

Paradosso del gatto di Schrödinger

La struttura dell'apparato sperimentale. Si vede come il gatto sia [contemporaneamente sia vivo che morto](#).

Il **paradosso del gatto di Schrödinger** è un [esperimento mentale](#) ideato da [Erwin Schrödinger](#) allo scopo di dimostrare come quella che era l'interpretazione classica della meccanica quantistica (l'[Interpretazione di Copenaghen](#)) risulta essere incompleta quando deve descrivere sistemi fisici in cui il livello subatomico interagisce con il livello macroscopico.

« Si possono anche costruire casi del tutto burleschi. Si rinchioda un gatto in una scatola d'acciaio insieme con la seguente macchina infernale (che occorre proteggere dalla possibilità d'essere afferrata direttamente dal gatto): in un [contatore Geiger](#) si trova una minuscola porzione di sostanza radioattiva, così poca che nel corso di un'ora forse uno dei suoi atomi si disintegra, ma anche in modo parimenti verosimile nessuno; se ciò succede, allora il contatore lo segnala e aziona un *relais* di un martelletto che rompe una fiala con del cianuro. Dopo avere lasciato indisturbato questo intero sistema per un'ora, si direbbe che il gatto è ancora vivo se nel frattempo nessun atomo si fosse disintegrato. La prima disintegrazione atomica lo avrebbe avvelenato. La funzione Ψ dell'intero sistema porta ad affermare che in essa il gatto vivo e il gatto morto non sono stati puri, ma miscelati con uguale peso. ^[1] »

Dopo un certo periodo di [tempo](#), quindi, il gatto ha la stessa [probabilità](#) di essere morto quanto l'atomo di essere decaduto. Visto che fino al momento dell'osservazione l'atomo esiste nei due [stati sovrapposti](#), il gatto resta sia vivo sia morto fino a quando non si apre la scatola, ossia non si compie un'[osservazione](#).

In pratica, una particella elementare possiede la capacità di collocarsi in diverse posizioni contemporaneamente, e anche di esser dotata di quantità d'energia diverse al medesimo istante. Per quanto "assurde" al nostro modo di pensare, queste strane proprietà della materia e dell'energia corrispondono alla realtà del mondo dei quanti. Le particelle subatomiche sono "delocalizzate" nello spazio e nel moto, per cui - fra un esperimento e l'altro - si comportano come se stessero in più luoghi contemporaneamente. Ma, paradosso nel paradosso, ogni qualvolta una particella delocalizzata venga osservata con un esperimento che - per propria natura - modifica indispensabilmente il livello energetico, la quantità di moto e pure la posizione della particella in esame, essa verrà certamente trovata nella posizione cercata e dotata di quel determinato livello energetico.

Ritornando al caso del gatto, fino a quando l'atomo non si disintegra (e questo evento dipende unicamente dalla natura dell'atomo radioattivo scelto, quindi è un evento unicamente probabilistico), emettendo la particella che aziona il marchingegno letale, il gatto è sicuramente vivo. Viceversa, al decadimento dell'atomo, il gatto va certamente incontro alla morte. Pertanto, se non si apre il contenitore in cui alloggiavano il gatto e il marchingegno letale, non si potrà determinare quale destino abbia avuto il gatto: di conseguenza, il gatto può - al contempo - esser considerato sia vivo sia morto. Solo aprendo il contenitore (quindi, compiendo l'esperimento) si reperirà un gatto vivo o morto. Il paradosso, solo apparente, sta proprio qui: finché non si compie l'osservazione, il gatto può esser descritto indifferentemente come vivo o come morto, in quanto è soltanto l'osservazione diretta che, alterando i parametri basali del sistema, attribuirà al gatto (al sistema medesimo) uno stato determinato e "coerente" con la nostra consueta realtà.

È sempre stato così, solamente non ce ne siamo accorti fino al secolo scorso: nel mondo microscopico, ogni singola particella si comporta individualmente come delocalizzata. Viceversa, nel nostro universo macroscopico, un aggregato di singole particelle non si comporta - ovviamente -

individualmente, come la singola particella. Il collettivo delle particelle singole, una volta aggregate in un insieme macroscopico, azzerava le singole posizioni individuali, abolendo l'anomalia propria di ciascuna particella singola. Ovvero, un corpo macroscopico ha come risultante nulla le singole proprietà delle particelle componenti, il che conferisce al tutto le "consuete proprietà". L'interazione reciproca delle singole particelle in una realtà macroscopica che sgretola le singole anomalie prende il nome di "[Desincronizzazione delle funzioni d'onda](#)" o di "[Decoerenza](#)". E questa proprietà è positiva, altrimenti nessuno potrebbe vedere, afferrare, pensare, e così via. Viceversa, si può altrimenti affermare che una particella microscopica, di dimensioni compatibili con quelle di una [lunghezza d'onda](#), può comportarsi come una particella materiale o come un'onda energetica al contempo. Ma è estremamente improbabile che un corpo macroscopico, in un qualche momento, si trovi ad avere dimensioni compatibili con quelle d'una lunghezza d'onda, comportandosi, pertanto, come un'onda vera e propria

Il Paradosso del gatto nella realtà

L'esperimento del gatto, così come proposto da Schrödinger, non è mai stato messo in pratica. Tuttavia, un esperimento analogo, egualmente basato sull'interazione tra un'onda e un corpo macroscopico, è stato messo in atto immettendo un fotone in un cavo a fibra ottica. Il fotone, essendo un'onda, gode di due stati quantici contemporaneamente, esattamente come la sostanza radioattiva citata da Schrödinger. Inserendo un secondo cavo a metà del primo, perché intercetti il fotone mentre passa attraverso il primo e registri l'informazione riguardo allo stato di tale fotone, avviene ciò che in quantistica si chiama "compiere un'osservazione", e, come nel paradosso di Schrödinger, da quel momento la luce si trova in uno solo dei due stati.

L'esperimento ha permesso tra l'altro di dimostrare che l'osservazione non deve necessariamente essere compiuta da un essere umano: in questo caso, l'osservazione è stata compiuta dal secondo cavo quando ha intercettato il fotone passante nel primo. Già in quel momento la realtà macroscopica ha interagito con quella quantica, obbligando quest'ultima a incanalarsi in uno dei due stati. Quando, in un secondo momento, arriverà anche l'osservazione da parte dell'uomo, il fotone era già passato a uno solo dei due stati. Se l'uomo, per ipotesi, già sapesse che l'intercettazione è avvenuta, ma non avesse ancora letto il risultato sul monitor del suo computer, dovrebbe comunque già concludere che in quel momento il fotone si trova ormai in uno dei due stati, anche se non sa ancora in quale dei due.

Così, anche per l'esempio del gatto, diversamente da come era stato ipotizzato da Schrödinger, già l'interazione della sostanza radioattiva con il contatore Geiger obbligherebbe tale materia ad assumere uno solo dei due stati: il gatto, in quanto parte del mondo macroscopico, sarebbe quindi sempre o solo vivo o solo morto, anche se ovviamente l'osservazione umana è necessaria perché l'uomo sappia quale di questi due casi si sia effettivamente verificato.

Interpretazione del paradosso

Il paradosso del gatto fu inventato da Schroedinger per evidenziare che l'[interpretazione di Copenhagen](#), proposta dal fisico danese [Niels Bohr](#), aveva conseguenze insostenibili. La maggioranza dei fisici, però, continuò a seguire l'orientamento concettuale di Bohr. Si può persino vedere l'esempio del gatto come un'ottima illustrazione degli aspetti peculiari della meccanica quantistica, e usare anche in altri ambiti la visione filosofica sottostante all'interpretazione di Copenhagen. ^[2]