a) indefinitamente o (b) fino ad un limite da cui inizierebbe una fase di ri-contrazione dell'universo.

A questo modello matematico-geometrico si è cercato di dare un contenuto fisico: alla densità dell'universo bisognava aggiungere un secondo parametro, quello della temperatura. La radiazione di fondo è come una sorta di residuo di uno stato originario di equilibrio termico. Dopo lo stato di equilibrio si formano, con temperatura decrescente, uno stato di completa dissociazione di tutti gli elementi, poi la radiazione diminuisce, ma la materia resta ancora ionizzata, quindi si formano atomi di idrogeno, la radiazione si dissocia dalla materia e va a costituire la "black body radiation", quindi si formano le protogalassie, le galassie, ... ecc.

Le condizioni iniziali del Big Bang dovevano essere tali per cui non tutto l'idrogeno si sia condensato in elio (infatti abbiamo circa il 23/25 per cento di elio nell'universo).

Le incognite sono invece per quello che è successo nei primi tre minuti dal Big Bang e quello che accadrà nei tempi lunghissimi. Si è scoperta, ad esempio, una materia oscura che non emette luce e di cui non si sa bene che cosa sia. In complesso nulla esclude di poter trovare qualche modo di misurare la densità per poter prevedere con maggior precisione che cosa sarà il futuro.

Andando invece a ritroso nel tempo va detto che ora siamo in grado di indagare il cosmo anche a grandi distanze dalla terra, per cercare di capire come erano le condizioni iniziali. Vi sono però limiti fisici oltre i quali noi non possiamo osservare nulla (perché la temperatura è talmente alta che la radiazione interagisce violentemente con la materia e tutto diviene opaco).

Parlando di particelle possiamo stabilire quante ce ne sono di ogni specie, finché ci spingiamo fino a 10 alla 11 gradi. Se ci spostiamo all'interno degli acceleratori di particelle abbiamo un'idea di particelle che potrebbero essere stabili a densità e temperature elevatissime.

Quando arriviamo a una temperatura di 10 alla 32 gradi, l'universo ha un'età di 10 alla meno 43 secondi: allora le nostre conoscenze fisiche sono totalmente incapaci di darci un'idea di ciò che può essere accaduto.

Fin qui ho fatto il quadro di ciò che sappiamo ora, con alcune riserve sul grado di certezza, man mano che ci allontaniamo dalle condizioni attuali. Ora vorrei affrontare i pericoli dei modelli: i fisici nel loro entusiasmo confondono continuamente un modello matematico con la realtà fisica.

La prima grossa critica che si può fare è se certe cifre (10 alla meno 43) abbiano senso fisico: fin dove tali valori sono sperimentabili? Continuare ad applicare la legge dei gas perfetti a tali condizioni diviene perlomeno strano. Nutro dei forti dubbi e vedo un primo pericolo dei modelli: il modello matematico preso alla lettera e confuso con un modello fisico.

Ammettiamo pure che tutte queste estrapolazioni si possano fare, ma che cosa estrapoliamo? Estrapoliamo le leggi della fisica che conosciamo, ma se avessimo tenuto tale criterio con le leggi della fisica newtoniana che cosa avremmo ottenuto? Esse hanno un loro "range" limitato (oltre certi limiti bisogna apportare i correttivi di Einstein, Plank). Noi traslochiamo a priori le leggi fisiche che conosciamo molto lontano dal loro "range" di funzionamento sperimentabile: siamo sicuri che possano funzionare anche in condizioni tanto diverse da quelle in cui noi possiamo sperimentarle?

E' stata elaborata al riguardo la bella teoria dell'"universo inflazionario". E' molto probabile che la densità del nostro universo sia molto vicina a quella critica. La radiazione di fondo è totalmente omogenea da tutte le parti dell'universo da cui proviene, ma i punti da cui proviene non potevano essere collegati tra loro (come si è omogeneizzata la temperatura?). Le galassie si sarebbero formate grazie a delle fluttuazioni (se tali fluttuazioni fossero state un po' maggiori o un po' minori non si sarebbero formate le galassie), se si supponesse che l'universo quando aveva 10 alla meno 35 secondi fosse stato minuscolo (10 alla meno 23 cm.) e che in 10 alla meno 30 secondi si sia espanso di colpo di un fattore di 10 alla 60 che lo avrebbe portato alle condizioni di formare l'universo attuale, per poi proseguire con un'espansione lineare. Questa teoria è stata accettata con grande entusiasmo: si tratta di un modello matematicamente plausibilissimo, ma, fisicamente, ha senso?

Si tratta infine di determinare l'origine dell'universo, anche al di là e oltre il Big Bang. Si parte dall'assunto che la meccanica quantistica valga per tutto, anche per l'universo. In meccanica quantistica il cosiddetto "vuoto" non è affatto tale, ma è pieno zeppo di particelle e anti-particelle che possono comparire e scomparire in tempi brevissimi. Nell'universo, se fosse esattamente sul limite, l'energia totale sarebbe esattamente zero; rispetto a tale zero una piccolissima fluttuazione (δe), sarebbe sufficiente a far sorgere l'intero universo (senza bisogno di scomodare Dio): l'universo intero sarebbe una fluttuazione statistica del vuoto.

DEL RE - Quand'anche l'universo fosse nato da una fluttuazione statistica del vuoto, non si avrebbe la conclusione: il vuoto non è il nulla. Dio potrebbe avere creato il "vuoto" e le sue leggi di fluttuazione statistica.

DALLAPORTA - La cosmologia ha "giocato" coi modelli, facendone un uso assai pericoloso.

MALAGUTI - E quella tesi per cui nel collasso gravitazionale il tempo addirittura si invertirebbe?

MONTANARI - Nel libro di Hawking, egli afferma che gli era venuta in mente quest'idea, che poi aveva scartato, distinguendo tre tipi di tempo: quello cosmologico, quello termodinamico e quello psicologico. Lui stesso si è poi convinto che anche il tempo di implosione avrebbe continuato a scorrere nella stessa maniera.

DEL RE - C'è un punto di grande interesse epistemologico: l'universo è l'unico sistema chiuso che esista, per definizione, ma dall'altro lato non possiamo mai osservarlo "dall'esterno" e confrontarlo con un altro sistema chiuso. Come possiamo dunque immaginarlo come una sorta di sfera che si espande e si contrae?

DALLAPORTA - Per salvare la meccanica quantistica si introduce la teoria degli infiniti universi: quando faccio collassare la funzione d'onda, in quell'istante si genera un secondo universo, e così via.

BERTUZZI - Il prof. Dallaporta ha fatto osservazioni di tipo fisico-matematico, che faccio molta fatica a seguire, confesso di avere capito qualcosa quando a un nostro interdisciplinare usarono l'esempio del palloncino di gomma in cui tutti i punti si allontanano. I modelli hanno anche una funzione didattica.

DALLAPORTA - All'esempio comunque manca una dimensione.

PARENTI - La velocità della luce può o non può venire superata?

DALLAPORTA - Non è la velocità che cresce, ma è lo spazio che si espande a quella velocità folle.

FORTINI - Si possono ipotizzare punti matematici che si muovono a velocità anche superiori a quella della luce. Il problema si porrebbe se a muoversi a velocità maggiore della luce fossero corpi materiali.

MALAGUTI - Se tolgo il riferimento alla luce, come faccio a pensare allo spazio? Lo spazio diventa un concetto astratto.

DEL RE - Immagino di uscire dall'universo attuale. Non ne posso uscire: nel momento in cui io, corpo materiale, faccio un passo al di là dell'ultimo corpo materiale che trovo, di fatto ho generato altro spazio.

FORTINI - La materia genera spazio secondo le equazioni di Einstein, l'inflazione afferma che per un tempo brevissimo lo spazio si sia generato in un modo diverso da come previsto dalle equazioni di Einstein.

DEL RE - Lo spazio viene generato dalla materia, ma non dipende dalla natura dell'oggetto che si sposta; invece nella relatività generale la generazione dello spazio dipende dalla natura degli oggetti. All'atto pratico, quando si parla del Big Bang e della teoria dell'universo inflazionario, non si dice che i corpi si siano "mossi" a una velocità infinitamente superiore a quella della luce: semplicemente si dice che ad un certo punto la distanza tra gli oggetti dell'universo è improvvisamente mutata di un certo ordine di grandezza.

DALLAPORTA - In una delle equazioni di Einstein vi sono alcuni termini; in quelle condizioni uno di questi termini diventa molto piccolo, trascurabile, ed eliminando tale termine si ottengono le misure dell'universo attuale. Come questi corpi si siano "mossi" non è assolutamente possibile dirlo.

Varie riflessioni

CONCA - Mi sembra che siamo tornati un po' allo scientismo vecchia maniera, se dobbiamo affermare che tutto sia frutto di una auto-posizione dell'universo che si è ordinato da un caos iniziale. L'universo c'è perché c'è. Se è veramente così, allora resta da chiedersi se la riconciliazione tra scienza e fede è stata effettivamente ricucita.

DEL RE - Ricordo un testo in cui si afferma che uno che non ha il senso della meraviglia, dell'ammirazione del cosmo, quando fa della scienza, è come un paio d'occhiali senza gli occhi dietro. Se uno non lo vede non glielo si farà mai vedere, quelli che lo vedono fanno ben sperare.

FORTINI - Oggi come oggi aiuta molto il crollo delle varie ideologie ed illusioni: ci sarà un ritorno alla casa del Padre?

DEL RE - A meno che non ci si lanci in "fughe" nel buddhismo, nel taoismo, con l'obiettivo preciso di evitare ogni forma di istanza religiosa rifiutandosi di connettere responsabilità e morale.

MALAGUTI - E' la "trascendenza vuota", quella che sembra aprirsi.

DALLAPORTA - La scienza continua ad alimentare il mito per cui essa costituirebbe un sistema chiuso in cui nulla di estraneo deve o può entrare. E' uno dei guai della troppa diffusione della scienza: troppa gente fa scienza, non c'è più una selezione tale per cui un tempo veniva attirato dalla scienza solo colui che aveva un certo senso anche umano e religioso.

DEL RE - I peggiori non sono i mediocri, ma certe punte di diamante con una mentalità prometeica.

BERTUZZI - Proprio in riferimento al discorso religioso per noi ha grande importanza il linguaggio analogico, per evitare riduzionismi indebiti che ci impedirebbero di parlare di Dio. Noi europei, in questi ultimi secoli, ne abbiamo fatte di tutti i colori per togliere sensatezza al linguaggio religioso.

DALLAPORTA - Certamente il far vedere la natura come uno dei simboli per dei livelli più alti è decisamente fondamentale per giungere a una comprensione completa del Cosmo, in collegamento con l'azione di Dio. S. Francesco "santifica" ogni ramoscello, perché vi vede il simbolo di qualcosa di più grande.

SABATO 3 ottobre - pomeriggio

PARENTI: modelli: due riflessioni su uso ed abuso in filosofia

(lettura e discussione della prima parte del contributo)

Vorrei collegare quanto abbiamo compreso lo scorso anno ad alcune nuove riflessioni su due argomenti particolari.

Darò per scontata la distinzione tra conoscenza per modello e conoscenza per teoria; all'interno della conoscenza per modello distinguerò tra mera metafora ed analogia [che si ha quando il modello è di per sé connesso a ciò che deve raffigurare, come quando si studia una causa ignota dai suoi effetti]; supporrò infine che un modello è - o dovrebbe essere - più facilmente accessibile alla nostra conoscenza di quanto deve aiutare a conoscere.

É inevitabile, se la consuetudine di una certa cultura, legata a tanti condizionamenti storici, ci invita a dar per scontate certe affermazioni, rendendoci meno vigili e critici, cadere nella fallacia di chi non distingue più il modello da ciò che esso dovrebbe raffigurare. Talvolta il non «uscir di metafora» può parer ridicolo, ma credo che molto spesso l'insidia di questa fallacia sia assai pericolosa, capace di confondere ricercatori peraltro assai scaltri.

La lettura di alcuni passi dei commenti di S.Tommaso ad Aristotele mi ha suggerito alcuni esempi di fallacia riguardanti la Metafisica e la Filosofia della Natura. Se queste mie «denunce» risulteranno vere, ciò sarà tanto più interessante, in quanto i commenti di S.Tommaso ad Aristotele sono tuttora assai poco noti.

La «sostanza»

Vorrei iniziare col prendermela con i metafisici. Lo spunto lo prendo dall'osservazione che la realtà naturale è «materia et substantia corporum artificiatorum» (1), e che l'errore dei filosofi della Natura presocratici fu di limitarsi soprattutto alla ricerca della causa materiale delle cose, considerando le realtà naturali come fossero realtà artificiali (2).

Potremmo chiamarli ante litteram «materialisti». A loro discolpa potremmo rilevare che indubbiamente le realtà artificiali ci sono molto più familiari e note, visto che le progettiamo e produciamo, che non quelle naturali: dunque dovrebbe venir spontaneo cercare nelle prime un modello per comprendere le seconde.

Ma veniamo al problema della «sostanza». I filosofi che si son detti esplicitamente materialisti, o che comunque riconosciamo come tali, non fa meraviglia se riducono l'esistenza ed il modo di esistere delle realtà naturali all'esistenza ed alle caratteristiche relative di ciò che ritengono le prime cause materiali - o «elementi» - delle cose (3). Sostanzialmente la loro posizione è la stessa, sia nell'antichità, sia oggi. Ed è tutto sommato irrilevante che queste realtà elementari siano una o molteplici, continue o discrete.

Vorrei invece cercare una sorta di materialismo non confesso in chi tale non vorrebbe essere, per vedere se il modello delle realtà artificiali può servire a sciogliere nodi di dibattito filosofico.

I.GREDT, nei suoi «Elementa Philosophiae Aristotelico-Thomisticae» (4), spiega due vie per le quali giungiamo al concetto di sostanza. Una è quella della riflessione sulla nostra conoscenza, per cui ci cogliamo come soggetti conoscenti, e questo non dovrebbe far questione. L'altra via è «abstractione a cognitione sensili». I sensi non colgono la sostanza: «raggiungono l'esteso, il colorato, il figurato, ma non sono capaci di distinguere l'estensione dal colore, dalla figura e neppure dal soggetto, dalla sostanza, che non raggiungono assolutamente, nemmeno in concreto. Da quel tutto accidentale, che i sensi raggiungono, l'intelletto astrae la sostanza mediante le mutazioni accidentali sensibili. L'esteso figurato, colorato muta secondo la figura, il colore, il calore ecc., cioè queste cose nascono e periscono in esso. Così l'intelletto le comprende come affezioni che in qualcosa d'altro che permane sotto queste mutazioni periscono, nascono e sono, cioè le distingue come accidenti dalla sostanza...».

È inevitabile fare un confronto con l'analisi di Aristotele sui principi degli enti soggetti a divenire (*Fisica*, libro I). In pratica il nostro autore ci suggerisce di identificare la sostanza con la causa materiale delle mutazioni accidentali... Se poi ricordiamo che «materia et substantia corporum artificiatorum sunt res naturales» (5), possiamo confrontare il tutto con la posizione di Antifonte (6) e di altri filosofi della Natura presocratici, che consideravano appunto le realtà naturali alla stregua di quelle artificiali (7): «E poiché la sostanza è quella che permane e proprio della natura è generare ciò che le è simile, concludeva che ogni disposizione che è secondo una qualsiasi tecnica o legge razionale sia un accidente, e che ciò che permane sia la sostanza ...» (8).

Non dubito che questo mio confronto farebbe un orrore totale al GREDT, lo stesso orrore che indubbiamente gli suscitava il materialismo. È pure vero che la sostanza permane nelle mutazioni accidentali, altrimenti si avrebbe una mutazione sostanziale, con generazione di una nuova cosa e corruzione della precedente. Ma è anche vero che egli avrebbe potuto spiegare in modi diversi la genesi del concetto di sostanza, ed in Aristotele così come nei commenti di S.Tommaso vi è abbondante spunto in proposito.

È pur vero che «sostanza» può esser detto anche della materia o della forma (9), ma le particolari estensioni per analogia di un nome non sono il metodo migliore per spiegare la genesi di un concetto: è facile che lascino nell'uditore fraintendimenti o comprensioni parziali.

Possiamo supporre qualche condizionamento storico-culturale per spiegarci questo fatto. Ad esempio egli si contrappone a Locke, Hume e Kant. Ma altri autori aristotelico-tomisti trattano la questione in modo simile al Gredt (10). Ora, se prendiamo ad esempio Hume, egli appunto riteneva che il concetto di sostanza venisse introdotto per dare un'esistenza continuata a ciò che pur era mutevole nell'apparire, ma con una certa coerenza e regolarità. E la sua posizione è collegata al dibattito dei filosofi moderni precedenti o successivi.

Non interessa in questo momento dire se Hume avesse ragione o meno. Interessa invece rilevare che il suo modo di affrontare la genesi dell'idea di sostanza è fondamentalmente lo stesso.

Così possiamo supporre che anche i tomisti del secolo scorso, inserendosi in un dibattito con la filosofia moderna, ne assumano chi più, chi meno, categorie e modi di vedere, perché per contrapporsi su qualcosa occorre, alla fine, mettersi in qualche modo su un piano comune.

Concludendo: non mi pare infondata l'ipotesi che alla radice della disputa - e delle difficoltà di trovarne una comune soluzione - vi sia l'assunzione forse inconsapevole di un certo modello.

NOTE

1 - Cf. *In Phys.* II,1,288 (per questo commento mi riferisco all'edizione D'Auria).

2 - Cf. *ibidem*, I,2,35; 9,131; 12,222; II,2,308-314.

3 - Non confondiamo gli elementi con la «materia prima». Gli elementi sono già realtà naturali, che entrano nella sostanza delle realtà miste. Gli antichi alchimisti cercavano appunto di isolare la o le materie basilari per ricomporne l'oro (cf. HOLMYARD E.J., *Storia dell'alchimia*, Sansoni, 1972, pag.19).

4 - Ed. 13a, *recognita et aucta* ab E.ZENZEN, Herder 1961, vol. II, pagg. 37 e ss.

5 - S.TOMMASO, *In octo libros de Physico auditu sive Physicorum Aristotelis commentaria*, D'Auria, Napoli 1953. I, 1, n.288

6 - *Ibid.* 2, nn.310 ss..

7 - *Ibid.* n.308.

8 - *Ibid.* n.310. Cf. pure *In duodecim libros Metaphysicorum Aristotelis expositio*, Marietti, Torino 1964, VII, 2, in particolare il n.1284.

9 - *Ibid.* n.318. Cf. pure nota precedente.

10 - Cf. LIBERATORE M., *Institutiones Philosophicae*, Romae 1861, pagg.309 ss.; lo ZIGLIARA, *Summa Philosophica*, vol. I (Parigi 1926), pagg. 444-447, che però, pur accettando la genesi del concetto, alla fine corregge con decisione; ancor più critico l'HUGON (*Cursus Philosophiae Thomisticae*, vol.V, Parigi 1907, pagg.223 ss.). Meno critico il Card. BATTAGLINI (*Institutiones Philosophicae*, Vol. II, Bologna 1890, pagg.109 ss.) che, citando il SUAREZ, vorrebbe dimostrare che esistono le sostanze appunto dal continuo mutare delle cose (n.385).

Dibattito

PARENTI - a proposito della sostanza va notato, commentando ciò che dice il p. Gredt, come ci sia questo bisogno di "dimostrare" l'esistenza della sostanza (cosa che farebbe rivoltare nelle tomba Aristotele e Tommaso). I tomisti del secolo scorso, ponendosi all'interno di un determinato dibattito, assumono inconsapevolmente i termini di coloro di cui combattono le posizioni, ovvero il loro modello interpretativo.

DEL RE - già oggi, con la nostra tecnologia, siamo in grado costruire macchine in grado di riprodurre se stesse; la problematica del naturale-artificiale è, oggi, assai più complessa e dovrebbe essere oggetto di un dibattito più approfondito. Qui possiamo accontentarci del significato più semplice di "naturale" e "artificiale". Torniamo all'idea di sostanza.

MONTANARI - Non esiste una sostanza a prescindere dai suoi accidenti: io non sarei me stesso se non avessi questa altezza, questo colore dei capelli...

BERTUZZI - La sostanza artificiale suppone che la forma sia in qualche modo immessa dall'esterno, rispetto alle potenzialità della natura a prescindere dall'uomo. Tutti gli artefatti sono costruiti dall'uomo a partire dalla sua capacità di astrarre dalle potenzialità concrete degli elementi naturali in questione. Quello che si trovava a modo di distinzione tra naturale e artificiale è che quest'ultimo suppone un progetto intenzionale che riguarda l'uomo.

CONCA - Quando Parenti dice che la contrapposizione suppone piani comuni, bisogna andarci piano: quando il confronto ha carattere storico è un conto, un altro conto è quando ci si contrappone concettualmente ad una posizione diversa dalla propria (per esempio cercando di svuotarla dall'interno, per poi contrapporvi la posizione che si vuole sostenere).

PARENTI - Ho l'impressione che ci sia questo modello materialista di concepire la sostanza che è comune a parecchi scolastici che pur si professano tomisti e al pensiero moderno. Per S. Tommaso e Aristotele l'idea di sostanza è presupposta a tutte le nozioni successive.

PORCARELLI - Mozione d'ordine: il discorso di p. Parenti mirava a mostrare come un certo tipo di modello (materialista) possa essere usato anche inconsapevolmente da autori tomisti per parlare della sostanza, così come si parlerebbe di realtà artificiali. Non mi sembra il caso di aprire una discussione sulla sostanza o su naturale/artificiale, ma semplicemente di prendere atto del fatto che tali concetti vengano usati in un certo modo all'interno di un certo modello, visto che è di modelli che stiamo parlando.

DALLAPORTA - Come modello di sostanza ho davanti a me il modello biblico, che si appoggia in un certo senso al modello tradizionale indu: in principio Dio creò il cielo e la terra, la terra era informe e deserta e le tenebre ricoprivano l'abisso. La sostanza è totalmente passiva e priva di forma: è la materia prima. Lo Spirito di Dio (che aleggiava sulle acque) è quello che mette ordine: la sostanza è passiva e non fa assolutamente nulla, tutto ciò che viene fatto viene dalla forma. La "materia prima" è assolutamente passiva, le proprietà della "materia seconda" calano dall'alto sulla materia prima. Questo può essere considerato una sorta di "modello" di ciò che è la sostanza.

DEL RE - In riferimento a ciò che dice Dallaporta si potrebbe aprire un dibattito molto ampio. Vorrei solo chiedere una cosa a p. Parenti: lei conclude la prima parte del suo discorso dicendo che "vi sia l'assunzione inconsapevole di un certo modello"; di quale modello si tratta?

PARENTI - Si tratta delle realtà artificiali assunte come modello delle realtà naturali. Le forme artificiali sono accidenti; il materialismo, trattando le realtà naturali alla stregua di quelle artificiali, cerca quell'elemento che starebbe sotto a tutto; dopo di che sarebbe solo un problema di organizzazione o aggregazione per spiegare l'esistenza di tutte le cose. Questo fa dimenticare che "sostanza", in prima accezione, vuol dire "una certa cosa", caratterizzata dall'esistenza ("hoc aliquid").

PARENTI: (lettura della seconda parte del contributo)

Lo spazio ed il tempo

Per Aristotele i corpi sono di dimensione finita, l'universo è finito ed è pieno. Il luogo - come spiega nel IV libro della *Fisica* - è il termine del corpo contenente, come ad esempio la superficie interna di un vaso pieno d'acqua. E non vi è uno spazio le cui dimensioni coincidano con le dimensioni del corpo contenuto. C'è solo il corpo contenuto, con le sue dimensioni.

Nel capitolo IV egli spiega come mai nasca l'idea dell'esistenza di uno spazio vuoto contenitore dei corpi in moto. Esplicita S. Tommaso: «per il fatto che la mutazione di ciò che si sposta localmente avviene in un certo contenitore in quiete. Poiché dunque non pare esserci alcuna cosa che sia contenitrice ed immobile se non lo spazio, ci sembra che capiti che il luogo sia un certo spazio intermedio, distinto dalle grandezze che si muovono localmente. A rafforzare la credulità in questa opinione contribuisce molto il fatto che l'aria sembra essere incorporea: perché dove c'è aria sembra che non vi sia un corpo, ma un certo qual spazio vuoto. E così sembra che il luogo non sia solo il termine di un recipiente, ma un che di intermedio vuoto.» (11)

È noto come noi siamo tornati ad una tale concezione, forse agevolati dall'importanza assunta dalla geometria analitica nella descrizione dei corpi in movimento. Almeno prima della Relatività, lo spazio definito dagli assi cartesiani è diventato un vero e proprio modello geometrico, dal quale il sentire comune fatica anche oggi a liberarsi.

Il moto locale, per Aristotele, dipendeva invece dalle proprietà naturali degli enti mobili, «ma questa spiegazione non può venir data se si pone che il luogo consista nello spazio: perché, nelle dimensioni dello spazio separate [separate nel senso delle idee platoniche] non si può considerare alcun ordine di natura» (12). Ed infatti la nozione di moto locale naturale scompare nella fisica, almeno fino a Newton. Le parti del vuoto sono indifferenti, per cui «non ... est assignare quare magis moveatur ad unam partem quam ad aliam» (13), ed in realtà non si giustifica più il moto, ed anche la distinzione tra moto naturale e moto violento o contrario all'inclinazione naturale. Nel vuoto, ovviamente, si giustificerebbe un moto all'infinito in assenza di ostacoli (14): ed anche noi possiamo riconoscere che il principio d'inerzia suppone un modello ben preciso, che viene a sovrapporsi alla realtà delle cose.

L'importante è restare consapevoli dei modelli assunti. Anche Aristotele era vittima del modello dell'universo geocentrico, che spiegava tante cose «non tamen ratio haec est sufficienter probans, quia etiam forte alia positione facta salvari possent» (15).

Così quando egli cerca di rispondere all'obiezione che allora anche il luogo è mobile, perché il contenente è mobile e di conseguenza anche il suo termine, mentre si suppone che sia solo il mobile a muoversi, egli ricorre all'ordine che il contenente ha rispetto al cielo, che è immobile per l'immobilità del centro e dei poli, così come un fiume lo diciamo immobile anche se la sua acqua scorre (16).

Oggi riconosciamo una stessa fisica per i corpi celesti e quelli terrestri e, pur considerando l'universo come un tutto, abbiamo seri motivi per ritenere inosservabile un moto assoluto che Aristotele, pur negando lo spazio assoluto, recuperava col moto uniforme, eterno e circolare dell'ultimo cielo, contenitore non contenuto, ed influente su tutti i moti delle realtà inferiori.

Qualcosa di simile si ha riguardo al tempo. Diamo per scontato che esso sia la misura del moto. Seguiamo l'esplicitazione di S.Tommaso.

«Dice dunque ... che tutto ciò che si muove, si muove da qualcosa in qualcosa. Ma fra gli altri moti il primo è il moto locale, che è da un luogo ad un luogo secondo una certa grandezza. Il tempo segue il primo moto: quindi per investigare il tempo occorre prendere il moto locale. Poiché dunque il moto locale è secondo una grandezza da qualcosa in qualcosa, ed ogni grandezza è continua, bisogna che il moto segua la grandezza nella continuità, ossia poiché la grandezza è continua anche il moto sia continuo. E per conseguenza anche il tempo è continuo: poiché quanto è il primo moto tanto diventa, a quanto pare, il tempo. Non che il tempo venga misurato secondo la quantità di qualsiasi moto, dato che il lento si muove per poco spazio in molto tempo, e il veloce al contrario; ma il tempo segue solo la quantità del primo moto» (17).

«..se ciò che è primo è misura di tutti i prossimi, cioè di tutto ciò che è del suo genere, è necessario che il moto circolare, che è regolare per eccellenza, sia la misura di tutti i moti. Si dice appunto che è regolare il moto che è uno ed uniforme. E questa regolarità non può essere trovata nell'alterazione e nell'aumento, perché non sono continui in ogni senso nè di uguale velocità. Invece nella mutazione locale si può trovare regolarità, perchè vi può essere un qualche moto locale continuo ed uniforme: e tale è solo il moto circolare, come si proverà nel Libro ottavo. E fra gli altri moti circolari il più circolare ed uniforme è il primo moto, che rigira tutto il firmamento col moto diurno; per questo quella circolazione, in quanto prima e più semplice e più regolare, è la misura di tutti i moti. Bisogna appunto che un moto regolare sia misura ossia numero degli altri, poiché ogni misura deve essere certissima: e tali sono quelle cose che si comportano uniformemente.

Da ciò dunque possiamo ricavare che, se la prima circolazione misura ogni moto, e il moto è misurato dal tempo in quanto è misurato da un certo moto, è necessario dire che il tempo è il numero della prima circolazione secondo la quale il tempo vien misurato e rispetto alla quale si misurano tutti gli altri moti con la misura del tempo.» (18).

Dunque, come per il moto locale, anche per il tempo si eviterebbe la relatività delle misure delle grandezze rispettive a patto che, pur non essendoci uno spazio sussistente assoluto nè un tempo sussistente assoluto come contenitori, vi fosse un movente fisico che si muovesse di moto uniforme (per Aristotele non può esser rettilineo, ma può esser circolare) e dal cui moto dipendesse (e ne venisse «misurato» nelle proprie grandezze) ogni altro moto di questo mondo.

L'abbandonare il modello aristotelico dell'universo ci permette forse di purificare la teoria aristotelica, aprendola probabilmente ad interessanti sviluppi di quelle osservazioni, fino a pochi secoli fa impossibili, che ci hanno portato alla teoria della relatività.

Nella teoria rivista si potrebbe dire che le misure del moto locale e del tempo dipendono dalle proprietà degli enti soggetti a divenire, i corpi, che interagiscono tra loro, in un universo finito e pieno.

Inoltre potremmo ancora correggere Aristotele, non più nel modello dell'universo, ma proprio nella sua teoria.

Egli privilegia infatti il moto locale, perché, almeno mi sembra, lo vede comune sia ai mobili terrestri sia ai mobili celesti, non generabili e non corruttibili. L'esistenza delle dimensioni, cioè la corporeità degli enti soggetti a divenire, vien dunque collegata al primato del moto locale.

La scoperta della corruttibilità dei corpi celesti, del fatto che comunichino con quelli terrestri nella generazione e nella corruzione, potrebbe portarci a notevoli correzioni. Per esempio a scoprire il primato del moto di aumento e diminuzione sul moto locale.

L'universo si espanderebbe allora per la crescita di ciò che ne fa parte, ma non nel modello di uno spazio vuoto che vien riempito da insiemi di particelle sempre più rarefatte. Bensì per trasformazione delle proprietà di queste cose, implicanti maggiori dimensioni.

Resta un punto interessante da notare. Come il modello geometrico degli assi cartesiani non andava confuso con la realtà che pur descriveva in modo coerente, almeno entro certi limiti, così neppure il modello quadridimensionale che chiamiamo spazio-tempo non va confuso con la realtà di ciò che vuol descrivere, nè va scordato che il tempo non è omogeneo alle tre dimensioni del moto locale: è una grandezza invece piuttosto particolare. Da un punto di vista matematico, le operazioni sulle misure della lunghezza e del tempo possono essere indifferentemente fatte considerando positiva una e negativa l'altra. Nella realtà una lunghezza può crescere o diminuire, può esser percorsa in un senso o nel senso inverso, mentre il tempo ha un ordine solo.

Così pure la rappresentazione grafica dello spazio-tempo, e le sue «curvature» non vanno prese alla lettera, allo stesso modo che nello spazio sarebbe inutile cercare gli assi cartesiani.

A questo punto, però, mi rimetto al parere di chi è competente in merito.

Un'ultima domanda

Nell'ultimo numero di «Le Scienze» vien trattato il problema dell'esperimento del fotone che si comporta come onda o come corpuscolo, a seconda che lo si osservi o meno, e si traggono conseguenze che mi sembrano decisamente filosofiche.

La mia domanda agli scienziati è allora questa: gli interrogativi di tipo filosofico dipendono da modelli inconsciamente assunti? Esistono altri modelli?

NOTE

11 - Lectio 6, nn.894-895.

12 - Lectio 8, n.940.

13 - Lectio 11, n.993.

14 - *Ibidem*, n. 1000.

15 - S.TOMMASO, *Summa Theologiae*, I, q.32, a.1, ad 2.

16 - Capitolo IV.

17 - Lectio 17, nn. 1103-1104.

18 - Lectio 23, nn. 1221-1223.

Dibattito

DALLAPORTA - In complesso il fatto di riferirsi al moto del cielo per definire il tempo è assolutamente coerente a quello che accade ancora oggi (anche se non è il cielo, ma la terra a girare). Non è vero che oggi non si parli più di un tempo e di uno spazio assoluti: si tratta del tempo dal Big Bang (l'osservazione della radiazione di fondo consente di "sincronizzare" tutti gli orologi) e dell'espansione del medesimo. Lo spazio si allarga perché a partire dal Big Bang (non sappiamo per quale motivo) avviene questo; la radiazione di fondo è il "testimone" di questo tempo e di questo spazio assoluto. Prima del Big Bang non c'erano né lo spazio né il tempo: non esiste un "contenitore vuoto" precostituito.

BERTUZZI - Mi viene da osservare che si pone il problema di stabilire se tutte le categorie che noi usiamo per rendere conto della realtà (materia, forma, spazio, tempo...) non sono in fondo altro che dei modelli. Se sono dei modelli esistono dei punti di riferimento costanti, che un tempo erano di un certo tipo (il Primo Mobile) oggi sono altri (tempo del Big Bang, radiazione di fondo). Si tratta di modelli in un certo senso stabili? L'accusa che veniva fatta al Gredt in modo inconsciamente Humiano (in riferimento agli artefatti) è quella che Heidegger fa a tutta la filosofia (compresi Aristotele e S. Tommaso), di trattare cioè tutta la filosofia sulla base del modello di come lavora l'artigiano. Determinate categorie hanno un'origine antropologica o cosmologica? P. Sergio sottolinea come l'importante sia che Aristotele si rende conto di usare un modello.

PARENTI - Costruisco la mia metafisica su enti soggetti al divenire, ma considerandoli non in quanto soggetti al divenire, bensì in quanto esistenti e aventi determinate caratteristiche. Ciò che volevo sottolineare era invece la pericolosità di un certo modello di sostanza.

DALLAPORTA - Il fatto di vedere Dio come un Artefice è, né più né meno, che il modello biblico ed è il più immediato.

CONCA - La verità di quanto dice Aristotele dipende dal fatto che venga "inverato" all'interno di una tradizione cristiana.

GARZILLO - Vorrei chiedere a p. Parenti se ciò che differenzia la scienza dalla filosofia è una sorta di "primum" esistenziale. Proprio della scienza sarebbe quello di fare ciò che fanno Hume o Gredt: si limita a ridescrivere il "primum esistenziale", senza poterlo mai cogliere.

PARENTI - La scienza dà per scontato il concetto di "hoc aliquid", il metafisico lo pone sotto inquisizione.

GARZILLO - Ciò che stavo chiedendomi è se la scienza non vada proprio in quella direzione "artificialista": la scienza non può non considerare le realtà naturali come se fossero artificiali.

PARENTI - La psicologia, per esempio, non si muove in questo senso: dopo Freud la psicologia ha abbandonato la pretesa di spiegare tutto in base a considerazioni bio-chimiche. Per me un modello matematico non necessariamente è un modello "artificiale".

DEL RE - Vorrei che riprendessimo il discorso daccapo. Il nostro conoscere scientifico o filosofico dipende da ciò che noi chiamiamo analogia, metafora e simili? Quando conosciamo noi dobbiamo mettere in corrispondenza la realtà esterna (da conoscere) con un qualcosa al nostro interno: dobbiamo raccogliere un insieme di dati, decodificarli, inserirli in una memoria in cui già si trova qualcos'altro. Esiste il problema di capire se noi ci serviamo di analogie, modelli o altro, per poter effettuare questo lavoro di rielaborazione dei dati. Se così fosse, allora perderemmo tempo se parlassimo di conoscenze dirette. Vi sono persone come la Hesse che affermano che non esistono conoscenze dirette: riferendo l'esperimento della terrella di Gilbert afferma che non si può avere un esperimento senza una teoria interpretativa di riferimento. Molti psicologi affermano che ogni tipo di conoscenza è esattamente di questo tipo: la sensazione può essere diretta, ma la percezione e la presa di coscienza sembrano non essere dirette.

Ciò premesso vorrei dire che dovremmo definire ciò che chiamiamo "conoscenza diretta", poi possiamo passare al problema dei modelli e delle analogie. Quanto all'intervento di p. Parenti io lascerei momentaneamente da parte il problema della sostanza, ma il discorso dell'ispirazione da un confronto con l'artificiale mi pare che non si debba chiamare "modello", ma piuttosto "analogia": non c'è un insieme di connessioni e relazioni ben precise. Insomma dobbiamo definire bene i termini: "modello" non è la stessa cosa di "analogia"; non parliamo poi del concetto di "metafora", di "simbolo" e altri ancora. Operativamente suggerirei di stabilire se e come fare questo.

BERTUZZI - Dovremmo riflettere un poco assieme sulla distinzione tra "conoscenza diretta" e "conoscenza indiretta". Il contatto spontaneo e immediato con la realtà è qualcosa di naturale e comune a tutti; le scienze, invece, procedono attraverso modelli più "mediati" dell'esperienza.

FORTINI - Si potrebbe formalizzare la distinzione tra "conoscenza del senso comune" e "conoscenza scientifica".

DEL RE - Chiederei 10 minuti di tempo per esporre una teoria della conoscenza scientifica (quella di M. Polanyi) che potrebbe costituire un inizio di risposta.

In un quadro realista dobbiamo chiederci in che modo effettuiamo le scoperte scientifiche. L'inizio consiste nel ricevere delle informazioni in quantità molto maggiori rispetto a quelle di cui prendo coscienza e che riesco a formalizzare. Per es. quando vedo un uomo e lo riconosco (es. Fortini) compio una ben precisa forma di conoscenza, anche se non riuscirei a formalizzare i motivi per cui io ho fatto la mia affermazione (quest'uomo è Fortini). Nel momento in cui esprimo una conoscenza di tal genere faccio, ipso facto, dei confronti con altre conoscenze. Proseguendo, poi, inizio la formalizzazione scientifica della mia conoscenza; in tale cammino di formalizzazione l'analogia e la costruzione del modello occupano una posizione fondamentale. Il processo di formalizzazione si ricollega a tutta una serie di altre notizie ricevute in precedenza e in altro modo.

Quando si parla di conoscenza "diretta" o "indiretta" si parla sempre di conoscenza sensibile. Per es. un cieco che tiene il suo bastone "lento" lo percepisce come altro da sé; se lo stringe forte e lo usa per tastare, allora lo percepisce quasi come una parte di sé. Tutto questo richiede una riflessione e un approfondimento, prima di formulare ipotesi sui meccanismi conoscitivi in cui entrano in gioco i fattori di cui abbiamo parlato. Dobbiamo inoltre distinguere la conoscenza tacita (apprensione) dalla formalizzazione (formulazione), in cui con ogni probabilità inseriamo già delle analogie.

PORCARELLI - Aristotele inserisce già a livello pre-intellettuale (nella cosiddetta *experientia*) un meccanismo di confronto spontaneo con fatti esperiti in precedenza.

Alla ricerca di una migliore definizione di modello

DEL RE - Abbiamo visto il modello in chimica, in fisica, in cosmologia, fino al modello "metafisico" di cui parlava p. Parenti. Ciascuno di noi potrebbe dire ciò che pensa del modello, magari distinguendo tra analogia, metafora e modello.

BEGNOZZI - Non si tratta di un tema che io abbia approfondito in modo particolare in passato, molto ho appreso ascoltando il dibattito ieri e oggi. La difficoltà è quella di individuare esattamente il significato dei termini indicati (analogia, modello...): il termine "modello" è molto più usato nelle scienze di quanto non lo sia in filosofia.

Faccio un po' di fatica a mettere a fuoco il termine "modello" in campo filosofico, in campo scientifico mi pare di coglierlo, seppure in modo vago.

Gli altri due termini mi sono più presenti, ma li ho sempre applicati e visti in discipline differenti: il modello nelle scienze, l'analogia in filosofia, la metafora in poesia. Ciò che mi interessa è l'applicazione interdisciplinare di detti concetti, ma la mia formazione non mi consente di procedere con sicurezza in questa direzione.

DEL RE - Lei ha giustamente sottolineato l'appartenenza originaria di questi tre termini a tre diversi campi.

BERTUZZI - Io vorrei fare riferimento all'esempio concreto del palloncino e pongo questo tipo di modello a livello di una conoscenza di tipo analogico-metaforico (piuttosto che non a quello analogico-proprio). L'usare termini come "palloncino" sistema planetario, "esplosione", credo sia proprio del modello scientifico ipotetico-deduttivo: è il modo in cui una teoria matematica cerca di rendersi visualizzabile.

CONCA - Mi sento spiazzato perché il discorso tecnico specifico della ricerca scientifica non è mai stato approfondito nella sua specificità. Sottolineo inoltre l'importanza dell'analogia per poter cogliere la complessità della realtà e la complessità del sapere come tale: a diversi piani della realtà corrispondono determinati concetti e determinate metodologie. Per concludere sulla metafora ritorna chiara la distinzione dei piani del sapere: dal senso comune passiamo al sapere scientifico e quindi al modello ultimo, metafisico, che è la visione complessiva della realtà. Per concludere, forse uscendo un poco dal campo, mi ha interessato moltissimo il discorso fenomenologico sulla conoscenza come apertura immediata sul senso dell'essere: questo può rappresentare un elemento comune sia alla scienza che alla filosofia.

MONTANARI - Grosso modo io intendo per modello una descrizione dei fenomeni che avvengono in natura. La descrizione potrebbe essere o di tipo qualitativo o di tipo quantitativo: alcuni modelli (es. il palloncino) possono essere meramente qualitativi, altri possono essere quantitativi e qualitativi allo stesso tempo, vi sono infine dei modelli totalmente al di fuori della nostra esperienza comune e che sono puramente matematici e astratti (ma danno delle misure che consentono previsioni, che sono ciò che a noi interessa).

Quando ci troviamo di fronte a scoperte nuove il linguaggio (tanto quello comune, quanto quello matematico) può essere inadeguato e deve essere totalmente inventato. Sostanzialmente qualunque modello serve a spiegare una realtà fisica e può essere più o meno complesso; talora bisogna inventare un linguaggio nuovo e per far ciò si può (incidentalmente) fare uso anche di analogia (è il caso, ad esempio, dello "spin" dell'elettrone, immaginato inizialmente come una particella rotante).

DEL RE - Quando dice che ciò che conta è prevedere, che cosa intende?

MONTANARI - In fisica ci sono delle limitazioni di cui devo tener conto e devo limitarmi a descrivere cose che possono essere descritte.

DEL RE - La parte più importante del dibattito tra Born e Einstein sta nel fatto che Einstein desiderava anche "capire" ciò che descriveva, mentre Born e gli altri sostenevano che ciò che conta è semplicemente formulare un'equazione che consenta di prevedere i fatti.

MONTANARI - Devo limitarmi a fare congetture su ciò che potrei poi osservare.

DEL RE - C'è oggi un contrasto, a livello di ricerca, tra quelli che dicono "basta prevedere" e quelli che dicono che occorre capire.

FORTINI - Per me "modello" e "teoria" sono, sostanzialmente la stessa cosa: forse, se pur esiste una qualche differenza, si potrebbero distinguere per il maggiore o minore grado di formalizzazione.

I tre tipi fondamentali di conoscenza (scientifica, metafisica, estetica) in realtà hanno una base comune, che è il senso comune, il modo di vedere le cose dell'uomo della strada; però lo fanno in modo diverso: tutte e tre partono dal senso comune, ma ragionano su di esso in maniera differente.

La scienza usando i termini del linguaggio comune cerca di spiegare i fenomeni della natura.

La metafisica che si qualifica come scienza della globalità, esamina le varie parti del senso comune per coglierne la coerenza interna, i limiti, la validità, le possibilità della conoscenza. Anche la metafisica parte dal linguaggio comune.

L'estetica serve per esplorare la realtà umana in tutta la sua ricchezza d'esperienza: la poesia ha sempre certi ingredienti fondamentali che fanno parte dell'esperienza fondamentale dell'uomo.

Mi è parso di capire (almeno dagli interventi di Parenti, Del Re e Dallaporta) che ciò che differisce in questi tre tipi di indagine è l'oggetto, mentre la modellistica è ciò che le accomuna.

PAOLI - Anche per me tra modello e teoria vi è una strettissima relazione, se non una totale identità. Sull'analogia non ho competenze specifiche, però mi pare di avere capito che il modo giusto di intendere l'analogia sia quello a cui faceva riferimento p. Parenti ("conoscenza indiretta"), per cui sarebbe essenziale all'analogia il discorso del "rinvio", del "rimando". Vorrei citare una parte del prof. Melchiorre che ha fatto una relazione sul concetto di analogia come concetto-chiave per parlare della creazione; la sua conclusione mi pare la seguente: il mondo non può che essere un "rinvio" a realtà soprannaturali, quindi il nostro modo di conoscere per analogia è fondamentale, perché costituisce il rimando di qualcosa a qualcos'altro. Quindi ci deve essere un modo di conoscenza analogico, in quanto il mondo è fatto perché rinvii a qualcosa di altro da sé. Proporrei di scegliere per l'anno prossimo o dopo ancora un tema che sembri sfruttabile in modo trasversale, sia dalle scienze, sia dalla filosofia, sia dalla teologia; ma partendo da un punto di riferimento preciso. Fra l'altro mi pare che tra modello e analogia, spesso, vi siano delle sovrapposizioni; perché?

GARZILLO - Quello che dice la Hesse riguardo alla concezione del modello come parte essenziale della teoria va ben oltre le limitazioni del modello di Hempel (di tipo ipotetico-deduttivo), quindi emergerebbe il valore fondamentale dell'induzione, magari probabilistica. Un'altra differenza essenziale da rimarcare è quella tra descrizione e spiegazione (spiegare è qualcosa di più che descrivere e deve basarsi su modelli analogici).

SACCHETTI - Il nostro conoscere dipende dal modello, dall'analogia?

Parto dal triangolo semiotico di OGDEN-RICHARDS (struttura del messaggio):

significato	
(immagine)	
significante	referente
(linguaggio)	(sostanza)

Un modello formalizzato produce, mediante l'analogia, altri modelli formalizzati?

* Linguaggio - (astrazione) - Modello formalizzato - (analogia) - ? ulteriore modello.

* Immagine mentale (astrazione) - modello fisico - (analogia) - ? ulteriore modello.

Sicuramente l'analogia è uno strumento essenziale della conoscenza: nel momento in cui ho tratto dal linguaggio un modello formalizzato non è più necessaria l'immagine mentale da cui sono partito.

FORTINI - Per me, come diceva il prof. De Giorgi, le dimostrazioni matematiche sono insiemi di micro-congetture.

PORCARELLI - Per quanto riguarda i modelli di tipo scientifico denuncio la mia difficoltà derivante dalla mancanza degli strumenti matematici per comprenderne tutta la portata: con ogni probabilità io percepisco i modelli scientifici come se fossero delle metafore (apposta li capisco), ma sicuramente ne sminuisco grandemente la portata.

Quanto all'analogia, intesa in senso filosofico, è un campo in cui mi muovo decisamente meglio: essa si fonda (a livello metafisico) sulla multiforme partecipazione dell'essere (da un lato) e sull'ordine che lega i diversi piani dell'essere dall'altro: se ci fosse solo Dio ci sarebbe un solo essere, se i diversi gradi dell'essere non avessero un profondo ordine intrinseco, allora non sarebbe possibile collegarli in un'unica sapienza e quindi farne un discorso compiuto (ci troveremmo di fronte a una molteplicità caotica e indecifrabile, che precluderebbe la possibilità non solo ad ogni analogia, ma anche a qualsiasi discorso razionale).

Resterebbe da parlare dei simboli che, grossolanamente, potrei definire come una congerie di analogie e metafore che non sempre voglio o posso esplicitare. Talora non vale la pena di esplicitare tutte le analogie e metafore sottese da un simbolo, talaltra non è nemmeno possibile, perché uno dei termini del rapporto (analogie e metafore suppongono sempre un determinato rapporto) sfugge alla comprensione essendo avvolto nel mistero divino.

PARENTI - Chiamerei modello qualcosa o un insieme di cose lo studio delle cui proprietà mi permette di studiarne un'altra a me meno accessibile, supponendo una qualche corrispondenza utile allo scopo. Si distingue dai segni o dai simboli, in quanto i puri segni (es. stradali) non servono a studiare le proprietà di ciò che esprimono.

A volte un modello può essere fittizio (anche del tutto impossibile, come ad es. quando mi raffiguro un corpo come un punto).

Molte teorie implicano modelli, non mi pare necessariamente sempre. Per teoria intendo un insieme ordinato di affermazioni universali costantemente vere.

MONTANARI - Tutte le teorie sono modelli.

PARENTI - Anche le leggi di Newton?

MONTANARI - La legge di Newton è un modello.

PARENTI - Per me ciò che distingue un modello da un non modello è quello di conoscere una cosa attraverso un'altra.

Quando parlo della seconda cosa usando i nomi di ciò che ho scelto come modello senza esplicitare il "come se", uso il linguaggio in modo analogico-metaforico (es. quel tizio è un leone).

DALLAPORTA - Vorrei distinguere modello, analogia e metafora, anche se riconosco che spesso non lo faccio. Il quadro tradizionale dell'universo (che è un modello) parte da un principio supremo e scende a diversi piani (psichico, spirituale, corporeo...). All'interno di questo modello ci si può muovere o orizzontalmente (il che è tipico della scienza) oppure verticalmente. Il modello si può collocare solo sul piano "orizzontale", ovvero del paragone tra cose sullo stesso piano; esso può avere una funzione "pratica", "euristica", "immaginativa", "semplificata" (il modello per lo più non riesce a tradurre tutta la complessità dell'oggetto stesso). Esso ha un carattere eminentemente quantitativo.

Quando invece cerco un collegamento in direzione verticale mi servo dell'analogia: essa collega piani diversi (corporeo e psichico, spirituale...). Sull'insieme delle analogie si basa tutto il simbolismo. Essa ha carattere eminentemente qualitativo. Il modo di afferrare il piano verticale è l'intuizione intellettuale pura: non basta la pura ragione, o "vedo" una cosa e so che è così, o non la vedo. Uno dei modi dell'intuizione è quella estetica: la bellezza è una delle facce della verità. L'analogia si usa spesso anche in senso sbagliato, per un rapporto orizzontale, quando si istituisce un modello non ben precisato o troppo approssimativo.

La metafora viene generalmente considerata come una trasposizione di linguaggio. Se la generalizzo in questo senso tale metafora può essere talora vera, talora superficiale (e attinente al linguaggio). Quando è vera, allora corrisponde a una vera analogia.

DEL RE - Vorrei lanciare una piccola sfida: ho scritto un certo numero di parole, proporrei di tentare di fare ciascuno una piccola definizione di ciascuna di queste parole, in modo che rimangano alla futura memoria. A me sembra che l'elenco chiarisca alcune cose: si tratta di voci diverse, che noi abbiamo usato in modo per lo più indifferente.

BERTUZZI - Mi trovo in un discorso che mi pare in continuità con ciò che si faceva l'anno scorso, forse non siamo andati molto avanti. Vorrei capire meglio alcune cose, per esempio il modo di funzionare di un modello scientifico. A me sembra che l'analogia, riprendendo la distinzione molto forte fatta dal prof. Dallaporta, sia in un certo senso distribuita in tutte le forme di pensiero in cui si creano dei rapporti tra un oggetto e l'altro: a livello di proporzioni matematiche, a livello di modelli scientifici, a livello di speculazioni filosofiche. Io vedrei l'analogia in questo senso un po' generico.

DALLAPORTA - Tra l'analogia sul piano orizzontale e quella sul piano verticale vedrei una diversa accentuazione di facoltà: l'analogia sul piano orizzontale accentua in particolare il raziocinio, quella sul piano verticale accentua invece l'intuizione.

FORTINI - Potremmo, in effetti, convenire di chiamare analogia in senso lato entrambe, purché si mantenga la distinzione tra il piano metafisico e quello scientifico, che hanno modi di approccio diversi nei confronti della realtà.

BERTUZZI - Un'altra cosa che mi pare fondamentale nel nostro sforzo di trovare il collegamento analogico tra scienze diverse, consiste nel tentativo di trovare dei criteri oggettivi per evitare il riduzionismo: si possono trovare diversi ambiti a cui i criteri analogici vanno applicati in diversa maniera. Mi sembra una tappa importante anche per arrivare a stabilire il passaggio dal piano orizzontale a quello verticale. E' proprio questo che è venuto a crollare con la rivoluzione copernicana: prima si vedeva l'universo come una totalità distribuita gerarchicamente su diversi piani; la matematica ha "unificato" la fisica del cielo con quella della terra, ma ha indotto tentazioni riduzioniste.

DALLAPORTA - Da un punto di vista fisico il sistema copernicano è più efficace, da un punto di vista metafisico è più efficace il modello tolemaico. Non vale nemmeno la pena di chiedersi quale dei due è quello più "vero".

FORTINI - Dirò di più, talora anche da un punto di vista scientifico è più efficace il sistema tolemaico: quando devo puntare un telescopio non posso far altro che considerarmi al centro dell'universo, sennò non potrò mai individuare una stella o una galassia.

CONCA - Vi sono determinate affermazioni sempre vere, vuoi di natura metafisica, vuoi di natura morale. Oltre al modello scientifico esiste anche il modello metafisico-religioso, o anche morale.

BERTUZZI - Secondo voi è possibile prendere alcune cose emerse in questa giornata per vedere come stabilire dei criteri di validità dell'analogia nelle diverse scienze, in prospettiva del lavoro (del prossimo anno) di tentare un aggancio con la filosofia. Sapete quanto sia difficile: finché ognuno parla nel suo ambito, tutto va bene, quando si cerca di trarre delle conclusioni, allora tutto si fa difficile.

Vorrei chiedere quali caratteristiche hanno i diversi tipi di modelli nelle diverse discipline. Un modello fisico ha un valore, ad esempio, probabilistico; un modello sul piano morale ha un altro valore, un modello filosofico ne ha un altro ancora. I famosi tre gradi di certezza (fisica, morale e metafisica) possono, forse, avere una qualche utilità.

FORTINI - Intravvedo in lontananza il rischio del riduzionismo, ma se riuscissimo a convincere noi stessi e gli altri che ogni piano del conoscere è irriducibile agli altri, allora il rischio si potrebbe allontanare.

DALLAPORTA - C'è tutta una evidenza sperimentale che mostra come l'evoluzionismo darwiniano altro non è che un dettaglio all'interno di un meccanismo totalmente diverso: vi sono fatti sperimentali di tipo paleontologico che sembrano smentire la teoria darwiniana delle piccole mutazioni.

BERTUZZI - Anche il Big Bang è una concezione evolutiva.

FORTINI - Ritengo pericoloso addentrarmi in questa discussione perché non c'è un biologo a cui sottoporre la problematica.

DALLAPORTA - Come fisico nego in modo assoluto che il modello darwiniano spieghi tutto. Dopo essere stati perseguitati quei pochi che l'hanno capito riescono ora a farsi sentire.

SACCHETTI - Attualmente il problema dell'evoluzione mi pare sia stato presentato nel libro "l'albero della conoscenza", di Varela, in cui mi pare si parli di "ecoide" e si faccia riferimento a concetti molto complessi. Le due direttrici fondamentali sono quella genetica-improvvisa e quella di adattamento all'ambiente.

FORTINI - Il problema suggerito da Bertuzzi potrebbe già essere dibattuto a livello del passaggio tra la fisica e la chimica: è possibile individuare i motivi di "irriducibilità" di alcune teorie chimiche alle corrispondenti teorie di tipo fisico?

BERTUZZI - Un problema particolare è quello del cosiddetto "Principio Antropico", che mi sembra, da quel che ho potuto sentire, una sorta di tentativo di scoprire rapporti e analogie portati su un piano un po' fantastico. Esso rimane interno alla metodologia delle scienze da cui parte?

DALLAPORTA - Per me non è, strettamente parlando, un principio, ma è un insieme di constatazioni che non è una vera e propria prova, ma nondimeno pone degli interrogativi ineludibili.

Può avere un certo valore euristico.

PORCARELLI - Suggerirei di formalizzare il problema attraverso alcune precise domande:

- 1) quali e quanti tipi di modelli esistono nella mia disciplina?
- 2) quali sono le loro condizioni di validità o i criteri di formulazione?
- 3) quali sono i rischi sottesi dal loro uso all'interno della mia disciplina?

FORTINI - Non esistono, propriamente, criteri generali, però si potrebbero analizzare alcuni dei modelli fondamentali.

GARZILLO - Una delle tendenze tipiche della mentalità neopositivista è quella di tentare di isolare il momento della scoperta da quello della giustificazione, quasi che il primo fosse una sorta di "scintilla" irrazionale e il secondo tutto legato alla razionalità scientifica.

DALLAPORTA - Io credo che le scoperte siano essenzialmente intuitive: il puro e semplice ragionamento non porta alla scoperta vera e propria.

DOMENICA 4 ottobre - mattina

Esposizione dei contributi "ragionati" delle varie aree disciplinari a partire dalle seguenti domande:

- 1) quali e quanti tipi di modelli esistono nella mia disciplina?
- 2) quali sono le loro condizioni di validità o i criteri di formulazione?
- 3) quali sono i rischi sottesi dal loro uso all'interno della mia disciplina?

Il contributo degli scienziati fisico-chimici

Quali tipi di modelli sono più significativi in fisica

(DALLAPORTA, FORTINI, MONTANARI)

Abbiamo fatto un elenco di modelli, piuttosto lungo, magari dimenticandone molti altri. Abbiamo dunque cercato di operare una selezione, cercando in primo luogo di mettere in luce il modello determinista che ha dominato per anni e quello che oggi lo soppianta (il caos deterministico). In secondo luogo abbiamo scelto alcuni modelli immaginativi e altri modelli poco intuitivi e addirittura paradossali; quindi un modello che ha il vantaggio di essere una semplificazione.

Il modello determinista

Si tratta di un modello ancorato alle equazioni fondamentali della meccanica (equazioni differenziali di secondo ordine): l'integrazione di tali equazioni richiede la determinazione di due condizioni preliminari (posizione iniziale, velocità iniziale). Se applichiamo tale sistema a un corpo vediamo come la sua traiettoria risulti perfettamente determinata, se la applichiamo a due corpi, risulta facile verificare come le cose andassero altrettanto bene.

Constatato questo l'estrapolazione era di dire che tale modello poteva essere applicato non solo ad un sistema ad uno o due corpi, ma anche ad un sistema (l'universo) costituito da infiniti corpi. Già Poincaré si accorse che un sistema a tre corpi non poteva essere studiato in questo modo. Oggi si osserva come il determinismo si dissolva completamente: una traiettoria dipende dalle condizioni iniziali: se cambiamo di poco le condizioni iniziali, dovrebbe cambiare di poco la traiettoria; Poincaré ha individuato problemi in cui cambiando anche di pochissimo le condizioni iniziali la traiettoria può cambiare di moltissimo (es. la turbolenza).

Il modello del caos deterministico

In teoria la traiettoria di ogni particella è sempre determinata, ma di fatto è indeterminabile. Gli unici due problemi fisici perfettamente integrabili sono quello dell'oscillatore armonico e quello dei due corpi.

Il modello atomico

Inizialmente si è constatato che l'atomo (neutro) deve contenere una parte positiva e una negativa: il modello di Thompson prevedeva un nucleo positivo piuttosto ristretto e una "nuvola" negativa attorno; il tutto piuttosto compatto.

Rutherford osservò che la carica positiva era estremamente concentrata (10 alla meno 12 cm.) rispetto alle dimensioni totali dell'atomo (10 alla meno 8). Nasce dunque il modello "planetario" (applicando la legge di attrazione di Newton e Coulomb: $1 \text{ su } r \text{ al quadrato}$).

Solo che l'elettrone (carica elettrica) che si muove con accelerazione perderebbe costantemente energia e darebbe uno spettro continuo, in totale contraddizione con i dati sperimentali. Bohr elaborò un modello ibrido: sono stabili solamente quelle orbite il cui momento angolare è un multiplo intero di $h/2\pi$, dove h è la costante di Planck; le righe dello spettro atomico vengono emesse "saltando" da un'orbita all'altra. Con questi due postulati sono state trovate esattamente le righe dell'atomo di idrogeno; solo che il modello resta ibrido: ci si serve ancora della meccanica classica, ma si immettono due postulati che la sconvolgono completamente: si tratta di un modello funzionante, ma logicamente inconsistente.

Emerge infine la meccanica quantistica: qualunque ente fisico (luce, elettrone...) si può presentare a noi sotto due forme diverse. Se faccio un'esperienza di diffrazione emergono dei massimi e dei minimi di interferenza (caratteristici di un fenomeno ondulatorio), se invece considero l'effetto Compton, l'emissione di un corpo nero e altri fenomeni, allora devo considerare l'elettrone come una particella. Il modello quantico è dunque duale: alle volte luce ed elettroni si presentano come fenomeni ondulatori, altre volte come fenomeni corpuscolari. Si tratta di due "linguaggi" correlati tra loro da un "vocabolario": l'inverso della lunghezza d'onda e la frequenza caratterizzano l'effetto ondulatorio; la quantità di moto e l'energia caratterizzano l'effetto corpuscolare: il rapporto tra i due "linguaggi" è dato dalla costante (h) di Planck. Si tratta di un modello assolutamente anti-intuitivo che non comprendiamo in nessun modo come funzioni.

L'ultimo passo del modello atomico tiene conto del fatto che orbite stabili sono quelle che danno luogo a un fenomeno di onde cosiddette stazionarie (es. una corda di violino che vibra al centro): le orbite fisse dell'atomo corrispondono al fatto che le onde associate al moto delle particelle formino un sistema di onde stazionarie. Questo modello non-intuitivo della meccanica quantistica rende intuitivo il modello di Bohr.

Un modello "semplificativo": il gas perfetto

Poniamo di avere un recipiente che contiene del gas: se il gas è diluito contano solo gli urti delle particelle contro le pareti, se il gas è poco diluito acquistano rilevanza anche gli urti delle particelle tra di loro. Se il gas è molto diluito l'equazione è $PV = RT$.

Per ottenere queste leggi complessive non abbiamo assolutamente bisogno di sapere come è fatta la singola molecola. Si tratta di un modello sensibile a tutte le dimensioni (atomi, molecole, componenti di un nucleo, stelle e pianeti), purché l'ambiente sia sufficientemente diluito.

La teoria della relatività

La teoria della relatività nasce dall'insufficienza delle cosiddette trasformazioni di Galileo: come variano le grandezze cinematiche quando le descrivo prima in un certo sistema e poi le passo in un altro. Problema essenziale era quello della composizione delle velocità. E... se una di queste velocità fosse la luce? Chiamiamola c . In un sistema di riferimento sarà $c+v$ o $c-v$. Applicando queste considerazioni al moto della terra in un sistema di riferimento assoluto in cui la luce avrebbe la velocità uguale in tutte le direzioni: si è scoperto che la velocità della luce è costante in qualsiasi sistema di riferimento. La velocità della luce non si compone con altre velocità.

Einstein ha pensato di introdurre due postulati nuovi:

- 1) la velocità della luce non si deve comporre con altre velocità,
- 2) invarianza di tutte le leggi fisiche, qualunque sia il sistema di riferimento.

In base a questi postulati Einstein ha re-impostato il problema delle trasformazioni. Gli "invarianti" della fisica galileiana erano: la lunghezza e il tempo (assoluto di Newton). Nelle nuove trasformazioni non esiste l'invarianza delle lunghezze, né l'invarianza del tempo.

Lunghezza e tempo non sono più invarianti: un corpo che si muovesse alla velocità della luce non avrebbe più lunghezza; lo stesso dicasi del tempo.

Le leggi della meccanica andavano dunque cambiate alla luce delle trasformazioni di Lorentz: c'è un completo sganciamento della quantità di moto dalla velocità.

PARENTI - Anche la relatività è un modello?

FORTINI - Nella relatività si postula una differente geometria dello spazio-tempo rispetto a quella di Galileo.

MONTANARI - Pensiamo ai mesoni dei raggi cosmici, che decadono in 10 alla meno 6 secondi, che consentirebbe loro di percorrere non più di trenta metri prima di decadere; invece percorrono circa trenta chilometri (alla velocità della luce) e risultano osservabili, perché il loro tempo (per noi) risulta "dilatato" di un fattore mille.

FORTINI - La teoria della relatività, in barba a Popper, non è più "falsificabile": difficilmente potrà essere smentita nel futuro.

Alcuni modelli chimici

(GARZILLO)

Il problema della chimica, sostanzialmente, è quello di sapere che cosa succede facendo interagire due sostanze. Ciò comporta di sapere: in che tipo di ambiente opero (chiuso o isolato), cioè se ci sono, e quali, scambi di materia e di energia con l'ambiente esterno.

È chiara allora l'importanza per lo sviluppo della chimica di aver chiaramente definito a livello fisico i vari tipi di energia.

Dalton (1808) riesce, con i suoi assunti, a spiegare la legge della conservazione della materia di Lavoisier, la legge delle proporzioni definite di Proust, sviluppa anche la legge delle proporzioni multiple (di Dalton). L'ipotesi atomica di Dalton riesce a spiegare queste tre leggi empiriche.

- 1) Gli elementi semplici sono costituiti di particelle indivisibili, chiamate atomi, che intervengono nelle reazioni chimiche.
- 2) Gli atomi di un elemento sono tutti eguali, hanno le stesse proprietà, lo stesso peso.
- 3) Ci sono tante specie di atomi quanti sono gli elementi.
- 4) Per comporre un corpo composto, pochi atomi di un elemento si uniscono con pochi atomi di qualche altro elemento.

È sui gas che si fanno le prime ipotesi. Fondamentale è la cosiddetta ipotesi di Avogadro (1811): volumi uguali di gas nelle stesse condizioni di temperatura e pressione contengono numeri uguali di particelle. Nel 1858 Cannizzaro offre un criterio per decidere se tali particelle sono atomi o molecole (definisce un'unità di peso). Esperienze fondamentali sono quelle di Faraday sull'elettrolisi, associando alla quantità di materia sviluppata agli elettrodi una determinata quantità di elettricità. Dalle leggi dell'elettrolisi si arriverà a descrivere l'elettrone come unità discreta di carica elettrica.

Le esperienze di Berthelot mirano a chiarificare il concetto di affinità chimica (quale è la tendenza di ogni elemento a unirsi con altri); Berthelot vuole discriminare tra la chimica e la fisica: enuncia il principio di lavoro massimo (azioni chimiche sono solo quelle esotermiche, le cosiddette reazioni endotermiche vengono da lui considerate reazioni fisiche). Egli fa l'esempio del corpo che scivolando su un piano inclinato trasforma energia potenziale in energia cinetica, così una reazione chimica tende a raggiungere il livello energetico più basso rilasciando calore. Si tratta di un modello costruito su una falsa analogia.

Van't Hoff presenta un modello analogico tra la teoria delle soluzioni diluite e quella dell'energia cinetica dei gas:

- 1) in entrambi le molecole sono distribuite in un grande volume,
- 2) sono analoghi il modo in cui ha luogo la vaporizzazione e quello in cui si forma la soluzione.

Kekulé, collegandosi al suo sogno del serpente che si morde la coda, arriva a ipotizzare la disposizione degli elettroni del benzene (schematizzabile da un esagono con un cerchio interno). Si tratta di un esempio di modellizzazione idealizzata, nel senso della rappresentazione della doppia struttura con doppi legami alternati. La situazione reale degli elettroni potrà essere definita solo molti anni dopo, grazie alla chimica quantistica (equazioni di Schrödinger).

Il modello "topologico" di Hückel porta all'elaborazione della cosiddetta "matrice topologica" (al numero 1 corrisponde l'esistenza di un legame, al numero 0 l'assenza di legame): si tratta di una formulazione matematica per descrivere un modello di tipo geometrico. Su questa base intuitiva si svilupperanno tutti i modelli semi-empirici: si prendono valori sperimentali (essenzialmente sulla base di misure spettroscopiche), che vengono inseriti in un insieme di parametri in forza dei quali puoi dedurre gli altri parametri.

A livello di calcolo, la soluzione della funzione d'onda di Schrödinger per una molecola richiede di considerare tutte le possibilità che garantiscano il massimo spettro di probabilità per ogni elettrone: quando definisco una funzione (elevata al quadrato) essa mi dà la probabilità di trovare l'elettrone in una certa zona (che chiamo "orbitale"), vi saranno diversi orbitali sulla base di tutte le possibilità di disposizione degli elettroni. Si pensi ad esempio a persone che non si conoscono, che entrano in un pullman con due file di posti vuoti: ognuno tenderà a collocarsi da solo in un posto, solo quando tutti i posti "singoli" saranno occupati allora i nuovi passeggeri dovranno sedersi accanto ad altri e occupare anche il secondo posto. Il problema è quello di decidere il livello di approssimazione a cui mi posso spingere. In molti casi con le intuizioni di Hückel si può evitare tutto questo: dal disegno della molecola, a livello puramente intuitivo, posso già scrivere la matrice topologica che poi verrà usata per il calcolo degli autovalori dell'energia.

Il contributo dei filosofi

(BERTUZZI, PARENTI, PORCARELLI, BEGNOZZI, CONCA)

La filosofia, in generale, realizza la sua vocazione profonda se tende, per amore della sapienza, al massimo grado di verità e di certezza che le sono possibili entro i limiti posti dall'umana conoscenza. Il filosofo, dunque, ha sempre la segreta aspirazione ad un sapere che non sia confinato entro i limiti di un modello, ma che tendenzialmente giunga ad adeguarsi il più pienamente possibile a quella realtà che vuole penetrare.

Questo non vuol dire che, di fatto, il filosofo non si serva mai di modelli o analogie, anzi, ne fa un uso sovrabbondante; l'importante è che la sua conoscenza non si fermi ai modelli quasi fossero un punto d'arrivo, ma se ne serva come di strumenti atti a penetrare sempre meglio la realtà delle cose, in vista del conseguimento di quella sapienza di cui è innamorato. Possono esistere, da un punto di vista filosofico, infiniti modelli più o meno coerenti e "verificabili" (sulla base di un richiamo più o meno frettoloso al senso comune), ma il vero filosofo cercherà sempre, con umiltà e pazienza, di individuare i modelli che la realtà stessa fornisce e che, per questo motivo, risultino più adatti a comprenderla.

In questo senso vale forse la pena di spezzare una lancia a favore dell'impostazione realista della filosofia, quanto al modo di utilizzare i modelli di cui ci si serve: vi sono filosofi affetti da una sorta di "complesso di Pigmalione", che tentano di coartare la realtà entro i loro modelli così come si farebbe con un letto di Procuste, magari affezionandosi a certi modelli per motivi extrafilosofici (estetici, ideologici, o di altro tipo); vi sono invece filosofi che accettano l'idea che sia la realtà stessa a "misurare" la validità dei modelli con cui ci si accosta ad essa e a fornire indicazioni per la loro individuazione.

I vari tipi di "modelli filosofici": la funzione dei modelli in storia della filosofia

La filosofia tende a elaborare un modello interpretativo della realtà. Le connotazioni di questa elaborazione sono:

- 1) la determinazione dei principi sulla struttura della realtà stessa;
- 2) i principi sulla struttura della conoscenza;
- 3) i principi del rapporto dell'uomo con la realtà.

Metodo: come ricerca di dedurre dai principi l'interpretazione unitaria di tutta la realtà.

Esemplificazione dei vari metodi con cui tale interpretazione può essere condotta:

- metodo analogico: (S. Tommaso) applica i principi ai distinti aspetti dell'essere nella loro specificità;
- metodo dialettico: (Hegel, Marx, Heidegger, Gentile) procede per contrapposizione logica dei concetti (tesi antitesi, sintesi) o dei piani dell'esistenza del singolo (estetico, morale, religioso; metodo dell'"aut-aut");
- metodo trascendentale o ipotetico-deduttivo: Kant,
- metodo intuitivo: Bergson,
- metodo del dubbio metodico: Cartesio,
- metodo fenomenologico: Husserl,
- metodo storicistico: Croce,
- metodo riduzionistico: tende a ridurre la realtà a un unico principio (utilizzando, in sostanza, concetti univoci).

I vari modelli analogici in S. Tommaso

Il "modello" fondamentale del pensiero di S. Tommaso passa attraverso la visione analogica della realtà fondata sulla partecipazione causale delle perfezioni dell'ente, la pluralità dei gradi di perfezione e l'ordine che lega i diversi gradi partecipativi tra loro.

In metafisica, e poi parlando di Dio, metafora e analogia in senso stretto sono sempre ineliminabili. In metafisica il linguaggio univoco resta circoscritto alle cose generabili e corruttibili dove abbiamo quei generi supremi che sono le categorie aristoteliche. Mentre nel linguaggio su Dio la metafora è una sorta di barriera rispetto agli antropomorfismi (proprio per la sua grossolanità), in metafisica si privilegia l'analogia; sono analoghi nomi come: esistere, agire, poter agire, potenza in generale, causa, effetto, conoscenza, verità, tendere, volere, bene, ...

La metafisica tratta di alcuni modelli comunemente accettati dal cosiddetto senso comune, che la riguardano, per rifiutarli: non è detto che per muovere ci si debba muovere, non è detto che esistere comporti l'essere corporei, non è detto che esistere comporti l'essere generabili e corruttibili, non è detto che conoscere implichi trasformazione, il puro poter diventare un'altra cosa (materia prima) non è qualcosa (un elemento), conoscere e amare sono delle azioni il cui compimento sta nell'agire stesso e non nella quiete.

Vediamo ora l'analogia di «ente».

Ente vuol dire «che esiste» [quod est]. Si dice anzitutto che esiste «questa certa cosa» [hoc aliquid]. A questo significato cercheremo di ricondurre tutti gli altri usi del nome «ente». Questi ultimi risulteranno così derivati dal senso principale che presuppongono.

Poiché «questa certa cosa» che «esiste» è un soggetto singolare, possiamo anzitutto considerarlo in astratto, come genere: avremo il nome generico di SOSTANZA, cioè ciò che esiste, prescindendo da questo o quello.

In quanto poi le cose di questo mondo vengono all'esistenza, diremo che esiste anche la GENERAZIONE di esse.

Inoltre ciò che esiste ha caratterizzazioni. Anche di esse diremo che esistono, sia che siano PROPRIETA' [passio, proprietas, per se accidens], sia che siano il modo di esistere tale da avere queste ultime, a livello generico o specifico (GENERE, SPECIE... che Aristotele chiamava «sostanze seconde»).

Infine noi diciamo che è vero un giudizio che giudica che è quello che è, e che non è quello che non è. Non fa meraviglia dunque che diciamo che esiste ciò che conosciamo con un giudizio "affermativo" e che esprimiamo appunto con un'affermazione vera. Ma anche ciò che conosciamo con un giudizio "negativo" è concettualizzabile in modo da farne affermazioni vere: per esempio «l'assenza dei miei durerà a lungo». Dirò in questo senso che esiste l'assenza dei miei. Diremo così «ente» la CORRUZIONE, la PRIVAZIONE (negazione di una caratteristica in un soggetto che dovrebbe averla), la NEGAZIONE. Ed anche alcune RELAZIONI non hanno esistenza se non in quest'ultimo senso: per esempio quando diciamo che ogni cosa è se stessa (identità).

PORCARELLI - Per Aristotele e Tommaso tutto ciò che non è un puro nulla ha diritto di cittadinanza nel regno dell'essere; il problema è di capire a che titolo, ovvero in che senso.

BERTUZZI - Storicamente la scoperta dell'analogia, con Aristotele, nasce proprio per superare i gravi inconvenienti di interpretazioni univoche della realtà (si pensi a Parmenide, alla scuola di Mileto...).

Aristotele è stato un grande "assiomatizzatore" della logica, ovvero delle leggi del pensiero, ma esse devono essere assunte non come principi determinativi, bensì come principi regolativi di una scienza; pena il riduzionismo dialettico: la logica serve solo a "regolare" il pensiero, che deve tener conto dei contenuti di ogni singola disciplina.

Condizioni di validità, ovvero criteri di formulazione dei suddetti modelli filosofici.

Vi sono alcuni punti di riferimento per individuare i criteri di validità dei modelli filosofici:

- la certezza di ogni affermazione, deriva dal suo essere coerente rispetto ai principi da cui dipende,
- ulteriore criterio potrebbe essere quello dell'evidenza, che viene variamente intesa: da una sorta di autotrasparenza dei concetti (chiarezza e distinzione), a forme più o meno raffinate di intuizione interiore, fino a una corrispondenza dei concetti rispetto alla realtà.

Quali sono i rischi sottesi dall'uso dei modelli in filosofia?

La filosofia tende, per sua natura, a costituire un sapere unitario e l'uso dei modelli filosofici viene fatto a tale scopo.

Esiste pertanto un rischio "endemico" di assolutizzare frettolosamente modelli interpretativi, magari validissimi in un determinato ambito del reale, ma inadatti a costituire il fulcro di un'interpretazione unitaria della realtà stessa: si giunge così a generalizzazioni di aspetti particolari, che comportano la messa in ombra o la scomparsa di altri aspetti (spesso non meno importanti) della realtà medesima.

Va peraltro notato come ogni forma di riduzionismo filosofico porti, in genere, a effetti molto eclatanti, perché la tendenza della filosofia a costituirsi come sapere "ultimo" fa sì che essa porti fino alle estreme conseguenze tutte le sue affermazioni, che finiscono per condizionare l'interpretazione di tutta la realtà. In questo senso il modello rischia, in filosofia, di mutarsi in "sistema", chiuso ed autoreferentesi, incapace di assimilare tutto ciò che (aprioristicamente) non rientra nei propri parametri.

Un contributo di tipo didattico (SACCHETTI)

Il modello in pedagogia si basa su "come" guardare l'uomo. Storicamente l'evoluzione di tale modello è legato all'evoluzione dell'epistemologia: nella forma classica abbiamo come un "ombrello" della filosofia sopra le scienze, nella forma moderna le scienze vanno per conto loro.

Su quale modello di persona progettare l'itinerario educativo?

Nella modernità si tende a ridurre il modello della persona al modello scientifico, escludendo tutto ciò che non è osservabile nel comportamento del fanciullo. La tesi di Skinner giunge ad affermare che i soggetti educandi non sono esseri liberi e dotati di una dignità personale. Certamente si tratta di un modello riduttivo rispetto alla natura dell'uomo.

Nel post-moderno non si può determinare in modo assoluto il modello dell'uomo, proprio per la libertà che lo caratterizza.

In termini didattici bisogna recuperare, al di là dell'"ingegneria didattica" il lato artistico (anche stando attenti ai rischi di un certo diletterismo didattico).

Per quanto riguarda i criteri di valutazione del modello si potrebbero considerare tre fattori:

- 1) una domanda, in quanto il modello della persona tende a rispondere a una domanda,
- 2) riduzione a uno schema sintetico ed astratto,
- 3) risposta alla domanda che dispone a sviluppi successivi.

BERTUZZI - In questa rassegna di metodologie didattiche è possibile distinguere il metodo come una sorta di schema che dev'essere applicato con un criterio di analogia, non fisica ma morale, ai diversi elementi. La didattica, quando elabora i suoi metodi, tiene conto del fatto che gli schemi devono fare i conti con la singolarità e l'individualità del soggetto (è più un'arte che una scienza). Si tratta di un criterio di analogia che deve tener conto del fatto che i soggetti da educare non sono macchine.

SACCHETTI - La didattica deve rimandare sempre a qualcosa d'altro: è possibile, per esempio, testimoniare la propria fede attraverso la chimica? Dal modello di persona si traggono le finalità educative cui vincolare la propria azione didattica. Mentre nel periodo moderno la finalità educativa è puramente disciplinare e non rimanda a nulla di più grande.

PARENTI - La scelta di un modello in scienza comporta delle conseguenze sui modelli con cui studiamo la realtà: ognuno cerca di capire la globalità del reale in base a ciò che conosce di più. Il modello riduzionista sembra incapace di differenziare l'uomo da un animale o da un sasso. Dopo diventa difficile invocare in qualche modo dei diritti umani, anche invocando l'immagine dello spirito che guida la macchina. Molte cadute della morale o dei valori dipendono anche dai modelli che inconsciamente mi fanno pensare a tutta la realtà in un certo modo.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

BERTUZZI - In primo luogo dovremmo fissare alcuni punti per il prossimo anno (su questo tema qui, direi, come si preventivò lo scorso anno). Mi pare che quest'anno siamo riusciti a vedere un po' meglio come operano i modelli nelle varie scienze, il prossimo anno dovremmo cercare di mettere insieme queste riflessioni con considerazioni di carattere filosofico.

FORTINI - Mi pare che ci siano le premesse, ben congegnate, per lavorare il prossimo anno: si tratta di mettere insieme le varie presentazioni emerse quest'anno.

BERTUZZI - Possiamo pensare di confrontare modelli e analogie in scienza e filosofia sulla base della traccia lasciata da Del Re? (Cf. in fine del resoconto)

FORTINI - Mi pare che Dallaporta abbia detto una cosa molto interessante: i modelli si potrebbero riservare all'aspetto "orizzontale", l'analogia a quello "verticale". L'articolazione di Del Re può essere utile, ma come base non coglie il punto essenziale, ovvero le differenze metodologiche tra scienza e filosofia.

CONCA - Si tratta di una questione di nomi e parole, se non c'è la competenza specifica, profonda, del valore dei significati in ordine alle scienze e alle metodologie delle scienze. Io vedo, per questo, un po' problematica la mia partecipazione. Se invece c'è una competenza specifica sui contenuti assiologici e linguistici, allora ha senso la ricerca della correlazione tra scienza e filosofia. Non si tratta di un problema indifferente: Maritain vede una correlazione, da un punto di vista neotomistico.

PORCARELLI - Mi pare desiderio di tutti il cercare questa correlazione, il problema posto da Fortini era sul "come" fare per trovarla nel modo più rapido ed efficace. Su questa linea mi permetterei di fare fin d'ora un suggerimento operativo:

- rispondiamo al questionario e cerchiamo di mandarne anche altri elaborati da altri specialisti,
- riunire una commissione di lavoro che si occupi sia di raccogliere le risposte ai questionari, sia di individuare analogie, differenze, nodi problematici,
- preparare un documento di lavoro, che funga da base preliminare per le discussioni dell'anno prossimo (tale documento dovrebbe essere incluso negli atti del presente convegno, in modo che i contributi che verranno inviati per il prossimo anno potranno essere "calibrati" e "mirati" su quei punti che la commissione di lavoro avrà individuato come i principali nodi da sciogliere).

DALLAPORTA - Il problema di collegare gli aspetti scientifici (orizzontali) e quelli filosofici (verticali) ho cercato di affrontarlo; cercherò di rivedere questi miei tentativi, basati sulla complementarietà dei due piani, e vedrò di portare questo contributo.

BERTUZZI - Noi dobbiamo mirare il prossimo anno a creare questo collegamento tra il livello scientifico e quello filosofico. Nel lavoro proposto dal prof. Del Re (le definizioni) ognuno è chiamato a dare definizioni inerenti al suo campo, un po' come abbiamo fatto questa mattina, in modo che ciascuno abbia più chiaro ciò che pensano gli altri.

DALLA PORTA - Se ognuno di noi risponde a questo questionario emergerà che il senso dato alle parole sarà diverso, piuttosto che disputare poi sulle parole si potrebbe convenire su un linguaggio comune interno al gruppo.

PORCARELLI - Di questo potrebbe sempre occuparsi la commissione di lavoro di cui ho parlato prima.

PARENTI - Come riassumere ciò che è emerso in questi giorni?

FORTINI - Vi sono metodologie proprie delle scienze particolari e della filosofia, che sono tra loro distinte ed hanno un loro ambito di applicazione. Ci siamo capiti meglio a vicenda: i filosofi hanno capito quale è la metodologia propria di lavoro dello scienziato, così come noi scienziati abbiamo capito meglio la metodologia di lavoro del filosofo.

Si intravede inoltre come questi due piani di lavoro possano anche interagire tra loro (senza identificarsi); "come" realizzare tale interazione è il compito del prossimo anno.

GARZILLO - Forse questa è la via per aggiornare la teologia naturale sulla base di ciò che dicono gli scienziati oggi.

FORTINI - Sarebbe ora! I fisici di oggi dicono cose un po' diverse da quelle che dicevano i fisici dell'800.

BERTUZZI - La teologia naturale ha perso molto terreno, anche in campo teologico (in cui si dà un primato assoluto alla Bibbia e alla fede, con un rifiuto di ragionare entro i limiti dell'umana ragione), proprio perché non si riteneva possibile un dialogo proficuo con la scienza di oggi.

FORTINI - Von Balthasar, per esempio, è ricchissimo di spunti in campo estetico, ma ignora totalmente l'esistenza della scienza.

BERTUZZI - La nostra teologia, anche cattolica, è oggi molto dipendente da Barth, che ritiene "idolatrica" ogni riflessione razionale su Dio. Ecco perché la scienza è stata un po' dimenticata.

DALLAPORTA - E la scienza si è un po' "vendicata" allontanando totalmente la fede dal suo orizzonte di considerazione.

BERTUZZI - Il problema è che quando si parla, in metafisica, di cose come il moto o l'esistenza, si prescinde dal fatto che il moto sia locale o l'esistenza qualcosa di sensibile. Un passaggio di questo tipo è possibile operarlo sia sul piano fisico che su quello metafisico? Si possono usare anche gli stessi termini (in modo analogico)?

FORTINI - L'importante è non prescindere mai dal rispetto dell'autonomia della scienza e del loro "proprium".

DALLAPORTA - I dati scientifici non sono stati rivelati, né sono intuiti dall'interno del nostro spirito.

ALLA RICERCA DI MIGLIORI DEFINIZIONI

Seguendo il suggerimento del prof. Del Re ci lasciamo come "compito" per casa il cercare una corretta definizione dei termini seguenti:

Modello

- fisico

- matematico

Teoria

Analogia

Metafora

Simbolo

Paradigma

Immagine

Figura

Semplificazione

Naturalmente ciascuno può aggiungere e definire altri termini che, alla luce del dibattito di questi giorni, gli sembrano significativi per il proseguimento delle nostre riflessioni. Oltre alla pura e semplice definizione dei termini si potrebbero anche dare alcune indicazioni "a latere" circa i problemi derivanti dall'uso di ciò che si è definito all'interno della propria disciplina.

Potrebbe essere interessante (previa una breve presentazione del lavoro fatto) sottoporre la presente tabella di definizioni anche ad altri colleghi della propria e, soprattutto, di altre discipline: ciò al fine di arricchire lo spettro delle nostre considerazioni anche ad altre aree (biologia, antropologia, psicologia, sociologia, ...) che nelle discussioni di questi giorni sono state soltanto sfiorate, ma non si è potuto direttamente affrontare.

APPENDICE

MODELLI E ANALOGIE NELLE VARIE DISCIPLINE

Il Big Bang

di Nicola Dallaporta

Il tema proposto per questo convegno: “modelli e analogie nelle varie discipline” implicherebbe che, come fisico, io trattassi il modello di maggior rilievo concettuale ed analogico nell'ambito della fisica: e cioè il modello dell'atomo o della dualità corpuscoli-luce. Ma, disgraziatamente, l'ho già trattato l'ultima volta quale esemplificazione; e quanto ne è stato riportato mi lascierebbe poco spazio per dire del nuovo. Per mia fortuna, il mio lavoro degli ultimi anni si è rivolto alla cosmologia; e ciò mi permette di affrontare, almeno sotto alcuni punti di vista, il tema del Big Bang, che in quanto a modello e ad analogie si presta anch'esso molto bene allo scopo del nostro convegno.

Mi limiterò ad una trattazione molto schematica. Come per il caso dell'atomo e della struttura della materia, il modello dell'universo subisce nel tempo una continua serie di variazioni e di ritocchi per adattarsi via via ai nuovi dati empirici che vengono forniti. Ciò ne dimostra la costruzione puramente sperimentale nei suoi aspetti fondamentali e nella sua origine. I raffinamenti teorici, tanto sofisticati e tanto di moda al giorno d'oggi, corrispondono a mio parere a costruzioni di portata reale ed attendibile rapidamente decrescente in funzione dell'allontanamento nel tempo e del grado di estrapolazione dal misurabile al quale ci si spinge. Le tappe fondamentali per la costruzione del modello sono le seguenti.

A priori, e fino all'inizio del presente secolo, non c'era nessuna ragione per pensare che l'universo nel suo insieme, formato da stelle e da galassie, non fosse in uno stato di equilibrio, o per lo meno di staticità, che di per sé non implicava nessuna storia.

1) Il primo fatto sperimentale che pone la base del nuovo modello sta nella legge di Hubble (1929), la quale constata che le galassie si allontanano da noi con una velocità proporzionale alla loro distanza, che di per sé costituisce il modello dell'espansione del cosmo. Il risultato si basa interamente sul fatto che lo spostamento delle righe dello spettro delle galassie verso il rosso è dovuto all'effetto Doppler. Se si dovesse scoprire un altro fenomeno fisico che spiegasse questo spostamento, tutto il modello espansivo del cosmo cadrebbe di colpo. La grande maggioranza dei fisici ritiene che la probabilità di un tale ripensamento sia assolutamente minima, sicché praticamente il modello non è messo in dubbio, anche se una speciale schiera di fisici si ostina a farlo in base a ragioni non inconsistenti, ma molto poco convincenti. Una conferma teorica della necessità d'un'espansione (o d'una contrazione) c'era in anticipo (1917) in base alle equazioni di Einstein applicate all'universo, secondo le quali un universo statico non era stabile e doveva per forza espandersi o contrarsi.

2) Il modello matematico derivato dalle equazioni di Einstein prevedeva in ogni caso un istante iniziale in cui le dimensioni dell'universo erano zero, (singolarità iniziale) per poi, col crescere del tempo, rapidamente espandersi, con due diverse possibilità per il futuro: o l'espansione continuava indefinitamente (modelli aperti), o, dopo aver raggiunto un'ampiezza massima, l'universo tendeva a rinchiudersi su se stesso per finire in un altro punto zero (singolarità finale). La scelta tra i due modelli dipendeva dal valore della densità media dell'energia nell'universo; per densità basse, continuava sempre l'espansione, per densità alte ad un dato momento si sarebbe richiuso.

La scelta tra i due modelli non si è potuta ancora fare; in base alla massa visibile delle galassie (materia luminosa, e cioè stelle) l'espansione continuerebbe per sempre; ma oggi sappiamo sperimentalmente che esiste un largo quantitativo di materia oscura che potrebbe essere sufficiente per fare un giorno rinchiudersi l'universo. Sembra, per varie ragioni, molto probabile che la densità sia molto vicina al valore critico che determina la separazione tra i due tipi di modelli, ma senza sapere se in meno o in più.

3) I modelli matematici precedenti nulla ci permettevano di arguire circa il contenuto fisico dell'universo nelle varie sue fasi di vita. Ciò invece è stato consentito dalla scoperta (1965) della cosiddetta radiazione di fondo, uno spettro planckiano di radiazione corrispondente ad una temperatura di tre gradi assoluti che non ha potuto essere prodotto che negli stati antecedenti di vita dell'universo quando esso era in equilibrio termico. Questo ha consentito di tarare le temperature del passato e di stabilire che la temperatura (assunta infinita come la densità nella singolarità iniziale del modello matematico precedente) è andata calando linearmente in ragione inversa dello stato di estensione dell'espansione; la conoscenza della temperatura e della densità in ogni situazione antecedente permette di dedurre a priori lo stato della materia e della radiazione per ognuna di tali situazioni. Questo di per sé costituisce il modello del Big Bang.

4) Le previsioni così raggiunte hanno fornito importanti conferme sperimentali. Da un lato il modello del Big Bang appare il solo che spieghi in modo semplice la presenza della radiazione di fondo, che sarebbe difficilmente spiegabile con altri modelli; d'altro lato esso ha permesso di calcolare a priori la quantità di elio prodotta nelle fasi iniziali del Big Bang, e questa corrisponde molto bene alla determinazione sperimentale di tale dato.

Fino a questo punto, il modello appare sperimentalmente molto bene fondato; e per il momento mi sembra molto poco probabile che si possa tornare indietro. Ma ciò non toglie che sia ancora molto incompleto. E tutti gli sforzi oggi fatti in cosmologia sono intesi a completarlo. Ma questo è un compito molto difficile, che chiede dati difficilmente ottenibili, e si basa su estrapolazioni sempre più dubbie.

L'ambito temporale entro il quale il modello può ritenersi abbastanza attendibile si estende da pochi minuti dopo l'istante iniziale fino ad un futuro che potrebbe estendersi ancora per qualche miliardo di anni. In tutto questo intervallo, il modello è frutto diretto dei dati osservati e delle estrapolazioni ai tempi lontani passati o a quelli futuri di leggi fisiche che, con buone ragioni, possono ritenersi coincidenti colle leggi fisiche attuali. Le incognite riguardano il lontanissimo futuro e i primissimi istanti dopo l'origine.

5) Per quanto concerne il futuro, l'incognita sta tutta nella vera densità media dell'universo; non siamo in grado di valutare attendibilmente quanta sia la materia oscura, che potrebbe ammontare al 90% ed oltre della massa totale dell'universo. Solo un dato abbastanza preciso a tale riguardo ci potrà dire se nel lontano futuro l'universo continuerà ad espandersi o se ripiegherà su se stesso per ricontrarsi fino ad un punto. Ciò però riguarda un futuro di oltre parecchi miliardi d'anni, e quindi il problema non è scottante. Nulla vieta a priori che future osservazioni ci permettano di valutare l'ammontare della materia oscura, per cui la soluzione del problema è a priori possibile.

Le grandi incognite riguardano invece i primi istanti del passato; ed in mancanza a mio parere di raggiungibili certezze, la modellistica si scatena fino, sempre a mio parere, a perdere ogni contatto colla realtà, che naturalmente non conosciamo, e forse non risulterà mai conoscibile. Cercherò di esporre alcuni tipi di modelli ed i vari dubbi che in me suscitano.

6) I risultati ottenuti circa la prima fase di allontanamento verso il passato è di gran lunga quella più attendibile, in quanto raggiunta sperimentalmente con tutte le tecniche relative ai voli spaziali ed alle osservazioni extraatmosferiche, e ci riporta i dati relativi quasi ai confini di quanto risulta osservabile per noi. Solo lì possiamo vedere le galassie giovani, coi fenomeni relativi ai loro nuclei, quasars, radiosorgenti, e le primissime generazioni di corpi celesti dal gas diffuso. Si spera così di potere arrivare, dal confronto delle lontane colle vicine, a chiarire qual è l'evoluzione delle galassie, e di riuscire addirittura a capire in che modo, sotto l'azione della gravitazione, le galassie si originino dalle fluttuazioni di densità già presenti nella materia primordiale antecedente.

Al di là di questa amplissima zona, l'universo diventa opaco, in quanto, avendo la temperatura del fondo cosmico raggiunto a tale distanza i 4000 gradi, la materia diventa ionizzata e non lascia passare la luce in linea retta. Tutto quello che si trova al di là di tale limite dell'espansione non potrà mai essere raggiunto direttamente da qualunque tipo d'osservazione, e la nostra conoscenza degli stati antecedenti del Big Bang si basa solo su deduzioni teoriche. Ma anche a quel livello riscontriamo diversi gradi di attendibilità circa le assunzioni che facciamo.

7) La conoscenza della densità e della temperatura desunta dalla radiazione di fondo per ogni fase del Big Bang consente di determinare a priori il contenuto fisico dell'universo per ognuna di tali fasi. D'altro lato, la fisica delle particelle, sia teorica che confermata dalle esperienze fatte con gli acceleratori di alta energia, ha permesso di scoprire, oltre le particelle fondamentali già note, tutta una serie di altre particelle di massa più alta, che nelle condizioni nostre ambientali sono instabili e si disintegrano rapidamente in particelle più leggere, ma che in condizioni di densità e temperature molto alte, come risultano a priori dal modello del Big Bang, possono diventare stabili; risulta allora possibile prevedere a priori, sulla base delle nostre conoscenze circa le masse ed i connotati diversi di tali particelle (che oggi sono sull'ordine del centinaio) la composizione fisica degli stati anteriori del Big Bang, fino a un tempo che segue dopo 10 alla meno 43 secondi l'istante d'inizio, quando la temperatura è dell'ordine di 10 alla 32 gradi e la densità dell'ordine di 10 alla 93 grammi per cm cubo.

8) Al di là di questo limite non si possono al giorno d'oggi fare previsioni, perché lo spazio-tempo, che fino a quel punto poteva trattarsi come euclideo, diventa deformato per gli effetti di relatività generale; e non si sa come trattare la meccanica quantistica nell'ambito della relatività generale.

Ho trattato quest'ultima parte con molta rapidità perché per spiegarla con una certa chiarezza ai non addetti ai lavori si richiederebbe molto spazio. Spero però che la critica al modello, che è lo scopo dell'incontro, si possa facilmente capire anche a difetto di tali chiarimenti.

A) La prima grossa critica di quest'estrapolazione all'indietro in senso fisico del modello matematico del Big Bang sta nel chiedersi se valori del tempo come 10 alla meno 43 secondi, della temperatura come 10 alla 32 gradi e della densità come 10 alla 93 grammi per cm cubo abbiano un significato fisico. Possiamo spingere la descrizione matematica fino a valori infinitamente grandi o infinitamente piccoli; ma che senso fisico ha nel parlare di valori talmente grandi o talmente piccoli per certe grandezze fisiche che mai si potranno misurare? A me pare che il modello prenda la mano sulla realtà fisica, e che questo sia volersi illudere di capire la fisica in zone in cui la fisica è per noi inaccessibile.

B) La seconda grossa critica sta nell'estrapolare le leggi a noi note della fisica, e ricavate sperimentalmente in zone a noi accessibili, a zone immensamente lontane che mai potranno essere raggiunte dalla misura diretta. Ora sappiamo che le leggi classiche della meccanica newtoniana, riputate un tempo universali, hanno dovuto essere modificate: per velocità prossime alla luce (relatività ristretta), per campi gravitazionali molto intensi (relatività generale), e per il mondo atomico (meccanica quantistica). Non è allora probabile che tali leggi a loro volta possano cambiare quando ci avviciniamo a valori enormi o piccolissimi della temperatura, densità e tempo? e che pertanto queste zone a noi lontanissime siano inaccessibili anche al nostro ragionamento?

9) Un ulteriore raffinamento del modello del Big Bang che ha avuto molto successo negli anni trascorsi è quello dell'universo inflazionario. Ci sono tre dati che in apparenza sono nel contempo molto particolari ed indipendenti l'uno dall'altro:

a) perché il grado di espansione dell'universo è molto approssimativamente quello che segna il confine tra modelli aperti e modelli chiusi?

b) perché la radiazione di fondo è talmente omogenea?

c) perché le fluttuazioni iniziali di densità hanno avuto il giusto ordine di grandezza per dare le galassie che oggi vediamo? Questi tre dati si possono spiegare e collegare tra loro con un'unica ipotesi: l'universo nato minuscolo si è, al tempo di ~ 10 alla meno 35 secondi, espanso in ~ 10 alla meno 30 secondi di colpo di un fattore di ~ 10 alla 60 che lo ha portato alle condizioni di formare l'universo attuale. Matematicamente sarà bellissimo: fisicamente, ha il minimo senso? E' fisica fare un'ipotesi che mai sarà verificabile, o piuttosto metafisica di pessima qualità?

C) La critica conclusiva, a parer mio la più grave, si riferisce alla presunta nascita del Big Bang, che naturalmente, secondo l'ottica riduzionistica che più o meno larvatamente domina sempre la fisica, si propone come ideale di spiegare l'intero quadro del Big Bang unicamente con processi fisici. Ed a tale scopo viene fatto appello alla meccanica quantistica, che, in modo alquanto arbitrario, viene assunta come teoria fisica universalmente valida. Allora, con questo assunto, ecco come nasce il Big Bang.

Nella meccanica quantistica, il cosiddetto vuoto contiene potenzialmente un numero indefinito di coppie di particelle virtuali, che appaiono e scompaiono, annichilendosi o riformandosi. Queste sono le cosiddette fluttuazioni del vuoto quantistico; e la loro esistenza è indispensabile onde ricavare tutte le formule della meccanica quantistica che corrispondono ai dati osservati. Naturalmente le particelle che servono essenzialmente allo scopo sono le particelle più leggere, essenzialmente gli elettroni, ma non si possono escludere anche le particelle un po' più pesanti. Il tempo di apparizione di tali coppie è legato al principio di indeterminazione: $\Delta E \cdot \Delta t = h$ e cioè una coppia di energia complessiva ΔE , dura per un tempo Δt : tanto più alta è l'energia tanto meno dura la coppia. Ebbene, l'idea brillante è che l'universo intero altro non sia che una fluttuazione quantistica. E come? Abbiamo molte ragioni per ritenere che l'energia totale corrispondente all'universo sia zero; e cioè l'immensa energia corrispondente allo slancio cinetico del Big Bang è quasi esattamente uguale all'energia potenziale negativa delle forze gravitazionali tra tutte le componenti dell'universo. Ragione per cui il ΔE è circa uguale a zero. Allora il Δt nelle formule di Heisenberg tende all'infinito, e ciò spiega che questa fluttuazione possa durare anche i 10 alla 15 anni che richiede il Big Bang.

In questo modello, la meccanica quantistica, di cui la verità è sperimentata a livello delle particelle elementari, è applicata all'universo intero! E questo, per il piacere di poter dire che l'universo si crea da solo e che non c'è bisogno di un creatore! Il potere di autoillusione dell'uomo non ha limiti!...

A differenza della modellistica del mondo atomico, in cui le successive alterazioni dei modelli sono conseguenza necessaria dei nuovi connotati scoperti del mondo particellare, e rimangono circoscritti in schemi che fanno il meno appello possibile alla fantasia, la modellistica cosmologica, per adattarsi a panorami spaziotemporali sempre più lontani e meno accessibili alla nostra osservazione, estrapola gradatamente da quadri abbastanza probabili a visioni che colla comune realtà finiscono col non più avere alcun rapporto, e ci vogliono far credere di potere interpretare ciò che molto verosimilmente sfugge per la stessa sua natura ad ogni possibile intuizione umana.