

# UNA COSA MERAVIGLIOSA!

## RIFLESSIONE SULLA FISICA QUANTISTICA

*di Franco Orlandi*

“Si vedono contemporaneamente tutte le cose, ma non quelle che nascono e muoiono, ma quelle che sottostanno nella loro essenza vera. Si percepisce se stessi negli altri perché tutto è cristallino e trasparente, nulla è solido, denso, oscuro e tutto è visto dentro, di fuori, di traverso contemporaneamente. La luce si scontra con la luce; ogni cosa contiene in sé tutte le altre ed è contenuta in tutte le altre. Tutto è per ogni dove, e tutte le cose sono dappertutto. Lo splendore è infinito. Tutto è grande, e il minutissimo è grande come il grande. Il sole è in ogni stella ed ogni stella è il sole. E in ogni cosa vi è una qualità differente e contemporaneamente ognuna è visibile in tutte le altre. Il moto degli oggetti è tutt’uno con gli altri oggetti che si muovono.”

Plotino,<sup>1</sup> *Enneade* V, 8, IV

La cosiddetta fisica dei quanti o fisica quantistica è un campo della fisica che è nata per comprendere e spiegare il mondo atomico e subatomico, cioè la struttura “intima” della materia. Nonostante sia da un secolo a questa parte il modello di riferimento, insieme alla teoria della relatività, per chiarire i fenomeni naturali, non è mai andata al di là della ristretta cerchia degli specialisti. Nel nostro linguaggio quotidiano i termini “ tutto è relativo” e “salto quantico” fanno comunque parte del vocabolario della gran parte delle persone. È sorprendente tutto questo, ancor più se si pensa che importanti innovazioni tecnologiche e teorie scientifiche che si occupano del “tanto piccolo”(mondo atomico) o dell’infinitamente grande (universo) si basano su effetti prettamente quantistici. Tali effetti riguardano l’energia atomica, la microelettronica dei computer classici e quantistici, i laser, gli orologi digitali, i sistemi superconduttori, le cellule fotoelettriche, le apparecchiature per le analisi e le cure mediche. E altre applicazioni tecnologiche (voglio ricordare ancora i sistemi di sicurezza della rete, che raggiungeranno tra breve la inviolabilità assoluta). È vero comunque che la fisica quantistica risulta un campo difficilmente abbordabile data la complessità concettuale e la difficoltà del suo formalismo matematico, tanto da risultare ostica anche per gli addetti ai lavori. Oltre alla difficoltà concettuale si può parlare anche di difficoltà di accettazione di dati contro-intuitivi, cosa che era avvertita anche tra gli stessi fondatori della meccanica quantistica. Uno di questi, Heisenberg,<sup>2</sup> il fisico che ha legato il suo nome al famoso principio di indeterminazione da lui scoperto, si esprimeva in questo modo: “Ricordo delle discussioni con Bohr<sup>3</sup> che si prolungavano per molte ore fino a notte piena e che ci conducevano quasi ad uno stato di disperazione; e quando al termine della discussione me ne andavo solo a fare una passeggiata, nel parco vicino, continuavo sempre a ripropormi il problema: è possibile che la natura sia così assurda come ci appare in questi esperimenti di fisica quantistica?”

Nonostante che la fisica quantistica sia stata estensivamente verificata sperimentalmente, alcuni suoi aspetti lasciano spazio ad interpretazioni differenti sul concetto stesso di realtà, di libero arbitrio, e quindi sul concetto stesso di ontologia (dottrina sugli esseri semplicemente considerati come tali; in generale, metafisica), che si va sempre più configurando come una ontologia fisica. Per rendere idea del dibattito vivissimo, esteso all’estero e, purtroppo, molto poco in Italia, oggi le interpretazioni contano una dozzina di visioni diverse, solo tra le principali. Come è cambiata la visione del mondo, anche solo tra gli scienziati!

---

<sup>1</sup> Plotino fu notissimo filosofo greco del III secolo d.C.

<sup>2</sup> Werner Karl Heisenberg (1901-1976), tedesco, premio Nobel per la Fisica nel 1932.

<sup>3</sup> Niels Henrik David Bohr (1885-1962), premio Nobel per la Fisica nel 1922, fu fisico e matematico danese.

Tutto iniziò nell'anno 1900 quando Max Planck,<sup>4</sup> fisico tedesco, studiò le manifestazioni energetiche del flusso radiante proveniente da una fonte di calore quale un pezzo di legno che brucia, oppure la luce prodotta dal sole. Ciò portò all'avvio di ipotesi che contenevano aspetti inquietanti e che mostrarono tutto il loro lato paradossale e innovativo con gli esperimenti che seguirono.

Si arrivò col tempo a definire i fondamenti della fisica quantistica:

- 1) non esiste una realtà definita della materia, ma una realtà oggettivamente indistinta;
- 2) le dinamiche fondamentali del micromondo (il mondo subatomico) sono caratterizzate dalla acausalità e dalla “non netta” separazione tra sperimentatore, apparato di misura e oggetto osservato. Cioè non si può più sostenere che “là fuori” esiste un mondo indipendente da me, separato da me (ciò appariva scontato nel passato);
- 3) è possibile che in determinate condizioni, ciò che avviene in un dato luogo possa avere un corrispettivo istantaneo in un altro luogo da esso distante;
- 4) materia ed energia possono (per tempi brevissimi) scaturire dal “nulla”.

Questi assunti fondamentali della fisica quantistica ci fanno capire quanto risulti difficile, non solo accettare, ma anche spiegare i fondamenti di tale teoria. Uno degli esperimenti più sorprendenti che ha suscitato in me stupore e colmato la mente di molteplici domande è quello che è conosciuto anche col nome di “non-localismo”. È nostra esperienza che nella realtà ordinaria le influenze tra sistemi distanti non avvengono mai direttamente o in tempo reale. Un libro e un vaso di fiori nella nostra stanza, vediamo bene che non si influenzano, non interagiscono. Possiamo creare una interazione con un nostro intervento, ad esempio spingendo uno dei due oggetti contro l'altro (se sono vicini). Oppure una epidemia di influenza che nasce in India non si diffonde immediatamente anche in Europa. La malattia si diffonde lentamente nel giro di settimane attraverso lo spostamento delle persone che viaggiano da un paese all'altro. Questi esempi che sono chiamati di “localismo” non valgono nel mondo della fisica subatomica, dove le azioni tra luoghi diversi nello spazio sono all'ordine del giorno, dove la realtà sembra divertirsi a dimostrarsi bizzarra.

Ciò era già previsto dalla teoria e la conferma sperimentale è stata realizzata nel 1982 da Alain Aspect<sup>5</sup> e dal suo gruppo di ricerca dell'università di Parigi. Hanno preso due particelle da un atomo di calcio eccitato e le hanno dirette in direzioni opposte l'una rispetto all'altra. La logica comune, dell'uomo della strada suggerisce che, se anche queste due particelle fossero portate una sulla Luna e l'altra su Marte, un eventuale “disturbo” su una delle due particelle, non avrebbe effetti sull'altra particella. La cosa sorprendente è stata invece che nel momento in cui si produceva, intervenendo, una deviazione su una particella, spontaneamente e istantaneamente deviava anche l'altra particella. Questo è ciò che accade quando si eseguono esperimenti su coppie di particelle che hanno la stessa origine.

I fisici quantistici dicono che queste stranezze della natura, sono tali solo se si ragiona secondo una “logica comune”. In uno scenario ove si immagina che qualsiasi sistema che ha un'origine comune possa godere della specificità di non risentire della distanza spaziale, tutto risulta più semplice e normale. Allora abbandoniamo pure l'idea che le particelle situate in luoghi diversi rappresentino oggetti distinti, senza interazione, cioè che non possano “comunicare”, così ci liberiamo dall'impedimento concettuale che non possano verificarsi “azioni” a distanza o effetti non locali!

In riferimento alla materia come cosa una e sola che scaturisce dalla visione non localistica, così si esprime il premio Nobel per la fisica Brian Josephson:<sup>6</sup> “L'universo non è una collezione di oggetti, ma una inseparabile rete di modelli di energia vibrante nei quali nessun componente ha realtà indipendente dal tutto; includendo nel tutto l'osservatore.”

Una cosa meravigliosa!

---

<sup>4</sup> Max Planck (1858-1947), fisico tedesco, premio Nobel per la Fisica nel 1918, introdusse il concetto di “quanto”.

<sup>5</sup> Alain Aspect è un fisico francese nato nel 1947, premio Wolf nel 2010.

<sup>6</sup> Brian David Josephson è un fisico gallese nato nel 1940, premio Nobel per la Fisica nel 1973.