

VENERDI' 23/9/1994 (sera)

PARENTI - Dopo 3 anni dedicati alla riflessione sui modelli e le analogie, quasi per "evoluzione naturale", ci siamo posti il problema dello statuto epistemologico della biologia, che oggi sembra di grandissima attualità.

(Viene designato come moderatore P. Giovanni Bertuzzi.)

BERTUZZI - Ci sono interessantissimi contributi che dovremmo analizzare assieme.

Per quanto concerne il tema di quest'anno vorrei richiamare le modalità con cui lo abbiamo individuato: nel confronto tra i diversi modelli scientifici e in rapporto ai diversi sistemi filosofici, ci siamo interrogati sulla possibilità di superare il riduzionismo nelle scienze. P. Strumia propose di confrontare "platonismo" e "aristotelismo" nelle scienze e si pensò di realizzare tale confronto analizzando gli statuti epistemologici della fisica e della biologia. I contributi pervenuti sono molto pertinenti.

PORCARELLI - Suggerirei di fare una analisi "finalizzata" dei contributi provando a porci oggi delle domande precise a cui domani dovremmo cercare di dare risposta. Anche l'analisi del contributo di Fortini andrebbe vista in questo senso: se qualcuno che abbia dimestichezza con la fisica potesse leggerlo e coglierne gli spunti più interessanti, avremmo certo un giovamento maggiore.

BERTUZZI - Il contributo del P. Strumia potrebbe invece servire in un secondo tempo per confrontare le nostre ipotesi di lavoro con le sue interessantissime tesi.

SACCHETTI - Vorrei chiedere al Prof. Dallaporta qualche delucidazione sul "caos deterministico": mi sembra che sia divenuto un campo rilevante per la fisica dopo l'introduzione dell'uso del computer.

DALLAPORTA - Sì, effettivamente i computer hanno consentito di constatare la sensibilità alle condizioni iniziali in modo molto più preciso.

SACCHETTI - Ma lei non ritiene che il determinismo emergente da questa analisi sia da attribuire anche al funzionamento deterministico del computer? Può uno strumento che funziona in modo deterministico dare risultati diversi da quelli deterministici?

SECCO - Direi che non dovremmo legare troppo queste problematiche all'uso del computer; ho letto il testo di Cini, in cui si osserva come Wiener, all'inizio del secolo, si fosse già posto il problema della turbolenza e del "caos deterministico" a prescindere dall'uso del computer.

SACCHETTI - Oggi molti scienziati, invece di dedicarsi allo studio del mondo reale che ci circonda, in una specie di nuovo onanismo cercano voluttuosamente la verità specchiandosi in una macchina costruita dall'uomo secondo gli schemi della sua ragione funzionale. A colloquio con questa macchina che procede secondo la logica algebrica booleana l'uomo sarà indotto a cogliere nella realtà relazioni e leggi deterministiche.

DALLAPORTA - Il caos deterministico è un problema perfettamente deterministico: se do le condizioni iniziali esatte la traiettoria è perfettamente determinata, il problema dell'indeterminismo

non viene dalla parte delle traiettorie, ma dalla nostra impossibilità di precisare in modo assoluto le condizioni iniziali. L'indeterminismo proviene dalla nostra incapacità di individuare le posizioni iniziali, non dalle traiettorie che il computer ricostruisce "onestamente".

SECCO - L'equazione è ben precisa; è la soluzione che è caotica: cioè ammette varie soluzioni che dipendono sensibilmente dalle condizioni iniziali.

SACCHETTI - Ho posto la domanda perché ritengo molto più importanti (ai fini di una nuova epistemologia) gli approfondimenti sull'indeterminismo emergente dalla termodinamica di non equilibrio, che è la scienza del divenire qualitativo. Il nostro organismo, per esempio, può passare per "transizioni" successive dall'ordine dello stato di salute al disordine che degrada rapidamente verso il caos, come nel caso del cancro o di varie malattie degradative. Questi sono, a mio avviso, i veri problemi che gli scienziati hanno il dovere di porsi nell'attuale situazione, mentre quelli del caos deterministico sembrano meno interessanti per la biologia.

DALLAPORTA - Il problema del caos deterministico è importantissimo, epistemologicamente, per la fisica: il determinismo, in fisica, non è più la regola, ma è un caso eccezionale di un cosmo sostanzialmente "indeterministico".

BERTUZZI - Mi sembra che siano già emersi alcuni dei problemi essenziali, il punto di partenza, domani, dovrà essere quello di vedere le teorie e i metodi epistemologici a confronto tra loro; poi potremo, da un punto di vista filosofico, cercare di dare un aiuto e un contributo specifico (come ad esempio sul problema del finalismo...). Ricordo che in uno dei nostri convegni emerse proprio il problema del finalismo, a confronto con gli scienziati che affermavano che esso non aveva più diritto di cittadinanza nella scienza moderna.

CONCA - La premessa che mi sta a cuore è questa: se ci limitiamo solo all'ambito scientifico ci collochiamo unicamente su un piano della ricerca e dobbiamo stare attenti a non assolutizzarlo. Tipico della filosofia è quello di elaborare un sapere che vada oltre quello scientifico; bisogna evitare di ridurre la discussione al piano esclusivamente scientifico. Bisogna tener presente l'esigenza "di totalità" che è insita nella natura umana.

BERTUZZI - Strumia fa vedere bene come il problema del rapporto tra spirito e materia venga posto diversamente nella tradizione platonica e in quella aristotelica.

PORCARELLI - In ogni caso vorrei proporre di partire dalla riflessione scientifica. Avrei alcune domande che mi si agitano nella mente e che vorrei lasciare, preliminarmente, ai relatori di domani (soprattutto prendendo le mosse dalla difficoltà di un "non addetto ai lavori" di seguire questioni discusse all'interno di una disciplina diversa dalla propria):

- * definizione dell'oggetto e del metodo della fisica,
- * definizione dell'oggetto e del metodo della biologia,
- * problema dello statuto epistemologico,
- * eventuali discussioni aperte all'interno delle comunità scientifiche di cui sopra.

DALLAPORTA - Il mio contributo è un "miscuglio" di scienza e metafisica.

GHERARDI - Vorrei sottolineare anche l'importanza dell'oggetto e metodo della "homologia", che necessita di uno statuto epistemologico speciale, rispetto a quello della fisica e a quello della biologia: comprende entrambi i mondi, ma ad un tempo li trascende.

CONCA - Questo, per un filosofo, è acquisito: l'uomo non è un oggetto, ma un soggetto esistente, autocosciente e libero.

BERTUZZI - Vorrei richiamare la tematica dello scorso anno: già l'anno scorso ci siamo accorti di come mettere a contatto immediatamente il problema della natura con quello dell'uomo diventerebbe un "mare magnum"; quest'anno dovremmo concentrarci sul confronto tra fisica e biologia, se poi trarremo degli spunti applicabili all'uomo, bene, ma questo è un problema ulteriore a cui potremo applicarci in un secondo tempo.

SABATO 24/9/1994 - mattina

DALLAPORTA - La fisica classica alla fine del secolo scorso era saldamente ancorata al determinismo basato sulle leggi della meccanica classica, questo valeva anche nel campo dell'elettrologia; per i sistemi a molti corpi ci si basava esclusivamente sulla pura casualità. Il binomio che emergeva era dunque quello di "caso" e "necessità".

La biologia, interamente basata sul neo-darwinismo, era a sua volta fondata su "caso" (mutazioni genetiche) e "necessità" (selezione naturale).

Nel nostro secolo intervengono due fattori innovativi:

- 1) la meccanica quantistica (a livello microscopico),
- 2) la teoria della complessità (a livello macroscopico).

Entrambi questi fattori portano a una crisi del paradigma classico tutto basato su equazioni lineari con soluzioni lineari. Le leggi rimangono perfettamente deterministiche, però le condizioni iniziali risultano assolutamente imprecisabili, per cui le soluzioni possono risultare asintoticamente divergenti. Il "determinismo" oggi è una sorta di "caso particolare" che vale solo in determinate condizioni e per determinati periodi.

Lo statuto epistemologico deterministico è dunque perfettamente liquidato; di qui si può tentare di delineare gli statuti di fisica e biologia. Nella mia esposizione mi varrò anche di considerazioni di carattere metafisico, attenendomi sempre ad una visuale in sintonia con quanto emerge dai primi versetti della Genesi: in principio l'Essere Supremo si manifesta sotto due aspetti (a) un substrato sostanziale caotico e informe, (b) lo Spirito di Dio che aleggia sulle acque, parte "formale" che l'intelligenza divina imprime alla materia sottostante. A mio avviso la scienza di oggi può inserirsi in tale quadro metafisico.

La "sostanza-base" del nostro mondo è quella che gli scolastici chiamano "materia secunda" (distinta dall'indefinibile materia prima, in quanto soggetta alla quantità e - aggiungerei io - dotata di una sorta di "energia caotica": la materia "immobile" non esiste; tale sostanza di base contiene anche la "casualità". Dal punto di vista della fisica quantistica dovremmo aggiungere quanto emerge in base al "principio di sovrapposizione": un certo stato della materia a qualche titolo "contiene" tutti gli altri, per cui c'è qualcosa di totalmente caotico e indefinito in tale stato della materia. La mia idea è quella di cercare di racchiudere nella "sostanza-base" del cosmo tutto ciò che è "caos", "prima" che l'azione divina gli conferisca ordine e forma. L'approfondimento della dimensione scientifica è dunque in funzione di tale indagine umana; mi riferirò tanto al mondo "classico" quanto al mondo "quantistico".

Il cosmo è costituito da diversi livelli (corporeo, psichico, spirituale... divino) che ne manifestano la struttura "verticale"; qui mi riferirò esclusivamente ai livelli più bassi.

Il livello elementare è quello delle grandezze fisiche (posizione, quantità di moto, energie, coordinate...), l'insieme di queste definizioni costituisce il livello che definirei "corporeo" (i corpi sono caratterizzati dall'insieme di tali grandezze). Si noti che al livello macroscopico della fisica

classica tutte queste misure sono compatibili tra loro, il che non vale a livello quantistico, in cui la misura di alcune di queste grandezze impedisce quella di altre.

Ad un secondo livello collocherei le "leggi", le relazioni che passano tra le grandezze fisiche:

a) nella fisica classica ci si basa fondamentalmente sulla "quantità" (di materia = massa; o di elettricità...), ma si può facilmente riscontrare una certa contraddittorietà del ruolo della massa: nel principio di inerzia ha un ruolo "passivo", nella legge di gravitazione sembra avere un ruolo "attivo" (cioè si è considerato che la massa sarebbe essa stessa la sorgente della forza). Se la massa fosse invece perfettamente inerte, la fonte delle azioni non sarebbe più la massa, ma la forza: la causa delle azioni in questo mondo - metafisicamente parlando - non sarebbero le masse, ma le forze che risultano così estrinseche alla materia sono, in un certo senso, provenienti "dall'alto"; la legge di Newton, per esempio, avrebbe il valore di una sorta di "norma estetica" che Dio applica alla materia perché i fenomeni si realizzino in un certo modo, perché emerga un certo disegno. Questo giustifica financo la visione medievale degli Angeli: il moto dei corpi (e non solo quello dei cieli) è guidato da qualcosa che viene dall'alto. Tutto questo si potrebbe facilmente considerare anche in rapporto alla relatività generale. Analoghe considerazioni si potrebbero fare anche in rapporto ai campi elettromagnetici.

b) nella meccanica quantistica si distinguono tre formulazioni.

Quella di Heisenberg si fonda sulle "regole di non commutazione" che potrebbero addirittura collocarsi ad un "terzo livello" di intelligenza divina (la quantizzazione del campo elettromagnetico e degli altri campi porta all'osservazione del campo piuttosto che delle particelle).

Nella formulazione di Schrödinger c'è un equivoco di base: la funzione ψ , in un certo senso, rappresenterebbe l'ampiezza delle onde come se avessero una realtà fisica, ma in un altro senso, quando risolviamo le equazioni, le diamo un valore puramente probabilistico.

Nella terza visione (quella di Dirac) troviamo due funzioni ψ perfettamente distinte, con funzioni totalmente diverse che coincidono solo nel caso di una particella. Tutto questo costituisce l'aspetto "deterministico" della meccanica quantistica. L'aspetto "indeterministico" è totalmente diverso: le intelligenze che agiscono operano sul substrato materiale che è soggetto al principio di non-commutazione (l'indeterminazione heisenbergiana della sostanza-base); tale differenza viene molto bene espressa in un bellissimo libro di Penrose. La "parte casuale" è inerente al substrato materiale, mentre la dimensione intelligente è quella che mi dà il comportamento delle onde. Nella visione di Hilbert la non-commutazione si traduce nel principio della simmetria/antisimmetria (principio di Pauli) che si colloca a sua volta come una sorta di "terzo livello" di intelligenza che agendo sul mondo gli imprime determinate caratteristiche.

Da questo punto comune si diversificano le strade della fisica e della biologia a motivo della differenza degli oggetti.

La fisica si è buttata nel mondo delle particelle, vi ricerca soprattutto delle "simmetrie", per cui le particelle risultano permesse a priori o proibite a seconda che soddisfino tali simmetrie, che svolgono la funzione di "idee archetipali". Si constata che le simmetrie vanno crescendo man mano che l'energia cresce. Il mondo, ad un certo livello, sarebbe totalmente soggetto a tali simmetrie, assolutamente "semplice", ma privo di originalità: tutta la bellezza del mondo viene dalla rottura di tali simmetrie, il che si verifica a livelli relativamente bassi dell'energia dove avvengono tali diversificazioni. La seconda caratteristica della fisica è legata al problema della complessità e del

caos deterministico: le traiettorie sono deterministiche, ma la variazione minima delle condizioni iniziali porta a traiettorie totalmente imprevedibili. Oggi la fisica, nel suo complesso, può essere considerata come totalmente indeterministica e il determinismo sarebbe semplicemente un "caso particolare" in cui l'indeterminismo è in certo modo "rimandato" a grande distanza di tempo o di spazio.

La complessità della fisica sussiste anche nella biologia, ma ad essa si sovrappone un secondo tipo di complessità dovuto al numero dei componenti. Ricordiamo che gli unici problemi fisici di facile soluzione erano quelli di interazione reciproca dei due corpi. Non solo, il grandissimo numero di componenti delle molecole biologiche (oltre ad essere elevatissimo), è ulteriormente complicato dalla differenza strutturale che le distingue.

Per intuire i motivi dell'ordine nella biologia bisognerà fare - probabilmente - ricorso ad un quarto livello di intelligenza (superiore a quello delle leggi di Pauli), a sua volta costituito da una serie di forme archetipali tra loro coordinate. Oggi si è iniziato a capire quando una struttura inizia ad avere caratteristiche biologiche, io sono convinto che la vita non è inerente alla corporeità: una "adatta" corporeità costituisce il sostrato in cui potrebbe "calare" da un livello superiore l'ordine vitale.

Un esempio di tale dimensione può essere data dagli anelli di "feed-back", addirittura in presenza di segnali imprevedibili in entrata: tutti i cambiamenti che avvengono negli organismi viventi sono tali da mantenere l'invarianza del sistema, pur nella sua grandissima complessità. Questo è quello che oserei chiamare "finalismo biologico": formare entità essenzialmente stabili, con enorme capacità di resistere e rimanere quelle che sono (strutture "auto-organizzate"); ci sono forze che tendono ad "opporci" a questo mantenimento (le condizioni esterne del mondo), a cui gli esseri viventi "reagiscono", contrariamente a quanto dicevano Lamarck e Darwin (per cui l'effetto dell'evoluzione sarebbe sostanzialmente o prevalentemente dall'"esterno").

Oggi invece parliamo di sistemi autoreferenziali, la cui struttura è assolutamente autonoma e "tende" a minimizzare l'azione dell'ambiente e a resistervi: le minime azioni che gli organismi subiscono (selezione) è quello di passare da una forma archetipale a un'altra (i "tipi", i "phyla" e le "classi" sono praticamente immutabili; il che spiega la permanenza di tipi, classi e famiglie anche per milioni di anni), il "gioco" darwinistico di mutazione e selezione può valere solo a livelli minimi. L'elemento casuale che può rimanere va collegato al problema che determinati tipi di archetipi si incontrino o non si incontrino: le molecole viventi non si interessano l'una dell'altra se non nel caso che si riscontri una sorta di corrispondenza tra le rispettive forme archetipali.

Per concludere farei un brevissimo accenno ad alcuni aspetti di ordine superiore. Ho parlato di finalità, che può essere intesa come una sorta di "causalità" proiettata nel futuro, invece nelle leggi di base della fisica (in cui l'inversione del tempo è possibile) tutto può essere "invertito" in funzione di questa differenza. Mi chiedo se a un dato punto l'uomo può evadere dalla pura direzionalità del tempo e vedere le due prospettive del tempo come simmetriche l'una rispetto all'altra: posso cercare nel passato le cause di quanto accade, posso prevedere o progettare il futuro. La vita umana si passa metà nel passato e metà nel futuro. Se questo è vero per l'uomo posso chiedermi da che livello in poi questo sia vero. A livello biologico la finalità consiste nel mantenimento della vita, a livello umano (dove interviene qualcosa di totalmente nuovo) la mia intelligenza mi consente di sfondare i confini di passato e futuro. Nel quadro attuale il cosmo, ben lungi dall'essere dominato dal determinismo, è dominato dalla libertà: a livello fisico gli esseri "non prevedono" quello che diventeranno (l'unico che può conoscere perfettamente le condizioni iniziali è Dio), per l'uomo il mondo è assolutamente indeterminato, mentre Dio sa benissimo dove lo vuole condurre, per Lui

(nell'Eternità) causa e fine coincidono pienamente e si bilanciano perfettamente. Il nostro modo di concepire l'evoluzione deriva dalla nostra totale cecità rispetto al senso dell'eterno.

BERTUZZI - Ci sono chiarimenti, domande, da fare?

Mi ha interessato l'affermazione che le cause delle forze della massa sono estrinseche alla massa stessa: deriva dall'analisi delle leggi della dinamica, o è un'ipotesi extrascientifica?

DALLAPORTA - Vorrei dire che formalmente le due cose sono identiche: la mia ipotesi che la forza sia estrinseca è un modo di vedere filosofico, metafisico, ma i risultati sono pienamente coincidenti con chi ha una metafisica materialistica. Il fatto di dire che nel DNA tutto è compreso nelle componenti del DNA mi sembra, però, un riduzionismo indebito: ci vuole un archetipo che si colloca ad un livello superiore (a livello fisico mi sembra esemplificato dal principio di Pauli: la somma di interazione di n particelle tra di loro non dà la loro struttura formale).

DRAGO - Lei parlava della fisica classica in termini deterministici, come vede la termodinamica? La seconda domanda è relativa alla biologia, facendo riferimento soprattutto al darwinismo, ma mi chiedo se nella biologia non dovremmo includere anche la teoria del cervello inteso come una macchina.

DALLAPORTA - La termodinamica non fa parte del determinismo, ma io l'ho inclusa in quella componente casuale che caratterizza la sostanza primordiale. Per ciò che riguarda il problema del cervello non sono competente, la mia impressione è che per quanto i computer possano fare cose complicatissime, mi sembra che ci sia un elemento che è la coscienza dell'io che non è riproducibile da una macchina.

SECCO - Quando lei dice che la traccia della materia non fecondata dall'essenza, nella meccanica quantistica, si identifica con la sovrapposizione degli stati quantistici, mentre nella meccanica classica tale aspetto casuale sarebbe dato in certo modo dalla presenza di un'energia cinetica sempre diversa da zero che ogni particella possiede... non mi è chiaro. Cioè dal punto di vista quantistico mi sembra un'ottima intuizione ma non riesco ad immaginarlo nella meccanica classica, perché mi pare che quanto detto implichi già una "fecondazione" della materia nel senso che essa deve essere accessibile alla misura.

DALLAPORTA - Noi non sappiamo molto bene a che livello si collochi la transizione dalla fisica quantistica a quella classica.

SECCO - Sì, credo proprio che il problema sia quello della transizione dalla meccanica quantistica a quella classica.

MALAGUTI - Sono particolarmente affascinato dall'ipotesi che lei propone delle forme archetipali, su cui vorrei chiederle qualche delucidazione ulteriore.

DALLAPORTA - L'idea mi viene dalla metafisica, non solo dai primi versetti della Bibbia (che distinguono chiaramente i due aspetti: "materiale" e "formale"): Dio, inizialmente, ha fatto il substrato informe, su cui agisce il "fiat lux" divino formatore. La visione archetipale non fa altro che tradurre in diversi gradi e livelli le modalità dell'intelligenza divina che plasma il sottostante: io ho tentato di individuarne alcuni a livello fisico, più difficile sarebbe individuarli a livello biologico, psichico... e oltre.

CONCA - Mi sembra interessante che la relazione tra scienza e metafisica sia già un gioco fatto nella sua trattazione, distinguendo però tra metafisica e rivelazione, fra ragione naturale e fede.

DALLAPORTA - La costruzione razionale (metafisica) è un sostegno a ciò che ci è stato rivelato, e che con la nostra intelligenza tentiamo di ricostruire.

CONCA - Come possiamo concepire l'uso delle forme archetipali o dei modelli: sono degli "a-priori", comodi per spiegare i dati della ricerca, oppure lei ha scoperto che i vari livelli di realtà presentano quelle strutture da lei segnalate in modo intrinseco? Si ricavano dalla realtà oppure siamo noi ad imporli alla realtà stessa? Il termine "modello", "archetipo", non mi sembra scientifico; lei ricava le strutture del sapere scientifico dalla realtà o i modelli si impongono alla realtà?

DALLAPORTA - L'uomo ha due modalità di conoscenza: "orizzontale" (mi fa capire le cose al livello a cui siamo, corporeo), "verticale" (che mi fa pensare ad altri livelli, a partire dalla mia psiche). Si tratta di due modalità di conoscenza totalmente diverse: dal lato verticale abbiamo la conoscenza metafisica, che è ciò che vi è di più profondo al mondo, e ci viene dalla rivelazione.

CONCA - Ma è un'esigenza vana o una realtà fondata? La ricerca metafisica ha oggetti e metodi reali. Quali?

DALLAPORTA - Per me il fatto che tutti i popoli hanno avuto rivelazioni in cui le verità basilari erano le stesse mi ha sempre dato l'idea che la rivelazione è una sorta di "scia" in cui Dio si è fatto conoscere. La perfetta coerenza, che c'è tra tutti questi modi di vedere, mostra che i fondamenti della metafisica, le verità universali, sono sempre quelle. Questo è il fondamento su cui, personalmente, do alla rivelazione la funzione fondamentale di apertura sul trascendente. Le rivelazioni mi dicono che c'è il Principio Supremo di cui ciascuna di esse dà connotati più o meno espliciti; al di sotto tutte mi fanno pensare che il mondo è fatto "a strati". Della struttura di questi oggetti non sappiamo nulla, la rivelazione non ce lo dice. La conoscenza metafisica mi dà la struttura basilare del cosmo, di cui non dubito, ma non me ne dà i dettagli, che dovrò identificare con i sensi e il razioicinio all'interno del dominio sperimentale. Avendo un quadro metafisico pluridimensionale non posso assolutamente accontentarmi del riduzionismo. Oggigiorno si vede chiaramente come la mentalità galileiana è parziale perché astrae leggi generalissime da fatti infinitamente più complessi di come li dipinge. La scienza teorica, astratta, è un "limite" mai realizzato in natura.

SACCHETTI - Desidero innanzitutto scusarmi per essere costretto a procedere, come si suol dire, a braccio. Faccio precedere un breve aggancio con la fisica, per poi affrontare i problemi strettamente biologici.

La termodinamica di non equilibrio ha una straordinaria importanza nell'evoluzione della fisica del XX secolo: tutte le altre teorie, anche le più rivoluzionarie (dalla relatività alla meccanica quantistica), non sono così pregnanti nei riguardi della biologia, specialmente in rapporto al problema della tutela della salute e quindi della vita stessa (che è la mia competenza specifica).

Tutti sanno che cos'è l'equilibrio termodinamico e si possono trovare chiare delucidazioni nel contributo del prof. Fortini. Si tratta di una situazione molto idealizzata: nel mondo in cui viviamo è ben difficile incontrare sistemi chiusi e termicamente isolati. L'importanza della termodinamica di non equilibrio sta nel fatto che essa studia i sistemi vincolati a rimanere lontani dall'equilibrio termodinamico, i quali traggono da un flusso esogeno di neghentropia la possibilità di auto-organizzarsi, dissipando energia. La "fisica del divenire", che ha in sé la "freccia del tempo", è

caratteristica dei sistemi biologici (connotati da un divenire irreversibile e "qualitativo"). Nessun'altra teoria fisica è in grado di descrivere l'integrazione chemioenergetica (fin dal livello microscopico) tra vita e ambiente. Basta qualche minuto senza respirare perché il caos prodottosi internamente (in virtù del secondo principio della termodinamica) metta in crisi l'equilibrio dinamico di quella "struttura dissipativa" che è il nostro organismo. Va sottolineato che la diminuzione di entropia all'interno dei sistemi dissipativi non compensa l'aumento di entropia nell'ambiente esterno (per cui l'entropia generale del binomio sistema-ambiente cresce sempre). Se intendiamo l'entropia come misura del disordine molecolare, la vita dimostra anche fisicamente la propria originalità; perché nel corso di vari miliardi di anni ha non solo accresciuto la propria ordinata complessificazione, ma ha contemporaneamente aumentato l'ordine dell'ambiente in cui si trova (fino alla fascia stratosferica di ozono prodotta dall'attività degli organismi fotosintetici).

L'originalità della vita emerge soprattutto perché in biologia dovremmo parlare di una sorta di "principio di conservazione dell'informazione", che la fisica non può spiegare. L'informazione contenuta nelle molecole di RNA/DNA non solo si è conservata per più di tre miliardi di anni, ma si è addirittura rafforzata.

Il divenire "qualitativo" della vita non è riducibile entro i paradigmi della fisica. Vorrei tuttavia ribadire il motivo per cui sono così sensibile al ramo della fisica che offre l'integrazione micro e macroscopica tra il divenire della vita e quello del suo ambiente. Parlare dell'ambiente nei termini usati da Galileo nel "Saggiatore" è oggi impensabile: l'ambiente "neutro" nella biosfera non esiste. E' la vita che ha creato questa atmosfera, l'attuale composizione delle acque marine, l'humus... La vita ha plasmato il suo ambiente più di quanto l'ambiente abbia influito su di essa. Dovremmo concludere con Lovelock che il nostro pianeta è una sorta di unico organismo ("Gaia") con i suoi cicli e i suoi dinamismi omeostatici il cui "motore" è la vita. Negli altri corpi celesti non esiste un'analoga coerenza globale, c'è solo l'anonimo ambiente fisico-chimico.

Il modo di agire dell'uomo si deve inserire in questa totalità organica: la libertà dell'uomo non dev'essere intesa come possibilità di fare ciò che si vuole. La vita ha proprie leggi cui è saldamente vincolata. Il XX secolo, iniziato con la negazione nietzschiana di ogni vincolo, ci restituisce oggi un forte ancoraggio vitale. Il relativismo odierno è funesto non solo per la biologia ma anche per la società. Il disgregarsi della biosfera non è il solo effetto della scienza galileiana: anche nei consorzi umani si manifestano effetti dissolutori derivanti dalla stessa concezione del mondo che ha portato a smantellare ogni punto di riferimento fisso. L'uomo non è onnisciente e la crescente tendenza a programmare e agire ignorando le leggi della vita porta congiuntamente alla necrosi della biosfera e al disordine nei rapporti sociali. La vita è qualcosa che unisce, la scienza meccanicistica è qualcosa che divide. I principi della società industriale sono prettamente materialistici e meccanicistici, le macchine stanno sostituendo l'uomo, ma esse sono estranee all'intreccio dei legami propri della vita, non collaborano all'omeostasi globale della biosfera, dove non esistono esseri (neppure unicellulari) che siano totalmente indipendenti, privi di interazioni con altri. Come la fisica quantistica ha reso problematica la nozione di "entità indipendente"; così la biologia ha dimostrato che non vi sono esseri solitari nella biosfera.

Il vero problema epistemologico è che la scienza meccanicistica ha portato a "dividere" ciò che la vita aveva unito: da qui derivano tutti gli attuali squilibri ecologici, biologici e sociali, il proliferare di malattie come il cancro, la demenza senile, l'AIDS (anch'essa legata a una forma di "entropia di base", riducente la capacità difensiva del sistema neuro-endocrino-immunitario: se non attivato dal concorso di altri fattori il solo virus dell'AIDS non provocherebbe la malattia).

La tecnica è il prodotto degli schemi astratti e semplificatori della causalità lineare, mentre la vita è il prodotto degli schemi concreti e complessificanti della causalità circolare. Occorre pertanto rivalutare la nostra comprensione intuitiva, olistica, dei sistemi non lineari e non sopravvalutare il pensiero razionale, lineare, analitico, separatore, che evita le sequenze causali circolari, generatrici di paradossi (tipico il famoso paradosso di Epimenide). In biologia quasi tutti i processi sono circolari, ma non si danno paradossi perché i sistemi biologici hanno il tempo "dentro" e lo scorrere unidirezionale del tempo reale inserisce una dimensione lineare nella sequenza inter-retro-attiva dei processi biologici concreti. Anche quando si parla dell'uomo come essere vivente che sa proiettarsi nel futuro, occorre ricordare che proprio l'astrazione programmatrice (nel senso letterale di "abstrahere" dal totale dinamico concreto), ci ha portato nell'era industriale allo scontro frontale con la vita.

I processi mentali della natura scattano per azione della "differenza", ma la differenza non è energia, non è materia (anche lo zero può produrre una differenza: la mancanza di uno stimolo abituale è una differenza che si avverte). Un esempio banale per comprendere la dimensione informativa-cognitiva della vita a tutti i livelli può essere questo: il virus non è un essere vivente finché è fuori dalla cellula parassitata, è sistema chiuso, "informazione inattiva" (come quella di un libro tenuto in biblioteca, che nessuno legge). Solo quando viene a trovarsi in una cellula adatta ad essere parassitata (ossia a fornire il sistema di lettura attiva di quella informazione) il virus può imporre la propria informazione, anche fino al punto di distruggere quella cellulare. Il virus e il cancro sono gli unici esempi biologici di informazione "non cooperativa", distruttiva. Anche l'uomo, nel momento in cui modifica inavvertitamente la realtà al livello microscopico, introducendo nel sistema dissipativo "coerente" della biosfera il sistema dissipativo industriale, rispondente a leggi e finalità del tutto incoerenti con quelle biologiche, provoca una serie di necrosi a catena.

L'energia della vita deriva essenzialmente dalla degradazione di quella solare, o in via diretta (fotosintesi) o dalla scomposizione della sostanza organica che la vita stessa ha organizzato. Perciò la vita non produce aumento di entropia (nel senso enunciato da Clausius) né produce disordine molecolare. In questo la mia angolazione diverge da quella del Prof. Fortini. Le macchine non possono invece evitare l'aumento del disordine nell'ambiente e negli organismi viventi, in termini di dispersione molecolare ed elettromagnetica (nell'era delle telecomunicazioni soffriamo anche di un inquinamento elettromagnetico).

Solo la cellula può "dominare" il mondo quantico, mentre il nostro cervello non ne ha la possibilità. Se facciamo assorbire da un piccolo batterio una dose minima di Cadmio (elemento tossico che ha alcune caratteristiche simili a quelle dello Zinco, elemento essenziale alla vita), vediamo che dopo pochissimo tempo (variabile secondo diversi parametri ma misurabile al massimo in ore) il batterio ha già messo in atto processi difensivi e riparativi. Gli atomi di cadmio vengono trasferiti in punti non vitali della cellula; contemporaneamente specifici enzimi ripristinano i segmenti di DNA alterati (con un meccanismo di "taglia e cuci" eliminano i tratti deformati e ricostruiscono quelli eliminati). Inoltre la cellula produce proteine "ad hoc" (metallotioneine) che inglobano i singoli atomi di cadmio e infine li espellono fuori della membrana cellulare. C'è dunque una INTELLIGENZA chiaramente presente nelle cellule, in grado di discriminare ciò che è fisiologico (es. lo zinco) da ciò che è dannoso (es. il cadmio). L'uomo non ha la capacità di percepire e dominare il mondo microscopico e tuttavia dissipa ogni anno nella biosfera centinaia di milioni di tonnellate di molecole xenobiotiche, abbassando notevolmente il tasso di neghentropia necessario alla conservazione della vita.

L'approccio galileiano è del tutto inadatto a comprendere i problemi indivisibili della vita. L'epistemologia biologica fonda sul paradigma finalistico dell'ordine auto-poietico, che implica un

carattere mentale di tutti i processi organizzativi ai vari livelli. Dal livello quantico ove si collocano le dinamiche di auto-organizzazione della singola cellula, capace di verificarne in tempo reale la coerenza o l'incoerenza con il proprio progetto vitale, fino ai livelli superiori via via più complessi, la mente è l'essenza stessa della vita. Dalla biologia emerge una dimensione cooperativa letteralmente incredibile: le singole cellule eucariote (esclusi quindi i batteri) sono costituite di "organuli" che sono vestigia filogenetiche di antichi batteri i quali ancora continuano ad amministrare il bilancio energetico della vita e i cicli biogeofisiologici del pianeta. Per esempio i mitocondri delle nostre cellule derivano dagli antichi batteri che "inventarono" la respirazione aerobia e forniscono al nostro organismo l'energia per il metabolismo ossidativo (ossia per ossidare le molecole alimentari). L'organizzazione degli organismi pluricellulari è stata resa possibile proprio dalla respirazione, che ha aumentato di diciannove volte l'efficienza energetica cellulare. Lo stesso citoscheletro sembra vestigio di altri organismi primitivi. La cellula, che veniva descritta come unità elementare della vita, è in realtà un'associazione cooperativa di intelligenze diverse. Gli organismi macroscopicamente complessi realizzano tale cooperazione a un livello superiore, inserendosi sia con le attività endo e inter-cellulari, sia con quelle tipicamente organismiche, nel tessuto di legami che rende unita tutta la biosfera. Il cancro non è altro che la perdita di questa "cooperatività", una sorta di tracollo socio-normativo che, dal livello endocellulare, arriva a disintegrare e uccidere l'individuo.

Quanto al "caso" vorrei far presente che oggi il suo ruolo nell'evoluzione biologica è notevolmente ridimensionato. Manfred Eigen ha provato che in popolazioni sufficientemente numerose ma con un contenuto di informazione genetica relativamente povero (virus e microrganismi) l'evoluzione non è affidata al caso, ma a processi che aumentano di molti ordini di grandezza la probabilità di produrre un mutante vantaggioso. Laszlo, nel libro "L'ipotesi del campo ψ "¹, ipotizza con metodo scientifico che, insieme ai campi fisici conosciuti si sia formato un campo morfogenetico capace di modificare per via non dinamica la distribuzione delle probabilità in tutti i processi generatori di forma nell'universo. Nell'ultima nota del lavoro inserito nella vostra cartella faccio rilevare (insistendo sulla nozione di "coerenza" che ritengo centrale nello statuto epistemologico della biologia) come la restrizione delle compatibilità morfogenetiche di un organismo coincida comunque con i limiti di vitalità della sua coerenza dinamica interna ed esterna. Un sistema coerente è tale proprio perché le sue componenti micro e macroscopiche non possono adottare tutti gli stati e le relazioni che la semplice probabilità fisico-chimica consentirebbe.

¹ La ventitreesima lettera dell'alfabeto greco (psi), che richiama la "psyché" (il soffio vitale, l'anima) e nella fisica quantistica indica la famosa funzione di Schrödinger.

SABATO 24/9/1994 - pomeriggio

BERTUZZI - Questa mattina ci siamo nutriti delle due relazioni sui rapporti tra fisica e biologia: sono emerse tesi interessantissime di cui dovremmo capire meglio la portata scientifica (cercando di distinguerla dalle considerazioni più propriamente metafisiche). Dovremmo anche affrontare più direttamente il tema: "due statuti epistemologici a confronto".

MALAGUTI - Mi ha molto motivato il discorso del prof. Dallaporta riguardo agli archetipi: per chi si occupa di filosofia con una sensibilità di tipo metafisico l'idea dell'archetipo risulta particolarmente attraente. All'interno della cultura cristiana non si fa più riferimento al Demiurgo platonico, ma ci si riferisce direttamente al Verbo, colui "per" il quale furono fatte tutte le cose. Recentemente - però - abbiamo dovuto contrastare attacchi durissimi da parte della critica anti-metafisica heideggeriana, che non consente risposte approssimative o contestazioni in nome della fedeltà di una scuola a cui si appartiene.

Heidegger in sostanza obietta che si parla in termini metafisici come se si dovesse "raccontare" qualcosa: la metafisica classica è, per lui, una "metafisica della rappresentazione". Si tratta, a mio avviso, di una critica importante perché ci costringe a pensare più profondamente, ma mi sembra storicamente errata. I grandi padri e dottori si sono effettivamente espressi "come se" facessero una sorta di metafisica della rappresentazione, ma in realtà i grandi autori intendevano qualcosa di più fine e complesso: l'archetipo diventa una dimensione ontologica che "trae a sé" tutto ciò che è sottostante. Dante, ad esempio, dice in più luoghi che Dio crea e nella sua opera di "informazione" di ciò che è sottostante coinvolge le creature già create precedentemente: nel creare l'uomo il raggio creativo di Dio "coinvolge" in qualche modo la "qualità" degli angeli. L'archetipo risulta dunque collocarsi in una dimensione di grande profondità e complessità.

Nel tentativo di pensare tale azione dell'archetipo su tutto ciò che è sottostante non possiamo fare altro che rivolgerci al rapporto spirito/corpo così come si verifica nell'uomo. Nella seconda scolastica (prima) e nel cartesianismo poi si tende a immaginare l'anima come una sorta di "sostanza sottile" che avrebbe la capacità di pensare. Una concezione di questo tipo mi sembra inconsistente, preferisco ritenere (neoplatonicamente) che l'identità spirituale del soggetto sia criteriata in ragione dell'uno in forza del quale si può realizzare l'identico. Nell'uomo tale identità è "infinitesima qualitativamente": si tratta di un'identità che non sa le ragioni della propria presenza, si tratta di un "germe" di spirito, di uno "spirito incompiuto". E' sufficiente che questa "scintilla", questo "stoppino fumigante" eserciti una sorta di attrazione su tutta la realtà sottostante, che trasforma qualitativamente tutto ciò che attrae a sé.

Questo può parere un linguaggio suggestivo ma non sufficientemente concettualizzato, anche perché sembra di porre un non facilmente comprensibile rapporto tra la dimensione immateriale/spirituale e la corporeità spaziale. Alcuni spunti di riflessione: lo spirito, siamo proprio sicuri che è non-spaziale? non sarà piuttosto vero che è "iper-spaziale"? Proviamo a pensare all'esperienza locale-spaziale del "qui": 1) il qui del tatto non va oltre un metro, un metro e mezzo, 2) il "qui" dell'udito è più ampio, 3) il "qui" della vista ci offre un'esperienza ancora più dilatata... Se l'io, lo spirito, genera una luce "trans-fisica" nella quale e per la quale si sa, in realtà comprende il "qui" della luce, del suono, del tatto. La "res cogitans" avvolge lo spazio della corporeità così come, per analogia, lo spazio della luce avvolge quello del suono e quello del tatto.

Oggi possiamo riproporre senza equivoci lo "spazio" della antica cosmologia metafisica: i cieli angelici non sono più i fisici pianeti del sistema solare, ma sono "luci spirituali" più ampie che comprendono l'intero universo fisico. L'archetipo potrebbe essere pensato come l'includente che "trae a sé" in una sorta di "gravità alta" tutto ciò che è sottostante: l'archetipo potrebbe trarre verso di sé, verso l'alto, tutta una realtà sottostante che pure, finché resta chiusa al suo interno, non ne avverte l'attrazione. Per avvertirla dobbiamo cogliere i limiti dei livelli inferiori per elevarci progressivamente fino all'infinito originario.

BERTUZZI - Questa visione presuppone un certo rapporto tra materia, corpo vivente, e spirito in termini profondamente analogici tra loro. In termini tomistici si vede qualcosa di simile nel passaggio dalla vita vegetativa, sensitiva, razionale inteso come una capacità progressiva degli enti di uscire fuori di sé e rientrare in se stessi. Si tratta di una visione del mondo abbastanza comune nel mondo medievale, a cui si oppone la critica radicale di Heidegger, per cui le nozioni di materia/forma, sostanza/accidenti, non sarebbero altro che ipostatizzazioni antropomorfe del nostro modo concreto di rapportarci con il mondo (es. l'artigiano in rapporto alla sua opera).

DALLAPORTA - Mi pare che quanto ha detto Malaguti corrisponda al XXX canto del Paradiso di Dante, in cui del Punto Supremo è detto "parendo inchiuso da quel ch'egli inchiude" [v.12].

BERTUZZI - Darei ora spazio all'intervento di carattere storico del prof. Drago, per poi riprendere la discussione secondo le indicazioni date ieri sera dal prof. Porcarelli che ci esortava ad individuare oggetto, metodo e possibili ampliamenti al paradigma epistemologico delle discipline che dobbiamo confrontare.

DRAGO - Il punto di partenza di un discorso storico può essere il lavoro di Newton. La sua prima comunicazione scientifica riguardava la scomposizione della luce attraverso un prisma. In tempi molto tardivi (20 anni dopo la pubblicazione dei "Principia") Newton pubblica il suo trattato di ottica: parte con una definizione della luce, ma si chiude con 31 famosi problemi, in cui si chiede che cosa è la luce, che cosa è la materia in genere, la materia vivente in particolare e giunge, infine, a porre un problema "conclusivo" (dice Newton che, risolvendo tutti questi problemi, arriveremo finalmente a trovare una morale "naturale", ossia a leggere ciò che Dio avrebbe effettivamente scritto nel libro della natura...!).

Dal punto di vista storico questo è molto rilevante e non viene adeguatamente diffuso, ma ciò ha comportato un ritardo di almeno un secolo per la nascita della chimica moderna: per oltre un secolo i chimici si sono persi a studiare la materia secondo il programma di Newton (cioè in dipendenza della forza di gravitazione universale). Per sfortuna di Newton l'attrazione tra gli elementi della materia dipende da forze elettriche che sono molto più forti di quelle gravitazionali.

Venne poi Lavoisier, che impostò i problemi chimici al di fuori di qualsiasi "forza" e "causa" (prescindendo dunque anche da Dio...), eliminando anche l'analisi infinitesimale. Tutto questo costituì un "trauma", tanto che lo stato epistemologico della chimica è molto controverso, come a dire che la chimica non sarebbe una scienza "matura", in quanto priva di una matematica "forte". La nuova chimica costituisce un "trauma", un fallimento rispetto ai programmi newtoniani. Non si tratta di un fallimento casuale, ma si realizza secondo un disegno ben preciso: dalla critica agli infinitesimi si perviene progressivamente alla nascita della chimica moderna, una scienza "concreta", "terrestre" e non "celeste". La chimica ha caratteristiche peculiari: è una scienza del "divenire" (studia i processi a differenza della meccanica che è scienza degli "stati" e delle traiettorie), si pone in termini qualitativi (parla di "atomi" di cui non si può ancora dare una prova

sperimentale), instaura un rapporto con la biologia (individuando l'anello del carbonio, tipico della materia organica).

Questa rivoluzione avviene nel tempo in cui nasce l'attuale classificazione delle scienze (siamo nel periodo immediatamente successivo alla Rivoluzione Francese), in cui fisica e biologia sono separate, perché prima ancora si sono separate fisica e chimica: per forza la biologia resterà emarginata.

Il discorso storico prosegue anche all'interno della fisica: la termodinamica nasce come sconfitta clamorosa del progetto di Newton. Laplace, studiando le leggi dei gas, individua nuove equazioni, ma resta ancora legato al suo "sogno" meccanicistico. Nel 1824 nasce la termodinamica di Sadi Carnot, in cui non compare nessuna forza/causa, ci sono concetti qualitativi (energia, entropia...), è forte il contatto con la chimica. Questo "trauma" di una fisica non newtoniana si realizza all'interno della fisica stessa. Si tratta di una meccanica priva di forza, senza equazioni differenziali, ricca di "simmetrie", basata sul fenomeno-base del moto.

Da un punto di vista storico il ribaltamento di posizioni epistemologico-gnoseologiche di cui parlava Dallaporta, si può far risalire alla fine del '700 e tale ribaltamento epistemologico troverebbe addirittura una lontana paternità in alcune dottrine newtoniane non molto studiate.

Prigogine non è affatto chiaro e non dice mai chiaramente se la sua termodinamica è una "alternativa" alla meccanica classica, oppure ha un valore culturale fondazionale enorme, ma non ci dice mai in che termini avremmo un nuovo paradigma concettuale: dunque ha ragione Fortini a dire che, con buona pace di Prigogine, la meccanica classica vale ancora e, semplicemente, le si deve aggiungere un nuovo campo di indagine (quello indicato da Prigogine).

La biologia, dunque, non può essere emarginata dalla fisica perché non ha equazioni differenziali: ogni linguaggio ha una sua dignità, purché sia un buon linguaggio (come già osservava Condillac). C'è un uso di logica non-classica che precede di gran lunga l'uso della logica non-classica della meccanica quantistica, lo troviamo in chimica e anche in biologia. In realtà lo statuto della fisica non è univoco: è stato schiacciato su una univocità dalla predominanza del paradigma newtoniano, nonostante la nascita di paradigmi alternativi già due secoli or sono.

A questo punto la biologia deve scegliere il suo paradigma preferenziale.

MALAGUTI - Per caso ha anche studiato la disputa tra Newton e Goethe riguardo alla teoria dei colori?

DRAGO - Goethe pone il problema del soggettivismo delle sensazioni in termini non-scientifici e non propone un vero e proprio paradigma scientifico articolato e alternativo. Gli storici tendono a esagerare l'importanza della filosofia naturale romantica tedesca per sottolineare come i paradigmi scientifici alternativi a quelli della scienza ufficiale nascerebbero sempre da movimenti irrazionali, intuizionistici o retrogradi. Ma questa è una favola che il sorgere stesso della chimica smentisce platealmente.

MALAGUTI - Oggi si potrebbe riproporre al mondo scientifico il grande tema della "qualità".

DRAGO - Questo è già avvenuto: con la termodinamica la scienza ritorna "aristotelica" (osserva Duhem), nel senso che riscopre l'energia "potenziale" (che è energia "in potenza" nel senso

aristotelico) di fronte al "positivismo" della scienza tradizionale. Nella meccanica quantistica, addirittura, si è inserita la " ψ ", intesa come ampiezza di probabilità ... più "qualitativo" di così...

Se prendiamo due grossi avanzamenti teorici della biologia (la descrizione delle catene del DNA in termini algebrici e la descrizione delle reti neurali in termini di algebra booleana) non hanno nessun corrispettivo con i progressi degli ultimi tre secoli di fisica teorica; anzi, al momento non vedo avanzamenti sul versante delle classiche equazioni differenziali del secondo ordine (tipiche della fisica matematica) all'interno della biologia.

BERTUZZI - La chimica, diceva, non si fonda sul calcolo infinitesimale, ma ha cercato uno strumento matematico o si è sviluppata a prescindere dalla matematica?

DRAGO - Si tratta di una matematica che non si discosta dai numeri razionali, non ha bisogno degli infinitesimi: il concetto di "atomo" è l'esatto contrario dell'infinitesimo (gli atomi sarebbero gli "ultimi" componenti della materia, che non sappiamo quali siano, ma ci sono). La grande acquisizione della chimica moderna è la tabella di Mendelejef, che è periodica, tanto è vero che in corrispondenza dei "buchi" nella tabella si suppone vi siano nuovi elementi... e vengono scoperti!

Nel 1878 nasce la chimica fisica che è il rapporto tra la chimica e la termodinamica.

Il discorso di Newton ha un'alternativa filosofica nello stesso Leibnitz (vero inventore del calcolo infinitesimale), che voleva inventare una sorta di "calculus ratiocinator": aveva un progetto assai più ampio del puro calcolo infinitesimale. Questo tentativo viene poi ridicolizzato da Kant che lo chiude brutalmente, ma da lì si chiude una via virtualmente feconda di rapporto tra scienza e filosofia: con l'annullamento del programma di Leibnitz prevale l'atteggiamento "newtoniano" anche in filosofia (con Kant). Può essere che la chimica e la termodinamica siano state una sorta di riscoperta di alcune intuizioni di Leibnitz.

MALAGUTI - Certo rispetto a quella che era la notizia del periodo della scienza alchemica il salto sembra veramente alto: l'alchimia tante volte è stata interpretata solo come una chimica fanciullesca, ma essa aveva anche un aspetto che non dovrebbe andare perduto, visto che si presentava come una "scienza di essenze", in un orizzonte qualitativo. Ciò che sembrava del tutto sepolto fa oggi capolino attraverso discipline contemporanee, quali ad esempio quelle che ruotano attorno alla tecnica terapeutica omeopatica (in cui sembra che "misteriosamente" resti traccia di elementi che - attraverso la diluizione - dal punto di vista chimico scompaiono). Tutto questo fa pensare che in qualche maniera tutto questo universo della dimensione del qualitativo possa essere recuperato e mi esorta a riproporre la domanda sul qualitativo.

DRAGO - Leibnitz definisce l'infinitesimo in modo essenzialmente dinamico (un numero che "tende" a zero) ... qualsiasi punto "statico" non rappresenta mai l'infinitesimo ... per cui si tratta di una nozione qualitativa.

Oggi gli omeopati si prendono tutte le colpe che Newton non si prese a suo tempo: che cos'è l'infinitesimo (secondo la definizione di Berkeley) se non "l'ombra delle quantità svanite"? Il discorso sulle "cose qualitative" e i "metodi non-newtoniani" emerge in tutta la sua complessità.

BERTUZZI - A questo punto è importante entrare nel centro del nostro argomento ed esaminare questi statuti epistemologici, sottolineando le differenze che sono emerse.

SACCHETTI - Riprendendo a titolo di chiarimento alcuni aspetti del mio intervento di stamattina vorrei precisare che Prigogine (ne "La nuova alleanza", 1979) presenta una chiara esposizione del nodo problematico fondamentale dell'evoluzione biologica (individuale e generale) collocandolo in corrispondenza dei "punti di biforcazione". L'imprevedibilità dei cambiamenti di stato in prossimità dei punti di biforcazione è caratteristica irriducibile di tutti i sistemi viventi: "una struttura prodotta da una successione di fluttuazioni amplificate non può essere compresa che in riferimento al suo passato... E questo passato, tessuto da eventi imprevedibili, deve essere considerato unico e non riproducibile". I limiti di una scienza ecobiologica galileiana e manipolatrice trovano qui una sanzione chiara e definitiva. A partire dagli anni '80, venendo incontro agli interessi del mondo produttivo, Prigogine e i suoi collaboratori, hanno sviluppato modelli matematici atti a rendere statisticamente prevedibile la risposta alle perturbazioni anche in prossimità delle biforcazioni. Ma l'approccio riduzionistico che a tal fine si rende necessario ha invertito il processo di avvicinamento del mondo della scienza a quello della vita, processo cui Prigogine aveva offerto notevoli contributi.

BERTUZZI - Come possiamo fare il confronto tra i due "statuti epistemologici"? Quale è il suo oggetto, il suo metodo, la sua struttura, i suoi principi? Possiamo sintetizzare le considerazioni fin qui fatte in pochi punti?

SACCHETTI - Personalmente non sono abituato alle definizioni astratte, riduzionistiche e livellanti, delle scienze sperimentali. Mi sembra quindi più utile comporre due gruppi "misti" (scienziati + filosofi) per formulare definizioni che, mentre siano compatibili con l'unitaria e universale auto-organizzatività della vita, siano anche corrette da dal punto di vista epistemologico.

DALLAPORTA - Il titolo del seminario di quest'anno pone a confronto gli statuti epistemologici della fisica e della biologia, però non vorrei che ci fermassimo al puro e semplice livello della scienza, ma dovremmo invece aprirci a una visuale più ampia.

DRAGO - Preferirei mantenere l'unità del gruppo [senza dividerci in gruppi di lavoro], però concentrandoci su alcuni spunti concreti.

Da un lato mi piacerebbe che precisassimo il rapporto tra complessità e determinismo, più ancora mi sembrerebbe interessante confrontare il ragionamento lineare e il ragionamento "ciclico" (che è comune a fisica e metafisica).

BERTUZZI - Pongo una domanda molto più elementare e banale, forse poco scientifica: come si riesce a distinguere l'oggetto e il campo della fisica da quello della biologia? Oggi sono state date molte risposte, tutte molto interessanti, però mi piacerebbe capire meglio.

SACCHETTI - Una prima risposta alla domanda del prof. Bertuzzi si può trovare nelle citazioni e nelle osservazioni a pag. 22 della mia pubblicazione sulla scienza galileiana: "La nuova scienza ha dovuto rinunciare all'illusione del «livello fondamentale» di descrizione, ossia del punto di vista unico, possibile solo in un universo omogeneo...". "I sistemi biologici sono esempio paradigmatico di realtà assai più complesse, che esigono una molteplicità irriducibile di punti di vista diversi" e quindi approcci formali differenti. La biologia si occupa di tutte le manifestazioni e proprietà naturali della vita. Il suo campo è perciò illimitato e i suoi metodi di descrizione, i suoi linguaggi debbono necessariamente essere molteplici.

BERTUZZI - Dovremmo arrivare a trovare proprio lo specifico. La fisica si è sviluppata soprattutto attraverso lo strumento della matematica (di cui si è giovato Galileo per compiere la prima rivoluzione scientifica); oggi è stato detto che tale strumento matematico è risultato insufficiente a

spiegare poi quello che è avvenuto nella chimica e nella biologia... perché? Vorrei solo fare una nota di carattere storico, riprendendola sostanzialmente dall'articolo del p. Strumia. Nel '200 si sono caratterizzate due forme di scienza diverse: S. Alberto Magno era giudicato il più grande scienziato del suo tempo, fondandosi soprattutto su Aristotele, in polemica con tale impostazione c'era quella portata avanti ad Oxford (Ruggero Bacone, Grossatesta...) che, ispirandosi a idee più platoniche che aristoteliche, poneva non l'osservazione del vivente, ma lo strumento matematico a fondamento della costruzione scientifica. Il modello baconiano è risultato poi "vincente". Mi chiedo se l'impostazione della biologia moderna non sia più affine all'impostazione albertina che a quella baconiana.

SACCHETTI - La divaricazione delle due strade da lei citate si è risolta successivamente con la vittoria dell'una e la sconfitta dell'altra per motivi cui non sono estranei aspetti economici e sociali. La scoperta dell'America, due secoli dopo, ebbe un impatto profondo su tutta la cultura occidentale: la dimostrazione della finitezza del globo implicava infatti la possibilità di dominarlo. Paradossalmente la stessa finitezza che allora fu accolta con entusiasmo oggi è divenuta l'incubo della nostra società tecnologica, che non sa più dove smaltire i rifiuti e come contenere gli effetti entropici dello sviluppo.

DRAGO - Mi sembra che stiamo discutendo su due piani: uno metodologico e l'altro in merito ad alcuni criteri (il problema della distinzione tra fisica e biologia). Io riproporrei la tematica del ragionamento lineare e ciclico per un gruppo.

PARENTI - Suggestirei di introdurre anche il tema del finalismo tra le nostre riflessioni: il fine, il caso, la necessità sono temi interessantissimi, ancorché oscuri. Mi veniva in mente qualcosa che ho letto nel secondo libro della fisica di Aristotele: egli lega il concetto di fine ad altri concetti, precisando che "senza un fine non si può parlare né di caso, né di natura, né di invano". Mi colpisce che nel sapere di oggi sono in crisi proprio questi concetti: il caso diviene una nozione quasi "magica", di fine non si può più parlare, di "natura" si parla poco o comunque la si relega al di fuori dell'orizzonte scientifico. Dicevano i vecchi scolastici che "mathematica non sunt bona": il particolare modo di considerare le cose delle scienze matematiche non considera la causa finale, dunque una scienza che cerca di ricondurre il nostro mondo a una spiegazione matematica non può più parlare di causa finale, il che comporta che non si possa più parlare di natura e che non si comprenda più che cosa è il caso. Quando parlo di finalità mi sento obiettare che io ragiono secondo schemi antropomorfi, che attribuirebbero una sorta di "conoscenza" anche alle piante e ai sassi. Aristotele parte da un concetto di fine inteso come termine determinato dell'azione dell'agente indipendentemente dal fatto della conoscenza: l'agente "tende" a produrre un determinato tipo di effetto: ciò che propriamente ("primo et per se") viene compiuto è il fine dell'azione ed è ciò che me la qualifica come tale e l'agente deve essere tale da poter compiere quell'azione (avere una "natura" determinata). Che poi ci sia rapporto tra le cose del mondo che producono effetti che vanno al di là delle loro determinazioni connaturali porta ad ammettere l'esistenza di un sapiente ordinatore.

La nozione di natura comporta il concetto di fine in un senso minimo: io non conosco in se stessa la natura della realtà che mi circonda, ma la conosco come modo di esistere tale da avere determinate capacità operative. Il principio delle capacità operative (la natura) diviene conoscibile solo a partire dal fine. "Casuale" viene così definito ciò che si verifica, ma non in forza della natura degli agenti cooperanti (cioè a prescindere dal fine dell'azione compiuta).

La mia domanda è questa: quando cerco di tentare di fare il riduzionista, ossia di trovare qualcosa di elementare e spiegare tutto il resto come casuale, in realtà io ammetto una "natura minima", con una

"finalità minima" (per esempio certe particelle elementari e le loro capacità operative) e poi faccio derivare tutto il resto dal caso.

GHERARDI - Per quanto concerne la definizione dell'essere vivente ci sono alcuni requisiti di base, quattro proprietà fondamentali: 1) auto-mobilità, 2) riproduzione, 3) metabolismo, 4) eccitabilità (da cui poi si sviluppa il sistema nervoso). Perché si possa parlare di essere vivente devono coesistere queste quattro proprietà.

Per quanto concerne il finalismo noi, in medicina, vediamo che esiste la Fisiologia (studio delle funzioni dei vari organi ed apparati); tutt'ora ci insegnano che "è la funzione che fa l'organo" (un organo si atrofizza se non funziona), ma tale funzione è possibile grazie alle caratteristiche del dato organo (si tratta delle sue caratteristiche tanto qualitative che quantitative). Fine e causa sono due aspetti di un'unica realtà.

Dobbiamo cercare una definizione di modello che possa calzare sia all'aspetto gnoseologico che a quello ontologico della realtà. Dagli studi di medicina e neuropsichiatria ero arrivato a questa definizione di modello: "un modo di essere di una res che ha la sua ragion d'essere nel compito che la res deve svolgere" (è la nozione di fine). I modelli conoscitivi delle varie discipline (es. la fisica o la biologia) hanno la loro ragion d'essere nel compito che una determinata disciplina deve raggiungere. Noi vediamo come il principio di finalità e quello di causa-effetto coincidano. In secondo luogo il concetto di modello visto in questa prospettiva finalistica ci soddisfa sia per quanto riguarda le realtà create (organi e loro funzioni) sia per quanto riguarda i nostri strumenti conoscitivi (le diverse discipline scientifiche). Infine il concetto di "natura" delineato dal p. Parenti ci riporta ad un sano neo-vitalismo: il termine stesso deriva dal "nascere", presuppone il "concepimento" (che è un atto di coscienza, un gesto-sorgente di qualsiasi azione).

BERTUZZI - Quello che è stato detto fino ad ora ci fa supporre che si debba parlare di finalismo tanto per la biologia come per la fisica: c'è differenza tra il finalismo che vediamo nei fenomeni fisici e quello che vediamo nei fenomeni viventi? Vorrei sottolineare la distinzione del p. Parenti, per cui noi diciamo che se la natura mostra delle finalità ci deve essere un'intelligenza che ci sta dietro, ma dobbiamo distinguere la "finalità" (non necessariamente cosciente) dall'"intenzionalità" (che suppone la consapevolezza).

GHERARDI - Nello studio dei rapporti mente-corpo ci si interroga sul rapporto che c'è tra un sentimento, uno stato d'animo, e tutti gli elementi, le molecole, le cellule del cervello che vengono attivate. Mi è venuta in mente un'ipotesi che potrei così esprimere: una molecola d'acqua è sempre tale sia che si trovi in un fiume, sia che faccia parte dei miei tessuti, ma si caratterizza per una diversa finalità. Il "tutto" dirige la "tensione intrinseca" delle parti di cui si compone (es. delle molecole d'acqua che compongono il mio corpo). L'insieme di tutte le varie "tensioni intrinseche" che sottostanno ai processi di sviluppo propri della vita, ad un certo punto comporta la nascita del tale stato d'animo, del tale sentimento.

BERTUZZI - Lei dice che la funzione non costituisce, ma influenza la struttura?

DRAGO - Adesso rischiamo di perdere il filo del nostro discorso, perché abbiamo esposto moltissimi criteri distinti: come potremmo programmare - ad esempio - un automa che su Venere dovesse individuare se c'è vita o no? I quattro criteri esposti da Gherardi andrebbero ripensati in chiave teorica.

GHERARDI - La riproduzione, ad esempio, è espressione di una proprietà che chiamiamo riproduttività e comporta la ciclicità; tale ciclicità si trova in tutte le manifestazioni vitali: la riproduzione biologica, la percezione, ecc., dipendono dalla riproduttività.

DRAGO - C'è un criterio che è già ricorso più volte, che è quello dell'"auto-riparazione" dell'essere vivente. Io non sono d'accordo: è già dagli anni '50 che Von Neumann ha pensato gli automi auto-riparanti. L'auto-riparazione è uno dei tanti livelli a cui possono arrivare alcuni programmi informatici (un programma ha la potenzialità di livelli sempre crescenti: nelle macchine di calcolo esistono programmi che potenzialmente possono lasciar intravedere la possibilità di una auto-riparazione). Che cosa sia il vivente dal punto di vista della conoscenza razionale matematica può essere deciso solo sulla base di un'accurata analisi logico-matematica.

Il grande contributo di Galileo è quello di avere congiunto la matematica con i dati sperimentali (per Aristotele non era possibile, Platone non l'avrebbe mai fatto): la tensione tra Aristotele e Platone si è perpetuata per tutta la storia della scienza. Potremmo distinguere il "continuo" matematico (un "cumulo" di infiniti punti a dimensione zero) dal "continuo" platonico (che esiste in quanto costituito da parti continue, per cui il continuo è dato a priori). La biologia sembra più rifarsi alla matematica termodinamica che non a quella newtoniana.

BERTUZZI - Il problema di distinguere il vivente dal non vivente è effettivamente difficoltoso; quanto al problema delle macchine devo dire che l'abbiamo già affrontato in convegni precedenti, quando abbiamo cercato di distinguere "naturale" e "artificiale": siamo arrivati a una distinzione forse ancora estrinseca, per cui l'artificiale presuppone l'intervento dell'uomo, il naturale no.

GHERARDI (Sig.ra) - Il computer è artificiale, incapace di esistere e funzionare senza l'intervento dell'uomo, mentre le realtà biologiche esprimono una vitalità che, una volta che si è determinata, procedono da sole.

GHERARDI - Può essere utile anche chiarire ciò che intendiamo per "mente", in cui distinguiamo due aspetti: 1) l'aspetto noetico (il calcolo, il ragionamento), 2) l'affettività, emozione, sentimento... soprattutto quest'ultimo mi sembra difficilmente attribuibile a una macchina. Oggi non siamo più fermi alla dinamica pavloviana di stimolo-risposta.

PARENTI - A proposito di Aristotele vorrei ricordare che nella Fisica afferma che "tutto ciò che si muove è mosso da un altro", poi definisce il vivente come "ciò che ha la capacità di muovere se stesso": questo apparentemente va contro il principio che lui stesso aveva posto. Ma è proprio questa difficoltà che evidenzia la vita.

Il muovere se stesso non si limita semplicemente al fatto che una parte muove l'altra (delle macchine meccaniche ne sapevano fare anche ai tempi di Aristotele): il problema era che il tutto muovesse il tutto (e non solo che le parti, muovendosi reciprocamente, muovessero il tutto).

Quando si cerca di definire il vivente dovremmo cercare di evidenziare l'autoperfezionamento per cui è il tutto che perfeziona il tutto: nel vivente c'è un'organicità, però resta un agire che compete al tutto in quanto tale, che poi si rispecchierà anche nell'organizzazione delle parti. Quando si "disorganizzano" le parti il vivente muore e non posso ripararlo sostituendo le parti rotte.

SACCHETTI - C'è una cooperatività autonoma (che nasce al livello dinamico microscopico) tanto interna alla cellula, quanto tra le cellule di un organismo complesso. La tecnologia fonda invece su un ordine eteronomo ed esclusivamente fenomenico, che lasciato a sé può solo degradarsi. La

cooperatività attiva del vivente fa sì che la finalità del tutto e delle "parti" sia univoca e inscindibile (la singola cellula, soddisfacendo le proprie esigenze vitali, ipso facto soddisfa le esigenze del tutto e viceversa).

PARENTI - Vorrei insistere su questo punto. Se prendo un orologio e tolgo una parte lo fermo: anche nell'orologio il tutto è superiore alla somma delle parti, ma questo non mi basta per capire il problema del vivente.

Che cosa vuol dire quando si dice che l'interesse del tutto coincide con l'interesse della parte?

GHERARDI - Noi siamo tutti inclini a tentazioni antropomorfe tecnologizzanti: siamo abituati a costruire gli oggetti partendo dalle parti. L'essere vivente parte come "tutto" (unico) e va incontro a una differenziazione di parti che nascono in funzione del tutto che preesiste. Dobbiamo evitare la tentazione tecnologizzante: parlare di parti nel vivente è una pura astrazione logica e verbale, il vivente è tutt'uno e noi per intenderci vi distinguiamo delle parti.

CONCA - Vorrei chiedere se, quando il prof. Sacchetti ha parlato di presenza di un'intelligenza negli organismi viventi, intendeva esattamente parlare di una intelligibilità che noi troviamo (il "verum"), oppure di una vera e propria intelligenza ancorché inconsapevole.

SACCHETTI - C'è una dimensione cognitiva autonoma e specifica a ogni gradino della complessificazione evolutiva, dalla singola cellula fino alla mente cerebrale dell'uomo. L'intelligenza consapevole dell'uomo è quindi diversa da quella inconsapevole delle sue cellule.

Le quattro proprietà fondamentali richiamate dal collega Gherardi vengono di solito presentate nel quadro di una concezione meccanicistica secondo cui il vivente sarebbe una "res", priva di quell'autotrascendenza che sempre si accompagna, anche nell'essere unicellulare, all'autoreferenza. Tra i criteri distintivi della vita è, a mio avviso, imprescindibile quello della "conoscenza". E' la svolta esplosiva compiuta alla metà di questo secolo con la scoperta del DNA. Se c'è un'informazione codificata nel cuore di ogni cellula, deve esserci anche un "lettore" adeguato a decodificarla e interpretarla. I limiti del "cogito" cartesiano stanno proprio nell'aver individuato nell'uomo solo una "soggettività pensante", respingendo nella "res extensa" la "soggettività vivente" che è propria di ogni organismo, anche unicellulare.

DRAGO - Riprendo il discorso delle parti e del tutto. Non mi sembra un buon schema descrittivo di una realtà: nel caso di un programma c'è una parte che ha una funzione particolare, quella di essere modello di funzionamento del sistema stesso (assimilabile al codice genetico). Vi sono alcune parti che hanno una funzione autoriflessiva. Noi abbiamo il cervello che è un organo che "modellizza" tutto il corpo. Dobbiamo accettare due livelli di discorso: la matematica e la "meta-matematica". Credo che bisogna confrontarsi anche con questi discorsi: i viventi hanno un "programma", una parte speciale che è un modello del totale. E' questa parte che spiega la funzione del vivente, compresa l'intelligenza. Dovremmo uscire dalla vecchia tematica di parte-tutto. Anche il discorso sulla finalità mi sembra inadeguato; in fisica si parla, per esempio del "principio di minima azione" ... e così in tutta la fisica vi sono dei principi finalistici. La stessa meccanica non è esente da un'interpretazione finalistica.

PORCARELLI Una riflessione di carattere metodologico. Negli incontri interdisciplinari vi è la tentazione di giustapporre idee per concatenazioni varie, con sviluppi imprevedibili per la discussione che ne segue.

La discussione sulla tematica della vita è risultata mal posta, perché si sono intrecciati punti di vista diversi. Nella sua accezione funzionalmente relativa al nostro argomento dovevamo partire dalla biologia: la definizione del bios come oggetto proprio della scienza.

Poi si poteva passare alla riflessione critica con suggestioni tratte da alcune ipotesi.

Occorre comunque convenire un ordine da darci. Ogni disciplina pone dal suo interno la definizione preliminare del proprio oggetto. Rilancerei che la definizione primitiva della biologia ce la desse il biologo, per poi allargare il discorso.

Anche per l'intelligenza dobbiamo chiederci se sia equivalente con conoscenza; forse il biologo intende quello che per me è conoscere.

BERTUZZI Noi ci siamo occupati più dell'oggetto che del metodo, questa sera.

SACCHETTI - Non si può evitare di considerare la dimensione cognitiva intrinseca nell'auto-organizzatività della vita. Ma certo non si deve confondere il concetto biologico di conoscenza con quello filosofico. Nell'organismo umano, dal punto di vista biologico, la conoscenza intellettuale cerebrale, quella istintiva-emozionale dei centri nervosi sottocorticali e quella discriminativa-organizzativa di tutte le cellule, cooperano in quanto realizzazione di un "progetto" unitario. Il progetto può essere qualcosa di divino, ma non è certamente un "programma" come quello eteronomo del computer.

La cellula non è "res extensa", è viva e sa come comportarsi, come organizzarsi, come comunicare: la stessa traduzione di un segmento di DNA dà risultati operativi diversi secondo il punto da cui comincia la lettura del messaggio.

PORCARELLI - In ogni caso non cediamo alla tentazione di controbatterci in modo occasionale. Teniamo un metodo.

BERTUZZI - Dobbiamo ora definire chiaramente gli statuti epistemologici della biologia e della fisica. Mi sembra che i due campi si stiano molto inter-scambiando.

DOMENICA 25/9/1994 - mattina

BERTUZZI - A questo punto si rende effettivamente necessario individuare i criteri di indagine e metodologia della fisica e della biologia, per distinguere il loro oggetto e chiarirne le modalità.

SACCHETTI - Ho seri dubbi sulla possibilità di una rigida definizione, dei campi di competenza e delle metodologie: i sistemi viventi sono talmente complessi che necessitano di una pluralità di approcci (dalla termodinamica alla sociologia) e ogni loro descrizione è inevitabilmente riduttiva, falsifica l'oggetto stesso dell'indagine. Iniziare a concretizzare qualcosa collegialmente è difficile se la discussione è stata insufficiente.

Avrei scelto perciò una via inversa: partire da una visione del "tutto", dalle conclusioni, rimandando poi a un altro seminario, l'anno prossimo, la discussione sugli approcci metodologici che si prospettano oggi alla biologia per comprendere meglio l'unità e la trascendenza della vita.

BERTUZZI - Abbiamo già visto ieri che la complessità (come pure il finalismo) è un elemento imprescindibile.

SACCHETTI - Una delle caratteristiche della complessità vivente, su cui non abbiamo avuto il tempo di intrattenerci, è l'auto-rinnovamento. Gli scienziati ammettono che l'embriogenesi rimane un mistero. Ma ogni organismo rinnova di continuo la propria auto-organizzazione, durante tutta la vita; è un mistero permanente.

DALLAPORTA - Volevo domandare che cosa si intende quando si fa lo "status epistemologico" della fisica: la risposta della maggior parte dei fisici sarebbe il "credo" galileiano. Io invece mi interrogarei su come vedere oggi i concetti fondamentali della fisica: ad esempio oggi il determinismo è solo un caso particolare di un paradigma più ampio, le perturbazioni non sono più da considerarsi trascurabili...

BERTUZZI - A me interessava vedere se c'è un uso diverso del metodo matematico in queste discipline, un altro punto potrebbe essere che la biologia richiede di più il ricorso all'analogia rispetto al determinismo matematicistico della scienza galileiana (la biologia richiede una lettura più complessa).

SECCO - Partirei dalla distinzione dell'oggetto della fisica da quello della biologia:

- la fisica si occupa di particelle, atomi e molecole,
- la biologia si occupa della cellula.

La differenza è abissale ed è esprimibile, in termini minimi, con la differenza che c'è fra i mattoni e la casa. Un insieme di mattoni non è una casa se non c'è un progetto.

Su questo punto fondamentale nascono, specialmente nella divulgazione, degli equivoci enormi (si pensi alla pretesa di avere prodotto la "vita" in laboratorio quando Miller sintetizzò solo degli aminoacidi...). Parlare di "caso" rispetto alla vita è totalmente fuori luogo. Basti pensare alla probabilità di formare a "caso" un enzima, calcolata da Hoyle. Ad essere benevoli essa è pari a uno su dieci alla trenta. Perché la cellula più semplice possa svolgere le sue funzioni e replicarsi, sono

necessari circa duemila enzimi; la probabilità di averli a "caso" diviene allora una su dieci alla sessantamila!

Nel principio antropico vedrei un punto di contatto tra fisica e biologia: nel senso che coinvolge entrambe le discipline dal punto di vista della edificazione della casa per la vita. Il principio antropico diventa il terreno comune non solo per fisici e biologi, ma anche per i filosofi. Le condizioni necessarie per la vita sono estremamente "fini" e ciò fa pensare al finalismo.

L'universo è un sistema che non è in equilibrio termodinamico (un tempo si pensava che l'universo sarebbe partito da un altissimo grado di ordine e poi avrebbe avuto un progressivo aumento di disordine): l'universo è in espansione e fa esattamente il contrario di quello che farebbe un "universo stazionario" che, da questo punto di vista, risulterebbe senza scopo, pur non violando il II Principio della termodinamica. Mezzo milione di anni dopo Big Bang l'universo esce per un pelo dall'equilibrio termodinamico che è ciò che consente l'esistenza della vita.

SACCHETTI - Un gene di solo 300 unità nucleotidiche comporta un numero di sequenze possibili pari a 4 elevato alla trecentesima potenza (ossia 10 alla 180): un numero molto superiore a quello di tutti gli atomi presenti nel nostro universo.

SECCO - Inoltre vorrei precisare che ciò che consente la vita è il fatto che l'universo si espande ad una velocità superiore a quella che ci vorrebbe perché potesse andare in equilibrio termodinamico; questo fatto può capovolgere le conclusioni di Prigogine.

SACCHETTI - Dipende dai punti di vista. Se si ritiene che ci sia una continua degradazione dell'energia e si pensa che sia valido il principio di entropia specifica dell'universo (con degradazione delle particelle barioniche verso la forma fotonica), allora siamo costretti ad ammettere che l'entropia aumenta, almeno nella fase attuale del nostro universo.

DALLAPORTA - L'entropia aumenta, ma con l'espansione dell'universo l'entropia massima aumenta ancora più rapidamente, per questo non si rischia la morte termica, in quanto l'entropia in più cresciuta si allontana sempre più dall'entropia massima raggiungibile, consentendo così all'informazione totale di crescere.

SACCHETTI - Concordo con l'osservazione che solo la rottura delle simmetrie e il non equilibrio termodinamico consentono la vita. Tutte le molecole biologiche dotate di proprietà "informativa" sono asimmetriche, senza di che il processo informativo non potrebbe svolgersi.

SECCO - Durante le prime fasi dell'evoluzione cosmologica si vede tutta una differenziazione delle forze (attraverso la rottura delle simmetrie) e delle strutture, così come l'artista, per scolpire la statua, rompe le simmetrie del blocco di marmo.

BEGNOZZI - Ho trovato particolarmente interessanti alcune idee di ordine generale.

La cultura odierna oggi vede il dominio di quello che viene chiamato il nichilismo, con l'oblio di tutti i valori e delle leggi che possono anche dirigere la condotta dell'uomo; Sacchetti ieri ha messo in luce come il mondo della vita sia qualcosa di solidamente ancorato a precise leggi finalistiche. Tutto questo mi colpisce in modo particolare, dal punto di vista filosofico, perché credo che oggi abbiamo il problema di una certa disgregazione del pensiero (molte scuole, tutte in contrasto tra di loro, con differenze e divisioni profonde); dietro a tutto questo c'è un'esigenza di fondo, ossia di trovare nuovi punti di orientamento e di riferimento; ri-orientare lo sguardo degli stessi filosofi sul

mondo della vita credo possa essere estremamente importante. Oggi non è più il tempo della diatriba tra le scuole filosofiche, il problema è quello di trovare un fondamento che sia veramente tale, attorno all'idea della vita. Mi è piaciuto anche quando lei ha criticato le pretese di onniscienza di un certo tipo di fisica; in campo filosofico questo si pone in straordinaria sintonia con il tomismo, per cui la mente umana non è "misurante", ma "misurata" dalla realtà che deve cercare di conoscere. La filosofia moderna, invece, trova il suo principio nell'io, il che porta a un primato dell'immanenza e a una scomparsa della trascendenza. Se la ragione filosofica torna a rivolgere lo sguardo al mondo della vita, dunque alla natura, può trovare quella misura e quei limiti che non può oltrepassare a rischio di errori e di eccessi. Seguendo questa strada è possibile trovare una conoscenza vera (e non fantasiosamente razionalistica), rispettosa dell'uomo, utile. Tante prese di posizione odierne nei confronti del progresso e della tecnica traggono luce dalla situazione culturale che ho delineato. Il fatto che si vogliano confrontare questi due statuti, può portare a sostenere una sorta di "primato" della biologia rispetto alla fisica (a differenza di quanto la cultura contemporanea tenderebbe ad asserire, attribuendo una sorta di primato spontaneo alla fisica).

BERTUZZI - Il collegamento tra la scienza e la metafisica si vede chiaramente soprattutto in questa missione che possono avere la fisica e la biologia di offrire nuovi valori per la vita dell'uomo. Ho l'impressione che non ci sia tanto l'affermazione di qualcosa di valido nella biologia che la fisica non può dare; credo che ci sia un cammino comune che fisica e biologia possono fare per indicare un finalismo della natura. L'intervento di Begnozzi penso possa avere questo senso: da questa rivalutazione che fisica e biologia fanno della natura può venire un recupero del valore oggettivo della morale.

PORCARELLI - abbiamo commesso un errore organizzativo: abbiamo dimenticato che col cambiare dei partecipanti la continuità del discorso diventa difficile. Quest'anno abbiamo scelto un tema specifico che nella mente degli organizzatori prevede un disegno amplissimo, da ottenere per piccoli passi. Ma l'uomo vuole sempre spaziare su tutto l'argomento, perché facilmente attratto da desideri sapienziali a cui non sa, non può e non vuole rinunciare.

Anch'io cederò a questa tentazione. Io sto sognando un progetto culturale che ruota attorno a queste tematiche e che vorrei sommariamente esporre, anche per rendere più chiaro il contributo specifico che potrebbe/dovrebbe emergere da questo convegno e dagli auspicabili approfondimenti degli anni a venire.

I primi filosofi ilozoisti avevano ben chiaro l'intimo legame tra filosofia e vita, anzi possiamo dire che l'idea della vita costituisca il "concetto euristico" basilare che in un certo modo tiene a battesimo la nascente filosofia naturalistica (mi permetto, per questo tema, di rimandare ad un mio saggio: "Il rapporto tra filosofia e medicina nella storia del pensiero", in AA. VV., "Etica dell'atto medico", ed. ESD, Bologna 1991, pp. 42-101). Si trattava, in altri termini, di una vera alleanza fra filosofia e vita nella nascente filosofia greca, che si è progressivamente incrinata fino a rompersi irreparabilmente con il divorzio soggettivistico fra filosofia e vita nella filosofia moderna e la perdita di senso etico nei confronti degli interventi sulla vita nella scienza contemporanea. La conseguenza della perdita del senso della finalità degli eventi naturali, diventa la perdita della possibilità di una comprensione razionale della morale e del senso della nostra vita. Il tema è importantissimo, tanto è vero che in passato abbiamo affrontato proprio il nodo centrale della possibilità di individuare i fondamenti razionali di una morale naturale.

Come filosofo potrei dire: andiamo alla natura e da lì cerchiamo spunti per orientare l'agire umano, ma nel far questo subito mi imbatto in una cultura che mi dice: tu non puoi farlo se non passi per le scienze. Per realizzare il progetto culturale che vorrebbe unire intorno alla vita sia la riflessione

teoretica sia quella etica, devo passare per i tanti linguaggi divergenti che parlano della natura. Per questo, negli ultimi tre anni, abbiamo studiato i vari modelli usati dalle scienze. I modelli teorici matematici non riescono a darmi indicazioni etiche. Hume diceva che dall'essere non si passa al dover essere.

Ad un primo sguardo sembra che i paradigmi epistemologici delle scienze non mi offrano altro che un'astratta modellizzazione priva di ogni finalismo e, in un certo senso, mi "vietino" di individuare anche per altra via finalità intrinseche alla natura; allora il mio progetto comincia a naufragare.

A questo punto ci siamo domandati se è proprio inevitabile che le scienze vincolino l'uomo a modelli che non permettono di parlare poi di finalismo, per questo abbiamo deciso di confrontare analiticamente i modelli epistemologici di fisica e biologia (sintomatiche e significative per i progetto di cui sopra) e così è nato il tema del convegno di quest'anno.

Da quanto si è detto in questi giorni sembra - e me ne rallegro enormemente - che si possa riaprire lo spazio per una considerazione qualitativa e finalistica della natura, sia all'interno della fisica che - più ancora - all'interno della bio-ecologia, ma se all'Università di Bologna vado a dire che qui si è detto che il finalismo risulta alla scienza, la concezione dominante mi emarginerà.

Lo scarto tra le proposte innovative di questo convegno ed il paradigma epistemologico dominante è grande, per cui dobbiamo identificare con chiarezza dove il paradigma epistemologico dominante mostra i suoi limiti. Solo chiarendo quest'ultimo punto potrà prendere il via quel progetto culturale che per ora dobbiamo limitarci a "sognare"; ma questo non basta, perché chi è veramente innamorato di un ideale fa di tutto per realizzarlo e non si accontenta di sognarlo soltanto.

Occorre una chiarificazione delle nostre proposte innovative rispetto ai parametri della cultura dominante. Se vogliamo portare una sorta di neghentropia nella cultura contemporanea dovremmo farlo con un linguaggio, che per analogia potremmo chiamare "enzimatico", che sia comunicativo ed efficace, comprensibile anche agli altri.

SECCO - era da dire fin dall'inizio, perché la globalità di questo progetto non l'avevo colta.

DALLAPORTA - In una visione "unificatrice" della fisica e della biologia la biologia ha una funzione più rilevante, perché affronta i problemi più importanti; la fisica vi ricava dalla biologia, semplificando, le situazioni troppo complesse che nel mondo non-organico non si verificano.

Propongo ora un procedimento operativo per la fine dei nostri lavori. Il prof. Sacchetti ha già redatto una presa di posizione che, discutendo, col collega concorde potrebbe risultare la nostra posizione sulla biologia, lo stesso potremmo fare io e Secco per la fisica; i filosofi poi, radunandosi tra loro, potrebbero stilare un insieme di punti di vista suggeriti dalle due prese di posizione scientifiche.

SACCHETTI - Il vero dramma della cultura moderna è di poggiare sulle sabbie mobili, priva di un punto fermo. Ma la biologia può offrire spunti decisivi di riferimento, proprio perché essa è incompatibile con il paradigma scientifico oggi dominante. Dobbiamo uscire dal pensiero debole per entrare in un pensiero forte.

LAVORO DI GRUPPO

(a conclusione della domenica mattina)

- Gruppo dei fisici (Dallaporta, Secco)

Fino a qualche decennio fa la visione della Fisica poteva condensarsi secondo le linee seguenti: le leggi fisiche erano relazioni di carattere essenzialmente matematico di relativa semplicità, derivanti da equazioni differenziali per lo più lineari e che conducevano ad una visione totalmente deterministica; eventuali perturbazioni venivano considerate come totalmente trascurabili e riducibili a disturbi che si potevano ridurre a valori non significativi.

Da questo quadro derivava una totale dipendenza del futuro dalle condizioni passate che fissavano la traiettoria in modo inequivocabile.

In base alle scoperte della Fisica del XX secolo la situazione è del tutto cambiata. Anzitutto il determinismo da paradigma dominante della scienza si è ridotto a caso particolare di certi problemi notevolmente semplici. Ciò è dovuto in primo luogo, a livello particellare, all'insorgenza della meccanica quantistica la quale, per le relazioni di indeterminazione di Heisenberg, non permette di precisare la traiettoria delle particelle; in secondo luogo, ed in modo più generale, benché la cosa fosse già prevedibile circa 100 anni fa dai calcoli di Poincaré, in base alla presa di coscienza del caos deterministico - cioè della estrema sensibilità delle traiettorie che possono manifestare un comportamento asintoticamente divergente ad un minimo variare delle condizioni iniziali, situazione che risulta dall'introduzione di termini non lineari nelle equazioni base del moto -, il comportamento del sistema è diventato nel futuro completamente imprevedibile ad una distanza nel tempo più o meno grande a seconda dell'entità dei termini non lineari ma sempre tali da produrre comunque effetto. Dato che in qualunque problema fisico non è possibile prescindere da perturbazioni i cui effetti siano non lineari, il non determinismo diventa la legge dominante della Fisica; i fenomeni astronomici del sistema solare, sulla base dei quali l'idea deterministica si era consolidata, costituiscono eccezioni dovute alla piccolezza delle perturbazioni degli altri pianeti rispetto, ad es. all'azione terra-sole. Ciò fa sì che le leggi generali della fisica ottocentesca abbiano un carattere astratto di pura idealizzazione che praticamente non è mai rigorosamente seguito nei fenomeni della natura, per cui la semplicità matematica di certe leggi considerate universali è più apparente che reale. Va però notato che, al giorno d'oggi, emergono nell'ambito della Fisica un certo numero di leggi molto generali che costituiscono dei punti fermi e che si esplicano nelle cosiddette simmetrie di cui il Principio di Pauli è forse l'esempio più noto.

In base a questa visione completamente diversa, ci si può chiedere se l'esclusione dall'ambito scientifico di certi punti di vista, che risultavano dall'approccio puramente galileiano, abbia ancora ragione di mantenersi. Tra l'altro questo può riguardare il punto di vista finalistico il quale, se non pertinente nei problemi semplici, - anche se sotto la forma dei Principi variazionali una certa interpretazione finalistica appare fin dalle radici della Fisica classica -, sembra diventare di notevole importanza pratica nei problemi via via più complessi ed in particolare nell'ambito biologico. Se già nei sistemi con un numero non enorme di componenti un certo accentuarsi del finalismo si manifesta, tanto più esso può diventare preponderante a livello dei sistemi biologici ove il numero di tali componenti coinvolti è enorme. Ci si può quindi attendere che l'ambito biologico dia luogo a situazioni assolutamente imprevedibili in base alle sole leggi fisiche.

Una corrispondenza fra il livello fisico e quello biologico si manifesta inoltre nel Principio Antropico che a livello cosmico mette in rilievo le accordature fini della struttura fisica per consentire l'emergenza della Vita.

- dibattito

SACCHETTI - Il principio di Pauli non introduce proprio al livello subatomico un aspetto "deterministico"?

DALLAPORTA - Io vedo il principio di Pauli come una sorta di imposizione superiore non prevedibile a priori a livello subatomico.

SACCHETTI - Da questa nostra riunione sembra emergere il contrario di quanto comunemente si crede. Si pensava che la vita fosse l'ambito della libertà e la fisica la punta di diamante della conoscenza concreta, affidabile, coerente, mentre le due proposte di statuti epistemologici tendono a ridimensionare questa convinzione: la fisica appare sostanzialmente indeterministica e relativistica (con eccezioni come il principio di Pauli); la biologia regolata invece da vincoli rigorosi, che tuttavia consentono libertà creativa purché essi vengano rispettati.

- Gruppo dei biologi (Gherardi, Sacchetti)

La visione che emerge dagli sviluppi scientifici della seconda metà di questo secolo è quella di una biologia sistemica, in cui dominano le proprietà connettive. Dal batterio all'uomo, ogni essere vivente appare l'espressione dinamica di un tutto integrato nello spazio e nel tempo: perciò dotato di coerenza interna con il proprio passato filogenetico, ed esterna, con il proprio ambiente. Sebbene sia possibile discernere singole parti di ogni organismo, la complessa rete dei suoi rapporti dinamici interni e di quelli che lo legano ad altri organismi rende inevitabilmente ogni analisi, in qualche misura, riduttiva.

Come la fisica attualmente insiste sui rapporti reciproci più che su parti isolate della realtà, così la biologia e l'ecologia insistono sulle interazioni che uniscono i sistemi viventi e fanno della biosfera un tutto unitario e ordinato.

Dotata di auto-organizzazione, auto-rinnovamento e della tendenza finalistica all'omeostasi, malgrado le continue variazioni dell'ambiente esterno, la vita è il solo modello di se stessa: non è comprimibile, nella singolare infinita varietà delle sue manifestazioni creative, entro rigidi formalismi. I sistemi biologici esigono pertanto una molteplicità irriducibile di livelli di descrizione complementari, in cui confluiscono i vari rami delle scienze naturali, umane, sociali. E tuttavia la biologia, mostrando l'unità del tutto e l'universalità dei modelli cooperativi di base dell'organizzazione cellulare, afferma in modo incontrovertibile l'esistenza di norme inderogabili, che l'uomo non può modificare, e l'urgente necessità di prenderne atto per uscire dal relativismo imperante che sta distruggendo i cardini stessi della vita naturale e sociale.

La fondamentale armonia che emerge dalla nuova visione ecobiologica, il continuo e coerente trascendimento di ogni frontiera individuale, contribuiscono ad abbattere i confini tra i vari rami del sapere e imprimono una indubbia connotazione etico-religiosa alla concezione del mondo e della vita.

(non segue un dibattito)

- Gruppo dei filosofi (Begnozzi, Bertuzzi, Conca, Parenti, Porcarelli).

- Dalle relazioni scientifiche emerge il carattere "qualitativo" (ossia non meramente quantitativo, essenziale, metafisico) dell'idea della vita e il "salto" rispetto a ciò che non è vivo.

- L'oggetto della biologia, a motivo delle limitazioni al tema che ci eravamo imposti, sembra emergere in modo in parte riduttivo, perché considera la biologia come analisi del vivente non integrando insieme i tre aspetti della vita: vegetale, animale e umana, che devono essere considerati nella loro globalità; c'è un salto qualitativo tra vita animale e vita umana.

- Pare che si stia abbandonando il progetto di considerare la natura come un "libro" scritto in linguaggio matematico. In particolare lo si vede dal riemergere all'interno della fisica stessa del concetto di "fine" (che la considerazione meramente matematica non considera). Non è vero che la filosofia aristotelica si contrapponga al metodo galileiano, oggi forse i tempi sono maturi per recuperare una visione integrata dei due punti di vista.

- Si può individuare la "vita" come nuovo punto di partenza, di "ri-orientamento" utile anche per la filosofia, in quanto le consente di trovare nel mondo naturale una realtà con sue leggi ben precise, oggettive, rispetto alle quali l'intelligenza umana è "misurata" e non "misurante"; la biologia può uscire dal suo stato di "scienza subalterna" rispetto alla fisica (vista come una sorta di "modello ideale" di scienza) e rivendicare un ruolo autonomo e una sua specificità complementare rispetto a quella della fisica.

- Il cammino che stanno facendo fisica e biologia sembra condurre a individuare dei principi comuni della natura sia fisica che biologica nel rispetto della diversità degli oggetti, il che consente di individuare un'unità di fondo della natura evitando i rischi di riduzionismo.

- L'indeterminismo intrinseco a certe realtà fisiche fa crollare la possibilità di una visione di tipo rigidamente meccanicistico delle realtà naturali; la visione meccanicistica può essere solo una metafora, talora utile, della realtà mentre riemerge un concetto di "forma naturale" a cui si deve l'unità del vivente e del composto non vivente, non riconducibile ai suoi componenti e alle loro interazioni.

- La considerazione di un finalismo intrinseco alla natura è l'unica possibilità di fondare su basi razionali una morale accessibile a tutti gli uomini.

- Intendiamo per EPISTEMOLOGIA un sistema organico e coerente di conoscenze che fissa i criteri di validità e non validità dei sistemi conoscitivi in genere ed, eventualmente, delle scienze in particolare, verificandone tra l'altro i presupposti, i principi, gli oggetti, i metodi, i criteri di controllo delle modalità con cui si perviene alle conclusioni. L'epistemologia dovrebbe anche riuscire a distinguere l'oggetto della scienza dallo strumento che viene usato per conoscerlo (come sembra importante nel caso dell'uso dello strumento matematico).

- Riteniamo che ogni scienza, nel suo stesso esercizio, abbia dei presupposti epistemologici impliciti e ingiudicati, di cui gli scienziati dovrebbero appropriarsi in modo esplicito e consapevole, serio e rigoroso, con il necessario contributo della filosofia.

- dibattito

BERTUZZI - Quest'ultima parte potrebbe essere una traccia di lavoro.

SACCHETTI - Ribadisco che la vita non è riducibile in rigidi formalismi, per cui non vedo come si possa applicare ad essa il rigore metodologico delle scienze esatte.

PORCARELLI - L'epistemologia non chiede di rinunciare a un certo paradigma epistemologico, chiede semplicemente di esplicitarlo in modo chiaro e rigoroso.

SACCHETTI - Si possono individuare nella cellula invarianze organizzative di base, intrecci di relazioni, ma essa è un intero microcosmo nei cui confronti ogni approccio analitico risulta riduttivo. Ci devono soccorrere anche intuizione, immaginazione, analogie...

BEGNOZZI - Per me il discorso che facevamo prima nel gruppo dei filosofi va integrato con il modo ordinario di porre le questioni degli scienziati: non possiamo pretendere da uno scienziato riflessioni di carattere filosofico.

CONCA - I biologi considerano la vita da un punto di vista naturalistico, scientifico, riduzionistico.

SACCHETTI - Per me il problema è esattamente l'inverso: proprio perché la dimensione biologica non può essere riduttiva dobbiamo considerare anche l'uomo in senso olistico, senza separare la sua realtà spirituale da quella naturale.

BERTUZZI - Siamo riusciti a individuare delle esigenze, delle istanze sia scientifiche che filosofiche in sostanziale armonia tra di loro. Ora però dobbiamo cercare di precisare meglio i termini di cui ci serviamo, secondo un linguaggio epistemologicamente rigoroso, coerente e preciso.

SACCHETTI - Vi auguro di riuscirci.

BERTUZZI - La descrizione che lei ha fatto del vivente, ascoltandola, rientra a mio avviso in un mio sistema filosofico della vita, mi piace molto, ho delle definizioni da confrontare, però la mia formulazione filosofica ha bisogno di essere avvalorata dalla scienza.

PARENTI - L'anno prossimo lo impostiamo su questo chiarimento epistemologico?

SECCO - Mi sembra indispensabile formulare ciò che mi dice la scienza in termini più precisi e rigorosi dal punto di vista filosofico; per me sarebbe un guadagno enorme se penso alla mediazione culturale che mi sarebbe resa possibile al fine di comunicare il senso di queste nuove scoperte scientifiche.

BERTUZZI - Ogni sapere parte da dei principi. Possiamo individuare questi principi comuni che unifichino il modo di conoscere di fisica, biologia e filosofia.

BEGNOZZI - Per noi filosofi è fondamentale avere prima un discorso scientifico fatto da scienziati sui temi della scienza, a questo punto possiamo tentare di dare il nostro contributo.

PORCARELLI - La mia proposta concreta sarebbe questa: allegare all'invito del prossimo convegno (che farei sempre sullo stesso tema) i tre documenti qui stilati, con alcune domande abbastanza chiare sulle questioni epistemologiche rimaste aperte.