



I quanti



Alcune quantità possono variare in modo continuo mentre altre variano soltanto in modo discontinuo o saltuario, a porzioni piccolissime non ulteriormente riducibili. Queste porzioni indivisibili si chiamano *quanti elementari* della specifica quantità cui si riferiscono. [...]

(A. Einstein e L. Infeld, *L'evoluzione della fisica*, 1938, trad. it. di Carlo Castagnoli, Bollati Boringhieri, 1965)

Albert Einstein è stato uno dei più grandi pensatori di tutti i tempi. Leopold Infeld ha compiuto con Einstein studi fondamentali di fisica relativistica e quantistica. Questo testo è stato pubblicato nel 1938 ed è il testo fondativo della moderna divulgazione delle idee della fisica. Della nascita di questo libro così racconta Infeld: «Presi il coraggio a due mani e cominciai un discorso complicato, spiegando la mia idea con un sacco di ripetizioni. Conclusi dicendo: "I più grandi scienziati hanno scritto opere divulgative, considerate anche oggi classiche". Einstein mi guardava tranquillamente accarezzandosi i baffi. Infine disse tra sé: "Non è un'idea stupida". E poi a me: "Lo faremo!". Si appassionò al progetto in modo indescrivibile. Spesso ripeteva: "E' stata un'idea formidabile". Secondo Einstein, nella fisica esistono solo alcune idee fondamentali, e tali idee si possono esprimere con parole. Il nostro scopo doveva essere quello di presentare, nella loro prospettiva, le idee fondamentali. Einstein diceva: "Questo è un dramma di idee. Dev'essere un libro emozionante e interessantissimo per chiunque ami la scienza."»

Riportiamo di seguito alcuni brani tratti dalla Parte quarta "I quanti" di *L'evoluzione della fisica*

■ Continuità, discontinuità

«Una pianta di Roma e dintorni è aperta davanti a noi. Ci domandiamo: quali sono i punti che possiamo raggiungere con il treno? Dopo aver consultato un orario ferroviario potremmo marcare sulla nostra carta i diversi punti corrispondenti alle fermate dei treni. Se poi ci domandiamo quali punti si possono raggiungere con l'automobile possiamo

tracciare sulla pianta delle linee lungo le varie strade che si staccano dal centro della città. Qualsiasi punto di tali linee può essere raggiunto con l'automobile. In entrambi i casi abbiamo delle serie di punti, ma nel primo i vari punti sono separati gli uni dagli altri dalle distanze più o meno considerevoli fra le stazioni ferroviarie, mentre nel secondo caso i punti si susseguono senza interruzione lungo i tracciati delle strade. Possiamo inoltre domandarci quali siano le distanze dei punti in questione dal centro o da qualsiasi luogo

della città. Nel primo caso a ognuno dei punti corrisponde un certo numero. Tali numeri variano irregolarmente e saltuariamente, ma sempre in misura finita. Diremo dunque che le distanze fra il centro della città e le località raggiungibili col treno variano sempre in modo *discontinuo*. Per contro, i punti raggiungibili con l'automobile possono variare in modo *continuo*. Insomma, le distanze possono differenziarsi in misura arbitrariamente piccola usando l'automobile; non così se facciamo uso del treno.

La produzione di una miniera carbonifera può variare in modo continuo. La quantità del carbone estratto può essere ridotta o accresciuta in misura arbitrariamente piccola. Ma il numero dei minatori impiegati può variare soltanto in modo discontinuo. Non avrebbe senso dire: “da ieri il numero degli operai è aumentato di 3,783”.

Una somma di denaro può variare soltanto saltuariamente, vale a dire in modo discontinuo. In Italia la più piccola unità monetaria legale, che potremmo anche designare come il “quanto elementare” della valuta nazionale, è il centesimo. In Inghilterra il “quanto elementare” monetario è il *farthing* (un quarto di denaro) che nominalmente vale circa dieci volte più del quanto monetario italiano. Qui abbiamo l'esempio di due quanti elementari i cui valori sono suscettibili di comparazione. Il rapporto di tali valori ha un significato preciso, poiché uno di essi vale un certo numero di volte più dell'altro.

È dunque lecito asserire: alcune quantità possono variare in modo continuo mentre altre variano soltanto in modo discontinuo o saltuario, a porzioni piccolissime non ulteriormente riducibili. Queste porzioni indivisibili si chiamano *quanti elementari* della specifica quantità cui si riferiscono.

Possiamo pesare una notevole quantità di sabbia e considerare la massa come continua, benché la sua struttura granulare sia evidente. Ma se la sabbia dovesse diventare preziosa e venisse perciò pesata con bilance molto sensibili, non potremmo fare a meno di tener conto che la sua massa varia sempre in ragione del multiplo di un granello. La massa di questa unità granulare diventerebbe il nostro quanto elementare. Questo esempio mostra come aumentando la precisione delle misure si possa giungere a verificare il carattere discontinuo di una quantità precedentemente ritenuta continua.

Se dovessimo caratterizzare in una frase l'idea fondamentale della teoria quantistica diremmo: *deve ammettersi che alcune quantità fisiche finora ritenute come continue si compongono di quanti elementari.*

I fatti pertinenti alla teoria quantistica sono numerosissimi e coprono un campo assai vasto. La rivelazione di tali fatti è dovuta al grande affinamento raggiunto dalla tecnica sperimentale moderna. Non potendo qui né mostrare, né descrivere neanche gli esperimenti più fondamentali dovremo limitarci a citarne dogmaticamente i risultati. Ricordiamo che il nostro obiettivo è soltanto quello di spiegare idee e criteri.

■ Quanti elementari di materia ed elettricità

[...] Nei processi chimici è l'atomo e non la molecola che rappresenta il quanto elementare. [...] La massa è dunque una quantità discontinua. È però evidente che non c'è da preoccuparsene nelle pesate. Le bilance più sensibili sono ben lontane dal raggiungere il grado di precisione necessario per constatare la discontinuità al variare della massa.

[...] I quanti elementari di elettricità negativa furono denominati *elettroni*. Ogni carica elettrica negativa si compone di una moltitudine di cariche elementari, rappresentate da elettroni. La carica negativa può variare soltanto in modo discontinuo, tal quale la massa. Tuttavia la carica elettrica elementare è così piccola che in molte ricerche è non soltanto lecito, ma talvolta anche preferibile seguire a considerarla come una quantità continua. [...]

■ Quanti di luce

[...] Non sono soltanto la materia e la carica elettrica a possedere struttura granulare; anche l'energia di radiazione possiede la stessa struttura, si compone cioè di quanti di luce. *Oltre ai quanti di materia e ai quanti di elettricità esistono anche i quanti di energia.* [...]