

LA FISICA E LA FILOSOFIA DI NIELS BOHR

Particelle di verità

Torna un classico del pensiero dello scienziato mentre a teatro va in scena «Copenaghen»

di **Vincenzo Barone**

«**L**a più alta forma di musicalità nella sfera del pensiero»: così Einstein giudicava la teoria quantistica dell'atomo elaborata nel 1913 da Niels Bohr. Con il suo fenomenale intuito, il fisico danese aveva capito che gli atomi «suonano» con un timbro caratteristico, con precise frequenze determinate dalla costante di Planck. Fino ad allora, l'idea dei quanti, introdotta da Max Planck nel 1900, era rimasta confinata alla trattazione dei fenomeni luminosi e radiativi. Il grande merito di Bohr fu quello di portare la quantizzazione nel cuore della materia, mostrando come si potesse in tal modo spiegare l'identità e la struttura degli atomi. Fu il vero momento di svolta nella storia della fisica dei quanti e il punto di partenza del cammino che condurrà all'elaborazione collettiva della meccanica quantistica nella sua forma matura, sotto l'ala protettrice dello stesso Bohr a Copenaghen.

La fondamentale memoria del 1913, *Sulla costituzione degli atomi e delle molecole*, in buona parte leggibile anche da chi non possiede strumenti matematici sofisticati, è il testo di apertura della raccolta *Teoria dell'atomo e conoscenza umana*, un classico del pensiero del Novecento, che torna in libreria dopo alcuni decenni, nella collana Filosofia/Scienza delle edizioni **Mimesis**. Una felice coincidenza fa sì che questo ritorno avvenga proprio nelle settimane in cui viene riproposta nei teatri italiani la *pièce* – anch'essa ormai classica – di Michael Frayn *Copenaghen*, che vede come protagonista Bohr assieme al suo allievo Werner Heisenberg.

Bohr curò personalmente il volume nel 1958, includendovi, oltre agli articoli storici sulla teoria atomica, alcune conferenze di fisica quantistica risalenti al periodo compreso tra gli anni Venti e gli anni Cinquanta. Tra i saggi raccolti nel libro, la perla più preziosa è senza alcun dubbio la conferenza *Il postulato*

dei quanti e il recente sviluppo della teoria atomica, che Bohr tenne al Congresso di Como del settembre 1927, la prima importante riunione mondiale dei fisici quantistici (precedente di un mese il celebre convegno Solvay di Bruxelles). Fu in quell'occasione che Bohr presentò per la prima volta «la complementarità», l'idea secondo cui esistono descrizioni opposte ma complementari del mondo fisico, che vanno considerate assieme se si vuole avere una conoscenza completa dei fenomeni. «La natura stessa della teoria quantistica – scrive Bohr – ci costringe a considerare la coordinazione spazio-temporale e l'esigenza della connessione causale, la cui unione caratterizza le teorie classiche, come aspetti complementari ma reciprocamente escludenti». Consideriamo per esempio la luce: la sua propagazione nello spazio e nel tempo è ben descritta dalla teoria ondulatoria, ma le sue interazioni causali con la materia possono essere spiegate solo in termini di corpuscoli quantistici, i fotoni. Ovviamente, osserva Bohr, «non si può pensare a una separata applicazione delle idee di spazio e tempo e di causalità. Le due concezioni della natura della luce devono piuttosto essere considerate come tentativi diversi di giungere a un'interpretazione di dati sperimentali, in cui la limitazione dei concetti classici risulta espressa in modo complementare».

L'altra conseguenza cruciale del postulato dei quanti riguarda l'atto stesso di osservare un fenomeno. Bohr fa notare come ogni osservazione «comporti un'interazione non trascurabile col dispositivo di misurazione. Di conseguenza una realtà indipendente nel senso fisico ordinario non può venire ascritta né al fenomeno, né allo strumento di osservazione». In seguito ritornerà su questo tema aggiustando un po' il tiro: sosterrà che non è del tutto corretto affermare che «l'osservazione perturba il fenomeno», e che bisogna piuttosto ridefinire il «fenomeno» in modo tale da comprendere in esso sia l'oggetto di studio sia il procedimento osservativo.

Nel corso degli anni, come testimoniano gli ultimi saggi del volume, Bohr innalzò la complementarità a principio di ordine generale, valido anche nella sfera umana. «Il contrario di una profonda verità è un'altra profonda verità», amava dire. E quando nel 1947 gli fu conferito dal re di Danimarca il titolo di Cavaliere dell'Ordine dell'Elefante scelse come stemma il simbolo di *yin* e *yang*, accompagnato dal motto «*Contraria sunt complementa*». Il fatto che la teoria quantistica avesse dimostrato la fondamentale limitazione dei concetti e delle parole che usiamo per descrivere l'esperienza ordinaria lo rese particolarmente sensibile alle questioni relative al linguaggio. «Da che cosa dipendiamo noi

esseri umani?», osservava. «Dipendiamo dalle nostre parole. Il nostro compito è comunicare esperienze e idee agli altri. Siamo sospesi nel linguaggio».

A Como era presente anche Heisenberg, che aveva appena enunciato il principio di indeterminazione, ampiamente discusso da Bohr nella sua relazione (il principio sancisce l'impossibilità di determinare simultaneamente e con precisione assoluta la posizione e la velocità di una particella). I due si erano conosciuti nel 1922 a Göttinga. Al giovane tedesco – allora appena ventenne – Bohr aveva spiegato che la fisica non disponeva ancora del linguaggio appropriato per descrivere il mondo atomico, e che per capire quel mondo si sarebbe dovuto innanzi tutto far luce sul significato del termine «capire». Era stata una lezione decisiva per Heisenberg, e l'inizio di una grande amicizia. Un'amicizia che si interruppe bruscamente nel 1941, quando Heisenberg – divenuto responsabile del programma atomico tedesco – andò a visitare il suo vecchio maestro, in una Copenaghen occupata dai nazisti.

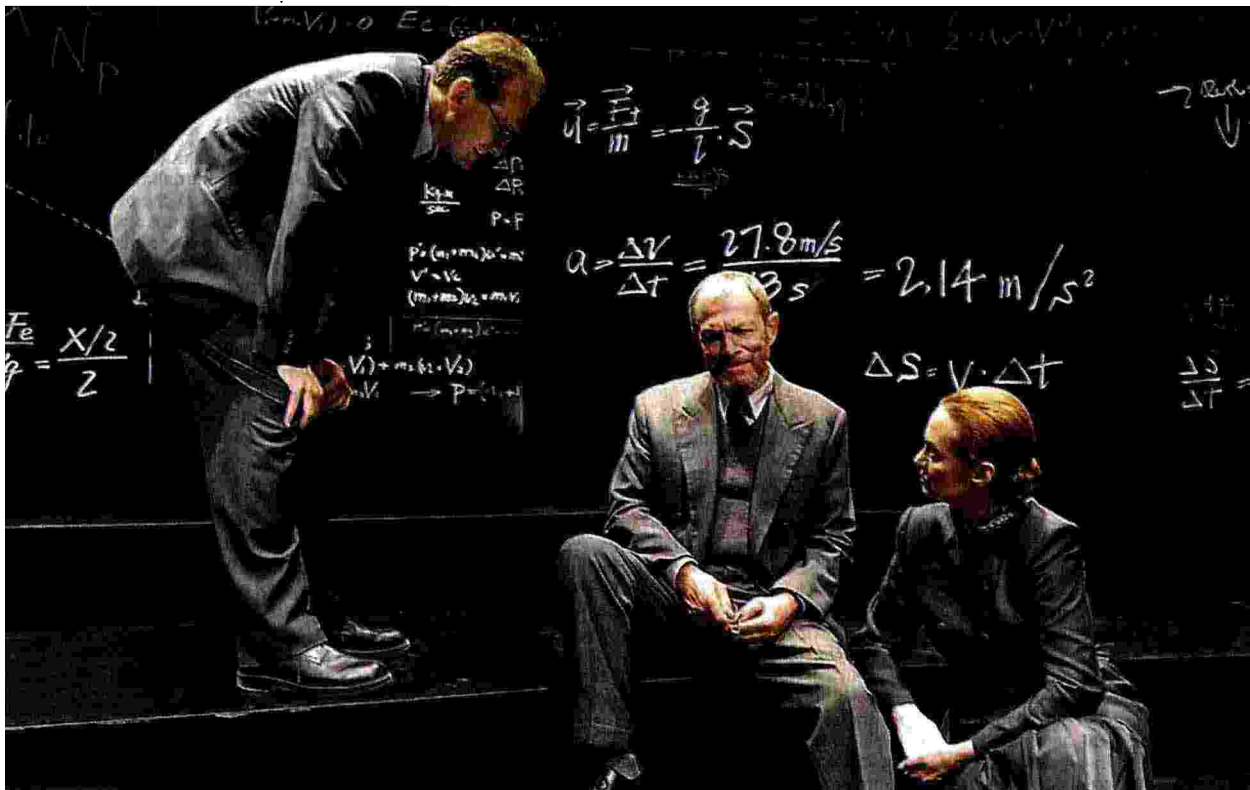
È paradossale che il rapporto tra due scienziati così attenti a ogni sfumatura del linguaggio si sia infranto contro un muro di incomunicabilità. Ma sta proprio qui il fascino della vicenda, che Frayn mette al centro della sua opera (scritta nel 1998). Per quale ragione Heisenberg visitò Bohr durante la guerra? Non avremo mai la risposta, perché tutto ciò che ci è dato sapere sono le versioni, indeterminate e complementari, dei due protagonisti: per Heisenberg fu solo la visita di cortesia a un amico, per Bohr l'atto offensivo di un collega messosi al servizio di Hitler. È forse Margrethe Bohr, nella finzione di Copenaghen, a cogliere nel segno, quando, rievocando l'episodio, dice al marito Niels: «Quella fu l'ultima e la più importante richiesta che Heisenberg abbia fatto alla sua amicizia con te. Di essere capito là dove lui non riusciva a capire sé stesso. E quello fu l'ultimo e il più importante gesto di amicizia per Heisenberg che tu gli abbia ricambiato: lasciarlo nell'incomprensione».

vincenzo.barone@uniupo.it

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Niels Bohr, Teoria dell'atomo e conoscenza umana, trad. di P. Gulmanelli, prefazione di G. Giorello, **Mimesis Edizioni**, Milano-Udine, pagg. 450, € 28

Copenaghen, di Michael Frayn, regia di Mauro Avogadro, con Umberto Orsini, Massimo Popolizio e Giuliana Lojodice (al Teatro Diana di Napoli fino al 6 maggio, al Teatro Marrucino di Chieti dall'11 al 12 maggio). Il testo di **Copenaghen** è pubblicato in Italia da Sironi (traduzione di M.T. Petrucci e F. Ottoni)



A TEATRO
Umberto Orsini,
Massimo Popolizio
e Giuliana Lojodice
in «Copenhagen»
di Michael Frayn

