

## FO2385 MECCANICA QUANTISTICA

Lezione del 22/11/03

Relatore Prof. Auletta

Per quanto riguarda la questione sulla macro-fisica questione fondamentale dunque dal mio punto di vista la relazione fra macro fisica e micro fisica sta in questi termini: non è che ci sia come pensava Bohr una frattura netta, nel senso che gli effetti quantistici restano anche a livello macroscopico. Quando noi misuriamo, scarichiamo una parte di informazione nell'ambiente. La parte di informazione che noi scarichiamo nell'ambiente la possiamo chiamare informazione inutile. Infatti, penso che possiamo distinguere l'informazione quantistica globale in informazione utile ed informazione inutile, perché quella utile può essere capitalizzata da noi dal punto di vista della conoscenza immediata e cioè quando noi sappiamo che il sistema è in un determinato stato questa per noi è un'informazione utile dal nostro punto di vista; quando noi invece diciamo che il sistema è in sovrapposizione è un'informazione inutile perché non ci dice che cosa farà quel sistema. Diciamo così; se io so che il sistema si trova in una qualunque sovrapposizione di due stati elementari, io so che il sistema potrebbe stare da qualsiasi parte quindi io ho un'informazione che non posso utilizzare in nessuna maniera anche se da un altro punto di vista potrebbe essere capitalizzata. Ma questo è l'ambito della quantum computation, su cui adesso non posso entrare. Quindi diciamo che non è un'informazione immediatamente capitalizzabile, dunque questa informazione inutile la scarico nell'ambiente e mi tengo soltanto l'informazione utile. Però ciò che accade è che l'informazione che io scarico nell'ambiente, cioè l'informazione inutile, non la posso mai scaricare al 100%. Ecco il punto fondamentale: quando io misuro un sistema quantistico io ottengo sì una determinazione cioè io so che il sistema ad esempio è in uno dei due stati elementari (cioè con la freccia in alto nello stato up). Possiamo dirlo, ma io questa informazione non la posso mai al 100%, come dire, separare dall'informazione inutile. Detto in altri termini ci sarà sempre un resto di informazione inutile che per così dire mi resta nel sistema. E' un po' come se io avessi una risoluzione mai perfetta quando guardo la televisione. Voi capite tutti quando parlo di risoluzione, significa che non ho un'immagine al 100% chiara, è come se mi restasse sempre un resto di indeterminazione, questo per tutta una serie di motivi che adesso sarebbe troppo lunga da spiegare. Diciamo che gli stati quantistici possono essere rappresentati sotto forma di matrice, e le matrici sono delle entità matematiche, dove gli elementi diagonali della matrice rappresenterebbero i vari risultati che posso ottenere (l'informazione utile) mentre gli elementi non diagonali sono quelli che mi creano la sovrapposizione, sono quindi gli elementi che dovrei scaricare nell'ambiente. Durante il processo di misurazione questi elementi tendono rapidamente a zero ma non diventano mai veramente zero: si approssimano soltanto a zero e quindi resta sempre un piccolo margine di indeterminazione. Allora questo che cosa produce? Ne consegue il fatto che io produco determinazione nei sistemi quantistici ma mai determinazione completa cioè c'è sempre un po' di indeterminazione. Infatti il processo attraverso il quale la fisica diventa classica, cioè diventa determinata, è un processo come dicevo prima continuo cioè più sistemi ho (più gli atomi sono grandi e questi sono organizzati in molecole e così via fino ad oggetti sempre più grandi e complessi), più si va nel senso dell'universo classico, macroscopico. Ma questo è un processo graduale, non è che io ho una brusca interruzione, il che vuol dire che io più ho sistemi complicati più gli effetti quantistici si perdono per strada ma non si perdono mai completamente del tutto. Solo che nel nostro livello macroscopico sono talmente insensibili (anche per il fatto che il quanto d'azione è molto piccolo rispetto agli effetti fisici macroscopici) che normalmente risultano difficili da percepire ed infatti risultano irrilevanti dal punto di vista della vita macroscopica. Cioè a noi non interessa, se vogliamo mangiare una mela, che essa è, per così dire, per lo



Normalmente si dice che l'informazione e l'entropia sono la stessa cosa ma in realtà non lo sono. Se consideriamo l'entropia massima che può avere un sistema cioè quando tutti gli stati sono equiprobabili (e quindi abbiamo la minore conoscenza possibile di quale stato tra questi possibili possa capitare se facciamo una misurazione), e corrisponde al logaritmo naturale di però l'entropia in cui si trova un sistema è sempre più bassa di quella massima perché la distribuzione che abbiamo dovrebbe essere diversa, dunque abbiamo un'entropia che chiameremo  $h_1$  che è l'entropia di quel sistema considerato isolatamente quindi  $h_1 = -\sum_j p_j \log p_j$  dove  $j$  sono gli elementi di un certo sistema. Lo spazio che intercorre fra  $h_{\max}$  e  $h_1$  lo chiameremo  $d_1$  che corrisponde alla differenza fra  $h_{\max}$  e  $h_1$ . consideriamo un'altra entropia che chiamiamo  $h_2$  che è semplicemente l'entropia che mi dà la *mutual information*, cioè l'informazione condivisa da questo sistema che stiamo considerando e da altri sistemi con cui può avere delle interdipendenze (si tratta dell'*entanglement*, un concetto su cui tornerò tra un attimo);  $h_2$  dunque è l'entropia del sistema in relazione ad altri sistemi, e lo spazio fra  $h_1$  e  $h_2$  lo chiamo  $d_2$ .  $h_2$  in realtà si può chiamare  $h_m$  perché è l'entropia di Markov: la legge di Markov dice che in una serie di sistemi fisici lo stato successivo dipende esclusivamente dal precedente. L'intervallo datoci da  $h_{\max}$  fino  $h_2$  (ossia la somma di  $d_1$  e  $d_2$ ) è l'informazione strutturale, quindi l'informazione strutturale è una differenza tra l'entropia massima in cui il sistema può essere e l'entropia di Markov. Paradossalmente i sistemi quantistici hanno entropia zero, massimo ordine, ma allo stesso tempo hanno un'informazione potenziale infinita: per quello dicevo che l'entropia non è uguale all'informazione. Infatti se ho entropia zero e l'entropia fosse uguale all'informazione dovrei anche avere informazione zero, invece sono sistemi massimamente ordinati in maniera tale che qualsiasi possibilità è contenuta in essi potenzialmente.

Quando parlo di indeterminazione in mq posso intenderla in due sensi, nel senso che ho un'informazione inaccessibile, oppure quando vado a misurare un osservabile perdo per strada una parte dell'informazione che l'osservabile portava con sé. Quindi per rispondere alla questione sulla causa effetto, io in meccanica quantistica ho una relazione deterministica quindi causale, ma questa riguarda solo l'evoluzione delle probabilità, cioè lo stato essendo indeterminato per modo di dire sia a monte (come stato iniziale) che a valle (nella successiva evoluzione), io non posso mai sapere a priori quale causa porterà a tali effetti e molto spesso avendo l'effetto non so neppure quale causa l'ha prodotto. Per quanto riguarda il problema dell'indeterminazione, se è epistemologica o ontologica, essa è entrambe le cose. E' questo il problema, perché io posso dire che il sistema è sì in un determinato stato ma c'è sempre il problema legato all'inaccessibilità della mia conoscenza (cioè l'impossibilità di ottenere un'informazione completa dello stato di un singolo sistema), e questi due problemi in mq non li posso separare. Io perciò risponderei alla questione dicendo che la mq ci spinge a trovare un terreno nuovo dove la relazione soggetto-oggetto tradizionalmente intesa non ha più senso, in un terreno nuovo dove bisogna ripensare la relazione tra soggettivo e oggettivo classicamente intesa.

Vorrei parlare dell'ultima questione rimasta in sospeso che è quella dell'*entanglement* che significa intreccio, connessione, inseparabilità. Questo fenomeno l'abbiamo incontrato in realtà più volte nelle nostre lezioni sotto il nome di fenomeno della non-località. Se io ho un sistema 1 e un sistema 2 che sono partiti dalla stessa sorgente, in tale caso si può dare il caso che questi due sistemi presentano delle interdipendenze cioè appunto un *entanglement*, che non sarebbero presenti se i due fossero sistemi classici. Per esempio sono sistemi che stanno lontanissimi nello spazio e tuttavia non smettono di essere interdipendenti. Innanzitutto fatemi scrivere un esempio di uno stato di questo tipo, uno stato globale del sistema, uno dei pochi in cui si può scrivere

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(|U\rangle_1|D\rangle_2 - |D\rangle_1|U\rangle_2)$$

dove  $1/\sqrt{2}$  determina le probabilità di ottenere un risultato o l'altro, gli indici 1 e 2 indicano il sistema 1 e 2, e si suppone che sia il sistema 1, sia il sistema 2 possa stare o in spin up(U), ove lo spin è la sensibilità del sistema ad un campo magnetico, oppure in down(D). Questo stato si chiama singoletto, e mi dice una cosa che apparentemente ha qualcosa di prodigioso perché mi dice che se vado a misurare il sistema 1 e sta in U io so per certo che il sistema 2 sta in D, anche se il sistema 2 sta in un'altra galassia, sta istantaneamente in D; se invece il sistema 1 sta in D il sistema 2 sta in U anche se sta 15 miliardi di anni luce lontano dall'altra parte dell'universo. Ora non pensate che questo sia solo teoria: esistono migliaia di esperimenti che hanno dimostrato che le cose stanno veramente così cioè questo è un dato di fatto, poi possiamo interpretarlo come vogliamo ma l'interpretazione è un altro fatto. Questo è uno dei pochi dato di fatto che ci sono. allora che cosa comporta questo dato di fatto? che cosa significa? Innanzitutto porta una conseguenza unica, una cosa che non esiste in fisica classica che cioè sistemi che sono (come si dice in fisica relativistica) spazialmente separati, sono in realtà inseparabili, cioè non possono essere concepiti come sistemi indipendenti l'uno dall'altro. Dunque è una forma di non-località perché se istantaneamente una volta eseguita la misurazione su uno come si comporterà l'altro. Ma cosa significa questa forma di non-località: che si sono scambiati dei segnali più velocemente della luce? No, questo non lo posso dire: tra il sistema 1 ed il sistema 2 non è avvenuto alcuno scambio di segnali, cioè se qualcuno si chiede che cosa è successo tra il sistema 1 ed il sistema 2, la risposta che posso dare è che non è passato niente tra 1 e 2, non c'è stato alcuno scambio di segnale, nulla. Per questo motivo qui non c'è stata alcuna violazione della relatività di Einstein, perché se io avessi avuto uno scambio di segnali avrei violato la relatività, in quanto avrei dei segnali che viaggiano più veloci della luce. Quindi in questo senso la mq è completamente compatibile con la relatività, questo *entanglement* mi dice soltanto (e non è cosa da poco) che i due sistemi reagiscono come se fossero anime gemelle, mi dice che i due sistemi hanno una relazione fra di loro che li rende un tutto, cioè io non posso parlare di 1 e di 2 come due sistemi separati: in realtà è un tutto e deve essere un tutto inseparabile, e per questo viene violato il principio di separabilità della fisica classica. In realtà non posso parlare del sistema 1 e del sistema 2, io posso parlare soltanto del sistema 1+2, cioè non posso parlare dell'uno senza parlare dell'altro. Questo fatto ha qualcosa di straordinario perché significa che in mq esistono delle relazioni, che sono un fatto fondamentale, e che non hanno una realtà fisica tradizionale. Bisogna stare molto attenti; esistono delle relazioni tra oggetti fisici e relazioni non tra oggetti fisici e la relazione non ha necessariamente una realtà fisica; alla domanda se questa relazione è fisica o non fisica io rispondo per alcuni versi sì e per alcuni versi no, cioè dipende da che cosa noi intendiamo per fisico. Se intendiamo fisico in senso classico non è una cosa fisica, se intendiamo fisico nel senso della mq allora la possiamo pure chiamare così. Perché se io ragionassi classicamente, dovrei dire che esiste per forza un legame tra i due sistemi, un'energia potenziale un campo gravitazionale, un campo elettromagnetico una corda che li lega, un urto, insomma io dovrei per forza trovare un meccanismo fisico in grado di spiegare questo legame. Ma dal momento che io dico che non è avvenuto nessuno scambio di segnali, io sto dicendo che non esiste alcun meccanismo fisico. Quindi dal punto di vista classico è una relazione che non ha significato fisico, ma da un altro punto di vista c'è l'ha eccome, perché tale relazione mi determina gli esiti possibili della misura, solo che non ha significato fisico in senso tradizionale, è un'innovazione, e le relazioni sono oggetti molto difficili da osservare. Notate che non posso usare tutto questo apparato per condizionare gli esiti che avrò dall'altra parte; supponete che io sia a un capo del telefono misurando il sistema 1 ed un altro sia dall'altro capo del telefono dove si trova il sistema 2, io potrei usare questo apparato per trasmettere informazioni, potrei dire che up=1 e down=0 come nel linguaggio informatico, dicendo al mio interlocutore che quando c'è 1=up e quando c'è 0=down. Questo non lo posso fare per due motivi: primo perché non posso trasmettere segnali e poi per una ragione più profonda: in mq non posso predeterminare l'esito di una misurazione, quindi avrò sempre (ad esempio) il 50% di probabilità che mi venga up o che mi venga down: dunque come faccio a mandare un segnale al mio interlocutore? E' come lanciare una

moneta.

Quindi l'*entanglement* è una forma di relazione ignota alla fisica classica, che fa sì che noi viviamo in un universo leibniziano per alcuni versi o anassagoreo, dove noi senza rendercene conto siamo interdipendenti con infiniti eventi che accadono intorno a noi, perché almeno dal punto di vista materiale tutte le particelle del nostro universo del nostro ambiente sono interdipendenti con infinite altre. Per questo ho parlato di un universo globale. Però vorrei farvi capire una cosa, filosoficamente parlando: in mq noi abbiamo da una parte le relazioni, e se noi vivessimo in un universo fatto solo di relazioni sarebbe un universo parmenideo dove c'è solo il tutto. Addirittura la mq mi dice che se il sistema globale ha uno stato anche i sottosistemi hanno lo stesso stato; quindi se l'universo fosse tutto entangolato il suo stato si rifletterebbe come in uno specchio, l'universo sarebbe una riflessione di se stesso all'infinito. Io penso semplicemente che l'esperienza ci dice che non viviamo in un universo del genere. L'altra cosa che ci suggerisce la mq che è agli opposti, ossia che noi viviamo in un universo dove l'evento, l'evento di misurazione, è imprevedibile quindi che esistono eventi particolari, e che tuttavia questi non sono riducibili a tali relazioni. Supponete che noi vivessimo in un universo fatto solo di eventi: noi vivremmo in un universo come quello di cui parlava una setta islamica dell'XI secolo, la qalam, che diceva che l'universo è un insieme di punti spazio-temporali senza alcun legame fra di loro perché Dio deve essere libero di aggirarsi in tutti questi punti ed a suo arbitrio legare i vari momenti. Per fortuna non viviamo né nell'uno né nell'altro universo; l'universo in cui viviamo è una sapiente mediazione tra questi due estremi è un universo che ha in se la componente relazionale e quella dell'evento, ci piaccia o no, l'universo è una mediazione tra questi due estremi del pensiero.

Non a caso ho parlato di Leibniz, perché è l'unico filosofo che abbia pensato a delle relazioni di interdipendenza che non hanno né una valenza di effetto fisico né di effetto causale: la famosa armonia prestabilita. Mentre in Leibniz è prestabilita, qui non si può dire, ma in entrambe i casi abbiamo una forma di covarianza tra due o più enti che non è determinata né da un nesso causale né da un nesso fisico. Apparentemente sembra che abbiamo un potere enorme: infatti possiamo determinare quello che accadrà tra due milioni di anni luce. Innanzitutto stiamo trattando un caso ideale, ma la relazione non è così lineare. Certamente si produce un effetto ma che effetto si produce nessuno lo può sapere. Non stai producendo informazione, tu stai solo limitando l'informazione iniziale che avevi quindi stai solamente spingendo a un'opzione fra le altre ma non è che hai creato qualcosa.

Quindi noi abbiamo due estremi, e il nostro universo si trova nel mezzo di queste due posizioni senza dare maggiore peso all'una o all'altra, proprio perché quello che ci suggerisce la mq è che noi abbiamo una fisica dove esistono due caratteristiche fondamentali: una è l'entanglement, o sovrapposizione (perché l'entanglement non è che la sovrapposizione applicata a vari sistemi, cioè quando ci sono più sistemi), quindi da una parte abbiamo uno stato che è sì deterministico ma solo per quanto riguarda le probabilità, perché non c'è nulla di certo dell'esito finale; dall'altra parte noi abbiamo delle misurazioni che producono degli eventi che hanno sì una certa probabilità ma che non sono deducibili in nessun modo a partire dalle condizioni che li precedono, cioè non sono prevedibili, quindi abbiamo questa doppia caratteristica non possiamo isolare i due elementi uno dall'altro ma dobbiamo pensarli insieme.

Il legame stretto tra queste due cose è la dinamica, cioè è la dinamica in un sistema quantistico (che poi se vogliamo è l'interazione di questo sistema 1 con gli altri sistemi) che mi determina fino a che punto c'è *entanglement* e fino a che punto e quanto cedo di informazione. Ho due estremi: in un caso ideale *entanglement* totale, in un caso ideale dall'altra parte imprevedibilità totale dell'evento. Ma quello che io so è che in realtà c'è una specie di mediazione tra questi due estremi opposti. Questo sistema interagendo con altri sistemi si determinerà più o meno in base alle interazioni che ha. Noi viviamo in un mondo altamente dinamico, mentre la fisica classica ci restituiva un'immagine del mondo in senso cinematico perché la dinamica che c'è nella fisica classica non è altro che lo spostamento dello stesso sistema in spazi diversi, mentre in fisica quantistica io ho un mutamento delle proprietà del sistema che

è una cosa molto diversa, cioè quel sistema interagendo acquisisce o perde delle proprietà, quindi muta nel senso vero della parola, ed è questo che permette l'emergenza della novità. Noi non potremmo vivere in un universo in cui c'è sempre qualcosa di nuovo se non ci fossero queste caratteristiche. Se noi vivessimo in un universo dove tutto è regolato secondo la fisica classica, tutto sarebbe già precontenuto nelle condizioni iniziali, anche nella misura in cui lo è, ma è contenuto soltanto a livello della possibilità.

Diceva S. Tommaso nel caso degli enti contingenti, che io ho diverse possibilità, e quale di queste si svilupperà, a parte Dio, nessuno lo sa. Quindi sono vere entrambe le affermazioni: che le relazioni determinano tutto, ma anche gli eventi determinano tutto. Quello che si deve assumere è un ragionevole punto di vista intermedio e cioè che il sistema, essendo immerso in un bagno di altri sistemi dove sono tutti interagenti fra di loro, sono le condizioni di interazioni tra tutti loro che determinano di volta in volta cosa succederà, e di nuovo penso a Leibniz, all'universo come gioco di punti di vista: le monadi sono punti di vista e il mondo non è che questo continuo gioco di punti di vista, di prospettive, di relazioni prospettive. Non è una cosa così male, e del resto non vedo che altro uno si possa aspettare dalla contingenza da esseri contingenti.

Possiamo concepire tutto questo universo come una massa di energia secondo l'equazione di Einstein? Certo secondo la fisica tutta la materia tutta la massa che troviamo è energia, su questo non c'è dubbio, cioè la massa può essere tradotta in qualche modo in energia su questo non c'è dubbio però questa è una risposta che a me soddisfa fino a un certo punto perché io non penso che l'energia sia una spiegazione sufficiente: nel nostro universo esistono anche cose rispetto all'energia, elementi che non sono riconducibili all'energia, quindi è chiaro che questa non può essere l'unica realtà dell'universo. Per esempio gli scritti aristotelici, ma anche quelli tomistici parlano di forma, e allora come si interpreta la forma in base all'energia? La forma può essere concepita come una struttura dell'informazione. Cos'è un cristallo, cos'è la struttura di un cristallo? E', almeno in prima istanza, la quantità di informazione che io ci metto per descriverlo, questa è la struttura, quindi bisogna scavare più in profondità da questo punto di vista.

E' ovvio, e l'ho già detto prima, che una cosa è l'informazione quantistica, e un'altra è l'informazione della materia. Ma con tutte le differenze che si possono trovare, esiste almeno un filo conduttore in tutto questo, che è la forma. Voi mi direte che gli aristotelici ammettevano la materia prima, ma la materia prima aristotelica è un concetto limite, per Aristotele non esiste la materia prima senza la forma, cioè tu non puoi parlare di materia senza forma. La materia esiste almeno in quattro forme elementari che sono i quattro elementi quindi tu non puoi mai parlare di materia prima svincolata da una forma determinata.

Se vogliamo parlare di potenza pura allora sarebbe molto più interessante a questo punto concepire la materia prima come l'informazione potenziale quantistica perché abbiamo detto che è un'informazione potenzialmente infinita. E' il fatto che tu hai in un sistema quantistico un enorme spettro di potenzialità, di possibilità. In fondo anche per Aristotele io posso determinare ciò che è potenziale solamente in due modi; posso rendere attuale ciò che è potenziale: o in funzione di un programma della cosa che sto considerando, nel senso che io sviluppo la mia potenzialità crescendo, maturando, oppure in secondo luogo grazie all'interazione con qualcosa di altro, per esempio come il marmo che si trasforma grazie all'intervento dell'artista. Se noi passiamo adesso alla meccanica quantistica, abbiamo ancora una volta queste due possibilità perché se io considero quello che il sistema può realizzare delle sue potenzialità intrinseche tu stai realizzando ciò che il sistema già contiene in sé. Certo non lo realizzi in un modo deterministico. Allora la domanda sarebbe se Aristotele lo concepiva in un modo totalmente deterministico, o no. La seconda possibilità è quando tu hai un'interazione tra sistemi, oppure processi di interazione; cioè ogni volta che un sistema quantistico interagisce con un altro in fondo quello sta aprendo un altro canale informativo. Quindi tu in meccanica quantistica hai entrambe le cose, cioè in

mq la potenzialità la puoi rendere attuale o realizzando in teoria una delle componenti che hai già in te oppure accedendo con un canale di informazione a qualcosa d'altro (tramite l'*entanglement*, appunto), che sono proprio le due possibilità che ha visto Aristotele. Perciò non sarebbe un collegamento così assurdo dal mio punto di vista, bisognerebbe pensarci. Il problema è anche che non bisogna forzare i testi, ovviamente se un lavoro del genere vuole essere solido, e vuole essere un lavoro che ha prospettive non bisogna nemmeno forzare la mano ai testi, perché non voglio mettere in bocca ad Aristotele o a S. Tommaso ciò che non hanno detto. Il punto fondamentale che io vorrei farvi capire, e questo prescinde dalla meccanica quantistica, è che non esiste una tradizione se non nell'attualizzazione. Noi dobbiamo schiodarci dalla testa ciò che è tipico del XIX sec, e che ha determinato purtroppo tutto il presente, ossia che l'unico rapporto che si può avere con la tradizione è dal punto di vista della conservazione in un museo, come se essere legati alla tradizione significa appendersi una medaglia dentro una teca, perché in questo modo noi uccidiamo la relazione con il passato, e infatti la nostra epoca contemporanea è caratterizzata da una frattura completa con il passato, perché una volta che io ho fatto i musei, io poi vado con il carrello della spesa nei musei e mi scelgo quello che mi serve come se fossi al supermercato. Infatti non c'è più un rapporto vivo col passato: un rapporto vivo col passato lo si può avere solamente come avviene nel rito cristiano ad esempio quando tu riattualizzi ciò che è successo se tu non riattualizzi non puoi avere un rapporto vivo col passato. Un altro esempio lo si può vedere considerando la differenza tra le fiabe tradizionali e i romanzi contemporanei; il cantastorie aveva sempre due caratteristiche, prima di tutto diceva sempre da chi aveva sentito la storia che stava per raccontare, ed ecco qui il legame con la tradizione, e l'altra cosa è che non smetteva mai di variare sopra lo scheletro del racconto, cioè non raccontava mai la storia allo stesso modo, quindi il legame con la tradizione deve essere un legame vivo, cioè attualizzante ed in qualche modo da qualche parte tale passato va modificato. Il cristianesimo è vivo perché ha una storia, non è un animale imbalsamato in un museo; se così fosse sarebbe morto da lungo tempo.

Tale discorso è difficile e nessuno di noi ha la bacchetta magica per risolvere i problemi con un solo tocco. Quello che possiamo fare in un discorso del genere (ed è già un passo in avanti) è capire quali sono i termini del problema, perché il filosofo non può pensare di avere sempre una risposta per tutto. Un filosofo dovrebbe innanzitutto ritagliare gli spazi dei problemi e vedere in che termini il problema può essere posto, vedere quali sono le possibili soluzioni, e in una discussione, in un lavoro di ricerca che non può riguardare il filosofo individualmente ma deve riguardare una comunità scientifica, tentare di procedere verso la soluzione del problema stesso.

A mo' di conclusione fatemi dire quanto segue. Quando ci furono le conclusioni della commissione Galilei, Sua Santità disse che ogni rivoluzione scientifica se è una rivoluzione scientifica non può non avere conseguenze su tutte le altre scienze, compresa la teologia. Infatti è impossibile che ci siano delle trasformazioni importanti del pensiero umano e questo non influisca su tutto il sistema delle scienze. Se questo valeva per la rivoluzione Copernicana, vale a maggior ragione per la meccanica quantistica.

