

13. Fisica e realtà

1. Considerazioni generali sul metodo della scienza

Si è detto spesso, e certamente non senza ragione, che l'uomo di scienza è un mediocre filosofo. Perché allora il fisico non dovrebbe lasciare il compito di filosofare al filosofo? Potrebbe essere proprio questo l'atteggiamento giusto in un'età in cui il fisico credesse di avere a propria disposizione un rigoroso sistema di concetti e leggi fondamentali, talmente consolidato da non poter essere sfiorato dal dubbio; ma non può essere giusto in un'epoca in cui i fondamenti stessi della fisica sono diventati problematici, come sta appunto succedendo. In un periodo come l'attuale, in cui l'esperienza ci spinge alla ricerca di un fondamento nuovo e più solido, il fisico non può semplicemente lasciare al filosofo la considerazione critica dei fondamenti teorici: perché è proprio lui che sa meglio di tutti e percepisce con maggiore precisione che cosa non vada. Nel cercare dei fondamenti nuovi, egli deve tentare di chiarirsi fino a che punto i concetti da lui adoperati siano giustificati e necessari.

L'intera scienza non è che un affinamento del pensiero quotidiano. E per questa ragione che il pensiero critico del fisico non può assolutamente limitarsi all'esame dei concetti del proprio campo specifico. Egli non può procedere senza valutare criticamente un problema molto più spinoso, quello di analizzare la natura del pensiero quotidiano.

Sulla scena del nostro subconscio appaiono in vivace successione esperienze sensoriali, immagini memorizzate delle stesse, rappresentazioni e sentimenti. A differenza della psicologia, la fisica si occupa direttamente solo delle esperienze sensoriali e della «comprensione» dei loro nessi. Ma persino il concetto di «mondo esterno reale» del pensiero quotidiano si fonda esclusivamente su impressioni sensoriali.

Ora dobbiamo prima di tutto osservare che non è possibile differenziare le impressioni sensoriali dalle loro rappresentazioni: o almeno non con assoluta certezza. Non ci preoccuperemo di discutere questo aspetto, che investe anche il concetto

di realtà, ma daremo per scontata l'esistenza delle esperienze sensoriali. Vale a dire in quanto esperienze psichiche di tipo speciale.

Credo che il primo passo per l'assunzione di un «mondo esterno reale» sia la formazione del concetto di oggetti materiali e di oggetti materiali di vari tipi. Dalla molteplicità delle nostre esperienze sensoriali traiamo mentalmente e arbitrariamente certi complessi di impressioni sensoriali che ricorro-no ripetutamente (in parte in unione con le impressioni sensoriali, a loro volta interpretate come segni di esperienze sensoriali di altri), e attribuiamo loro un significato: quello di oggetto materiale. Considerato dal punto di vista logico questo concetto non si identifica con la totalità delle impressioni sensoriali ad esso connesse; ma è una creazione arbitraria della mente umana (o animale). D'altro canto, il concetto deve il proprio significato e la propria giustificazione esclusivamente alla totalità delle impressioni sensoriali che ad esso associamo. Il secondo passo va individuato nel fatto che col pensiero (che determina la nostra aspettativa) attribuiamo a tale nozione di oggetto materiale un significato altamente indipendente dall'impressione sensoriale che lo ha originato. Ecco che cosa intendiamo quando attribuiamo all'oggetto materiale «un'esistenza reale». La giustificazione di un tale assunto poggia esclusivamente sul fatto che, tramite questi concetti e relazioni mentali tra gli stessi, siamo in grado di orientarci nel labirinto delle impressioni sensoriali. Queste nozioni e relazioni, benché libere asserzioni dei nostri pensieri, ci appaiono più forti e più inalterabili dell'esperienza sensoriale individuale stessa, il cui carattere come qualcosa di diverso dal frutto di un'illusione o di un'allucinazione non è mai garantito del tutto. D'altro canto, questi concetti e relazioni, e invero l'ipotesi di oggetti reali e, parlando in generale, l'esistenza del «mondo reale», hanno giustificazione solo in quanto sono connessi alle impressioni sensoriali tra cui creano un collegamento mentale.

Il fatto stesso che la totalità delle nostre esperienze sensoriali sia tale da poter essere ordinata dal nostro pensiero (operazioni con concetti, e creazione e utilizzo di relazioni funzionali definite tra gli stessi, e coordinamento delle esperienze sensoriali con tali concetti), è tale da riempirci di stupore, anche se non riusciremo mai a comprenderlo. Potremmo dire che «l'eterno mistero del mondo è la sua comprensibilità». È una delle grandi intuizioni di Immanuel Kant che senza tale comprensibilità l'assunzione di un mondo esterno reale sarebbe assurda.

Per quanto riguarda la «comprensibilità», l'espressione è qui usata nel suo senso più banale. Vuole riferirsi a: produzione di una qualche sorta di ordine fra le impressioni dei sensi, un ordine prodotto dalla creazione di concetti generali, di relazioni tra questi concetti, e dalle relazioni tra i concetti e l'esperienza sensoriale, relazioni a loro volta determinate in qualunque possibile modo. E in questo senso che il mondo delle nostre esperienze sensoriali è comprensibile. Il fatto che sia comprensibile è un miracolo.

A mio avviso, non si può dire niente riguardo a come i concetti debbano essere elaborati e connessi, e a come li si debba correlare alle esperienze. Il solo fattore determinante che possa guidarci nella creazione di un tale ordine delle esperienze sensoriali è il successo del risultato. Tutto quello che occorre è *stabilire* un complesso di regole, dal momento che senza tali regole l'acquisizione della conoscenza nel senso desiderato sarebbe impossibile. Queste regole potrebbero essere paragonate alle regole di un gioco in cui, mentre le regole di per sé sono arbitrarie, il gioco è reso possibile proprio dalla loro rigidità. Tuttavia la loro fissazione non sarà mai definitiva. Resterà valida soltanto in riferimento a un particolare campo di applicazione (cioè non ci sono categorie definitive nel senso di Kant).

Il rapporto dei concetti elementari del pensiero quotidiano con i complessi delle esperienze sensoriali può essere compreso soltanto intuitivamente e non è suscettibile di fissazione scientificamente logica. La totalità di questi rapporti – nessuno dei quali è suscettibile di espressione in termini concettuali – è il solo tratto che differenzi quella grande costruzione che è la scienza da uno schema di concetti logico ma vuoto. Mediante queste connessioni, i teoremi puramente concettuali della scienza diventano affermazioni su complessi di esperienze sensoriali.

Chiameremo «concetti primari» quei concetti che sono direttamente e intuitivamente connessi a tipici complessi di esperienze sensoriali. Tutte le altre nozioni sono dotate di significato, dal punto di vista fisico, solo finché rapportate, attraverso teoremi, alle nozioni primarie. Questi teoremi sono in parte definizioni dei concetti (e delle affermazioni da essi sviluppate a livello logico) e in parte teoremi non derivabili dalle definizioni, che esprimono quantomeno relazioni indirette tra i «concetti primari» e – in tal modo -- tra le esperienze sensoriali. I teoremi di quest'ultima specie sono «affermazioni sulla realtà» o leggi di natura, vale a dire teoremi che devono dimostrare la propria utilità quando applicati alle esperienze senso-

riali inglobate dai concetti primari. La questione di quali teoremi saranno considerati definizioni e quali leggi naturali dipenderà in larga misura dalla rappresentazione scelta. Diventa davvero assolutamente necessario operare tale differenziazione soltanto quando si esamini sino a che punto l'intero sistema di concetti considerato non sia vuoto dal punto di vista fisico.

STRATIFICAZIONE DEL SISTEMA SCIENTIFICO

Il fine della scienza è, da un lato, una comprensione, la più *completa* possibile, del rapporto tra le esperienze sensoriali nella loro totalità, e, dall'altro, il conseguimento di questo fine *mediante l'uso di una quantità minima (li concetti primari e relazioni.* (Cercando il più possibile l'unità logica nella rappresentazione del mondo, vale a dire un basso numero di elementi logici.)

La scienza riguarda la totalità dei concetti primari, cioè i concetti direttamente connessi alle esperienze sensoriali, e i teoremi che li collegano. Nel suo primo stadio di sviluppo, la scienza non contiene altro. Il nostro pensiero quotidiano si accontenta di attestarsi, nel complesso, a questo livello. Ma questo stato di cose non può soddisfare uno spirito dotato di mentalità realmente scientifica; perché la totalità dei concetti e delle relazioni ottenute in questa maniera è completamente priva di unità logica. Per sopperire a tale carenza si inventa un sistema con un minor numero di concetti e relazioni, un sistema che conservi i concetti primari e le relazioni del «primo strato» come concetti e relazioni derivati logicamente. Tale nuovo «sistema secondario» sconta la sua maggiore unità logica con il fatto di possedere, come propri concetti elementari (concetti del secondo strato), soltanto quelli non più direttamente connessi con i complessi delle esperienze sensoriali. Ulteriori sforzi verso l'unità logica ci portano a un sistema terziario, ancora più povero di concetti e relazioni, per deduzione dei concetti e delle relazioni dallo strato secondario (e quindi indirettamente dal primario). Si va avanti così fino ad arrivare a un sistema dotato della massima unità concepibile, e del minor numero possibile di concetti nei fondamenti logici, che siano ancora compatibili con l'osservazione operata dai nostri sensi. Non sappiamo se questa pretesa produrrà mai un sistema definito. Se si vuole la nostra opinione, propendiamo per il no. Finché si lotta con i problemi, tuttavia, non si rinuncia mai alla speranza di potersi avvicinare a questo, che è il più grande di tutti gli obiettivi, con un'approssimazione molto elevata.

Un seguace della teoria dell'astrazione o dell'induzione potrebbe chiamare i nostri strati «gradi di astrazione»: ma a me non sembra giustificabile occultare l'indipendenza logica del concetto dalle esperienze sensoriali. Non è una relazione analoga a quella esistente tra il brodo e il manzo, ma piuttosto a quella tra il numero di guardaroba e il soprabito.

Gli strati, inoltre, non sono nettamente separati. E non è assolutamente chiaro nemmeno quali concetti appartengano allo strato primario. Di fatto, ci occupiamo di concetti formattisi liberamente, e con sufficiente certezza ai fini pratici, connessi a livello intuitivo ai complessi delle esperienze sensoriali, in maniera che in un caso di esperienza dato non c'è incertezza riguardo all'applicabilità o alla non-applicabilità dell'affermazione. La cosa essenziale è l'intento di rappresentare la moltitudine dei concetti e dei teoremi, vicini all'esperienza, come teoremi dedotti logicamente e appartenenti a una base, la più ridotta possibile, di concetti fondamentali e di relazioni fondamentali che possano essere a loro volta scelti liberamente (assiomi). È una libertà di scelta, tuttavia, di tipo speciale; non paragonabile in alcun modo alla libertà di un romanziere. Si avvicina, piuttosto, a quella di un uomo impegnato a risolvere un cruciverba ben congegnato. Egli è libero, è vero, di proporre qualunque parola come soluzione: ma c'è *una sola* parola capace di risolvere effettivamente il cruciverba in tutte le sue parti. È un atto di fede che la natura – come è percepibile attraverso i nostri cinque sensi – possa assumere il carattere di un cruciverba così ben congegnato. I successi conseguiti finora dalla scienza offrono, è vero, un certo incoraggiamento in tale fede.

La molteplicità degli strati sopra discussi corrisponde ai numerosi stadi di progresso attraversati nella lotta per la conquista dell'unità nel corso dello sviluppo. Per quanto riguarda la meta finale, gli strati intermedi sono di natura meramente temporanea. Alla fine dovranno scomparire come estranei. Siamo tuttavia costretti a fare i conti con la scienza di oggi, in cui questi strati rappresentano parziali e problematici successi che da un lato si sostengono a vicenda, dall'altro si minacciano l'un l'altro, perché i sistemi di concetti odierni contengono profonde incongruenze, di cui ci occuperemo più avanti.

Sarà scopo del paragrafo successivo indicare quali sentieri la mente umana costruttiva abbia attraversato per arrivare a dei fondamenti della fisica il più uniformi possibile sul piano logico.

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

Un'importante proprietà delle nostre esperienze sensoriali, e più in generale, di tutta la nostra esperienza, è il loro ordinamento temporale. Questo tipo di ordine conduce alla concezione mentale di un tempo soggettivo, schema ordinativo della nostra esperienza. Il tempo soggettivo conduce poi, attraverso il concetto di oggetto materiale e di spazio, al concetto di tempo oggettivo, come vedremo in seguito.

Davanti alla nozione di tempo oggettivo c'è, tuttavia, il concetto di spazio: e davanti a quest'ultimo troviamo il concetto di oggetto materiale, direttamente connesso ai complessi delle esperienze sensoriali. È stato evidenziato che una proprietà caratteristica della nozione di «oggetto materiale» è quella che celo fa correlare con un'esistenza indipendente dal tempo (soggettivo) e dal fatto che i nostri sensi lo percepiscano. Facciamo ciò pur percependo le sue alterazioni temporali. Poincaré ha giustamente evidenziato il fatto che siamo soliti distinguere due tipi di alterazioni dell'oggetto materiale, i «cambiamenti di stato» e i «cambiamenti di posizione». Questi ultimi, ha osservato, sono alterazioni che possiamo invertire con i movimenti arbitrari dei nostri corpi.

Che ci siano oggetti materiali a cui non dobbiamo ascrivere, entro una certa sfera di percezione, alcuna alterazione di stato, ma solo alterazioni di posizione, è un fatto di importanza cruciale per la formazione del concetto di spazio (in una certa misura persino per giustificare la nozione stessa di oggetto materiale). Consideriamo dunque tale oggetto «praticamente rigido».

Se, come oggetto della nostra percezione, consideriamo simultaneamente (cioè come una sola unità) due corpi praticamente rigidi, allora per questo insieme esistono alterazioni che *non* possono essere assolutamente considerate come cambiamenti di posizione dell'insieme, malgrado il fatto che questi avvengano per ciascuno dei due costituenti. Questo ci porta al concetto di «variazione della posizione relativa» dei due oggetti; e in questo modo anche alla nozione di «posizione relativa» dei due oggetti. Tra le posizioni relative, inoltre, se ne riscontra una di carattere specifico che designiamo come «di contatto»¹.

¹È nella natura delle cose che si possa parlare di questi oggetti solo mediante concetti di nostra ideazione, concetti che non sono in se suscettibili di definizione. È fondamentale tuttavia, che si faccia uso solo di quei concetti sulla cui relazione con la nostra esperienza non si nutrano dubbi.