



## Verso una nuova meccanica quantistica

“**Z**itto e calcola!» Il fisico statunitense David Mermin ha sintetizzato provocatoriamente così l'interpretazione tradizionale della meccanica quantistica – sviluppata dalla cosiddetta «scuola di Copenaghen» nella prima metà del Novecento – secondo cui la teoria dei quanti deve limitarsi a fornire previsioni verificabili, mentre non ha senso chiedersi il «perché» funzioni in un certo modo.

Non tutti però accettano questo approccio: tra loro c'è anche Angelo Bassi, professore di fisica teorica all'Università di Trieste, la cui ricerca si muove proprio nell'ambito delle interpretazioni alternative della meccanica quantistica. Un ambito che sta rapidamente guadagnando attenzione, tanto che uno studio da lui guidato, pubblicato su «Nature Physics», è stato inserito dalla rivista «Science» al secondo posto tra le notizie scientifiche più rilevanti del 2020.

Partiamo proprio da quest'ultimo lavoro. Quali sono le premesse da cui parte?

La meccanica quantistica è una teoria che funziona benissimo, nel senso che riesce a spiegare efficacemente il comportamento di quark, atomi, molecole e sistemi anche più complessi. Tuttavia, rimane ancora aperto un problema di fondo: la teoria implica che i sistemi fisici, descritti da una «funzione d'onda», abbiano natura ondulatoria e debbano soddisfare il cosiddetto «principio di sovrapposizione», tipico delle onde. Questo aspetto porta in dotte conseguenze difficilmente accettabili: per esempio che un atomo sia nella sovrapposizione di trovarsi in due posti diversi oppure, per citare il famosissimo esempio del «gatto di Schrödinger», che un ipotetico gatto chiuso in una scatola sia in una combinazione degli stati «vivo» e «morto». Solo tramite una misurazione, cioè aprendo la scatola per restare a questo esempio, si può risolvere l'*impasse* e stabilire con certezza lo stato in cui si trova il sistema. Sapere questo è sufficiente ai fini pratici, ma non lo è di certo dal punto di vista concettuale.

In che senso?

Secondo i padri fondatori della scuola di Copenaghen è lecito solo porsi la domanda: «In che stato si troverà il gatto dopo l'apertura della scatola?» mentre non ha senso chiedersi cosa succede prima. Io credo che questa interpretazione sia incompleta, e sia invece necessario chiedersi quale sia il vero significato della sovrapposizione quantistica, che equivale a capire la vera natura della realtà.

La soluzione che noi sosteniamo sono i cosiddetti modelli di



collasso spontaneo della funzione d'onda, che individuano una causa precisa in grado di spiegare che cosa accade a un sistema prima della misurazione. Fino a pochi anni fa non era pensabile testare questi modelli sperimentalmente, ma ora abbiamo finalmente la tecnologia per farlo.

Ed è proprio ciò che avete fatto nel lavoro citato da «Science», giusto?

Esatto. In questo caso abbiamo testato un modello proposto dal neo premio Nobel Roger Penrose, che individua nella forza di gravità la causa del collasso della funzione d'onda: secondo il modello, la gravità «non tollera» le sovrapposizioni quantistiche, facendo collassare il sistema. Questo effetto è tanto più piccolo quanto più piccolo è il sistema stesso, ed è questo il motivo per cui, secondo questi modelli, il principio di sovrapposizione è molto più

Cortesia Angelo Bassi (Bassi), Alastair Philip Wipac (Wipac) (Laboratori del Gran Sasso)

### CHI È ANGELO BASSI

È professore associato all'Università di Trieste, dove si è laureato nel 1998 e ha conseguito il dottorato nel 2001 sotto la guida di Giancarlo Ghirardi. La sua attività di ricerca si muove nel settore dei fondamenti della meccanica

quantistica, con particolare attenzione ai cosiddetti modelli di collasso spontaneo (di cui lo stesso Ghirardi è stato uno dei pionieri), alternativi all'interpretazione «ortodossa» della meccanica quantistica della scuola di Copenaghen.

Attualmente è *principal investigator* del progetto europeo da oltre 4 milioni di euro TEQ (Testing the large scale limits of quantum mechanics), che punta a indagare sperimentalmente le previsioni teoriche di alcuni di questi modelli.

Una sala dei Laboratori del Gran Sasso, dove un esperimento ha mostrato che la gravità non causerebbe il collasso della funzione d'onda.

meccanica quantistica. Uno di questi sostiene l'esistenza di molti universi, uno per ogni esito possibile del processo di misurazione, nell'esempio del gatto di Schrödinger, dopo la misurazione ci sarebbe quindi un universo in cui il gatto è vivo e un altro in cui è morto. Come si pone di fronte a questa e ad altre proposte alternative?

Il modello dei molti mondi non mi convince, innanzitutto perché tecnicamente non è ancora completo, ma soprattutto da un punto di vista «filosofico»: la maggior parte di questi ipotetici universi, infatti, avrebbe caratteristiche fisiche del tutto improbabili, che non hanno nulla a che vedere con l'universo come lo intendiamo noi. Al tempo stesso ci sono anche altre proposte secondo me più chiare, come quella basata sulla cosiddetta meccanica bohmiana, dal fisico David Bohm che la propose, che però non sono ancora indagabili sperimentalmente. Quest'ultimo aspetto resta essenziale, ed è per questo che lavoro sui modelli di collasso per cercare di andare oltre la meccanica quantistica.

Ora una domanda più personale: il settore dei fondamenti della meccanica quantistica è stato a lungo considerato molto di nicchia, proprio perché slegato da applicazioni sperimentali e puramente «concettuale». Come mai ha scelto di dedicarsi proprio a questo campo di ricerca?

La risposta è semplice: mi ha guidato la passione, elemento per me indispensabile se si vuole fare ricerca, come ripeto spesso ai miei studenti. Oltre a questo, ha giocato un ruolo decisivo studiare a Trieste e incontrare Giancarlo Ghirardi, uno dei padri dei modelli di collasso di cui abbiamo parlato. All'epoca in cui iniziava era effettivamente difficile farsi strada in un settore così particolare, ma devo dire che oggi le cose sono molto diverse, grazie alla possibilità di testare queste teorie e anche all'attenzione rivolta a questi problemi da fisici molto influenti come lo stesso Penrose e Steven Weinberg.

Lei ora è a capo di un altro importante esperimento, TEQ, che ha obiettivi simili a quello realizzato al Gran Sasso. In generale è ottimista sul fatto di trovare presto riscontri alle vostre ipotesi?

Non so quanto tempo ci vorrà, ma sono assolutamente certo che gli esperimenti permetteranno di capire come stanno realmente le cose. E a quel punto anche la meccanica quantistica, come già accaduto a molte altre teorie scientifiche in passato, sarà superata da una teoria più completa.

«forte» per sistemi microscopici. Grazie al prezioso lavoro sperimentale coordinato dalla dottoressa Catalina Curceanu, dell'Istituto nazionale di fisica nucleare, è stato possibile realizzare un esperimento ai Laboratori nazionali del Gran Sasso in grado di misurare in modo indiretto eventuali segnali elettromagnetici prodotti dal collasso del sistema.

Con quali risultati?

L'esito è stato negativo, nel senso che non abbiamo osservato nulla: questo significa che, almeno nella sua formulazione più semplice, il modello di Penrose non funziona. Ma anche solo sapere questo è già un risultato importante.

Ci sono anche altri modelli alternativi all'interpretazione ortodossa della