

1. *Considerazioni generali sul metodo della scienza*

Spesso si è detto, e certamente non senza una giustificazione, che l'uomo di scienza è un filosofo mediocre. Non sarebbe allora meglio che i fisici lasciassero ai filosofi il filosofare? Questa invero potrebbe essere la cosa migliore in un'epoca in cui il fisico credesse di avere a propria disposizione un solido sistema di concetti e leggi basilari così ben fondate da essere inaccessibili al dubbio; ma non può essere la cosa migliore in un'epoca, in cui, come in quella attuale, gli stessi fondamenti della fisica sono diventati problematici. In un'epoca come la presente, in cui l'esperienza ci obbliga a cercare un nuovo e più solido fondamento, il fisico non può semplicemente lasciare al filosofo la considerazione critica dei fondamenti teorici; è lui infatti che sa meglio e sente più nettamente dov'è che la scarpa fa male. Nel cercare un nuovo fondamento, egli deve sforzarsi di chiarire a sé stesso fino a che punto i concetti che egli usa sono fondati e costituiscono qualcosa di insostituibile.

Tutta la scienza non è altro che un raffinamento del pensiero comune. È per questa ragione che il pensiero critico del fisico non può verosimilmente venir ristretto all'esame dei concetti del suo campo specifico. Egli non può procedere senza considerare criticamente un problema molto più difficile: quello di analizzare la natura del pensiero comune.

Al livello del nostro inconscio sfilano in variopinta successione esperienze sensoriali, loro impressioni mnemoniche, rappresentazioni e sentimenti. Contrariamente alla psicologia, la

fisica si interessa direttamente soltanto delle esperienze sensoriali e della «comprensione» delle loro connessioni. Ma anche il concetto di «realtà esterna» del pensiero comune si fonda unicamente sulle impressioni sensoriali.

Ora, dobbiamo innanzitutto notare come non sia possibile una differenziazione fra le impressioni sensoriali e le rappresentazioni, o quanto meno, non sia possibile con certezza assoluta. Noi non ci occuperemo della discussione di questo problema, che riguarda anche la nozione di realtà, e daremo per scontata l'esistenza delle esperienze sensoriali, intese come esperienze psichiche di tipo particolare.

Io credo che il primo passo verso una descrizione sistematica di un «mondo reale esterno» sia la formazione dei concetti di oggetto corporeo e di oggetti corporei di varia conformazione. Dalla massa delle nostre esperienze sensoriali noi preleviamo certi complessi di impressioni ricorrenti (in parte in connessione con impressioni sensoriali che vengono interpretate come segni delle esperienze sensoriali altrui), e attribuiamo loro un significato, il significato di oggetto corporeo. Considerato da un punto di vista logico, questo concetto non si identifica con la totalità delle impressioni sensoriali cui si riferisce, ma rappresenta una creazione arbitraria della mente umana (o animale). D'altra parte, questo concetto trae il proprio significato e la propria giustificazione esclusivamente dalla totalità delle impressioni sensoriali che noi gli associamo.

Il secondo passo consiste nel fatto che nella nostra concezione teorica (che è quella che determina le nostre previsioni) noi attribuiamo a questo concetto di oggetto materiale un significato in gran parte indipendente dalle impressioni sensoriali che hanno presieduto al suo sorgere. Questo è ciò che intendiamo quando attribuiamo all'oggetto corporeo «un'esistenza reale». La giustificazione di una tale costruzione riposa esclusivamente sul fatto che, mediante tali concetti e le associazioni tra essi, noi siamo in grado di orientarci nel labirinto delle impressioni sensoriali. Queste nozioni e relazioni, per quanto siano libere convenzioni della nostra attività intellettuale, ci appaiono più solide e inalterabili della stessa esperienza sensoriale individuale, di cui non è mai completamente garantito che non sia il prodotto

di un'illusione o di un'allucinazione. D'altra parte, questi concetti e relazioni, anzi la costruzione degli oggetti reali e in generale l'esistenza del «mondo reale», posseggono una giustificazione solo in quanto sono collegati con le impressioni sensoriali tra le quali essi stabiliscono una connessione mentale.

Il fatto stesso che la totalità delle nostre esperienze sensoriali si possa ordinare col pensiero (operazioni con concetti astratti, creazione e uso di relazioni funzionali ben definite fra di essi, e coordinazione delle esperienze sensoriali con tali concetti) ci lascia stupefatti, ed è un qualcosa che non riusciremo mai a spiegarci. Si potrebbe dire che «l'eterno mistero del mondo è la sua comprensibilità». Una delle grandi scoperte di Immanuel Kant fu il riconoscimento che la costruzione di un mondo esterno reale sarebbe priva di senso senza la sua comprensibilità.

Nel parlare qui di «comprensibilità», l'espressione viene usata nel suo significato più ristretto. Essa, in generale, implica la produzione di un qualche tipo di ordine fra le impressioni sensoriali, tale ordine essendo prodotto dalla creazione di concetti generali, dalle relazioni fra questi concetti, e dalle relazioni fra i concetti e l'esperienza sensoriale, relazioni determinate in ogni maniera possibile. È in questo senso che il mondo delle nostre esperienze sensoriali è comprensibile. Il fatto che sia comprensibile è davvero un miracolo.

Secondo me non si può dire nulla riguardo al modo in cui i concetti devono essere costruiti e collegati, come pure riguardo al modo in cui noi dobbiamo coordinarli con le esperienze. Il successo dei risultati rappresenta il fattore determinante che ci guida nella creazione di un tale ordine fra le esperienze sensoriali. Tutto ciò che è necessario è l'enunciazione di un gruppo di regole, poiché senza tali regole l'acquisizione della conoscenza nel senso desiderato sarebbe impossibile. Si può paragonare tale situazione a quella di un gioco: le regole possono anche essere arbitrarie, ma solo il loro rigore e la loro inflessibile applicazione rendono possibile il gioco. La loro scelta, tuttavia, non sarà mai definitiva: essa varrà solo per un particolare campo di applicazione (in altre parole, non esistono categorie definitive nel senso di Kant).

La connessione dei concetti elementari del pensiero comune con i complessi delle esperienze sensoriali può venir intesa solo

intuitivamente e non è suscettibile di una determinazione scientificamente logica. La totalità di queste connessioni (nessuna delle quali è esprimibile in termini concettuali) è l'unica cosa che differenzia il grande edificio della scienza da uno schema, logico ma vuoto, di concetti. Mediante queste connessioni i teoremi puramente concettuali della scienza divengono proposizioni riguardanti i complessi delle esperienze sensoriali.

Chiameremo tali concetti «concetti primari», in quanto direttamente e intuitivamente connessi con complessi tipici di esperienze sensoriali. Tutte le altre nozioni sono, dal punto di vista fisico, dotate di significato solo in quanto connesse, mediante teoremi, alle nozioni primarie. Questi teoremi sono in parte definizioni dei concetti (e delle proposizioni logicamente dedotte da essi) e in parte teoremi non deducibili dalle definizioni, i quali esprimono relazioni quanto meno indirette fra i «concetti primari», e di conseguenza fra le esperienze sensoriali. I teoremi di questo secondo tipo rappresentano delle «affermazioni circa la realtà» o leggi di natura: essi debbono mostrare la loro utilità quando vengano applicati a esperienze sensoriali abbracciate dai concetti primari. La questione, quali teoremi debbano essere considerati come definizioni e quali come leggi naturali, dipenderà largamente dalla rappresentazione scelta. Diventa davvero necessario stabilire questa differenziazione solo quando si esamina il grado in cui il sistema di concetti considerato non è vuoto dal punto di vista fisico.

Il fine della scienza è, da una parte, la comprensione più *completa* possibile della connessione fra le esperienze sensoriali nella loro totalità e, dall'altra, il raggiungimento di questo fine *mediante l'uso di un numero minimo di concetti e di relazioni primarie* (mirando, per quanto è possibile, all'unità logica della rappresentazione del mondo, cioè a tener ristretto il numero di elementi logici).

La scienza si occupa della totalità dei concetti primari, vale a dire dei concetti direttamente collegati alle esperienze sensoriali, e dei teoremi che li connettono. Nella sua prima fase di sviluppo, la scienza non contiene nient'altro. Il nostro pensiero quotidiano è interamente soddisfatto a questo livello. Un tale

stato di cose, tuttavia, non può soddisfare una mente davvero scientifica, poiché la totalità dei concetti e delle relazioni ottenuta in questa maniera decisamente difetta di unità logica. Al fine di sopperire a questa deficienza, si inventa un sistema più povero di concetti e di relazioni, un sistema che conserva i concetti e le relazioni primarie del « primo livello » come concetti e relazioni derivate per via logica. Questo nuovo « sistema del secondo ordine » paga la sua più profonda unità logica con il conservare come concetti elementari (concetti del secondo livello) soltanto concetti non più connessi direttamente con i complessi di esperienze sensoriali. Un ulteriore sforzo verso l'unità logica ci conduce a un sistema del terzo ordine, ancor più povero di concetti e di relazioni, per la deduzione dei concetti e delle relazioni del secondo livello (e, quindi, indirettamente del primo). Così la catena procede finché arriviamo al sistema dotato della più alta unità concepibile e insieme del numero minimo possibile di concetti logici fondamentali (sempre compatibili con le osservazioni fatte mediante i nostri sensi). Noi non sappiamo se questa spinta si creterà mai in un sistema concluso oppure no. Di fronte a una questione del genere si è inclini a rispondere negativamente. E tuttavia, lottando in continuazione con i problemi che si presentano, non si vorrà mai rinunciare alla speranza che questo supremo fine possa essere raggiunto con un'approssimazione altissima.

Un sostenitore della teoria dell'astrazione o dell'induzione potrebbe denominare « gradi di astrazione » i nostri livelli; ma io non ritengo giustificabile mettere in ombra l'indipendenza logica del concetto dalle esperienze sensoriali. Tale relazione è analoga non tanto a quella del brodo rispetto al bue, quanto, piuttosto, a quella dello scontrino del guardaroba rispetto al cappotto.

Inoltre, i livelli non sono nettamente separati. Non è neppure assolutamente chiaro quali concetti appartengano al livello primario. Di fatto, abbiamo a che fare con concetti liberamente formati, i quali sono intuitivamente connessi in maniera tale (con una certezza sufficiente nell'uso pratico) con i complessi delle esperienze sensoriali, che in ogni dato caso sperimentale non sussiste alcuna incertezza circa l'applicabilità o meno di una certa affermazione. Il punto essenziale è il fine: rappre-

sentare la moltitudine dei concetti e degli enunciati più prossimi all'esperienza, come teoremi deducibili per via logica a partire da una base, la più ristretta possibile, di concetti e di relazioni fondamentali che possono venir scelti liberamente (assiomi). La libertà di scelta, tuttavia, è di un tipo particolare: non è affatto simile alla libertà di uno scrittore di romanzi. Essa è piuttosto simile a quella di chi è impegnato nella risoluzione di un ben congegnato cruciverba. Egli può, è vero, proporre ogni volta qualsiasi parola come soluzione; ma ogni volta è *una sola* parola che dà la chiave per risolvere il cruciverba in tutte le sue parti. L'idea che la natura, quale risulta percepibile dai nostri cinque sensi, abbia il carattere di un cruciverba ben congegnato è frutto di un atto di fede; ad essa, peraltro, i successi ottenuti finora dalla scienza danno un certo credito.

La pluralità di livelli esaminata in precedenza corrisponde ai vari stadi di progresso che sono stati raggiunti nella lotta per l'unità, nel corso dello sviluppo. Per quanto riguarda il fine ultimo, i livelli intermedi sono solo di natura temporanea, e in quanto non essenziali, destinati a scomparire. Noi abbiamo a che fare, tuttavia, con la scienza attuale, in cui questi livelli rappresentano successi parziali, successi problematici che si sostengono l'un l'altro, ma anche si minacciano per via di incongruenze di fondo (le incontreremo più avanti) presenti negli attuali sistemi di concetti.

Nelle pagine seguenti cercheremo di mostrare quali strade ha seguito la mente umana per giungere a una fondazione della fisica che fosse la più uniforme possibile da un punto di vista logico.

2. *La meccanica e i tentativi di basare su di essa tutta la fisica*

Una proprietà importante delle nostre esperienze sensoriali e, più generalmente, di tutte le nostre esperienze è l'ordinamento temporale. Questo tipo di regolarità ingenera la concezione di un tempo soggettivo quale schema ordinatore della nostra esperienza. Di qui si giunge poi, attraverso i concetti di oggetto corporeo e di spazio, al concetto di tempo oggettivo, come vedremo più avanti.