

2

Niels Bohr
Il fondamento della
meccanica quantistica

N.H.D. Bohr,
I quanti e la vita,
trad. di P. Gulmanelli,
Torino, Boringhieri,
1979, pp. 50-52

In questo testo del 1938, Bohr precisa quali siano le difficoltà concettuali introdotte dai principi della meccanica quantistica, sottolineando in particolare il problema dell'interazione essenziale tra oggetto e strumento di misura nell'osservazione dei fenomeni atomici. La questione che ne deriva riguarda la coesistenza e coerenza di

linguaggi fisici e di modelli di descrizione diversi, quelli quantistici e quelli classici, ed è all'origine della formulazione dei due fondamentali principi della meccanica quantistica, il principio di complementarità (formulato dallo stesso Bohr in questo brano) e il principio di indeterminazione (formulato da Heisenberg).

L'ipotesi
fondamentale
della fisica classica:
strumento e oggetto
di osservazione
non interagiscono

Siamo con ciò di fronte ad un problema epistemologico di natura totalmente nuova nella filosofia naturale, nella quale ogni descrizione di esperienze è stata fin qui basata sull'ipotesi, implicita già nelle ordinarie convenzioni del linguaggio, che è possibile distinguere nettamente il comportamento degli oggetti dai mezzi di osservazione. Questa ipotesi non solo è giustificata dall'esperienza di ogni giorno, ma costituisce anzi l'intera base della fisica classica, che dalla teoria della relatività è stata portata a così magnifico compimento.

A livello microfisico,
l'ipotesi fondamentale
della fisica classica
non è più valida

Non appena, però, entrano in giuoco i processi atomici individuali, che per la loro stessa natura sono essenzialmente determinati dall'interazione tra gli oggetti in questione e gli strumenti di misura, siamo costretti a chiederci che tipo di conoscenza siamo in grado di acquisire circa quegli oggetti.

La fisica quantistica
da una parte descrive
il suo apparato
strumentale
con il linguaggio
della fisica classica...

A questo riguardo dobbiamo da un lato osservare che lo scopo di ogni esperimento fisico – quello cioè di procurarci nuove informazioni in condizioni riproducibili e comunicabili – ci obbliga a usare concetti d'impiego quotidiano, tutt'al più raffinati dalla terminologia della fisica classica, per la descrizione non solo della costruzione e dell'uso degli strumenti di misura, ma anche dei risultati sperimentali ottenuti.

... dall'altra deve
riconoscere
che il proprio
oggetto richiede
un linguaggio
diverso

D'altra parte, non è meno importante comprendere che proprio questa circostanza implica che nessun risultato di esperienze riguardanti fenomeni che in linea di principio sono al di fuori dell'ambito della fisica classica, possa venir interpretato come un'informazione su proprietà indipendenti dell'oggetto, facendo esso parte intrinseca di un quadro in cui gli strumenti di misura interagenti col sistema stesso entrano in modo essenziale.

L'impossibilità
di coordinare
i due linguaggi
in un modello
sintetico

Quest'ultima circostanza fornisce la spiegazione diretta delle evidenti contraddizioni che insorgono ogni volta che si tenta di riunire in un'unica coerente descrizione dell'oggetto i risultati ottenuti operando con dispositivi sperimentali diversi di un sistema atomico.

È però possibile riguardare l'informazione ottenuta circa il comportamento di un sistema atomico sotto certe condizioni sperimentali come *complementare*, secondo una terminologia spesso usata in fisica atomica, rispetto a ogni altra informazione sullo stesso sistema, ottenuta con un dispositivo escludente il verificarsi delle predette condizioni. Benché queste diverse informazioni non possano venire combinate in una sola descrizione per mezzo di concetti ordinari, esse costituiscono aspetti ugualmente essenziali della conoscenza che di quel sistema si può avere in questo campo.

Il principio di complementarità

La scoperta di questo carattere complementare delle analogie meccaniche con cui si è cercato di visualizzare gli effetti individuali della radiazione, ha in effetti portato a un chiarimento assolutamente soddisfacente di quelle misteriose proprietà della luce cui alludevo più sopra. Similmente, solo tenendo conto della relazione di complementarità esistente tra differenti esperienze riguardanti il comportamento di particelle atomiche. È stato possibile dare una spiegazione del notevole contrasto tra le proprietà dei modelli meccanici ordinari e le peculiari leggi di stabilità governanti le strutture atomiche, che costituiscono la base per qualsivoglia interpretazione delle proprietà fisiche e chimiche specifiche della materia.

La soluzione del problema epistemologico

■ GUIDA ALLA LETTURA

- 1) Qual è il problema epistemologico individuato da Bohr?
- 2) Quali sono le sue conseguenze sulle capacità descrittive della fisica?
- 3) La teoria della relatività, secondo Bohr, può essere considerata un sovvertimento rivoluzionario delle basi della fisica classica?
- 4) In che cosa consiste il principio di complementarità?

■ GUIDA ALLA COMPrensIONE

- 1) Possiamo dire che, secondo Bohr, la fisica quantistica costituisce un superamento della fisica classica? Motiva la risposta.
- 2) L'obiettivo che Bohr pone alla fisica quantistica è quello di fornire un'immagine rigorosamente deterministica dei fenomeni microfisici? Motiva la risposta.

■ OLTRE IL TESTO

Riprendendo la parte manualistica, spiega in che modo il problema epistemologico formulato da Bohr trova una soluzione nei due principi fondamentali della meccanica quantistica. Nella spiegazione, chiarisci gli ambiti di applicabilità di ciascuno dei due principi.