



JohnPipere (John) (UK – Deviantart) - The Discovery Of God Through Quantum Mechanics (2018)

La meccanica quantistica è una palla pazzesca?

di Achille De Tommaso

Un giornalista chiede a un gruppo di fisici: "Qual è il significato della violazione della disuguaglianza di Bell?" Un fisico risponde: "Significa che la non località è un fatto accertato". Un altro dice: "Non c'è non-località; il messaggio è che i risultati della misurazione sono irriducibilmente casuali". Un terzo dice: "Non si può rispondere semplicemente con ragioni puramente fisiche: la risposta richiede un atto di giudizio metafisico". Sconcertato dalle risposte, il giornalista continua a porre domande sulla teoria quantistica: "Che cosa è teletrasportato nel teletrasporto quantico?" "Come funziona davvero un computer quantistico?" Incredibilmente, per ciascuna di queste domande, il giornalista ottiene una varietà di risposte che, in molti casi, si escludono a vicenda.

Immaginate che gli astronomi non credano davvero che la Terra orbiti attorno al sole ; anzi; che affermino che non possiamo veramente sapere se il sole orbiti attorno alla Terra o no. Sarebbe assurdo; nessuno scienziato rispettabile

potrebbe mai sognarsi di fare affermazioni simili a questa.

Tranne quando si tratta della teoria più potente della storia della fisica: la meccanica quantistica. Più di un secolo dopo la sua nascita, la meccanica quantistica, la fisica di atomi, fotoni e altre particelle, rimane non capita. Anzi; capita in modo strano.

E dire che gli esperimenti hanno ripetutamente confermato le strane visioni della teoria con una precisione fenomenale. Le tecnologie che ne derivano guidano l'economia mondiale: l'industria elettronica così come la conosciamo non esisterebbe senza la meccanica quantistica. Eppure, nonostante il dominio indiscusso della teoria e il suo significato pratico, i fisici non sono ancora d'accordo su cosa significhi o cosa dica sulla natura della realtà. E alcuni pensano, appunto, che sia una balla pazzesca.

Infatti almeno una dozzina di interpretazioni della meccanica quantistica si contendono i cuori e le menti dei fisici, ognuna con una visione radicalmente diversa della realtà. Ognuna appare come una arrampicata sugli specchi; di cui gli stessi arrampicatori sono scettici.

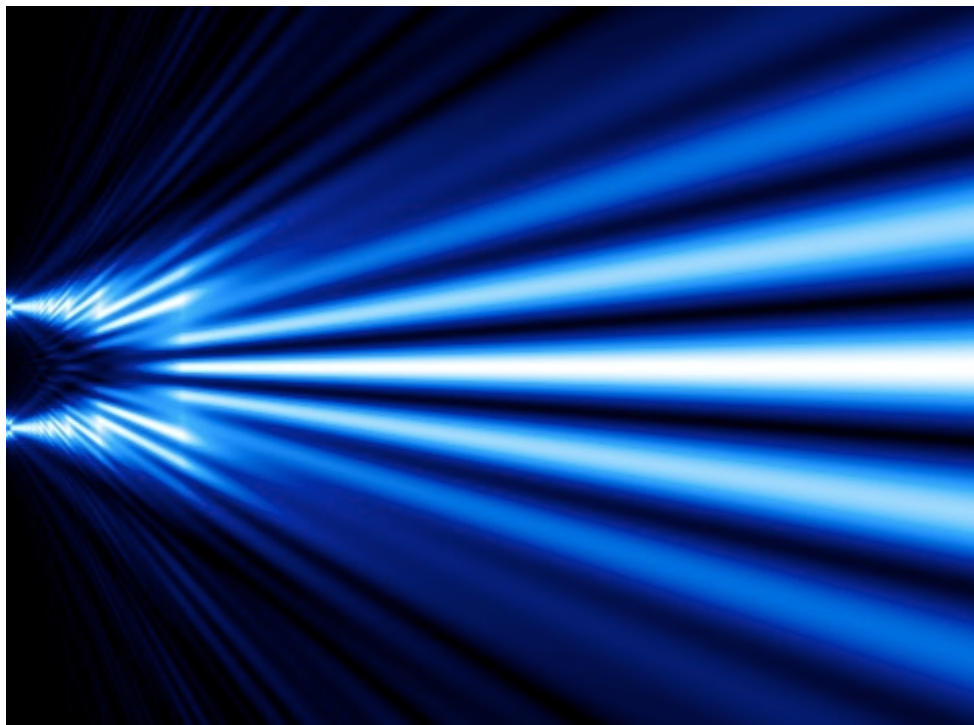
Ve ne do le evidenze, secondo me, più importanti.

1. Bohr ed Einstein: litigano; ma le sperimentazioni confermano la confusione

La confusione risale ai primi tempi della meccanica quantistica, negli anni 1920, quando Niels Bohr si scontrò con Albert Einstein. Bohr, una figura quasi mitica nella fisica del 20 ° secolo, sosteneva che quando studiano il mondo atomico, i fisici devono rinunciare alla nozione di una realtà che esiste indipendentemente dalle proprie misurazioni. Il messaggio della meccanica quantistica affermava infatti, secondo lui, che gli atomi e tutte le altre particelle non possiedono posizioni, energie o proprietà definite fino a quando non vengono misurate in un esperimento. **In altre parole, non era solo che i fisici quantistici non possano sapere quali siano le proprietà delle particelle; ma è, secondo lui, che le proprietà nascono letteralmente solo al momento della misurazione.**

Einstein respinse categoricamente l'opinione di Bohr. Mentre passeggiava nel parco dell'Institute for Advanced Study all'Università di Princeton in una notte illuminata dalla luna, notoriamente, chiese a un collega: **"Credi davvero che la luna non sia lì quando non la guardi?"**

Cosa rende la meccanica quantistica così confusa? Uno dei problemi è che la teoria stessa è confusa; ma, fatto ancor più sconcertante, **le sperimentazioni confermano questa confusione.** Considerate infatti il seguente esperimento: un raggio di luce irraggia attraverso due fessure parallele tagliate in una barriera, e cade su una striscia di pellicola fotografica posta oltre la barriera. Poiché la luce stessa è costituita da un flusso di particelle - fotoni - sembra ragionevole supporre che i fotoni passino attraverso una fenditura o l'altra nel percorso verso il film. E se i fisici impostano l'esperimento con un rivelatore di fotoni su ciascuna fenditura, è proprio quello che vedono: i fotoni si muovono casualmente attraverso la prima fenditura o la seconda, il che si traduce in due gruppi separati di punti che si formano sul film.



Un leggero aggiustamento, tuttavia, altera profondamente i risultati. Se i fisici rimuovono i rivelatori di fotoni, il modello creato sul film cambia completamente. Invece di due gruppi di punti, nel film appaiono bande chiare e scure alternate, ciò che i fisici chiamano un *modello di interferenza*. Questo schema potrebbe formarsi solo se ogni singolo fotone si diffondesse in qualche modo come un'onda e attraversasse entrambe le fessure contemporaneamente. In altre parole, i fotoni si comportano come particelle con rivelatori presenti e come onde senza rivelatori.

Per Bohr, questo dimostra che gli oggetti che consideriamo particelle non hanno un'esistenza definita fino a quando non vengono osservati. In sintesi: sulle scale piccole la realtà è sfocata, non definita in modo preciso (almeno quando nessuno sta guardando).

Ma, dato che alla fine ogni cosa è costituita da quelle onde di particelle sfocate, perché non vediamo effetti quantici nella nostra vita quotidiana? Perché le persone, gli alberi e tutto il resto non sono ondulati e indistinti come gli atomi di cui sono fatti?

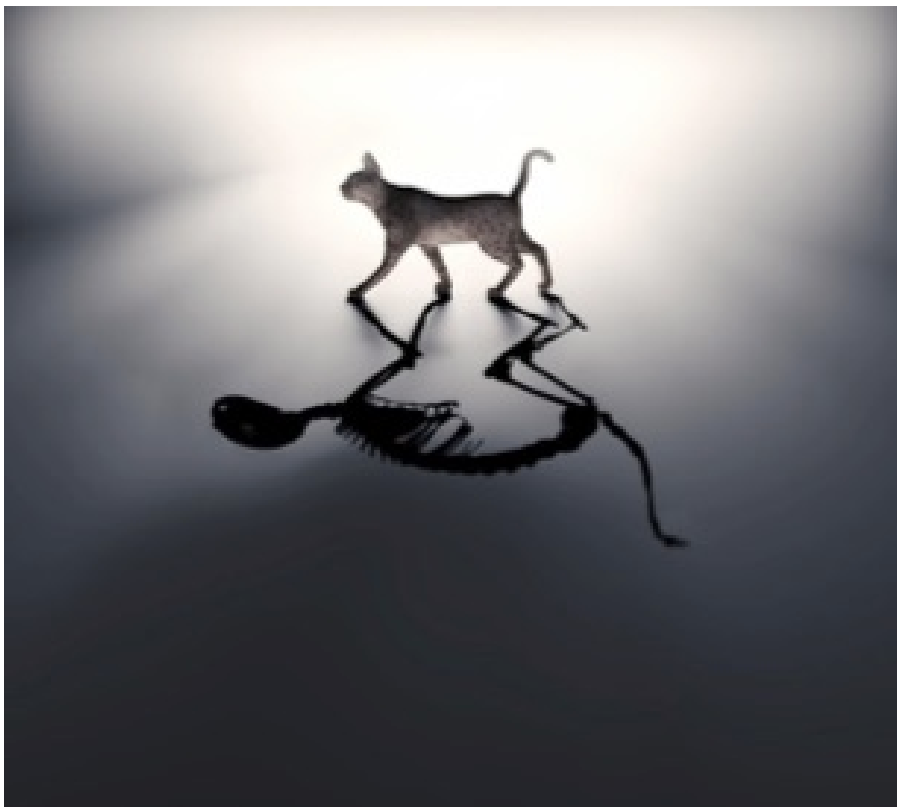
La risposta è che nessuno lo sa.

2. Molti mondi e un gatto

I tentativi di rispondere a queste domande hanno, addirittura, aggiunto una dose extra di stranezza alle elucubrazioni quantistiche. Forse la più strana di tutte è quella proposta per la prima volta nel 1957 dal fisico di Princeton Hugh Everett. Everett sostenne che le equazioni della meccanica quantistica dovrebbero essere prese al valore nominale: secondo lui tutte le onde quantistiche sono reali, con ogni possibile onda che rappresenta una realtà separata e indipendente. E denomina la sua teoria come **Many Worlds**; secondo cui ogni possibile evento fisico ha luogo, in un suo universo che è parallelo a tutti gli altri.

Le implicazioni sono sconcertanti. In questo momento, se ciò fosse vero, una quantità innumerevole di voi sta leggendo questo scritto grattandosi la testa.

E vediamo il **gatto sfortunato di Erwin Schrödinger**.



Schrödinger, contemporaneo di Bohr ed Einstein, e uno dei fondatori della meccanica quantistica, ha ideato un suo famoso *esperimento mentale* per evidenziare ciò che vedeva come assurdità nelle idee di Bohr. Il suo esperimento ha sei componenti: una scatola d'acciaio, un gatto, un elemento radioattivo, un contatore Geiger, un martello e una fiala di cianuro. Il gatto viene messo nella scatola d'acciaio; il coperchio è chiuso. Nessuno può vedere cosa sta succedendo dentro. Durante un determinato intervallo di tempo, l'elemento radioattivo può o meno emettere una particella ad alta energia. In tal caso, il contatore Geiger lo rileva e innesca il martello per rompere la fiala, rilasciando fumi velenosi che uccidono il gatto. In caso contrario, il gatto sopravvive.

Secondo le regole della meccanica quantistica, la particella radioattiva esiste come una funzione d'onda in tutti i suoi possibili stati, sia emessi che non emessi. Un singolo stato definito si cristallizza solo al momento della misurazione. **Cosa significa questo per il gatto? Significa che è, contemporaneamente, vivo e morto** finché qualcuno non apre la scatola per dare un'occhiata. Schrödinger ridicolizzò l'idea di un gatto esistente in due diverse condizioni di vita e di morte contemporaneamente.

Per alcuni fisici, l'esperimento mentale di Schrödinger mostra che la funzione d'onda non può essere reale; e che rappresenta nient'altro che le probabilità di eventi diversi. Il gatto è vivo o morto, non vivo e morto. Le condizioni del gatto sono determinate prima che qualcuno apra la scatola. L'unica cosa che cambia quando si apre la scatola è la nostra conoscenza del destino del gatto.

3. I molti universi

Il teorema di Pusey, Barrett e Rudolph, noto come *teorema PBR*, usa un sofisticato argomento matematico per mostrare che qualsiasi interpretazione della meccanica quantistica che non tratti la funzione d'onda come un oggetto reale porta invariabilmente a risultati che contraddicono la stessa teoria quantistica. Se hanno ragione e la funzione d'onda è reale, interpretazioni come la Many Worlds di Everett, che prendono per scontata la realtà della funzione d'onda, potrebbero iniziare a sembrare più plausibili. **In quel caso, il gatto di Schrödinger sarebbe vivo in un universo, morto in un altro.** In alternativa, i fan della visione di Bohr potrebbero affermare che il gatto esiste come un'onda quantistica all'interno della scatola chiusa; il felino sarebbe davvero in uno stato combinato vivo-morto fino a quando qualcuno non darà un'occhiata.

Chiaro, no ? Ovviamente no.

4. La realtà ovviamente cambia; e la nostra osservazione la segue: ecco “il Qbism”

Neanche Christopher Fuchs, fisico all'Università del Massachusetts, e Ruediger Schack della Royal Holloway University di Londra erano d'accordo con le suddette teorie; e introdussero il Qbismo (leggi “cubismo”).

Il QBismo considera che le probabilità di un dato evento vengono riviste man mano che si acquisisce una maggiore conoscenza delle molte possibili condizioni legate all'evento. Ad esempio, se un paziente lamenta mal di testa da un medico, le probabilità iniziali di una diagnosi di cancro al cervello potrebbero essere basse. Mentre il medico esamina il paziente, le probabilità di una diagnosi di cancro possono aumentare o diminuire. QBism applica ragionamenti simili agli esperimenti di fisica: ogni volta che i fisici eseguono un esperimento, aggiornano le proprie conoscenze soggettive. Quindi non esiste una realtà di base che diversi osservatori possono sperimentare indipendentemente da essa. Nel QBismo, lo sperimentatore non può essere separato dall'esperimento: entrambi sono immersi nello stesso momento vivente e imprevedibile.

5. La teoria delle onde pilota

Ve ne propongo un'altra. Nel 1927, il fisico francese Louis de Broglie, che per primo propose che le particelle potessero comportarsi come onde, sviluppò un'interpretazione della meccanica quantistica chiamata “**teoria delle onde pilota**”, dove onde e particelle sono entrambe ugualmente reali. Ogni particella cavalca la propria onda. La teoria dell'onda pilota potrebbe spiegare l'esperimento a due fenditure: una particella passa sempre attraverso una fenditura o l'altra; allo stesso tempo la sua onda pilota viaggia attraverso entrambe le fessure.

Il fisico Antony Valentini fisico teorico e professore alla Clemson University ha dedicato la sua carriera a far evolvere, quasi da solo, l'idea dell'onda pilota; e oggi i suoi anni di lavoro hanno effettivamente (forse) qualche possibilità di avere successo. Delle molte interpretazioni della teoria quantistica, la teoria delle onde pilota è molto interessante in quanto pare che Valentini abbia trovato il modo di “testarla” sperimentalmente. Secondo la sua teoria alcuni effetti previsti nella teoria delle onde pilota potrebbero aver lasciato un'impronta sul fondo delle microonde cosmiche; la radiazione primordiale rimasta dal Big Bang che pervade ancora tutto lo spazio.

La temperatura di tale radiazione è quasi perfettamente uniforme di 2.725 gradi Celsius sopra lo zero assoluto. Osservazioni dettagliate, tuttavia, hanno trovato lievi variazioni nella radiazione. La teoria quantistica standard può spiegare quasi tutte queste variazioni, ma nel 2015 i nuovi dati rilasciati dal veicolo spaziale Planck dell'Agenzia spaziale europea hanno rivelato prove di piccole anomalie nelle radiazioni di fondo. E questo è proprio il tipo di anomalia che Valentini sta cercando. La teoria quantistica convenzionale prevede infatti che le fluttuazioni quantistiche casuali nell'universo primordiale abbiano lasciato impronte celesti “*lisce*”; la teoria delle onde pilota prevede invece fluttuazioni che sono meno casuali, lasciando “*rughe*” nella radiazione cosmica di fondo.

Secondo Valentini altri due anni di dati e analisi dovrebbero portare importanti soluzioni alla questione. Tuttavia, si rende conto che le probabilità che il lavoro della sua vita venga confermato sono scarse. "Chi sa cosa accadrà?" Dice. "Potrebbero volerci 20 anni di ulteriore lavoro. Non lo sappiamo. Se siamo onesti come scienziati, se un membro del pubblico che ci ascolta ci chiede qual è il significato della nostra teoria, penso che tutti dobbiamo dire che non lo sappiamo."

Chiaro, no? Ovviamente no!