

### PERCORSI

I *Percorsi* sono costituiti da una breve analisi (accompagnata da una dettagliata bibliografia) di alcuni dei maggiori problemi che emergono dal testo, problemi che vengono esaminati nel loro svolgimento storico con particolare attenzione alle prospettive e alle discussioni attuali.

I *Percorsi* non vogliono tanto avere carattere informativo quanto piuttosto rappresentare una proposta di lavoro e l'offerta di una strumentazione perché esso possa attuarsi.

Sono destinati in particolare a chi, svolgendo una funzione di trasmissione della cultura, voglia aggiornare contenuti e metodi del proprio insegnamento.

Tre sono i *Percorsi* tracciati:

1. Meccanicismo e antimeccanicismo nella storia del pensiero.
2. Meccanicismo, finalismo e il problema degli esseri viventi.
3. Determinismo, indeterminismo e il problema del libero arbitrio.

La chiara determinazione di itinerari da seguire, quelli indicati o altri, può grandemente favorire la lettura problematica del testo-base e un suo utilizzo didatticamente efficace.

308

## MECCANICISMO E ANTIMECCANICISMO NELLA STORIA DEL PENSIERO

### Introduzione

Per meccanicismo si intende quella concezione che riduce i parametri esplicativi di un settore della realtà o dell'intera realtà a due soli: materia e movimento locale.

Se viene esteso anche alla psiche umana coincide con il materialismo (1).

La concezione meccanicistica del mondo ha assunto nel tempo forme anche assai diverse fra loro e si è inserita in contesti filosofici a volte molto differenti.

Essa fa la sua comparsa già nella filosofia greca; rinasce e si afferma nell'età moderna.

Il meccanicismo moderno si definisce in contrapposizione alla fisica aristotelico-scolastica secondo cui le modalità delle cose si spiegano a partire dal fine, e alla concezione magico-animistica secondo cui il mondo ha un'anima e ovunque è presente e opera un principio vitale. Il meccanicismo moderno (classico) vede il modello esplicativo della natura nella macchina in cui tutto si spiega con il movimento che si trasmette da una parte all'altra del congegno.

Fortemente avversato da molte correnti della filosofia contemporanea e dal vitalismo novecentesco, il meccanicismo, come programma di ricerca, ha dominato nella fisica fino alla fine del XIX secolo; nella biologia ha ottenuto i suoi maggiori successi (si pensi alla biologia molecolare) proprio

1 Non vale però il converso: non in ogni sua forma il materialismo ha carattere meccanicistico (si pensi al materialismo vitalistico e a quello dialettico).

309

nel xx. Nella fisica è entrato in crisi alla fine del secolo scorso e all'inizio del nostro (2) a causa della profonda revisione dei concetti che ne sono alla base operata dalla dottrina della relatività e dalla fisica quantistica.

## **1. Il meccanicismo antico e la polemica antimeccanicistica di Platone e Aristotele**

La spiegazione di tipo meccanicistico fa la sua comparsa molto presto nel tempo: già Democrito insegnava che la materia che cambia è fatta di grani indistruttibili in movimento incessante, atomi che il caso o il destino hanno riunito nelle forme che noi ora constatiamo. Meccanismi nascosti di particelle spiegano tutti i fenomeni.

E' la visione del mondo che, ripresa da Epicuro, stupirà Lucrezio e verrà da lui esposta nel suo celebre poema *De rerum natura*.

Contro la visione democritea, che ha nel caso e nella necessità i suoi assi portanti, prendono netta posizione Platone e Aristotele, sostenitori di una dottrina teleologica, organicistica dell'universo.

Nel *Timeo* Platone, affermando l'esistenza di due tipi di cause, quelle di ordine intellettuale (cause finali), "la cui azione implica la premeditazione degli effetti a venire", e quelle meccaniche o "subordinate", sostiene che queste ultime possono al massimo costituire i mezzi in vista del raggiungimento del fine ma non mai le vere cause. In polemica con Anassagora, che aveva sostenuto che gli astri non cadono sulla Terra a causa della forza centrifuga generata dal vortice, egli afferma che la vera causa per cui la Terra è al centro dell'universo e gli astri le girano attorno va ricercata nel fatto

che è meglio per essa singolarmente e per tutto l'universo che essa sia al centro.

Altrettanto vivace la polemica di Aristotele nei confronti dei filosofi meccanicisti. Egli esclude le cause meccaniche dall'elenco delle vere cause. Le cause meccaniche al massimo possono favorire o danneggiare il processo attraverso cui una cosa si genera e si sviluppa, non certo determinarlo e dirigerlo. Per Aristotele tutta la natura è fornita di intenzionalità: essa agisce sempre in vista di fini. È il fine a cui sono destinate le cose che ne spiega le modalità. Tutte le cose della natura sono simili a quelle che escono dalle mani degli artigiani: esse sono fatte in modo da realizzare una "for-

2 Incrinature in realtà si riscontrano già alla fine del XVIII secolo e nel XIX in particolare nelle teorie della termodinamica e del campo elettrico.

310

## **2. Meccanicismo (e no) nell'età moderna**

All'alba dell'età moderna rinasce e si afferma il meccanicismo. Contemporaneo al sorgere dell'età industriale, il meccanicismo moderno contiene l'esplicito riferimento alla macchina fatta di ruote e di ingranaggi che si comunicano il movimento l'un l'altro attraverso l'urto. L'universo viene assimilato a una gigantesca macchina.

Eliminando la distinzione fra movimenti naturali e movimenti violenti, Galileo rende possibile questa assimilazione.

In Descartes tutti i fenomeni, fisici o biologici che siano, sono ricondotti a meccanismi ovvero, in definitiva, a spostamenti nello spazio. Cartesio fissa i principi base del meccanicismo: "L'universo è una macchina in cui non c'è nient'altro da considerare se non la configurazione e i movimenti delle parti".

La materia viene concepita come fondamentalmente inerte: solo in apparenza i mutamenti hanno la loro origine nella materia, in realtà essi risultano semplicemente dagli urti dei corpi. Quanto al movimento, esso non è propriamente prodotto, esso si trasmette soltanto. L'azione a distanza viene esclusa: è questo un corollario dell'assioma dell'inerzia. Il tempo è assente, domina lo spazio (il divenire è un semplice spostamento di parti geometricamente definite}, Il mondo appare come uno spolverio di particelle in urto fra loro.

In un mondo siffatto non può non dominare il caso e la necessità: caso e necessità sono le idee sottese anche al meccanicismo moderno. In esso tuttavia l'idea del caso va a scontrarsi con istanze opposte, altrettanto sentite, come quelle della razionalità e unità del cosmo. L'immagine del mon-

do come orologio, ovvero come un congegno progettato intelligentemente, terrà per il momento insieme le diverse esigenze. La maggior parte dei meccanicisti, se crede di poter spiegare meccanicisticamente il funzionamento

311

del mondo-macchina, non pensa assolutamente di poter spiegare meccanicisticamente la sua formazione. Almeno fino alla fine del XVIII secolo la formazione del mondo-macchina viene attribuita ad un Dio Ingegnere (3). Il meccanicismo viene così integrato nell'orizzonte finalistico di una metafisica creazionistica. Gli aspetti inquietanti della nuova visione del mondo rimangono in parte nascosti.

Ma il meccanicismo (cartesiano) veniva a scontrarsi anche con altre difficoltà di genere diverso. Le sottolinea Leibniz: la concezione della materia come pura estensione non può rendere conto delle caratteristiche della materia stessa, come la sua impenetrabilità e la sua resistenza al movimento. Leibniz elabora la dottrina delle monadi come centri di forza (energia), di *vis viva*. Egli tenta un improbabile accordo fra meccanicismo e vitalismo.

E' Newton ad introdurre nella fisica l'idea dell'azione a distanza. Rendendosi conto delle difficoltà che essa pone all'interno del meccanicismo, egli dichiara che la sua intenzione è solo quella di una descrizione matematica dei fenomeni.

Il meccanicismo dinamico di Newton finirà per imporsi: esso in realtà consentiva, meglio della teoria cartesiana, di concepire il mondo come un orologio nel quale si producono dei movimenti legati gli uni agli altri anche se non attraverso l'urto. Nel secolo XVIII la fisica newtoniana diventerà modello di interpretazione dei fenomeni più diversi considerati come l'effetto di forze di attrazione.

Il predominio via via acquistato dal meccanicismo, nelle sue varie forme, nei secoli XVII e XVIII non deve far credere che in questi secoli non siano esistite anche altre voci e che esse non abbiano avuto un peso sugli sviluppi del pensiero.

L'ermetismo, l'animismo, il misticismo non solo ebbero una larga diffusione nel XIV e XV secolo e ancora seguaci nel XVIII, essi esercitarono una non piccola influenza su alcuni fra i maggiori artefici della rivoluzione scientifica e elaborarono elementi importanti per la stessa scienza.

Non bisogna dimenticare che la meccanica non rappresentò mai l'intero ambito della scienza nel Sei e nel Settecento. La chimica e la medicina furono il terreno privilegiato per quelli che lottavano contro la generalizzazione della fisica newtoniana. Nella chimica fu la dottrina spagirica degli elementi, ripresa dallo Stahl, vitalista e creatore di un primo sistema chimico coerente e fecondo, che permise di superare *l'impasse* in cui si era ve-

3. Alla fine del secolo XVIII l'idea di una successione indefinita di mondi verrà a sostituirsi a quella del mondo-orologio nel quale tutto si ripete ciclicamente.

nuta a trovare la chimica meccanicistica (atomistica). Nell'ambito medico della fine del XVIII secolo sempre meno la vita appariva riducibile a leggi meccaniche.

Alla fine del secolo Kant, fornendo una giustificazione critica della scienza ad impianto matematico-meccanicistico, escludeva dal novero delle scienze la biologia. Kant, ancorando all'uomo (e non a Dio) la garanzia dell'ordine dei fenomeni naturali, affermava la possibilità di esistenza di un'altra realtà capace di alimentare la vita etica, estetica, religiosa dell'uomo. "Così di un sol colpo egli giustificava il valore della scienza e sanciva l'estraneità dell'uomo al mondo da essa descritto" (Prigogine).

### **3. Il meccanicismo e il pensiero contemporaneo**

Nel secolo XIX si assiste ad una netta separazione fra la filosofia e la scienza. La filosofia prende posizione contro la scienza moderna ad impianto matematico-meccanicistico, contro Newton, contro l'idea che la meraviglia dell'universo possa essere ridotta ad uno spolverio di atomi in movimento. Essa elabora una concezione teleologica, organicistica, antiriduttivistica della realtà naturale.

Nella filosofia romantica della natura, la natura si integra nel quadro di un divenire mondiale dello spirito .

La dottrina hegeliana si oppone radicalmente all'idea di riduzione, all'idea cioè che le differenze fra gli esseri più semplici descritti dalla meccanica e quella degli esseri più complessi come gli esseri viventi siano solo apparenti e che la natura sia fundamentalmente omogenea e semplice. Ad essa contrappone l'idea di una gerarchia nel cui seno ogni livello è condizionato dal livello precedente che esso supera e di cui nega le limitazioni per condizionare a sua volta il livello successivo che manifesterà, in modo meno limitato, lo Spirito all'opera nella natura (Prigogine).

La filosofia romantica e hegeliana della natura poterono, per un breve periodo, apparire come possibili rivali della scienza positiva. Ma, appoggiandosi a ipotesi scientifiche della loro epoca, ipotesi cadute rapidamente nell'oblio, non potranno svolgere una reale funzione alternativa. La rottura fra scienza e filosofia ne risulterà approfondita.

Alla fine del secolo una severa critica al meccanicismo sarà condotta da Henry Bergson: l'intelligenza scientifica non può comprendere la durata (il tempo reale). Il tempo spazializzato della scienza si lascia sfuggire la novità. Ma "il tempo o è invenzione o non è niente del tutto". La natura è slancio, creazione, imprevedibilità, totalità creantesi in uno sviluppo aperto,

senza finalità predeterminata.

Certamente la metafisica fondata sull'intuizione prospettata da Bergson non è mai nata, ma la sua critica è rimasta per noi intelligibile (a differenza di quella romantica) perché rivolta alla scienza nel momento della sua avvenuta stabilizzazione (Prigogine).

E' impossibile in questo breve *excursus* esaminare tutte le correnti della filosofia contemporanea che hanno preso posizione contro il meccanicismo o la scienza *tout-court*. Possiamo solo notare come la frattura fra le due culture non abbia ancora trovato una ricomposizione.

Per quel che riguarda la scienza in senso stretto, essa nel XIX secolo percorre la sua strada concentrando l'attenzione su problemi definiti e disinteressandosi dei grandi problemi di ordine generale. (Anche la biologia, dove gli scienziati accettano per lo più il vitalismo, in realtà si dedica, proprio in opposizione alla filosofia della natura, ad una pratica sperimentale ostile ad ogni speculazione intellettuale).

La fisica newtoniana ottiene in questo secolo un grande successo nell'elettrologia con la definizione della legge di Coulomb che si presenta del tutto simile alla legge di gravitazione universale di Newton.

Se Oersted evidenzia l'esistenza nei fenomeni elettrici di forze trasversali che fuoriescono in modo completo dal tipo di forze (le cosiddette forze centrali) che stanno alla base della teoria gravitazionale newtoniana, Ampère riuscirà a riportare tali scoperte nel grande alveo delle idee newtoniane.

La fisica cartesiana dell'azione per contatto riporterà un grande successo nella teoria cinetica dei gas. Il modello teorico cinetico aveva già fatto la sua comparsa con Laplace: il calore risulterebbe dal movimento delle molecole dei corpi che si riscaldano. Nella teoria cinetica dei gas, le proprietà dei gas, temperatura e pressione, appaiono come il risultato dell'urto delle molecole gassose in movimento. La temperatura è l'effetto degli urti delle molecole le une contro le altre: più le molecole sono agitate più la temperatura è alta. Quanto alla pressione, essa risulta dagli urti delle molecole contro le pareti del recipiente. Temperatura e pressione vengono ad apparire come fenomeni statistici. Ciò permetterà la formulazione della legge di Mariotte.

La teoria cinetica dei gas riuscirà ad integrare nei quadri del meccanicismo i principi della termodinamica, che sembravano esserle irriducibili. La teoria termodinamica, affermando una degradazione ineluttabile dell'energia, sembrava infatti porsi contro l'idea tipicamente meccanicistica della reversibilità dei fenomeni (nella concezione meccanicistica strettamente intesa, come abbiamo già osservato, il tempo è assente e domina lo spa-

zio). Ma Boltzmann, dimostrando che l'irreversibilità entropica e la degradazione dell'energia risultano dal carattere disordinato dell'agitazione molecolare, finirà per fornire una spiegazione *meccanicistica statistica* del secondo principio della termodinamica.

Maxwell arriverà a costruire un modello meccanico dell'induzione elettromagnetica introducendo l'ipotesi dell'etere. E bisogna dire che, se l'ipotesi dell'etere si imporrà alla fine del XIX secolo nonostante le proprietà contraddittorie (4) che gli si devono attribuire per rendere conto della propagazione delle onde elettromagnetiche senza spostamento di materia, questo avverrà proprio perché la sua esistenza apparirà necessaria per conciliare l'elettromagnetismo con una spiegazione meccanicistica dell'universo. Questo tipo di spiegazione appariva evidentemente ancora come l'unica valida.

Sono conferma della larga diffusione di questo modo di pensare le esplicite affermazioni di due illustri scienziati del tempo, Helmholtz e Lord Kelvin: "Finalmente scopriamo - dice Helmholtz - che il problema della scienza della materia fisica è di ricondurre i fenomeni naturali ad immutabili forze attrattive e repulsive la cui intensità dipende interamente dalla distanza. La possibilità di una soluzione di questo problema è la condizione della comprensibilità della natura". E Lord Kelvin: "Io non sono soddisfatto finché non ho potuto costruire un modello meccanico dell'oggetto che studio. Se posso costruire un tale modello, comprendo; sino a che non posso costruirlo, non comprendo affatto".

(Notiamo che sarà Mach a rifiutare con energia questa pretesa; egli accuserà il meccanicismo di essere una teoria metafisica e di costituire in quanto tale un ostacolo al libero sviluppo della scienza. I suoi strali saranno diretti proprio contro Helmholtz.)

Ma le grosse incrinature già apparse all'interno della termodinamica e delle teorie del campo elettrico non tarderanno ad allargarsi

Respinta l'ipotesi dell'etere, Einstein con la sua teoria della relatività offrirà un'alternativa valida agli inutili tentativi di conciliare le nuove scoperte con il meccanicismo classico.

La sua dottrina non appare più conciliabile con il meccanicismo newtoniano. L'antico criterio meccanicistico che tendeva a ridurre tutti gli eventi della natura a forze agenti fra particelle, forze dipendenti solo dalla distanza, appare insufficiente. Ciò che conta non sono tanto le cariche e le

4 Per spiegare le onde elettromagnetiche, ovvero onde trasversali, dovremmo pensare a un etere simile a gelatina (Piuttosto che all'aria) ma l'etere-gelatina dovrebbe opporre resistenza al moto dei pianeti, il che invece non si verifica.



particelle bensì lo spazio fra cariche e particelle. Il concetto di campo finisce per lasciare in ombra quello di sostanza. Dal problema del campo scaturisce la teoria della relatività. Nuove proprietà vengono attribuite al continuo spazio-temporale, teatro di tutti gli eventi del nostro mondo fisico. Cade l'idea dello spazio e del tempo assoluti.

Anche la teoria dei quanti, alla quale hanno variamente contribuito tutti i maggiori protagonisti della ricerca fisica novecentesca, e il principio di complementarità non obbediscono più ai canoni del meccanicismo classico.

Con il principio di indeterminazione di Heisenberg entra in crisi anche il determinismo che Laplace aveva sposato al meccanicismo.

La fisica contemporanea si sviluppa ormai dunque fuori dei quadri del meccanicismo classico. (Un discorso diverso sembra invece doversi fare a proposito della biologia. Ma su questo argomento si veda il secondo percorso).

Nella fisica contemporanea i concetti energetici hanno ormai soppiantato l'idea dell'urto, il movimento ha perso la sua dignità di fenomeno fondamentale universale: esso ha ceduto il posto alle manifestazioni dell'energia divenuta preponderante.

Soprattutto i corpuscoli messi in evidenza a livello atomico appaiono ormai profondamente diversi dai 'corpi' della meccanica classica. E' stata abbandonata l'idea che al di sotto di tutti i cambiamenti nel tempo vi sia una qualche entità che permane identica a se stessa. I corpuscoli non hanno più caratteri geometrici precisi: essi fluttuano in quanto si tratta di strutture vibratorie aventi soltanto una probabilità di presenza in un certo luogo. La materia risulta ormai come energia ad alta concentrazione, trasformabile in altre forme di energia e quindi qualche cosa di natura processuale. L'universo ha cessato di apparire come una collezione di cose per apparire come un insieme di eventi interagenti. (Popper).

Invece del rapporto lineare di causa-effetto, legato all'idea dell'inerzia si impone l'idea dell'interazione, al posto dell'isolamento dei corpi l'idea di un universo profondamente unificato dalle interazioni che lo strutturano. Dalla meccanica quantica deriva infatti il teorema che, se due particelle o sistemi di particelle hanno interagito una volta, non è più possibile considerarle come indipendenti; esse formano ormai un sistema legato, qualunque sia la distanza che le separa dopo la loro interazione (Boirel).

Dobbiamo dunque concludere che il meccanicismo è morto? Per certi versi senza dubbio sì. Bisogna tuttavia ricordare che il meccanicismo è molte volte risorto in forme assai diverse fra loro, tanto che qualcuno l'ha paragonato alla fenice che rinasce dalle sue ceneri. Istanze meccanicistiche



sono ancora profondamente radicate nella scienza contemporanea. Il meccanicismo resta un punto di riferimento fondamentale.

Legato forse alle operazioni che l'uomo compie nei confronti del mondo che lo circonda, le sue categorie potrebbero anche essere il limite invalicabile della rappresentazione umana dei fenomeni.

Ma ciò non solo non significa, ma anzi esclude che il meccanicismo debba essere considerato come l'unica valida concezione del mondo ovvero come la descrizione del mondo così com'è.

Il meccanicismo ontologico non è in alcun modo resuscitabile.

## **Nota bibliografica**

I frammenti e le testimonianze sui meccanicisti antichi, Empedocle, Anassagora, Democrito, sono pubblicati nei due volumi de *I Presocratici, frammenti e testimonianze*, Laterza, 1983.

Molti frammenti di Democrito, raggruppati per problemi e commentati con grande acutezza, si trovano in F. Enriques-M. Mazzotti, *Le dottrine di Democrito di Abdera. Testi e commenti*, Zanichelli, 1948.

Per quanto riguarda Platone, interessano in modo particolare il *Fedone* e il *Timeo*. Entrambe le opere sono pubblicate in: Platone, *Opere*, Laterza, 1968. (Del *Fedone* splendida la traduzione di Manara Valgimigli per Pbf Laterza). Del *Fedone* si leggano le famosissime pagine: "Le esperienze naturalistiche di Socrate" (XLV-XLVI-XLVII-XLVIII).

Di Aristotele interessano in modo particolare: *Metafisica*, *Fisica* e *Parti degli animali*. Tutti e tre gli scritti sono pubblicati in: Aristotele, *Opere*, Laterza, 1973.

Si vedano inoltre:

Epicuro, *Opere*, Utet, 1983. Interessa in particolare *l'Epistula ad Herodotum*.

Lucrezio Caro, *La natura*, Utet, 1983. Interessano in particolare i due primi libri.

Per quanto riguarda la letteratura, senza nessuna ambizione di completezza, ricordiamo:

F. Enriques, G. De Santillana, *Storia del pensiero scientifico*, Zanichelli, 1932.

S. Sambursky, *Il mondo fisico dei Greci*, Feltrinelli, 1959 .

B. Farrington, *Storia della scienza greca*, Mondadori, 1964.

B.Farrington, *La scienza nell'antichità*, Longanesi, 1978.

L. Robin, *Storia del pensiero greco*, Einaudi, 1978.

G.E.R. Lloyd, *La scienza dei greci*, Laterza, 1978.

J.P. Vernant, *Mito e pensiero presso i greci*, Einaudi, 1978.

G.Cambiano, *Filosofia e scienza nel mondo antico* (con antologia), Loescher, 1976.

F.F. Repellini, *Cosmologie greche* (con antologia), Loescher, 1980.

P. Nizan, *I materialisti dell'antichità*, Bertani editore, 1973.

V.E. Alfieri, *Atomos idea. L'origine del concetto dell'atomo nel pensiero greco*, Congedo Editore, 1979.

G.Cambiano, *Platone e le tecniche*, Einaudi, 1971.

W.D. Ross, *Aristotele*, Feltrinelli, 1971.

I. During, *Aristotele*, Milano, Mursia, 1976.

G.E.R. Lloyd, *Aristotele*, Bologna, Il Mulino, 1985.

C.A. Viano, *La selva delle somiglianze*, Einaudi, 1985.

D. Pesce, *Introduzione a Epicuro*, Laterza, 1981.

P.Boyancé, *Lucrezio e l'epicureismo*, Paideia, 1970.

Si veda ancora la prima parte di:

E.J. Dijksterhuis, *Il meccanicismo e l'immagine del mondo dai Presocratici a Newton*, Milano, Feltrinelli, 1971.

Per quel che riguarda l'età moderna i testi fondamentali relativi all'argomento sono:

G. Galilei, *Opere*, Utet, 1965.

G.Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche in tomo a due nuove scienze*, Boringhieri, 1958.

G.Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Einaudi, 1970.

G. Galilei, *Il Saggiatore*, Feltrinelli, 1965.

R. Descartes, *Opere*, Laterza, 1967.

R, Descartes, *Opere scientifiche*, Utet, 1966.

R. Descartes, *Il Mondo. L'uomo*, Laterza, 1969.

R. Descartes, *I principi della filosofia*, Boringhieri, 1967.

R. Descartes, *Meditazioni metafisiche. Obiezioni e risposte*, Laterza, 1978.

R. Descartes, *Discorso del metodo*. Ne esistono molte edizioni.

T. Hobbes, *Elementi di filosofia. Il corpo - L'uomo*, Utet, 1972.

T. Hobbes, *Leviatano*, Laterza, 1974.

B. Pascal, *Pensieri*, Mondadori, 1970.

I. Newton, *Sistema del mondo*, Boringhieri, 1959.

I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*, Utet, 1965.

F.M. Voltaire, *La filosofia di Newton*, Laterza, 1968.

G.W. Leibniz, *Monadologia*, La Nuova Italia, 1955.

G.W. Leibniz, *Teodicea*, Zanichelli, 1973.

Buffon, *Storia naturale. Primo discorso: Sulla maniera di studiare la storia naturale*.

- Secondo discorso: Storia e teoria della terra*, Boringhieri, 1959.
- Buffon, *Le epoche della natura*, Boringhieri, 1960.
- I. Kant, *Critica della ragion pura*, Laterza, 1981.
- I. Kant, *Prolegomeni ad ogni futura metafisica*, Laterza, 1982.
- I. Kant, *Critica del giudizio*, Laterza, 1979. (Interessa la seconda parte: "Critica del giudizio teleologico").
- P. Laplace, *Saggio filosofico sulla probabilità*, in *Opere*, Utet, 1967.
- La letteratura è sterminata: ci limitiamo ad alcune indicazioni.
- L. Geymonat, *Storia del Pensiero filosofico e scientifico*. VolI. II e III, Garzanti, 1970.
- M. Dumas, *Storia della scienza*, Laterza, volI. II e III, 1976.
- C. Singer, *Breve storia del pensiero scientifico*, Einaudi, 1961.
- E.J. Dijksterhuis, op. cit., Feltrinelli, 1971. Paolo Rossi, *La rivoluzione scientifica da Copernico a Newton*, Loescher, 1973. (Contiene una splendida scelta antologica e una ricca bibliografia).
- P.P. Wiener - A. Noland, *Le radici del pensiero scientifico*, Feltrinelli, 1971.
- A. Rupert Hall, *Da Galileo a Newton*, Feltrinelli, 1973.
- A. Rupert Hall, *La rivoluzione scientifica*, Feltrinelli, 1976.
- F. Enriques - G. De Santillana, *Compendio di storia del pensiero scientifico*, Zanichelli, 1973.
- G. Preti, *Storia del pensiero scientifico*, Mondadori, 1975.
- G. Toraldo di Francia, *L'immagine del mondo fisico*, Einaudi, 1976.
- A. Rupert Hall- M. Boas, *Storia della scienza*, Il Mulino, 1979.
- R.S. Westfall, *La rivoluzione scientifica del XVII secolo*, Il Mulino, 1984.
- M. Jammer, *Storia del concetto di forza*, Feltrinelli, 1971.
- M. Jammer, *Storia del concetto di spazio*, Feltrinelli, 1974.
- M. Jammer, *Storia del concetto di massa*, Feltrinelli, 1974.
- M.B. Hesse, *Forze e campi*, Feltrinelli, 1974.
- A. Koyré, *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, Einaudi, 1967.
- A. Koyré, *Dal mondo chiuso all'universo infinito*, Feltrinelli, 1970.
- T.S. Kuhn, *La rivoluzione copernicana*, Einaudi, 1972.
- Paolo Rossi, *I filosofi e le macchine (1400 - 1700)*, Feltrinelli, 1971.
- Paolo Rossi, *F. Bacone, dalla magia alla scienza*, Laterza, 1957.
- B. Farrington, *Bacone, filosofo dell'età industriale*, Einaudi, 1952.
- L. Geymonat, *Galileo Galilei*, Einaudi, 1957.
- G. De Santillana, *Processo a Galileo*, Mondadori, 1960.
- A. Koyré, *Studi galileiani*, Einaudi, 1957.
- E. Garin, *Scienza e vita civile nel Rinascimento italiano*, Laterza, 1980.

- E. Garin, *Vita e opere di Cartesio*, Laterza, 1984.
- G. Crapulli, *Il pensiero di René Descartes*, Loescher, 1970 (con antologia).
- A. Gargani, *Hobbes e la scienza*, Einaudi, 1983.
- A. Pacchi, *Introduzione a Hobbes*, Laterza, 1979.
- P. Serini, *Pascal*, Einaudi, 1943.
- A. Bausola, *Introduzione a Pascal*, Laterza, 1973 (con ricchissima bibliografia).
- T. Gregory, *Scetticismo e empirismo. Studio su Gassendi*, Laterza, 1971.
- Aa.Vv., *Ricerche sull'atomismo del Seicento*, La Nuova Italia, 1977. F. Abbri, *Elementi, Principi e particelle. Le teorie chimiche da Paracelso a Stahl*, Loescher, 1980 (con una bella antologia e una ricca bibliografia).
- c.A. Viano, J. Locke. *Dal Razionalismo all'illuminismo*, Einaudi, 1960.
- E.N. Da Costa Andrade, *Isaac Newton. La vita e l'opera*, Zanichelli, 1965.
- A. Koyré, *Studi newtoniani*, Einaudi, 1972.
- A. Pala, *Isaac Newton. Scienza e filosofia*, Einaudi, 1979.
- P. Casini, *L'Universo-macchina. Origini della filosofia newtoniana*, Laterza, 1979.
- R.S. Westfall, *Newton e la dinamica del XVII secolo*, Il Mulino, 1982.
- V. Mathieu, *Introduzione a Leibniz*, Laterza, 1976.
- Paolo Rossi, *I segni del tempo*, Feltrinelli, 1979.
- F.M. Crasta, *Pianeti e teorie del cielo nel settecento*, Loescher, 1980 (con antologia).
- F. Abbri, *La chimica del '700*, Loescher, 1978 (con antologia).
- Pietro Rossi, *Gli illuministi francesi*, Loescher, 1977 (con antologia).
- P. Casini, *Filosofia e fisica da Newton a Kant*, Loescher, 1978 (con antologia).
- La letteratura su Kant è di tale vastità che occorrerebbe un intero volume per darne un panorama. Ci limitiamo ad alcune indicazioni rimandando alla bibliografia contenuta nelle opere indicate.
- A. Guerra, *Introduzione a Kant*, Laterza, 1980.
- S. Vanni Rovighi, *Introduzione a Kant*, La Scuola, 1968.
- V. Mathieu, *La filosofia trascendentale e l'Opus postumum di Kant*, Ed. di Filosofia, 1958.
- S. Marcucci (a cura di), *Kant e le scienze. Scritti scientifici e filosofici*, Padova, 1977.
- C. Luporini, *Spazio e materia in Kant*, Sansoni, 1961.
- Per quanto riguarda la tradizione magico-ermetica ci limitiamo a suggerire:
- E. Cassirer, *Individuo e cosmo nella filosofia del Rinascimento*, La Nuova Italia, 1935.

E.Garin, *Magia e astrologia nella cultura del Rinascimento*, in De Martino, *Magia e civiltà*, Garzanti, 1962.

F.Garin, *Lo zodiaco della vita*, Laterza, 1976.

G.Colombero, *Uomo e natura nella filosofia del Rinascimento*, Loescher, 1976 (con antologia).

Paolo Rossi, *Tradizione ermetica e rivoluzione scientifica*, in Immagini della scienza, Editori Riuniti, 1977.

C.Vasoli, *Magia e scienza nella civiltà umanistica*, Il Mulino, 1976 (con antologia).

R.Cavendish, *Storia della magia*, Mondadori, 1985.

A. Miotto, *Paracelso, medico e mago*, Ferro, 1971.

S.Abbri, *Elementi, principi, particelle. Le teorie chimiche da Paracelso a Stahl*, Loescher, 1980 (con antologia).

J. Read, *Dall'alchimia alla chimica*, Longanesi, 1966.

F.A. Yates, G. Bruno e la tradizione ermetica, Laterza, 1969.

Nell'impossibilità di una indicazione analitica dei testi della filosofia e della scienza contemporanea, ci limitiamo ad alcune indicazioni sulla letteratura relativa al tema trattato:

F.Mondella, *La scienza tedesca nel periodo romantico e nella Naturphilosophie*, L. Geymonat, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, 1976, vol. IV.

G.Geymonat, *Le scienze matematiche e fisiche nella prima metà dell'Ottocento*, in L. Geymonat, *op. cit.*, vol. V.

H.Geymonat, *Linee generali di sviluppo delle scienze matematiche e fisiche nella seconda metà dell'Ottocento*, in L. Geymonat, *op. cit.* vol. V.

I.Geymonat, *La teoria dei campi: Maxwell*, in L. Geymonat, *op. cit.* vol. V.

J.Mondella, *Principi e problemi della termodinamica*, in L. Geymonat, *op. cit.*, vol. V.

K.Geymonat, *La critica del meccanicismo: Mach*, in L. Geymonat, *op. cit.*, vol. V.

L.Geymonat, *Engels e la dialettica della natura*, in L. Geymonat, *op. cit.*, vol. V.

M.L. Forgia (a cura di), *Elettricità, materia e campi nella fisica dell'Ottocento*, Loescher, 1980.

M.B. Hesse, *Forze e campi*, Feltrinelli, 1972.

E. Mach, *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, Boringhieri, 1968.

A. D'Elia, *E. Mach*, La Nuova Italia, 1971.

E.Bellone, *I modelli e la concezione del mondo da Laplace a Bohr*, Feltrinelli, 1972.

- T.S. Kuhn, *Alle origini della fisica contemporanea*, Il Mulino, 1981.
- A. Einstein, L. Infeld, *L'evoluzione della fisica*, Boringhieri, 1980.
- A. Einstein e altri, *Albert Einstein scienziato e filosofo*, Boringhieri, 1958.
- A. Einstein, *Pensieri degli anni difficili*, Boringhieri, 1965.
- M. Born, *La sintesi einsteiniana*, Boringhieri, 1973.
- S. Bergia, *Einstein e la relatività*, Laterza, 1980.
- L. Geymonat, *Trasformazioni di fondo della scienza fisica*, in L. Geymonat, *op. cit.*, vol. V.
- L. Giacomini, *Einstein*, in L. Geymonat, *op. cit.*, vol. V.
- L. Giacomini, *Esame delle discussioni filosofico-scientifiche sulla teoria della relatività*, in L. Geymonat, *op. cit.*, vol. VI.
- P.C.W. Davis, *Spazio e tempo nell'universo moderno*, Rizzoli, 1976.
- M. Planck, *Autobiografia scientifica*, Einaudi, 1956.
- N. Robotto (a cura di), *I primi modelli dell'atomo dall'elettrone all'atomo di Bohr*, Loescher, 1978 (con antologia).
- P.P. Jordan, *L'immagine della fisica moderna*, Feltrinelli, 1964.
- W. Heisenberg, *Natura e fisica moderna*, Garzanti, 1957.
- W. Heisenberg, *Fisica e filosofia*, Il Saggiatore, 1974.
- L. Geymonat, *Problemi filosofici della matematica e della fisica odierna*, in L. Geymonat, *op. cit.*, vol. VI.

Aggiungiamo alcune note relative a tre testi particolarmente legati al nostro tema.

R. Boirel, *Le mécanisme*, Presses Universitaires de France, 1982. Si tratta di una sintesi molto chiara relativa al problema del meccanicismo nella cultura moderna e contemporanea.

E. Bellone, *Il mondo di carta. Ricerche sulla seconda rivoluzione scientifica*, Mondadori, 1976. Bellone ritiene che la seconda rivoluzione scientifica abbia origine alla fine del '700 e all'inizio dell'800 in rapporto alle nuove dottrine della termodinamica, del campo elettrico, della radiazione e della meccanica statistica. Le teorie della relatività e dei quanti non rappresentano una lacerazione improvvisa. Bellone nega l'esistenza nella scienza dell'800 di un nucleo filosofico immutabile coincidente con la concezione meccanicistica.

I. Prigogine, I. Stengers, *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*, Einaudi, 1981. La nuova alleanza auspicata dagli autori è quella fra le due culture (scientifica e filosofica) resa possibile, secondo loro, dalla metamorfosi della scienza e dall'avvento dell'idea della irreversibilità (creatività) del



tempo. (Il titolo contiene il riferimento all'opera di J. Monod, *Il caso e la necessità*, in cui si parla della vecchia alleanza, quella animista, infranta dalla scienza moderna).

322

## **2. MECCANICISMO, FINALISMO E IL PROBLEMA DEGLI ESSERI VIVENTI**

### **Introduzione**

La straordinaria organizzazione delle parti che caratterizza l'essere vivente e consente l'esplicazione delle sue funzioni, l'evidente finalità dei processi vitali, l'adattamento all'ambiente hanno suscitato in tutte le epoche meraviglia e ammirazione. Per lungo tempo tuttavia non sembrarono presentare eccessivi problemi di comprensione. L'origine e la finalità degli esseri viventi veniva infatti attribuita ad un potere supremo che dall'esterno del mondo regolava tutte le cose (o a una forza spirituale operante dal suo interno). Il problema degli esseri viventi si confondeva con quello dell'intero universo.

Ma dopo la nascita della fisica moderna agli inizi del Seicento lo studio degli esseri viventi venne a rappresentare un grosso problema. Il contrasto fra l'interpretazione meccanicistica della natura e l'evidente finalismo di fenomeni come lo sviluppo dell'individuo dall'uovo e il comportamento di un animale, divenne sempre più acuto. Se si ammette (come si deve ammettere), scrive C. Bernard a metà dell'Ottocento, che i fenomeni vitali sono riconducibili a manifestazioni fisico-chimiche, come si spiega il fatto che ogni essere vivente è costruito secondo un piano ovvero un disegno preordinato?

Sarà solo la biologia contemporanea a superare la contraddizione. I processi teleonomici presenti nella natura organica non richiedono necessariamente l'ammissione di cause finali (progetti intenzionali), forze vitali o entelechie ovvero principi agenti fuori dello spazio e del tempo e quindi non descrivibili in termini naturali.

323



## 1. La filosofia antica e il problema della vita

Tentativi di una spiegazione puramente meccanicistica dei fenomeni vitali, tentativi cioè di una spiegazione che non fa appello a cause finali, si incontrano nella filosofia presocratica e in Democrito. Essi trovano un irriducibile avversario in Aristotele.

Aristotele mette in ridicolo le dottrine di Anassagora e di Democrito che avevano affermato che molti attributi appartengono agli animali a causa di ciò che accade nel processo di formazione (che ad esempio la colonna vertebrale è divisa in vertebre perché soggetta nell'utero a torsione) e si oppone con vigore al tentativo di Empedocle di spiegare l'origine degli esseri viventi con l'incontro casuale di parti e il successivo intervento del meccanismo della selezione naturale. Aristotele afferma che, se gli esseri viventi fossero il frutto del caso, dovremmo, ad ogni nuova generazione, veder comparire una grande maggioranza di mostri e solo un piccolissimo numero di esseri armonici capaci di superare il vaglio della selezione. I casi fortunati infatti sono sempre assai rari. Noi vediamo invece che nella natura prevale la regolarità e che i mostri sono del tutto eccezionali. Bisogna quindi concludere che la natura opera intenzionalmente in vista di fini esattamente come un artigiano che quello che fa, lo fa per uno scopo predeterminato (anche se talvolta può commettere qualche errore) (1).

Aristotele elabora una dottrina di tipo vitalistico: l'essere vivente è guidato alla realizzazione del suo progetto dall'anima, intesa come principio immateriale che dall'interno degli esseri viventi orienta i processi vitali verso il fine voluto.

Del resto in Aristotele anche gli esseri inanimati hanno una forma che li orienta verso uno scopo: la pietra che cade, cade anch'essa per adempiere ad un fine.

Essa, cadendo, realizza la propria natura non molto diversamente dalla ghianda che, crescendo, diventa quercia.

La dottrina di Aristotele era destinata a durare assai a lungo nel tempo.

Essa infatti si presentava come l'unica che fosse in grado di dar spiegazione di tutti i fenomeni.

1 E' chiaro che Aristotele concepiva ogni nuova nascita come un fatto a sé, alla maniera dell'opera d'arte. Egli non concepiva affatto la generazione come una reduplicazione ma come una nuova aggregazione di parti. Di conseguenza egli pensava che la selezione avrebbe dovuto ripetersi ad ogni generazione.

## 2. La filosofia moderna e il problema della vita

E' l'avvento della scienza moderna, come abbiamo detto, che ripropone il problema degli esseri viventi e della loro natura.

Gli uomini del Seicento infatti si vengono a trovare in un universo nel quale astri e pietre obbediscono a leggi puramente meccaniche. L'avvento del principio d'inerzia porta ad abolire dalla natura le cause finali. Si pone quindi l'alternativa: o gli esseri viventi sono macchine e anche in essi tutto si spiega con puri meccanismi, oppure essi sfuggono alle leggi della meccanica ma allora bisogna rinunciare ad ogni coerenza intrinseca dell'universo. Nel secolo XVII quindi la teoria dell'animale-macchina è imposta dalla natura stessa della conoscenza (Jacobi).

E' Cartesio, com'è noto, che proclama ufficialmente l'identità animale-automa e che si spinge fino a negare agli animali la coscienza. Anche l'uomo, secondo lui, non è, per quel che riguarda il corpo, che una parte del mondo soggetta alle sue leggi. Ma l'interpretazione meccanicistica del corpo non esclude in lui un'interpretazione spiritualistica dell'uomo. La parola sensata e le scelte razionali sono il segno della presenza nell'uomo dell'anima. Cartesio è lontano dal materialismo che troverà vivaci sostenitori solo nel secolo successivo (D'Holbach, Lamettrie). Nel Seicento l'unico che abbia il coraggio di estendere la spiegazione meccanicistica anche alle funzioni più proprie dell'uomo, il pensiero e l'immaginazione, è Hobbes.

Con Newton il meccanicismo cambia natura e, conquistando il mondo delle sostanze, dà origine alla chimica. La nascita della chimica e la costruzione della macchina a vapore apriranno ai fisiologi nuovi campi di studi. Sarà lo Spallanzani a fornire la prova ultima che la digestione è una serie di reazioni chimiche, mentre il Lavoisier spiegherà la respirazione come un fenomeno di combustione.

Per Lavoisier l'organismo vivente è simile ad una macchina a vapore governata da tre regolatori principali: la respirazione che consuma ossigeno e carbonio e fornisce calore; la traspirazione che aumenta o diminuisce a seconda che sia necessario sottrarre una maggiore o minore quantità di calore; la digestione che restituisce al sangue ciò che esso perde attraverso la respirazione e la traspirazione.

Ma nel ribadire l'interpretazione meccanicistica dei fenomeni vitali Lavoisier ne muta in qualche modo il senso. L'attenzione si viene sempre più spostando sulla complessità dell'organizzazione che si nasconde sotto la struttura visibile. Dall'analisi della superficie si passa allo studio dei rapporti che uniscono fra loro gli organi, le funzioni interne.

Nel XVII-XVIII secolo si affermano tentativi di spiegazione meccanici-

stica della fecondazione e della generazione. E' questo il problema più difficile affrontato dalla biologia sei-settecentesca. Essa, si badi bene, non pretende affatto di spiegare con cause meccaniche l'origine degli esseri viven-

ti, cosa pressoché impensabile, ma solo lo sviluppo a partire dal germe. I meccanicisti del Sei-Settecento adottano la dottrina del preformismo e della preesistenza dei germi. I germi di tutti gli esseri viventi venuti al mondo nel passato e destinati a venire al mondo nel futuro, secondo Réaumur, Bonnet, Spallanzani, erano già contenuti nell'uovo della prima femmina della specie, creati direttamente da Dio; inscatolati gli uni dentro gli altri come le bamboline russe, i germi si limitano ad ingrandirsi via via fino a diventare visibili. Il meccanicismo in biologia viene ad inserirsi nell'orizzonte di una metafisica creazionistica.

In realtà anche il programma meccanicistico ristretto dei preformisti era destinato a fallire di fronte a due insormontabili difficoltà: l'impossibilità che una struttura si conservi quando si procede nel mondo dell'infinitamente piccolo; l'impossibilità di spiegare la funzione nella generazione dell'altro sesso.

Tutto questo finirà per favorire il diffondersi di forme di epigenesi vitalistica: le "molecole organiche" che si riuniscono a formare un nuovo individuo sono guidate dalla memoria e dalla simpatia (o dall'avversione). Solo Buffon tenta ancora una epigenesi meccanicistica ma dichiara l'assoluta necessità di un aggiornamento del meccanicismo cartesiano. Diderot finirà per affermare che tutta la materia è dotata di sensibilità e di vita.

Alla fine del Settecento il meccanicismo in biologia è in piena crisi. Diderot, Kant, Cabanis rifiutano di ridurre l'animale ad una macchina priva persino di coscienza. Kant afferma apertamente che i criteri interpretativi del mondo dei corpi inerti non sono sufficienti per l'interpretazione del vivente. Un Newton della biologia è assolutamente impensabile. Poiché Kant continua a ritenere quella meccanicistica come l'unica metodologia scientifica corretta, egli finisce per escludere la biologia dal novero delle scienze.

### **3. La filosofia contemporanea e il problema della vita**

Nella prima metà dell'Ottocento si diffondono sempre più tendenze vitalistiche che portano ad ammettere l'esistenza nella natura organica di un principio formativo, di una forza immanente nella natura che agisce come causa finale. Si tratta di una finalità interna che non rimanda necessariamente, anzi tende ad escludere, l'esistenza di un Essere trascendente.

326

Fortemente antimeccanicistica appare tutta la filosofia romantica che riafferma l'unità e continuità della natura, ma non nella direzione di una riduzione della vita alla non vita ma, al contrario, dell'attribuzione della vita a tutti gli strati, anche i più bassi, della natura.

I biologi in senso stretto, tuttavia, più che all'esigenza della continuità della natura, appaiono interessati ad individuare con precisione le proprietà che contraddistinguono l'essere vivente e lo differenziano dal resto della natura. Per conservare l'essere vivente, sostengono Bichat, Goethe, Liebig, è necessaria una forza speciale, un principio vitale interno che si oppone alle azioni esterne che tendono a distruggerlo. Le trasformazioni che avvengono nell'interno degli organismi viventi non obbediscono alle leggi della chimica ordinaria.

Il vitalismo rappresenta una fase di passaggio obbligato della biologia.

Esso conserverà il predominio per parecchio tempo.

La scoperta da parte dello Schwann che l'organismo è una collettività di cellule gli darà tuttavia un primo colpo: la specificità del vivente non è appannaggio dell'organismo nel suo insieme ma delle parti elementari.

Il vitalismo si troverà poi in gravi difficoltà di fronte ai progressi della biologia e in particolare di fronte alla sintesi dell'urea compiuta sulla base di soli elementi inorganici (1828); alla formulazione del principio di conservazione dell'energia (1842) e infine alla teoria darwiniana dell'evoluzione (1859).

La teoria darwiniana veniva a spiegare la straordinaria complessità degli esseri viventi attuali e la loro idoneità all'ambiente come il risultato di un lungo processo evolutivo a partire da forme più semplici di vita. Si trattava di una spiegazione che non faceva appello a cause finali ma solo al meccanismo mutazione-selezione naturale. È il meccanismo della selezione che orienta per così dire il caso, conservando in vita in modo preferenziale gli individui che presentano le caratteristiche che li rendono più idonei all'ambiente in cui si vengono a trovare.

La dottrina di Darwin non sarà accolta tanto facilmente. Se l'idea dell'evoluzione finirà per essere quasi unanimemente accettata, il meccanismo esplicativo indicato da Darwin verrà fatto oggetto di molti attacchi. Lungamente si assisterà alla comparsa di opere che, sotto i nomi diversi, faranno appello ad una forza vitale immanente nella natura o a un piano provvidenziale che guida l'evoluzione verso una meta finale. Basti pensare alle opere di H. Bergson e di Teilhard de Chardin e, più recentemente, a quelle del Grassé.

Nella prima metà del nostro secolo ancora parecchi biologi spiegano la differenza fra la vita e la non vita con l'attribuzione all'organismo vivente

327

di una 'finalità primaria' irriducibile ai dati e agli influssi dell'ambiente. Tale 'finalità primaria' prende il nome di 'forza vitale' nel biologo C. Bernard; 'forza dominante' nel biologo J. Reicke; 'psicoide' ed 'entelechia' nel bio-

1080 e filosofo Driesch. L'entelechia sarebbe un agente non meccanico, fuori dello spazio e del tempo, capace di suscitare la vita e non descrivibile in termini naturali.

Negli ultimi decenni gli sviluppi straordinari della biologia molecolare e della genetica, la scoperta del DNA e l'interpretazione dell'eredità come un programma codificato in una sequenza di radicali chimici hanno fatto scomparire la vecchia contraddizione fra l'interpretazione meccanicistica e l'evidente finalismo dei fenomeni della vita e hanno fatto perdere di interesse alla vecchia discussione fra meccanicismo e vitalismo.

Tutto questo non significa che la biologia si presenti oggi come una scienza unificata. Due sono attualmente gli approcci alla biologia: quello riduzionista-cartesiano e quello compositivista o darwiniano. Ma le due forme di spiegazione non solo non risultano incompatibili; al contrario, sono entrambe necessarie. Esse risultano complementari (Dobzhansky).

Un organismo vivente è, senza dubbio, una mescolanza di prodotti chimici, ma non è solo questo: è un sistema integrato che ha gradualmente preso forma nel corso di due miliardi di anni di evoluzione degli organismi.

Bisogna quindi stare molto attenti: se è certamente legittimo dire, osserva K. Lorenz: "I processi vitali *sono processi chimici e fisici*", non lo è altrettanto dire: "I processi vitali *non sono nient'altro che processi fisico-chimici*". "Quest'ultima affermazione non solo è del tutto falsa, ma sintomatica di una cecità molto pericolosa alle armonie e ai livelli di integrazione, che significa cecità ai valori". Si parla in questo caso di riduttivismo ontologico.

L'evoluzione, osserva il Jacob, procede per integrazione di sistemi inferiori. I noduli che via via si formano non si possono predire sulla base dei componenti. Di qui il carattere di novità che presentano i livelli superiori, novità che non va dimenticata indipendentemente dall'ammissione, che non appare più necessaria, di cause finali, forze vitali o entelechie varie.

Come nella fisica, anche nella biologia l'idea dell'interazione ha preso il sopravvento su quella della causalità lineare non soltanto nelle relazioni dell'essere vivente con l'ambiente ma anche nell'equilibrio di un organismo e in quello delle cellule. Essa tuttavia, a differenza che nella fisica, non sembra entrare in insanabile contrasto con il meccanicismo. Le interazioni della biologia, osserva il Boirel, essendo il tipo cibernetico, risultano ancora integrabili nel quadro di una scienza meccanicistica.

Bisogna ad ogni modo chiarire come ormai i biologi stiano molto attenti ad evitare modelli teorici che si ispirino a grezze metafore meccanicisti-

che: il meccanicismo riduttivistico (ontologico) appare come un approccio al vivente eccessivamente semplificato e viziato da schematismi.

## Nota bibliografica

Per quel che riguarda il pensiero antico si vedano in particolare i seguenti testi:

I presocratici, *Frammenti e testimonianze*, vol. II, Laterza, 1983.  
Platone, *Timeo*, in *Opere*, Laterza, 1968.

Aristotele, *Opere*, Laterza, 1973. Interessano soprattutto: *Fisica*, Libro secondo: *Metafisica*; *Dell'Anima*; *Parti degli animali*; *Riproduzione degli animali*.

Per quanto riguarda Epicuro e Lucrezio si vedano le opere citate nella nota bibliografica annessa al primo percorso.

Anche per quanto riguarda la letteratura si veda la nota bibliografica annessa al primo percorso. Qui ci limitiamo ad aggiungere:

L. Bourgey, *Observation et expérience chez Aristote*, Vrin, 1955.

E. Vngerer, *Fondamenti teorici delle scienze biologiche*, Feltrinelli, 1972, capitolo secondo: "Lo sviluppo storico dei problemi della vita".

Per quel che riguarda il problema degli esseri viventi nel pensiero moderno si vedano i seguenti testi:

W. Harwey, *Opere*, Boringhieri, 1963.

R. Descartes, *Il discorso del metodo* (ce ne sono moltissime edizioni). Interessata al problema la parte quinta.

R. Descartes, *L'uomo*, in R. Descartes, *Il Mondo. L'uomo*, Laterza, 1969.

R. Descartes, *Opere scientifiche*, Utet, 1966. (Description du corp humain, IV; De la formation de l'animal).

R. Descartes, *I principi della filosofia*, Boringhieri, 1967. Interessa la parte quarta, parr. 189-207, che parlano della sede dell'anima.

R. Descartes, *Meditazioni metafisiche con obiezioni e risposte*, Laterza, 1978.

Interessa in modo particolare l'obiezione di Hobbes e la relativa risposta.

T. Hobbes, *Elementi di filosofia. Il corpo-L'uomo*, Utet, 1972.

Passi dalle opere di Harwey, Malpighi, Leeuwenhoek, Vallisneri, Réaumur, Haller, Bonnet, Buffon, Needham, Maupertuis, Diderot, Wolff, Spallanzani si trovano in W. Bernardi, *Filosofia e scienze della vita*, Loescher, 1980.

Passi dalle opere di Diderot, Lamettrie, D'Holbach si trovano in Pietro Rossi, *Gli illuministi francesi*, Loescher, 1977.

G.L.L. Buffon, *Storia naturale*, Boringhieri, 1959.

D. Diderot, *Opere filosofiche*, Feltrinelli, 1963. Si veda in particolare *l'Essai sur le sentiment de l'existence*, vol. II, pag. 159 e ss.

E. Spallanzani, *Opere scelte*, Utet, 1978.

Passi tradotti di Séguin-Lavoisier sulla fisiologia si trovano in Abbri, *La*

*chimica del 700*, Loescher, 1978.

I. Kant, *Critica del giudizio*, Laterza, 1974. Interessa la seconda parte: Critica del giudizio teleologico. In particolare si vedano i paragrafi: sezione 1,65 e Sezione II, 75. In quest'ultimo si trova l'affermazione secondo cui un Newton della biologia è impossibile.

Per la letteratura sull'argomento si vedano:

F. Jacob, *La logica del vivente*, Einaudi, 1971. Alla biologia del '600-'700 è dedicato il primo capitolo: La struttura.

J. Rostand, *Piccola storia del/a biologia*, Einaudi, 1949.

F. Mondella, *Biologia e filosofia*, in L. Geymonat, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, vol. III, Garzanti, 1971.

G. Daumas (a cura di), *Storia della scienza*, vol. IV, *Le scienze biologiche*, Laterza, 1976.

P. Omodeo, *La biologia nei secoli XVII e XVIII*, in Aa.Vv., *Nuove questioni di storia moderna*, Marzorati, 1964.

C. Canguilhem, *La conoscenza della vita*, Il Mulino, 1976.

A.O. Lovejoy, *La grande catena dell'essere*, Feltrinelli, 1966.

D. Solinas, *Il microscopio e le meta fisiche. Epigenesi e preesistenza da Cartesio a Kant*, Feltrinelli, 1967.

E. Pagel, *Le idee biologiche di Harwey. Aspetti scelti e sfondo storico*, Feltrinelli, 1979.

F. Bernardi, *Filosofia e scienze della vita. La generazione animale da Cartesio a Spallanzani*, Loescher, 1980. Contiene, come già sappiamo, una ricca antologia e una abbondante bibliografia,

G. Rocci, *Charles Bonnet. Filosofia e scienza*, Sansoni, 1975.

J. Rostand, *Lazzaro Spallanzani e le origini della biologia sperimentale*, Einaudi, 1963.

G. Montalenti, *Lazzaro Spallanzani. Le origini della biologia sperimentale*, Editori Riuniti, 1981.

Aa.Vv., *L. Spallanzani e la biologia del 700*. Atti del Convegno di Studi di Reggio Emilia, Modena, Scandiano, Pavia, 23-27 marzo 1981.

A. Vartanian, *Diderot e Descartes*, Feltrinelli, 1956.

P. Casini, *"Diderot 'Philosophe'"*, Laterza, 1962.

B. Solinas, *Illuminismo e storia naturale in Buffon*, in *Il Microscopio e le metafisiche*, Op. cit., pp. 199-240.

330

Paolo Rossi, *I segni del tempo*, Feltrinelli, 1979.

S. Moravia, *La scienza dell'uomo nel Settecento*, Laterza, 1970.

S. Moravia, *Il pensiero degli Idéologues. Scienza e filosofia in Francia (1780-1815)*, La Nuova Italia, 1974.



F. Abbri, *La chimica del 700*, Loescher, 1978. (Interessano in particolare le pagine relative alle ricerche di fisiologia del Lavoisier).

Pietro Rossi, *Gli illuministifrancesi* (con antologia), Loescher, 1977. (Interessano in particolare i capitoli: L'interpretazione della natura (Diderot) e La concezione materialistica della realtà (Lamettrie-Helvetius-D'Holbach).

E. Ungerer, *op. cit.*, Feltrinelli, 1972. Cap. II: "Lo sviluppo storico dei problemi della vita".

P. Wiener-A. Noland (a cura di), *Le radici del pensiero scientifico*, Feltrinelli, 1971. Interessa in particolare I. Vartanian, Il polipo di Trembly, La Mettrie e il materialismo francese del Settecento.

S. Moravia, *Filosofia e medicina in Francia alla fine del secolo XVIII*, in Aa. Vv., *Eredità dell'illuminismo. Studi sulla cultura europea fra-Settecento e Ottocento*, Il Mulino, 1979.

Nell'impossibilità di elencare le opere fondamentali della biologia contemporanea, ci limitiamo a fornire alcune informazioni sulla sterminata letteratura relativa all'argomento.

F. Jacob, *La logica del vivente*, Einaudi, 1971. (Si tratta di un'opera di eccezionale valore e interesse).

V. Cappelletti, *Entelechia. Saggi sulle dottrine biologiche del secolo XIX*, Sansoni, 1965.

W. Coleman, *La biologia dell'Ottocento*, Il Mulino, 1984.

F. Mondella, *Biologia e filosofia*, in L. Geymonat, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti, 1972, vol. VI.

I. Asimov, *Breve storia della biologia*, Zanichelli, 1969.

J.C. Greene, *La morte di Adamo. L'evoluzionismo e la sua influenza nel pensiero occidentale*, Feltrinelli, 1971.

L. Eiseley, *Il secolo di Darwin. L'evoluzione e gli uomini che la scoprirono*, Feltrinelli, 1975.

L. Montalenti, *L'evoluzione*, Einaudi, 1975 (molto adatto per un primo orientamento).

L. Somenzi (a cura di), *L'evoluzionismo*, Loescher, 1971.

La Vergata, *L'evoluzione biologica da Linneo a Darwin*, Loescher, 1979.

G. Borsanti, *Teorie dell'evoluzione nell'Ottocento*, Mondadori, 1981.

P. Omodeo, *Creazionismo e evoluzionismo*, Laterza, 1984.

G. Montalenti, C. Darwin, Editori Riuniti, 1982.

331

E.D. Hanson, *La teoria di Darwin*, Editori Riuniti, 1973.

N. Morello, *L'evoluzione biologica. Teorie antiche e moderne*, Loescher, 1978.

G.G. Simpson, *L'evoluzione, una visione del mondo*, Sansoni, 1972.

E.D. Wilson, W.H. Bossert, *Introduzione alla biologia delle popolazioni*, Piccin, 1974.

F. Jacob, *Evoluzione e bricolage. Gli espedienti della selezione naturale*, Einaudi, 1978.

Th. Dobzhansky, E. Boesiger, *Idee per l'evoluzione*, Boringhieri, 1971.

Th. Dobzhansky, *Le domande supreme della biologia*, De Donato, 1969

(contiene un lungo commento alle dottrine di Teilhard de Chardin).

J.Z. Young, *Biologia, evoluzione e cultura*, Boringhieri, 1970.

E. Mayr, *Biologia ed evoluzione*, Boringhieri, 1982.

E. Mayr, *Evoluzione e varietà dei viventi*, Einaudi, 1983.

M.T. Chiselin, *Il trionfo del metodo darwiniano*, Il Mulino, 1981.

D.H. Bouanchaud, *Attualità di Darwin*, Feltrinelli, 1982.

J. Huxley, *Evoluzione, la sintesi moderna*, Ubaldini, 1966.

J.B.S. Haldane, J.D. Bernald (e altri), *L'origine della vita*, Universale econ.

Pozzo, 1951.

A.I. Oparin, *L'origine della vita sulla Terra*, Einaudi, 1956.

A.I. Oparin, *Discussioni sull'origine della vita*, Einaudi, 1965.

B. Fantini, *La genetica classica*, Loescher, 1979 (con antologia).

G. Montalenti, *Introduzione alla genetica*, Utet, 1971.

I. Asimov, *Il codice genetico*, Einaudi, 1968.

J.D. Watson, *Biologia molecolare del gene*, Zanichelli, 1967.

F. Crick, *Uomini e molecole: è morto il vitalismo*, Zanichelli, 1967.

R. Olby-F. Crick, *Storia della doppia elica e nascita della biologia molecolare*, Mondadori, 1978.

S. Fantini, *Genetica evolutiva: unità e diversità dei viventi*, Mondadori, 1980.

E. Borek, *Storia e conquiste della biochimica*, Einaudi, 1955.

F. Borek, *Il codice della vita*, Boringhieri, 1966.

G. Crick, L. Orgel, G. Chedd e M. Doolittle, *Origine ed evoluzione del codice genetico*, Torino, 1971.

H. Crick, *L'origine della vita*, Garzanti, 1983.

I. Morpurgo, *Capire l'evoluzione: argomenti di genetica e biologia molecolare*, Boringhieri, 1975.

J. Grassé, *L'evoluzione del vivente. Materiale per una nuova teoria del trasformismo*, Adelphi, 1979.

The Open University (a cura di), *La genetica evolutiva e la diversità dei vi-*

332

*venti*, Mondadori, 1980.

I. Asimov, *La vita e l'energia*, Zanichelli, 1970 .

M. Ageno, *Introduzione alla bio fisica*, Mondadori, 1975.

M. Ageno, *La bio fisica*, Laterza, 1987.

F. Fantini, *La nuova biologia*, in Geymonat, *op. cit.*, Garzanti, 1972, vol. VII.

V. Somenzi, *La filosofia degli automi*, Boringhieri, 1965.

J. Monod, *Il caso e la necessità. Saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea*. Mondadori, 1973.

K. Lorenz, *L'evoluzione del comportamento*, Boringhieri, 1971.

K. Lorenz, *L'etologia*; Boringhieri, 1980.

L. Oliverio, *Storia naturale della mente. L'evoluzione del comportamento*, Boringhieri, 1984.

L. Oliverio, *Alfabeto della mente. Biologia e comportamento*, [dallo], 1986.

333

### 3. DETERMINISMO, INDETERMINISMO E IL PROBLEMA DEL LIBERO ARBITRIO

#### Introduzione

Il meccanicismo classico, legato all'idea di causa-effetto, pone inevitabilmente il problema della possibilità della libertà (libero arbitrio). La discussione intorno al presunto determinismo delle leggi della natura, proprio per le forti implicazioni di ordine morale e sociale, ha avuto nella storia del pensiero occidentale grande rilievo. È evidente infatti che la credenza dell'inevitabilità di tutti gli eventi, qualora si supponga che anche i processi psichici ci facciano parte dell'ordine naturale, porta a vedere nell'uomo una ruota del ferro ingranaggio della necessità universale. Questo a sua volta può portare a ritenere insignificanti le decisioni personali e a sentirsi personaggi di un dramma già scritto (1).

Nel momento perciò in cui il determinismo sembrò essere confermato dalla scienza, i difensori del libero arbitrio ricorsero a concezioni dualistiche che anche se poi la dottrina delle due sostanze (*res extensa* e *res cogitans*) solleva problemi di difficilissima soluzione a causa dell'inestricabile intrecciarsi di fenomeni fisici e psichici.

Nel nostro secolo, quando il progresso scientifico ha messo in crisi il principio del determinismo fisico, il principio dell'indeterminismo è stato utilizzato nella disputa. Ma, a parte il fatto che fra indeterminismo e libero arbitrio il legame è quasi soltanto psicologico, vedremo che permangono

1 Precisiamo che per determinismo in senso stretto si intende non l'affermazione di una semplice regolarità presente nella natura, ché questa sarebbe ben difficilmente negabile, ma la concezione secondo cui ogni evento è predeterminato con assoluta necessità, ovvero la dottrina secondo cui in tutti i processi naturali lo stato susseguente è determinato in modo *univoco* da quello precedente secondo una relazione *da uno a uno*. È questa concezione che ha dominato nella scienza dal secolo XVII al XIX.

334

grossi problemi. L'indeterminismo dei microeventi non esclude infatti la determinazione dei macroeventi.

Il problema è pertanto quello se la struttura materiale del cervello sia sufficiente a spiegare le funzioni mentali o se l'uomo trascenda in qualche modo la fisicità, Ma sul senso di questa eventuale trascendenza il dibattito è tuttora in corso.

## 1. Determinismo e indeterminismo nel mondo antico

La visione "naturale" dell'universo, afferma Popper, sembra essere indeterministica: il mondo è il prodotto intenzionale, l'opera degli dei o di Dio; per Omero di divinità molto arbitrarie.

Per Platone è l'opera di un dio artigiano.

E' Democrito il primo ad affermare una concezione chiaramente deterministica dell'universo. Il mondo e tutte le cose che in esso si trovano si sono originate, secondo l'antico filosofo, per l'incontro puramente casuale di atomi in movimento, dove *casuale* non significa *senza una causa determinante* ma *non orientato intenzionalmente verso uno scopo*. Il caso, in questa accezione, non esclude ma anzi implica la determinazione. Democrito afferma infatti che il mondo è il frutto insieme della "necessità" e del "caso". Impossibile ammettere la libertà dell'uomo in un mondo siffatto.

Per Aristotele è lo scopo, il fine a cui una cosa è indirizzata ciò da cui dipendono le sue caratteristiche. E' l'intenzione che muove il mondo e lo avvicina al meglio. Il principio del movimento è l'anima, sia essa animale sia umana o la ragione divina.

Si tratta di una concezione indeterministica? (di per sé le cause finali non escludono una dottrina della necessità universale). Un'antica testimonianza pone Aristotele accanto a Democrito come assertore della necessità. A Popper sembra invece che non esista in Aristotele nessun suggerimento a ritenere che gli eventi del mondo (tranne i movimenti celesti) si possano sussumere completamente sotto leggi invarianti. E in realtà la natura sembra operare come un artigiano molto abile ma non affatto infallibile. La natura può sbagliare, dice Aristotele. In un universo dominato dalla necessità sarebbe difficile invece ammettere l'errore.

Epicuro e Lucrezio riprendono la dottrina atomistica di Democrito ma vi introducono una rettifica proprio allo scopo di rinvenire un fondamento fisico alla possibilità del libero volere. Parlano pertanto di un *clinamen* (deviazione) per cui gli atomi sono talora in grado di mutare spontaneamente la propria direzione e di infrangere la catena delle cause necessarie.

Deterministi sono senza dubbio gli Stoici i quali tuttavia trovano proprio nell'accettazione della necessità razionale del tutto l'espressione della vera libertà, secondo un procedimento che avrà molto seguito nella storia del pensiero occidentale (si pensi a Spinoza, Hegel ecc.).

Per quanto riguarda la filosofia cristiana, il problema della possibilità del libero arbitrio si pone non tanto in rapporto al determinismo della natura quanto piuttosto in rapporto all'onnipotenza e prescienza divina.

## **2. Il determinismo e la fisica classica**

La premessa del determinismo classico è da ricercare nella rivoluzione scientifica del XVIII secolo che impone l'immagine del mondo come orologio. La sua espressione trionfale è rappresentata dai successi della meccanica newtoniana. L'applicazione di questa teoria all'astronomia, all'idrodinamica, all'acustica e ad altri rami viene a dare fondamento alla credenza che qualsiasi teoria che voglia avere valore scientifico debba essere deterministica.

Il determinismo, a partire da questo momento, si lega strettamente al meccanicismo.

Naturalmente il meccanicismo veniva subito a scontrarsi con il problema della libertà e della responsabilità umana. E' chiaro che la libertà (intesa come libero arbitrio) poteva venir riconosciuta soltanto se si ammetteva che l'uomo facesse eccezione nel mondo ovvero che trascendesse l'ordine naturale. Solo una dottrina dualistica, attribuendo all'uomo un'anima vista come una sostanza distinta e separabile rispetto al corpo, sembrava poterlo sottrarre all'universale determinismo. Sono dualisti Cartesio, Malebranche, Gassendi, Pascal, Condillac, Linneo ... , i quali ritengono che le funzioni superiori, proprie, dell'uomo, siano indipendenti dal meccanismo fisico e rappresentino l'espressione di una sostanza diversa e eterogenea rispetto al corpo.

Le teorie monistiche invece sboccano sull'aperta dichiarazione del carattere illusorio della libertà. Nel secolo XVII estendono il determinismo anche alle azioni umane Hobbes e Spinoza. Per Hobbes la conoscenza non differisce sostanzialmente dall'immagazzinamento di dati proprio del sistema nervoso degli animali e della memoria dei calcolatori. Per Spinoza le idee (decisioni, sentimenti, passioni) dipendono le une dalle altre con la stessa inesorabile necessità con cui dipendono le une dalle altre le cose. Se noi ci crediamo liberi è solo perché ignoriamo le cause che ci determinano ad agire.

Mentre Voltaire, più che prendere posizione, esprime i suoi dubbi, nel '700 la dottrina dell'uomo-macchina troverà vivaci sostenitori. Per D'Holbach dire che sono libero è un'illusione simile a quella della mosca della favola che, posatasi sul timone, si rallegrava di essere riuscita a determinare la direzione del carro. Presso gli illuministi, con le ragioni scientifiche confluiscono motivi di ostilità nei confronti della morale cristiana.

Mentre Hume solleva il dubbio circa la legittimità di attribuire alla natura la relazione di causa-effetto come rapporto necessario (qualcuno ha parlato per Hume di determinismo debole), Kant afferma che la categoria di causa è una forma a priori che condiziona la possibilità stessa dell'esperienza. La legge causale viene ad apparire come la legge del mondo fenomenico ma non necessariamente del mondo noumenico. Kant, pur riaffermando che il sapere scientifico deve essere deterministico, pensa per questa via di poter salvare la possibilità della libertà. L'uomo infatti potrebbe anche appartenere ad un mondo altro rispetto a quello fenomenico, un mondo nel quale potrebbe vigere una causalità secondo libertà.

Da un punto di vista strettamente scientifico il determinismo trova la sua compiuta espressione all'inizio dell'Ottocento in Laplace. Laplace afferma che tutti gli avvenimenti, anche quelli che per la loro piccolezza non sembrano essere dominati dalle grandi leggi della natura, ne sono una conseguenza così necessaria come le rivoluzioni del Sole. Se nei casi in cui non possiamo conoscere tutti i dati relativi al problema, noi siamo costretti a ricorrere al calcolo della probabilità, per un'intelligenza superiore, capace di sottoporre tutti i dati all'analisi, nulla sarebbe incerto, l'avvenire come il passato le sarebbero presenti. Per Laplace, almeno in linea di diritto, tutto il futuro è prevedibile e tutto il passato ricostruibile.

Sarà la convinzione che nel mondo delle particelle elementari valgano le stesse inesorabili leggi del macrocosmo che entrerà in crisi con la fisica quantica.

Una prima difficoltà al determinismo classico verrà dalle teorie statistiche della termodinamica. La teoria cinetico-molecolare del Boltzmann riesce a spiegare i processi termici sulla base della meccanica ma solo introducendo leggi statistiche.

Non si tratta ancora di un insanabile contrasto con il determinismo in quanto la descrizione non deterministica degli elementi può ancora essere vista non come risultato della natura stessa degli elementi ma della mancanza da parte nostra delle necessarie informazioni.

Nell'indeterminismo del Novecento si riterrà invece che l'indeterminazione inerisca proprio alla natura delle particelle.

### 3. Determinismo e indeterminismo nella fisica contemporanea

Il determinismo classico entra definitivamente in crisi con l'avvento della fisica quantica. Nel 1927 Heisenberg formula il famoso principio di indeterminazione.

Questo principio dice che non è possibile misurare contemporaneamente la posizione e la velocità (o l'impulso) di una particella.

Per descrivere lo stato di un sistema infatti bisogna compiere alcune misurazioni dei parametri significanti. Ma il principio di Heisenberg dice che lo stesso atto del misurare disturba lo stato dell'oggetto e quanto più la misurazione di uno dei parametri è precisa tanto maggiore è la perturbazione.

Lo stato del sistema non può quindi essere descritto rigorosamente ma solo servendosi di previsioni statistiche nelle quali si tratta di prevedere non già la comparsa di un certo evento, bensì il grado di probabilità secondo cui avrà luogo.

Ma la novità di questa dottrina sta nel fatto che l'impossibilità di prevedere esattamente la comparsa di questo evento non appare come legata alla nostra ignoranza, un'ignoranza che, almeno in linea di diritto, potrebbe essere eliminata, ma dalla natura stessa dell'atto studiato. Dipende dal fatto che noi non possiamo in alcun modo trascendere da noi stessi ovvero dalle nostre misurazioni: un oggetto non osservabile ovvero non misurabile sperimentalmente, infatti, non è un oggetto. Non è quindi possibile affermare l'esistenza, dietro le asserzioni statistiche della fisica quantica, di un ordine naturale deterministico.

Intorno a questa conclusione, è vero, ci saranno molte discussioni. (È noto che Einstein e Planck non la accettarono. Per loro la meccanica quantistica è incompleta). Ma ora come ora, l'indeterminismo relativamente al mondo microscopico è accettato pressoché universalmente.

Ma a questo punto si pone un altro problema: quello se l'indeterminatezza dei microprocessi invalidi o no il principio del determinismo nel macrocosmo. Qual è, ci si domanda, il rapporto fra macrocosmo e microcosmo?

L'Amsterdamski ricorre per illustrare il problema ad un esempio chiarissimo: "S'immagini di avere un rivelatore di microparticelle (per esempio un contatore Geiger) accoppiato con il meccanismo di avviamento di un missile intercontinentale. In questo caso il macroprocesso, cioè la partenza del missile, dipenderebbe da un singolo microevento, cioè dall'intercettazione di una particella da parte del contatore. Siccome l'istante dell'intercettazione è imprevedibile, sarebbe anche imprevedibile la partenza del



missile".

In realtà, osserva, l'Amsterdamski, questo sarebbe vero se i macroprocessi fossero determinati da singoli eventi. Il problema ad esempio si pone in biologia. Qui vediamo che l'evento singolo, una mutazione genetica imprevedibile, una volta inserita nel DNA, viene automaticamente reduplicata e tradotta in miliardi e miliardi di esemplari. Usciti dall'ambito del puro caso si entra in quello delle più inesorabili determinazioni (selezione). E' questa l'opinione di J. Monod, autore della famosa e controversa opera: *Il caso e la necessità*. La cosa potrebbe valere anche per i processi psichici. I neuroni operano infatti all'interno di un sistema costituito da miliardi di neuroni: più è alto il livello della struttura dei processi psichici, più è trascurabile la funzione di un solo neurone.

Il principio dell'indeterminismo, se rimane fermo il principio che le procedure delle decisioni siano gli esiti di eventi fisici verificantisi nel sistema nervoso, non sembra dunque servire a risolvere il problema del libero arbitrio.

Il problema resta perciò ancora quello se l'uomo trascenda o no l'ordine naturale.

La questione viene ad intrecciarsi strettamente con quella dei rapporti mente-cervello, una delle più dibattute attualmente.

Il vecchio concetto di anima non pare più essere di grande utilità per spiegare i fenomeni della mente (sebbene esistano ancora dualisti e di fama, come Popper e Eccles) e tuttavia non sembra neppure possibile spiegare tali fenomeni in termini esclusivamente fisico-chimici. Non bisogna dimenticare che l'uomo è anche, e eminentemente, un essere storico e sociale. Accanto all' *homo natura*, osserva S. Moravia, v'è *l'homo persona* partecipe di un sistema che si manifesta come esistenza, soggettività, cultura; *l'homo artificialis* che pensa, sceglie, delibera, agisce in maniera non direttamente né esaustivamente deducibile dalle sue strutture biofisiche,

Tutto questo non significa che si debba restaurare la vecchia tradizionale idea del libero arbitrio (libertà metafisica). Che nell'uomo faccia la sua comparsa una facoltà, la volontà, in grado di sottrarlo ai vincoli naturali e a quelli sociali sembra abbastanza difficile da ammettere.

### **Nota bibliografica**

Per quanto riguarda il pensiero antico si vedano le note bibliografiche annesse al primo e al secondo percorso.

Per quanto riguarda l'età moderna, fornire una bibliografia centrata sul-

l'argomento risulta molto difficile a causa dell'intrecciarsi dei problemi. Tentiamo comunque.

R.Descartes, *Principi di filosofia*, Boringhieri, 1967. Si veda in particolare la parte prima (37, 39, 41) dove si afferma che la libertà dell'arbitrio è di per sé nota.

R.Descartes, *Il mondo, l'uomo*, Laterza, 1969. Si veda in particolare il cap.

VII de *Il mondo* e le parti I e V de *L'uomo*.

R.Descartes, *Il discorso del metodo* (ce ne sono moltissime edizioni). Si veda in particolare la parte V.

R.Descartes, *Meditazioni. Obiezioni e risposte*, Laterza, 1978. Si vedano in particolare la IV meditazione e la risposta alla V obiezione.

T. Hobbes, *De homine*, Laterza. Si veda in particolare il cap. XI.

T. Hobbes, *Leviatano*, Laterza, 1974. Si veda in particolare p. 47 e ss.

T. Hobbes, *OJ Liberty and Necessity in The english work*, vol IV. Alcuni passi sono riportati in traduzione italiana in Nelli, *Determinismo e libero arbitrio* (con antologia), Loescher, 1982.

T.Hobbes, *Obiezione alla W med. in Descartes, op., cit.*, Laterza, 1978.

B. Spinoza, *Etica*, Boringhieri, 1959. Si vedano in particolare le Proposizioni 48 e 49 della II parte, la Prefazione e la Proposizione 2 - Scolio della III parte.

B.Spinoza, *Lettera a Giovanni E. Schuller*, in *Epistolario*, LVIII. In Nelli, *op. cit.*, Loescher, 1982.

Fontenelle, *Traité de la liberté de l'ime* in *Oeuvres complètes*, vol. II. Alcuni passi di particolare interesse, tradotti in italiano, si trovano in Nelli, *op. cit.*, pp. 105 e ss.

G.W. Leibniz, *Teodicea*, Zanichelli, 1973. Si veda la prima parte in cui Leibniz tenta di conciliare meccanicismo e libertà attraverso l'idea dell'armonia prestabilita.

Voltaire, *Metafisica di Newton*, in *Scritti filosofici*, Laterza, 1972. Si veda il vol. I, pp. 215 e ss.

Voltaire, *Dizionario*, Mondadori, 1977. Si veda in particolare la voce: "Catena dei fatti", in cui Voltaire esprime i suoi dubbi.

D.Hume, *Ricerca sull'intelletto umano*, in *Opere*, Laterza, 1971, vol. II. Di particolare interesse le pp. 70-100.

Holbach, *Système de la nature*, Si veda in particolare la parte prima, cap. XI riportato in traduzione italiana in Nelli, *op. cito*  
Diderot, *Jacques il fatalista e il suo padrone*, Einaudi, 1944.  
Lamettrie, *L'uomo macchina e altri scritti*, Feltrinelli, 1955.

I.Kant, *Critica della ragion pura*, Laterza, 1983. Si veda in particolare la Dialettica trascendentale (parte 1/11).

340

I.Kant, *Critica della ragion pratica*, Laterza, 1983. Si veda in particolare e Analitica I e Analitica 11I.

E.Laplace, *Saggio filosofico sulle probabilità*, in *Opere*, Utet, 1967.

Per quanto riguarda la letteratura, ci limitiamo a indicare alcune opere più strettamente attinenti all'argomento:

B. Nelli, *Determinismo e libero arbitrio da Cartesio a Kant*, Loescher, 1982. (Riporta molti passi di grande interesse sull'argomento ed è corredato da una ricca bibliografia).

F. Alquié, *La découverte métaphysique de l'homme chez Descartes*, Presses Universitaires de France, 1980.

A.Pacchi, *Introduzione a Hobbes*, Laterza, 1971.

J. Préposiet, *Spinoza et la liberté des hommes*, Gallimard, 1967.

A. Santucci, *Introduzione a Hume*, Laterza, 1973.

A.Capizzi, *La difesa del libero arbitrio da Erasmo a Kant*, La Nuova Italia, 1971.

B.Guerra, *Introduzione a Kant*, Laterza, 1980. (Contiene un'ampia bibliografia su Kant e sulla questione del determinismo e del libero arbitrio).

Sulla crisi del determinismo nella fisica contemporanea si vedano:

N.Bohr, *Teoria dell'atomo e conoscenza umana*, Boringhieri, 1961.

M. Born, *Filosofia naturale della causalità e del caso*, Boringhieri, 1962.

W. Heisenberg, *Fisica e filosofia*, Il Saggiatore, 1966.

A.Einstein e altri, *Albert Einstein scienziato e filosofo*, Boringhieri, 1958

(E' noto che Einstein considerava incompleta la dottrina quantistica e affermava che l'indeterminismo di Heisenberg è un determinismo occulto. Al proposito è di grande interesse, unita mente ai capitoli "Discussione con Einstein dei problemi epistemologici della fisica atomica", scritto da N. Bohr e "Distacco dal pensiero classico", scritto da W. Heitler, la risposta di Einstein alle tesi di questi due autori in merito all'interpretazione da dare alla meccanica quantistica).

M.Planck, *La conoscenza del mondo fisico*, Boringhieri, 1964. (Anche Planck non ritiene definitiva la dottrina dell'indeterminismo).

M.Bunge, *La causalità*, Boringhieri, 1963. (Bunge considera insussistente la "crisi del determinismo", dato il carattere perfettamente deterministico rivestito ai suoi occhi dallo strumento statistico. L'opera è molto complessa: al nostro tema interessano soprattutto i capp. 8, 12, 13).

P. Jordan, *L'immagine della fisica moderna*, Feltrinelli, 1964. (Nel capitolo intitolato "Fisica quantica e biologia" affronta in particolare il problema del rapporto fra livello microscopico e livello macroscopico).

M.Ageno, *Introduzione alla bio fisica*, Mondadori, 1975. (Interessa in par-

341

ti colare al nostro argomento il capitolo terzo).

Più in generale sul carattere dei fenomeni naturali:

J. Monod, *Il caso e la necessità*, Mondadori, 1970. (E' un libro che ha suscitato a suo tempo molto scalpore e che continua a rappresentare un punto di riferimento importante).

K. Popper, *Congetture e confutazioni*, Il Mulino, 1972. (Popper definisce il determinismo un "incubo". Dichiara tuttavia il termine "libero arbitrio" troppo vago per poter essere fatto oggetto di una disamina).

Di grande chiarezza risultano le due voci dell'Enciclopedia Einaudi "Determinato-indeterminato" e "Libertà-necessità", a cura entrambe di Stefan Amsterdamski.

Sul rapporto mente-corpo (cervello) ci limitiamo ad indicare alcune opere recenti, significative delle diverse posizioni:

K. Popper-Eccles, *L'io e il suo cervello*, 3 vol., Armando Editore, 1982.

(Gli autori sostengono entrambi una tesi dualista sebbene il primo si dichiara agnostico circa un'eventuale sopravvivenza dell'anima (il mondo 2), il secondo aderisca pienamente alla dottrina cristiana tradizionale).

A. Oliverio (a cura di), *Cervello e comportamento*, Newton Compton, 1981.

(Interessa in particolare il nostro problema il cap. 8: V. Somensi, *Mente-Cervello secondo Eccles Popper*. L'autore critica severamente la dottrina dei due filosofi-scienziati citati nel titolo).

S. Moravia, *L'enigma della mente*, Laterza, 1986.

(Moravia precisa la sua posizione nei confronti dell'Oliverio: mentre l'Oliverio afferma che o si accetta il monismo materialistico o si aderisce al dualismo spiritualistico (il quale renderebbe una parte di noi inaccessibile all'indagine scientifica), il Moravia ritiene che tra materialismo e spiritualismo *tertium datur*. La contrapposizione materialismo-spiritualismo apparterrebbe ad un orizzonte metafisico oramai superato. Egli afferma la possibilità di approcci plurimi al problema dell'uomo, del quale afferma la dimensione storico-sociale).

Si veda ancora:

Timpanaro, *Il materialismo*, Nistri Lischi, 1975 (e in particolare il capitolo: "Engels, il materialismo e il libero arbitrio").