

Claudio Mantovani
Università di Urbino “Carlo Bo”
cla.mantovani@tiscali.it

COSCIENZA ED *ENTANGLEMENT* QUANTISTICO

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	3
2. UN TEST SPERIMENTALE PER LA COSCIENZA	6
3. CONTENUTI MENTALI E AUTORITÀ DELLA PRIMA PERSONA.....	8
4. COSCIENZA ED ESISTENZA	11
BIBLIOGRAFIA.....	17
RISORSE IN RETE	18

ABSTRACT

The problem of measurement in quantum mechanics rises from the application of mathematical formalism to macroscopic situations. The central position of the observer has furthermore produced a deviation towards a metaphysical subjectivism. Some controversial aspects of the role of consciousness, in the process of reduction of the wave function, are discussed. By means of a version of 'Schrödinger's cat' *Gedankenexperimente*, and moving from some simple assumptions about the nature of consciousness, we try to show how this argument narrows the field of validity of some fundamental principles (superposition and reduction), during the interaction between microsystems and macrosystems. It follows a different definition of the ontological status of consciousness and reality, according to the position backed up by the critics of the Copenhagen School.

1. Introduzione

Il problema della macro-oggettivazione delle proprietà quantistiche emerge quale conseguenza dell'utilizzo dell'apparato matematico della meccanica quantistica in situazioni di interazione fra sistemi microscopici e macroscopici. Reso esplicito con il celebre esperimento mentale del 'gatto di Schrödinger'¹, esso consiste nella persistenza del fenomeno dell'*entanglement* quantistico anche nel dominio degli oggetti classici, dove al contrario la nostra percezione è sempre di oggetti con una realtà ben definita.

Nel 1935, a pochi mesi dalla pubblicazione del lavoro di Einstein, Podolsky e Rosen², diretto a mostrare l'incompletezza della meccanica quantistica, Schrödinger dà alle stampe il suo celebre articolo, in cui l'esperimento del gatto occupa poche righe, che ha lo stesso obiettivo³. Al di là del disaccordo tra i due circa l'interpretazione della funzione d'onda ψ , su un aspetto essi concordavano, e cioè sul fatto che la meccanica quantistica così com'era stata formulata dai fisici della Scuola di Copenhagen, tra cui Bohr, Born, Heisenberg, Pauli, Von Neumann e altri, non poteva considerarsi una versione soddisfacente e definitiva.

Le prime avvisaglie di quanto drammatica fosse la situazione si ebbero fin dal 1927 durante il V Congresso Solvay, che vide Bohr e Einstein impegnati in un dibattito sui fondamenti della teoria da opposti fronti. Bohr riuscì senz'altro a rispondere alle obiezioni di Einstein, ma si vide costretto a includere nei sistemi quantistici anche porzioni di mondo classico, gli strumenti di misura⁴. Nella prospettiva di Bohr un rilievo importante giocava il linguaggio, in particolare le condizioni di applicabilità dei concetti classici di spazio, tempo e causalità. La questione circa la natura della realtà osservata dipende qui in modo essenziale dal processo di osservazione, ma non tanto dal disturbo prodotto dall'atto di osservazione, quanto piuttosto dal contesto in cui l'osservazione avviene, perché già «a questo stadio emerge in modo essenziale la questione di un'influenza sulle precise condizioni che definiscono i possibili tipi di predizioni che riguardano il comportamento futuro del sistema»⁵. È possibile allora applicare i concetti fisici in modo non ambiguo una volta specificate le condizioni sperimentali; solo così sarà possibile salvare la visualizzabilità dei fenomeni, ma sarà una visione della realtà parziale, complementare⁶. Ma lo stesso Bohr aveva in precedenza sostenuto che la

¹ Schrödinger (1935).

² Einstein, Podolsky, Rosen (1935).

³ Per un'accurata analisi della genesi dell'articolo di Schrödinger e del carteggio intrattenuto con Einstein sul problema dell'incompletezza cfr. Fine (1986, cap. 5, 64-85).

⁴ Senza entrare nel dettaglio, l'idea di Einstein era che la possibilità di effettuare misurazioni in linea di principio infinitamente precise potesse fornire un grado di accuratezza minore del limite \hbar imposto dalle relazioni di indeterminazione di Heisenberg, mentre invece secondo Bohr proprio quella quantità impediva di fissare con precisione le condizioni stesse per poter effettuare la misurazione; lo strumento è dunque soggetto alle leggi della teoria, cosicché risulta impossibile falsificare le relazioni di Heisenberg. Questo implica però una divisione della realtà del tutto arbitraria.

⁵ Bohr (1935, 698) [in corsivo nel testo]; l'impostazione di Bohr segna un mutamento rispetto alla tradizionale impostazione trascendentale kantiana che fissa 'a priori' nelle categorie del soggetto i concetti di ogni possibile esperienza.

⁶ L'approccio di Bohr alla realtà si differenzia da quello di Heisenberg. Secondo quest'ultimo, la cui prospettiva è di chiara matrice neopositivistica, la teoria fisica non deve preoccuparsi di salvare la visualizzabilità dei processi fisici lasciando sussistere concetti classici incompatibili. Ciò che conta non è il riferimento reale, la particella in sé, bensì le relazioni fra esperienze osservative, il processo di osservazione, che solo è in grado di fornire il fenomeno; inoltre il fenomeno trova il suo significato soltanto come oggetto matematico inserito in una struttura formale.

riduzione di ψ avviene nell'interazione fra sistema atomico e strumento di misura. È chiaro che se il problema principale è la demarcazione fra mondo microscopico e mondo macroscopico, cioè il luogo dove avviene la riduzione del pacchetto d'onda, allora bisogna anche capire fino a che livello di realtà si infila l'*entanglement*, quello che secondo Dirac costituisce il tratto più peculiare della meccanica quantistica in quanto «*la sovrapposizione che ha luogo in meccanica quantistica è di natura essenzialmente diversa da qualunque altra incontrata nella teoria classica*»⁷.

Nel lavoro di Schrödinger un gatto era chiuso in una scatola contenente un sistema atomico instabile e un meccanismo ad esso collegato in grado di liberare un potente veleno. La funzione d'onda descrive il sistema nel suo complesso, e qualora noi fossimo interessati allo stato di esistenza del gatto questo risentirà della sovrapposizione cui è soggetto il sistema atomico. Solo l'osservazione potrà dirci con certezza quale delle probabilità che rendono indeterminato lo stato del sistema si è realizzata. Lo stato di sovrapposizione di un sistema atomico rispetto a un'osservabile produce un'amplificazione della sovrapposizione a livello macroscopico. Se un sistema atomico si trova in uno stato di instabilità di cui non è dato sapere in anticipo l'istante esatto in cui avverrà il decadimento spontaneo⁸, allora esiste soltanto la probabilità che entro un certo tempo ciò si verifichi, ma fino a quel momento il sistema si troverà in una sovrapposizione di stati. Lo stato del gatto risulta *entangled* con quello del sistema atomico ed è descritto dal vettore di stato

$$|\psi\rangle_{\text{gatto}} = 1/\sqrt{2}|\text{vivo}\rangle + 1/\sqrt{2}|\text{morto}\rangle$$

Il vettore di stato, che evolve temporalmente secondo l'equazione di Schrödinger in modo deterministico, qualora il sistema venga misurato (il gatto viene osservato), 'precipita' in uno dei due stati subendo una riduzione; tecnicamente il vettore di stato viene proiettato su uno dei due sottospazi ortogonali in modo assolutamente acausale e istantaneo⁹.

Il problema della misura nasce proprio dalla coesistenza di questi due principi che regolano l'evoluzione dinamica del sistema. In accordo con le prescrizioni della teoria ne risulta che prima dell'atto di misura la situazione microscopica soggiace a un principio di sovrapposizione degli stati e l'universalità del carattere lineare dell'evoluzione temporale di ψ viene estesa anche al dominio macroscopico. Quindi bisogna per prima cosa chiedersi quanto il principio di sovrapposizione sia universalmente valido, tale cioè da essere senza alcun dubbio esteso anche ai sistemi macroscopici. Ovviamente la composizione fisica dei corpi macroscopici è tale per cui le leggi quantistiche regoleranno qualsiasi interazione fisica che avvenga in natura. La conseguenza è che i sistemi macroscopici dovranno al pari di quelli microscopici trovarsi in stati fisici sfumati rispetto all'osservabile che vogliamo misurare.

D'altro canto l'atto di misura attualizza proprietà fisiche, fino a quel momento indeterminate, in modo assolutamente casuale, nel senso che la teoria non dice dove avviene la rottura della linearità. Individuare questo 'luogo' significa che «[la

⁷ Dirac (1976, 19) [in corsivo nel testo].

⁸ Esempi di decadimento sono i processi radioattivi di disintegrazione del nucleo atomico con emissione di particelle α o β .

⁹ L'ortogonalità fra gli stati di un sistema quantistico ci garantisce del fatto che una misurazione sì/no darà risultati che si escludono reciprocamente. La misurazione determina la riduzione della funzione d'onda, cioè il 'salto' con cui il vettore di stato $|\psi\rangle$ viene proiettato ortogonalmente su uno dei suoi sottospazi 'sì' o 'no', che rappresentano ognuno un autostato del sistema e corrispondono quindi a una ben determinata realtà.

meccanica quantistica] necessariamente divide il mondo in due parti, una parte che è osservata e una parte che osserva»¹⁰. Quindi la seconda questione consiste nel chiedersi dove e come l'atto di misura cambia istantaneamente lo stato del sistema. E' fondamentale capire che 'dove' avviene la riduzione di ψ potrebbe darci delle indicazioni su 'come' ciò avviene (la causa), e comunque la risposta che ne deriva corrisponderà a una particolare interpretazione della teoria quantistica e quindi a una particolare posizione sul mondo, non solo in senso fisico ma anche metafisico.

L'atteggiamento verso il problema della misura è stato assai diversificato. Innanzitutto bisogna distinguere fra interpretazioni che accettano il dualismo nell'evoluzione dinamica di ψ e interpretazioni che invece lo rifiutano. Fra le interpretazioni 'dualistiche' il problema della misura consiste nell'individuare il luogo in cui avviene la riduzione, cioè la linea di demarcazione fra mondo microscopico e mondo macroscopico. A seconda di dove viene a trovarsi il confine fra i due livelli si avrà un diverso rapporto fra il sistema fisico e l'osservatore: si passa così dal livello in cui la riduzione avviene nell'interazione con lo strumento, fissate le condizioni sperimentali (Bohr)¹¹, alla riduzione a causa dell'intervento dell'osservatore (Von Neumann)¹² o della percezione cosciente che egli ha del risultato sullo strumento (Wigner)¹³, fino ad arrivare al caso estremo in cui la riduzione agisce sulla sovrapposizione delle 'molte menti' dell'osservatore (Albert-Loewer)¹⁴.

Fra le interpretazioni che invece rifiutano il dualismo e si collocano in una prospettiva oggettivistica, vi è quella a variabili nascoste (Bohm)¹⁵ che, non contemplando né sovrapposizioni né riduzioni della funzione d'onda, fornisce un'immagine della realtà oggettiva e determinata anche prima dell'osservazione, e inoltre non presenta i problemi legati alla coscienza dell'osservatore; l'interpretazione a molti universi (Everett)¹⁶, apparentemente assurda ma coerente con il formalismo, invece prescrive che fra le infinite potenzialità non ne venga realizzata una soltanto ma tutte insieme contemporaneamente, producendo una ramificazione di universi non comunicanti.

Vi sono infine proposte sempre dualistiche ma che tentano di garantire l'oggettività. Il programma di riduzione dinamica (GRW)¹⁷, in cui le sovrapposizioni subiscono frequenti localizzazioni (riduzioni) in modo spontaneo e oggettivo a livello microscopico. Secondo altri invece, pur valendo le sovrapposizioni e le riduzioni, il problema della misurazione scompare allorché si considera la complessa rete di interazioni tra la funzione ψ e l'ambiente esterno (decoerenza)¹⁸.

¹⁰ Bell (1987, 124).

¹¹ Bohr (1935).

¹² Von Neumann J. (1997, cap. 6, 319-38).

¹³ Wigner (1961).

¹⁴ Albert, Loewer (1988).

¹⁵ Bohm (1952).

¹⁶ Everett (1957).

¹⁷ Ghirardi, Rimini, Weber (1986).

¹⁸ Gell-Mann, Hartle (1989) e Zurek W.H. (1991).

2. Un test sperimentale per la coscienza

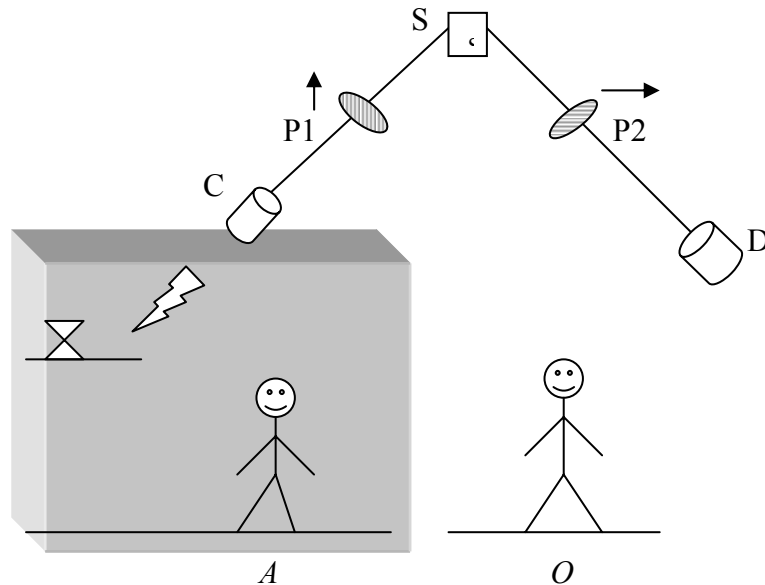
Viene qui di seguito presentata e discussa una variante del famoso esperimento mentale concepito da Schrödinger; naturalmente anche la nostra proposta riflette una certa opzione filosofica di fondo concernente la realtà fisica. L'obiettivo generale è quello di mostrare come gli esiti soggettivistici dell'interpretazione ortodossa presentano non solo dei caratteri problematici, già ampiamente affrontati da altri, ma anche come certe conseguenze ritenute inevitabili al livello macroscopico andrebbero approfondite. La nostra analisi discute della validità di alcuni aspetti del formalismo quantistico (postulato di riduzione, principio di sovrapposizione) rispetto a situazioni macroscopiche, che mettono in luce alcune difficoltà connesse sia col ruolo svolto dall'osservatore (e dalla coscienza), sia col dualismo mente/corpo presupposto dall'interpretazione ortodossa. L'argomento non pretende certo di avere valore conclusivo, per quanto un esperimento mentale possa rappresentare un grado più o meno efficace di falsificazione di una teoria; esso semplicemente svolge una funzione di critica 'negativa' nei confronti della teoria quantistica, partendo da una nozione di coscienza presa in senso generale come proprietà appartenente a esseri umani viventi. Successive considerazioni possono essere estese anche al di fuori dei confini della fisica, e in particolare si cercherà di capire se suggerimenti ulteriori possono provenire dalla filosofia della mente.

L'esperimento mentale del gatto nella scatola mostrava come il processo di riduzione avviene nell'istante dell'osservazione da parte di un osservatore esterno. Un'obiezione ovvia è che il gatto da par suo sa benissimo di non trovarsi in una sovrapposizione di stati 'vivo + morto' in cui non è né vivo né morto, vale a dire che l'osservabile in questione è proprio quella rispetto alla quale noi possiamo dire che esso è reale o no. Ciò che è stato ampiamente discusso nel corso degli ultimi settant'anni riguarda la strana conseguenza per cui la realtà stessa letteralmente non esiste se non viene osservata. Perciò sembra assurdo pensare che lo stato di esistenza del gatto dipenda dal nostro atto di osservazione e non già dall'esperienza propriocettiva del gatto stesso. Non tutti sono disposti ad attribuire agli animali una coscienza come quella dell'uomo, o comunque non la ritengono organizzata con quel grado di complessità propria dell'uomo e dei primati. Cosa succederebbe se l'esperimento venisse condotto su un essere umano invece che su un gatto?

Bisogna premettere che nell'esperimento originale si assumeva la dipendenza dell'intero argomento dal decadimento atomico di un sistema instabile entro un certo tempo medio. Ora, pur essendo questo un processo fisico perfettamente spiegabile entro il quadro teorico della meccanica quantistica, invece del decadimento atomico spontaneo si adotterà una situazione sperimentale di tipo EPR utilizzando fotoni polarizzati o grandezze di spin, al fine di assicurare al nostro argomento una maggiore efficacia¹⁹. Nel caso di fotoni l'allestimento sperimentale prevede una sorgente di coppie di fotoni opportunamente preparati con polarizzazione a 45°, due polarizzatori P1 e P2 orientati rispettivamente in verticale (90°) e in orizzontale (180°), e due contatori C e D. Il sistema dei due fotoni è non fattorizzato, cioè *entangled*, e quindi gli esiti di misura, corrispondendo a due autostati ortogonali, sono mutuamente esclusivi, nel senso che

¹⁹ Assumere come base dell'esperimento il processo di decadimento spontaneo significa legare l'intero argomento ad una procedura sperimentale che richiede tutta una serie di approssimazioni nel calcolo, mentre invece il ricorso ad una situazione EPR garantisce una presentazione dell'esperimento mentale molto più limpida e diretta. (Sono grato al Prof. Vincenzo Fano per avermi suggerito questa variazione).

laddove un fotone ha probabilità 1/2 di attraversare il polarizzatore e 1/2 di venire assorbito, l'altro si comporterà nel modo esattamente opposto. Uno dei due bracci è collegato al luogo del nostro esperimento che è simile all'interno pensato da Schrödinger.



In sostanza il carattere aleatorio dell'arrivo del fotone non fa che riprodurre la casualità del decadimento atomico²⁰ (l'intero esperimento può essere ripetuto numerose volte per controllare se la statistica dei casi conferma l'ipotesi presa in considerazione; può altresì essere eseguito sostituendo un interferometro provvisto di specchi semiargentati). L'esperimento viene compiuto su un individuo A chiuso in una stanza. Se il fotone 1 attraverserà il polarizzatore posto sul suo cammino, farà scattare il contatore, che a sua volta azionerà il circuito cui è collegata la fiala di veleno: a quel punto A muore. Viceversa se il fotone viene assorbito A resta vivo. Un osservatore esterno O è interessato allo stato generico di esistenza del soggetto A : il sistema composto "sistema fisico atomico s + individuo A " si trova quindi in uno stato di sovrapposizione ed è indicato dal vettore di stato $|\psi\rangle_{s,A}$. Per ipotesi assumiamo che l'osservatore esterno, al momento dell'emissione e per un certo intervallo di tempo, sia all'oscuro dell'intera situazione sperimentale e dell'esito finale²¹.

Supponiamo che il fotone 1 sia stato assorbito dal filtro polarizzatore e che quindi A sia uscito fortunatamente vivo dall'esperimento. Se aprendo la stanza l'osservatore O trovasse A vivo allora dedurrebbe che il suo atto di osservazione ha fatto precipitare il sistema nello stato $|\text{vivo}\rangle$, in accordo con la teoria. Poniamo che egli rivolga ad A la

²⁰ La situazione di *entanglement* è tale però da generare un'obiezione circa la consistenza dell'esperimento; l'azionamento dell'intero meccanismo dipende dal fatto che noi osserviamo l'arrivo del fotone, e quindi implicitamente assumiamo che il soggetto osservatore determina la riduzione, ma questo è proprio ciò che l'esperimento vorrebbe invalidare.

²¹ Per evitare fin dall'inizio di prestare il fianco a facili obiezioni assumiamo inoltre che il soggetto A sia stato precedentemente sottoposto a severi controlli medici e giudicato in stato di ottima salute fisica e mentale, e che sia assolutamente a digiuno di fisica quantistica, in modo tale che, non conoscendo la teoria che sta dietro l'esperimento, verranno evitate eventuali contestazioni.

seguinte domanda: “Che cos’hai provato a trovarti in una sovrapposizione?”; A potrebbe tranquillamente rispondere: “Niente, mi sono sentito molto bene, come chiunque sia vivo”. Subito l’osservatore O nota una discordanza con ciò che la teoria afferma circa lo stato di sistemi fisici non ancora sottoposti a misura e ciò che invece gli viene riferito da A . Se per un osservatore esterno il sistema era in uno stato di sovrapposizione e con esso anche A (né vivo né morto), per quest’ultimo e per il suo stato di coscienza durante tutto l’esperimento la sovrapposizione non è mai esistita; egli può rassicurarci sul fatto di essersi sempre sentito in uno stato non ambiguo di realtà, corrispondente alla precisa proprietà di essere vivo. Quindi, dal punto di vista di A , il valore della proprietà fisica relativa a quella osservabile corrisponde certamente a un elemento di realtà (questo non implica peraltro un realismo sugli operatori i quali non sono reali nel senso in cui lo è un sistema fisico): A è sempre stato vivo²².

E’ possibile estendere la validità della nostra argomentazione anche al caso in cui aprendo la stanza A risulti morto, non essendo egli più in grado di testimoniare alcunché sul passaggio dalla vita alla morte? In questa prospettiva A non era in una sovrapposizione da morto più di quanto non lo fosse da vivo²³. Poiché siamo interessati al rapporto fra coscienza e teoria quantistica della misura, il nostro ragionamento viene condotto sull’ipotesi esplicita che A sia rimasto vivo, per cui la morte di A è un’ipotesi trascurabile. D’altra parte per coerenza di ragionamento dobbiamo ammettere una simmetria di principio per l’occorrenza di risultati di una variabile dicotomica, cosicché se non accettiamo il processo di riduzione (e quindi la sovrapposizione) per il realizzarsi di un certo risultato allora non possiamo accettarlo nemmeno per l’altro risultato di misura²⁴.

3. *Contenuti mentali e autorità della prima persona*

Un punto fondamentale è costituito dall’esperienza soggettiva di A , la cui testimonianza rappresenta un elemento cruciale per la formulazione del nostro argomento. Un problema è dato dalle condizioni che rendono possibile l’assegnazione di un operatore matematico alla sfera delle esperienze soggettive di A , rendendo il suo stato di realtà

²² Questa conclusione assume implicitamente la linearità dei processi fisici; diverso è il caso di teorie stocastiche che ammettono modificazioni nonlineari dell’equazione di Schrödinger (p. es. l’interpretazione GRW).

²³ Inoltre se A viene trovato morto la meccanica quantistica esige che la transizione avvenga in modo istantaneo. In questo modo si trascura però il fatto che noi possiamo immaginare che all’interno della scatola il decesso avviene successivamente alla rottura della fiala e al processo di decadimento atomico. L’intero processo richiede una durata in cui evidenziamo tre tappe. La preparazione del sistema avviene al tempo $t(0)$; possiamo poi ragionevolmente pensare che il decadimento atomico avviene al tempo $t(1) > t(0)$, che al tempo $t(2) > t(1)$ la fiala con il veleno si rompe e che A muoia al tempo $t(3) > t(2)$. Se quindi esiste un intervallo Δt fra il decadimento e il decesso (possiamo immaginare che A , avendo preso coscienza del ‘clic’ del contatore Geiger e poi del martelletto e poi della rottura della fiala, abbia nel frattempo cercato di avvertirci battendo sulle pareti della scatola), e se A è un essere cosciente (o almeno noi lo riteniamo tale) egli riduce la sovrapposizione nel momento in cui avverte il ‘clic’ del contatore. A rigor di logica quando l’osservatore esterno apre la stanza si danno due opzioni: o riduce il sistema per la seconda volta dopo che A lo ha già fatto, oppure la riduzione riguarda la nostra conoscenza di un sistema e non il sistema stesso.

²⁴ Ma questo va ricordato per ragioni di simmetria e completezza teorica, ininfluyente ai fini della discussione.

psichica un'osservabile quantistica. In altri termini, come avviene il passaggio dalla prima alla terza persona, dalla sfera delle esperienze soggettive di *A*, i 'qualia' a cui egli soltanto può accedere²⁵, alla traduzione in termini di grandezza fisica osservabile dei suoi eventi mentali, pubblicamente accessibile? Come possiamo legittimamente ascrivere ad *A* uno stato di realtà osservabile?

Dal punto di vista di *A*, egli legittima l'autorità della prima persona proferendo enunciati di autoattribuzione circa eventi mentali che gli appartengono. Ciò che è presente a me è come io lo vivo in prima persona, come credo di viverlo, e come esso è inquadrato in una rete di credenze relative al contesto in cui avviene la mia esperienza: significa compiere un'asserzione intorno a uno stato di cose che ci appare come logicamente veridico in virtù del suo essere presente qui e ora. La proprietà della vita psichica è manifestamente legittima per il suo possessore, mentre la pretesa di raggiungere la medesima conoscenza per gli altri non si dà con la stessa chiarezza. Quello che *A* afferma di vivere in prima persona dovrebbe costituirsi come osservabile pubblica rilevante nell'esperimento; la matematica associata all'osservabile deve perciò contenere l'idea che l'autorità della prima persona possa essere parimenti accessibile dall'esterno; detto inversamente, la presunta asimmetria fra l'accesso privilegiato della prima persona e la terza persona, cioè come noi conosciamo gli altri, deve essere annullata nel contesto dell'esperimento.

Ma in che modo si realizza questo passaggio? Come possiamo affermare con certezza che la prima e la terza persona hanno un identico status epistemico? La matematica quantistica non spiega in sé tale passaggio più di quanto non spieghi i miracoli. Il problema è genuinamente filosofico. Sostenere invece che esiste una simmetria significa che il grado di affidabilità di un'altrui credenza intorno a uno stato mentale è lo stesso che la prima persona si autoascrive.

Il problema che storicamente, da Cartesio a Wittgenstein, è stato considerato centrale non è stato tanto quello di giustificare la simmetria fra la prima persona e la terza persona, quanto quello di rendere conto dell'asimmetria, del perché riteniamo che le ascrizioni in prima persona ci paiono indubitabili. In fondo il problema vero è quello della conoscenza delle altre menti, e ciò di cui ci stiamo preoccupando è di formulare un criterio tale da poter essere applicato indifferentemente su noi stessi e sugli altri.

Ci sono due questioni che vanno ulteriormente chiarite. Primo, se nella pratica si può individuare un criterio secondo cui se esiste un comportamento osservabile tale che un concetto, per esempio quello di dolore, ha la stessa valenza teoretica sia per me che per un altro, allora è possibile asserire che i miei eventi mentali sono predicati anche degli altri. Secondo, se questa stipulazione basta a contenere le obiezioni dello scettico.

Per quanto riguarda il primo punto ciò che vogliamo raggiungere non è la soluzione del problema epistemico dell'origine della conoscenza, che potrebbe in effetti incorrere nell'obiezione dello scettico per cui non possiamo in linea di principio sapere di essere o meno un 'cervello in una vasca'. Potremmo ristabilire la simmetria con l'osservazione di evidenze comportamentali, da cui inferire l'oggettività dei concetti che stiamo adoperando; le manifestazioni esteriori di eventi mentali sono caratterizzate da invarianti comportamentali, e nonostante ciò il significato che io attribuisco a un evento mentale è inesorabilmente riferito alla mia esperienza soggettiva. Potremmo invece considerare gli studi di neurofisiologia condotti sulle mappe cerebrali, che assegnano un evento psichico a ogni area del cervello che si 'accende'; ma come spiegare il carattere

²⁵ Nagel (1974).

privato della credenza che io ripongo in ciò che avverto come ‘questo’ dolore, il ‘mio’ dolore? Pur non essendola scienza in grado di oggettivare i nostri eventi mentali, ora siamo comunque nella posizione di affermare che essi rinviano a significati con uno statuto di ‘intersoggettività’ che scaturisce dal riconoscimento reciproco.

Seguendo Davidson²⁶, lo spostamento sul piano del linguaggio va nella direzione di una spiegazione dell’autorità della prima persona. L’accordo raggiunto in fase di proferimento di enunciati intorno a concetti mentali da parte dei parlanti istituisce un terreno comune di credenze condivise e il riconoscimento reciproco fa sì che entrambi escano dalla propria soggettività: ora i concetti mentali designano ‘qualia’ che vengono messi in comune. I parlanti usano il linguaggio come una zona franca in cui ciò che conta non è l’osservazione comportamentale, bensì il significato. Il significato di un concetto dipende in parte dal contesto, tutto ciò che attribuisco all’altro non differisce da ciò che attribuisco a me stesso in virtù dell’unico modo che io e l’altro abbiamo per esprimere le nostre esperienze soggettive, e cioè il linguaggio. Anche se il significato che io attribuisco possiede una forza in virtù della quale esso mi appare indubitabile, lo stato mentale può essere recepito e interpretato dall’interlocutore, il che mi fa supporre che in qualche modo egli, pur non sperando la fisicità della mia esperienza, è in grado di interpretarne il significato, di riconoscerne i tratti così come sono fissati in una lingua. Posso a ragione sostenere che per il tramite del linguaggio la mia esperienza è stata ‘interpretata’, e in esso si compie il passaggio alla terza persona. Memori della lezione quineana, il significato non è un’entità oggettiva, ma questo non preclude la possibilità per l’altro di pervenire ad una forma di comprensione di ciò che io ho in testa. Il riferimento risente del contesto, il significato è costruito secondo un’attività di tipo sociale, per il tramite dell’interpretazione. Questo risponde al secondo punto, aggirando le obiezioni dello scettico, nella misura in cui le pretese epistemiche della prima persona e della terza sono sancite per via intersoggettiva e segnano l’abbandono di criteri soggettivi di verità.

Tuttavia l’interprete potrebbe essere in errore rispetto al contenuto mentale di *A*, o comunque possederne un’evidenza pur sempre meno certa di quella che appare ad *A* stesso, e in ciò consiste la spiegazione dell’autorità della prima persona. È la vaghezza dei significati a imporre un’operazione ermeneutica, da cui peraltro non è immune il parlante rispetto ai suoi stessi enunciati; ciò consente di andare oltre Davidson, in quanto il limite qui individuato pone sullo stesso piano la prima e la terza persona, a patto di abbandonare lo stretto legame fra significato e verità.

Per tornare all’esperimento, e sulla scorta della precedente analisi filosofica, il passo ulteriore è dato dalla constatazione che se un contenuto mentale deve poter ricevere una veste pubblica, e se il suo rappresentante matematico simboleggia per entrambi gli interlocutori il medesimo concetto, allora la nostra analisi giustifica l’applicazione del formalismo quantistico agli eventi mentali di *A*, chiuso nella stanza, e ciò affinché l’osservatore esterno non possa godere di minor autorità nel recepire e intendere il significato di ciò a cui *A* pretende di avere accesso in maniera indubitabile. Dal punto di vista dell’osservatore le proposizioni di *A* devono possedere una quantità di informazione tale da poter essere decifrata sia in quanto enunciato di una lingua naturale, che dunque può essere compreso, sia in quanto enunciato empirico in contatto con la parte formale della teoria. Trovandosi *O* nella stessa posizione di *A* rispetto ai contenuti mentali, siamo legittimati a trattare gli enunciati che li esprimono come dato

²⁶ Davidson (1984).

empirico rilevante di cui dobbiamo tenere conto in un esperimento e a trasportarli nel formalismo.

4. Coscienza ed esistenza

L'esperimento proposto potrebbe avere delle somiglianze con quello noto come 'paradosso dell'amico di Wigner'²⁷ in cui la coscienza di Wigner riduce la sovrapposizione di coscienza dell'amico che sta a sua volta osservando il risultato di uno strumento di misura di un sistema quantistico. La cesura avviene qui tra processo fisico, materiale, e processo percettivo cosciente, mentale. Tuttavia la riduzione, per un principio di identità percettiva, non avviene per opera di Wigner bensì per opera dell'amico: comunque l'agente in causa è sempre la coscienza. Nel nostro caso invece *A* non è uno spettatore esterno ma è parte del sistema; il punto essenziale rimane senz'altro la coscienza come luogo della riduzione, ma il trovarsi di *A* all'interno della stanza determina una differenza. Risulta tuttavia cruciale per il nostro esperimento che *A* ne esca vivo, mentre la coscienza dell'amico di Wigner non viene in realtà testata sull'ipotesi di una sovrapposizione di stati di ciò che sostiene la coscienza stessa e cioè l'esistenza stessa del vivente. Perciò nel paradosso di Wigner la coscienza viene presa in modo a sé stante, senz'altro implicitamente sulla base che l'amico sia vivo, ma senza che questa assunzione, che è la condizione ontologica stessa della coscienza, venga a sua volta sottoposta a controllo. Quindi il nostro *Gedankenexperiment* unifica due paradossi, quello di Wigner e quello di Schrödinger, nel tentativo di mostrare come l'ingresso del soggetto nel processo di misura non può essere trattato solo in termini di coscienza: questa strada (Wigner) porta in modo abbastanza naturale verso il solipsismo, perché la coscienza è presa come presente a se stessa in modo indiscutibile, senza poggiare su null'altro che non sia essa stessa. Però sappiamo che non è così perché la coscienza non può essere ragionevolmente disgiunta dall'esistenza (come supporto concreto)²⁸, senza con ciò introdurre un dualismo mente/corpo *ab origine*. Questa considerazione rafforza il nostro argomento e offre lo spunto per allargare la prospettiva alla filosofia della mente.

Per renderci conto di ciò dobbiamo tornare al nostro signor *A* e provare a guardare le cose un po' più da vicino. Se questi è uscito vivo dall'esperimento possono verificarsi due casi molto diversi. Ora, se noi crediamo che la teoria quantistica è una teoria corretta e completa sul mondo, ci troviamo di fronte al paradosso per cui *A* si è trovato in uno stato di sospensione dell'esistenza e quindi delle facoltà mentali; egli pertanto non potrà raccontare nulla di quell'intervallo di tempo come di uno stato di realtà ontologicamente definito. Se è impossibile che *A* si sia trovato in un preciso stato 'vivo o morto' (e quindi cosciente o non cosciente), è altrettanto impossibile che egli possa testimoniare alcunché su ciò che è avvenuto nella stanza. D'altra parte se *A* racconta la sua versione, senza ingannarci, allora egli riferirà necessariamente che si è sempre trovato in uno stato ben preciso di esistenza, nello stato |vivo>, quindi cosciente, e mai la sovrapposizione quantistica si è infiltrata in *A*. La testimonianza ci appare senz'altro

²⁷ Wigner (1961).

²⁸ A meno che non siamo pansichisti, per cui anche la materia sarebbe dotata di proprietà psichiche.

come garanzia di esistenza in quanto riceviamo da *A* assicurazioni circa il fatto di essere sempre stato vivo e vigile durante l'intera durata dell'esperimento²⁹.

Una conseguenza che si potrebbe trarre è che così facendo si ha in realtà un capovolgimento della premessa del nostro argomento. Si è partiti sostenendo la dipendenza della coscienza dall'esistenza materiale e si arriva a far dipendere l'esistenza materiale dagli stati mentali coscienti riportati nella testimonianza. La coscienza è il fondamento della realtà fisica? Sembra che anche il nostro argomento finisca per arenarsi sulle secche dell'idealismo, in particolare del solipsismo. Non è così. La coscienza di *A* e la sua testimonianza circa pensieri che ha avuto, sensazioni che ha provato, ricordi che ha inseguito non significa in realtà cedere all'idealismo, dedurre l'esistente dal mentale; semplicemente significa testimoniare di uno 'stato di realtà' che invece l'ortodosso quantistico là fuori chiama 'stato di sovrapposizione'. Il ribaltamento rispetto all'assunzione iniziale, che in un primo tempo appare inevitabile, va comunque riferito alla situazione iniziale in cui, per definizione, si è chiaramente stabilito un rapporto di dipendenza della coscienza dall'esistenza. Si potrebbe al limite sostenere che se ribaltamento c'è stato è avvenuto ai danni del cartesiano *cogito ergo sum*; di fatto è impensabile, da un punto di vista fisico, che una testimonianza umana reale non dipenda da uno stato di esistenza materiale.

Se non ci fidiamo dei semplici resoconti circa gli eventi mentali, possiamo sempre richiedere nuove ipotesi al contorno, concepire nuove situazioni in grado di fornire una visione più chiara dei rapporti fra coscienza, materia e fisica quantistica. Un'idea è quella di chiedere ad *A* di svolgere un compito all'interno della stanza, per esempio fare un disegno, scrivere una frase, risolvere un calcolo elementare ($2+2$). Se prendo la stanza *A* è vivo e il compito è stato svolto allora dobbiamo dedurre che 1) lo svolgimento del compito ha richiesto del tempo, non può essere avvenuto istantaneamente, 2) lo svolgimento del compito ha richiesto l'impiego di una qualche facoltà mentale in modo cosciente, e 3) la coscienza umana richiede uno stato di esistenza vivente. Perciò vediamo che la presenza di un nuovo stato di cose all'apertura della stanza, dovuto all'impiego di abilità mentali, è il segno che là dentro c'era un'esistenza determinata ancor prima dell'osservazione, e non una sovrapposizione di stati. D'altro canto noi siamo qui interessati alla soluzione del problema metafisico per definizione, quello dell'esistenza della realtà; se la coscienza si sottrae alle leggi di una teoria (fondamentale) della materia ma dipende da una materia cerebrale costituita in ultimo da particelle subatomiche, allora esiste un problema di consistenza all'interno della teoria nella misura in cui viene applicata così com'è al mondo macroscopico.

Se *A* dice di aver avuto un ricordo nitido o, meglio ancora, è riuscito a svolgere il compito assegnatogli, allora 1) era certamente vivo e 2) perfettamente cosciente. Perciò il fatto che egli non fosse realmente in uno stato di sovrapposizione ci obbliga a pensare che la sovrapposizione non si infila nella nostra esistenza macroscopica e quindi nemmeno nella nostra vita mentale; d'altra parte il postulato di riduzione non ha ragion d'essere. Il problema sembra biforcarsi: cos'è la coscienza in sé? E come interpretare la riduzione della funzione d'onda? La coscienza era già lì in quanto l'esistenza era già lì, e la coscienza non è un fattore essenziale per il funzionamento della teoria quantistica. Morale: un elemento di realtà preesiste alla misura. Il ragionamento riprende nella sostanza le conclusioni di EPR; in quel caso la conclusione segue da un'argomentazione

²⁹ Rifacendoci al 'principio di carità' di Davidson, dobbiamo naturalmente assumere che *A* dica la verità, poiché in entrambi i casi esiste sempre la possibilità che egli si stia inventando tutto, della qual cosa noi non potremmo mai dimostrare il contrario.

condotta sulla possibilità di effettuare previsioni «senza in alcun modo disturbare il sistema»³⁰. Nel nostro caso invece tutto si risolve nel confronto con l'evidenza sperimentale, nulla viene presupposto che possa essere circolarmente ritrovato nelle conclusioni, e se una presupposizione di esistenza potrebbe dare la falsa impressione di un argomento inquinato fin dall'inizio, non bisogna dimenticare che essa appare del tutto naturale già solo per poter avviare qualsiasi esperimento.

Se la coscienza non riduce la funzione d'onda ψ , e per di più non può trovarsi in una sovrapposizione di stati né subire una riduzione, allora le leggi (presunte) che reggono il comportamento della materia non valgono nemmeno per essa (che pure dipende da un certo stato della materia – lo stato |vivo>). A maggior ragione, se sovrapposizione si dà, essa non raggiunge il mondo macroscopico.

Diversamente dovremmo sostenere che la nostra osservazione attualizza coscienze ed esistenze, in generale 'crea' realtà, ponendoci sulla strada inconfutabile del solipsismo *a la Berkeley*. Dovremmo nondimeno ammettere per *A* uno stato di sovrapposizione della coscienza disgregando così il principio filosofico di unità dell'io, cardine di tutta la storia culturale dell'Occidente. Se ammettiamo poi il paradossale succedersi nel tempo di due distinti processi di riduzione in corrispondenza dei due diversi osservatori interno ed esterno alla stanza, questo sembra implicare una visione insiemistica tale per cui se quello esterno *O* riduce *A*, e ammettiamo insieme che *A* abbia già ridotto lo stato *entangled* dell'atomo, allora la riduzione di *A* è contenuta nella riduzione dell'osservatore esterno, in quanto temporalmente precedente; i processi sono ordinati secondo una successione temporale.

La realtà si sviluppa su livelli crescenti di riduzioni della funzione d'onda secondo una struttura a gusci concentrici: osservatori successivi attualizzano porzioni di realtà sempre più estese e articolate. Si realizza una catena di osservatori coscienti sempre più lunga del tipo di quella di Von Neumann. Ci si rende subito conto di quanto sia complicata una visione del genere³¹. La gerarchizzazione delle sovrapposizioni e delle riduzioni produce in modo speculare una gerarchizzazione delle coscienze. La coscienza dell'osservatore *O* ha potere 'riducente' mentre la coscienza di *A*, dal proprio punto di vista, si percepisce in modo autenticamente reale: potremmo dire che *A* è autocosciente. Ma se la coscienza ha la stessa natura ontologica in tutti gli esseri umani come è possibile che si abbiano rapporti di dipendenza fra le coscienze³²? Il nostro

³⁰ Einstein, Podolsky, Rosen (1935, 777 s.).

³¹ Perché io attualizzi una certa realtà occorre che la mia coscienza (o la mia mente) sia reale, perciò che io sia vivo; ma io stesso potrei diventare successivamente parte di un guscio non ancora reale per un altro osservatore che ancora deve compiere la sua osservazione. Non è poi da escludere che colui che mi ha 'attualizzato' sia poi in un tempo successivo lo stesso che incapperà in una mia osservazione, ricadendo in uno stato *entangled* di esistenza. Quindi i paradossi della visione insiemistica producono una serie di coscienze che si rincorrono incessantemente dentro e fuori la realtà senza tregua per il solo fatto di osservarsi.

³² Il sospetto è che allora questo gioco delle parti – o gioco di ruolo? – dipende unicamente dal fatto che noi stiamo compiendo una misura utilizzando una certa interpretazione di una certa teoria fisica. Il gioco delle coscienze, apparentemente così ben strutturato e necessario, si svolge tutto entro i confini di un'operazione di misura, come conclusione di un sillogismo perfetto solo formalmente dal punto di vista della teoria ma che deve poi confrontarsi con tutt'altre questioni inerenti la filosofia della mente. Se così fosse allora dovremmo dire che, per come è la teoria quantistica e per il ruolo che il soggetto riveste nella teoria della misura, il problema della coscienza non deve essere più affrontato in termini cognitivi, o comportamentali, o funzionali, o computazionali perché saremmo invece interessati ai poteri creazionistici della coscienza; saremmo interessati non più a modelli computazionali o modulari della

ragionamento mostra come il postulato di riduzione e il principio di sovrapposizione possano venire, se non respinti, quantomeno contestati; le difficoltà sollevate dalla macro-oggettivazione delle proprietà quantistiche affliggono tanto le interpretazioni soggettivistiche (potere riducente della coscienza) quanto alcune tra quelle oggettivistiche (teorie macrealistiche della misura). Il ricorso al potere causativo del mentale sulla materia pone un problema che la scienza non è al momento in grado di risolvere: che l'atto di osservazione crei la realtà o che la coscienza agisca a distanza sulla materia (e questo succede anche nelle situazioni EPR, con la creazione di proprietà reali a distanza) suona davvero come una affermazione imbarazzante, e non solo per la scienza. La sovrapposizione quantistica e la riduzione di ψ trovano nel problema della misura, nella interazione fra microsistemi e macrosistemi, un ostacolo a una piena comprensione e accettazione della teoria, sia dal punto di vista del buon senso comune (e scientifico) che da quello della stessa razionalità umana.

Il problema della misura costituisce un nodo centrale per una valutazione razionale della meccanica quantistica e in particolare per una valutazione dell'interpretazione ortodossa della teoria, interpretazione che risulta manifestamente soggettivistica e irrazionale. Certamente si può sempre obiettare che, dimostrando che l'osservatore esterno non può ridurre quello interno, senza con ciò produrre dei paradossi, noi non abbiamo peraltro ancora dimostrato l'impossibilità per l'osservatore interno di ridurre la sovrapposizione del sistema atomico. In effetti la coscienza di A potrebbe agire sulla realtà delle particelle subatomiche e quella di O potrebbe non avere tuttavia alcun potere causativo sulla realtà macroscopica. D'altra parte entrambe sono pur sempre 'coscienze' e l'atto di osservazione è lo stesso, sia che osserviamo un elettrone sia che guardiamo dentro una stanza. Quindi, così come gli ortodossi sentono di dover estendere la dipendenza dall'osservatore anche a oggetti macroscopici, in modo assolutamente simmetrico noi sentiamo di dover estendere l'indipendenza dall'osservatore anche a oggetti microscopici. Come già accennato all'inizio, pur non avendo il nostro ragionamento la pretesa di risolvere positivamente il problema della misura in termini squisitamente fisici (che equivale in sostanza a elaborare un'interpretazione differente della meccanica quantistica) è tuttavia in grado di svolgere una funzione critica partendo dalla realtà della coscienza; il rifiuto del soggettivismo ci porta a essere realisti e oggettivisti per quanto riguarda il mondo fisico e, pur non essendo questa la soluzione di tutti i problemi della meccanica quantistica, è senz'altro un passo in avanti nella direzione del razionalismo.

Una proposta differente è quella avanzata da Penrose³³, il cui ambizioso programma di ricerca si propone di individuare una dinamica degli eventi mentali che manifesti la stessa coerenza dei processi quantistici, intesa qui come capacità di mantenere la sovrapposizione per un certo periodo di tempo (e di conseguenza la coscienza non può essere pensata in termini di una macchina logica classica). Questa proposta molto suggestiva cerca di cambiare non la fisica della materia ma la fisica del cervello. Ma se ci fermiamo alle conoscenze attuali e consideriamo i paradossi della misura come un limite della teoria quantistica, siamo indotti a pensare che proprio perché la coscienza si sottrae alle leggi della fisica atomica, o comunque non ammettiamo forme di influenza del pensiero sulla materia, allora coscienza e materia seguono leggi differenti. In qualche modo si ritorna a una forma di dualismo cartesiano in chiave moderna in cui

mente ma dovremmo costruire un modello di un altro tipo, per ora a noi inconcepibile, entro un quadro teorico ai limiti della parapsicologia che spieghi l'azione a distanza e la creazione di realtà *ex novo*.

³³ Cfr. Penrose (1998), in particolare il cap. 3, pp. 97-143; cfr. anche Penrose (1992).

pensiero e materia sono sostanze separate: al dualismo ontologico si aggiunge il dualismo delle leggi fisiche.

A questo punto si ritorna alla domanda iniziale: se riduzione esiste, che cosa riduce la funzione d'onda? Se la coscienza umana³⁴ genera paradossi, è sufficiente che sia una coscienza animale a indurre il collasso, o che altro? E poi, è sensato discutere della differenza tra coscienza umana e animale soltanto in base alla capacità di ridurre una funzione d'onda, oppure esse si differenziano per qualche altro fattore? Senza addentrarci in questa sede nella ricerca del significato del termine 'coscienza', se con esso intendiamo un complesso di facoltà mentali regolate da un qualche linguaggio oppure un complesso di facoltà mentali superiori, razionali, che come tali danno luogo a un'evoluzione non solo naturale ma anche culturale; se inoltre intendiamo con essa un dominio qualitativamente distinto dalla materia o qualcosa che vi sopravviene, oppure nient'altro che materia), è importante prendere in considerazione i punti di contatto fra la nostra analisi e il 'mistero della coscienza' come problema del rapporto fra stati mentali e stati cerebrali. Un problema fisico ha delle ripercussioni sul concetto di coscienza; pur senza impegnarci nei confronti di una delle tante risposte che si sono date al problema mente-corpo, partiamo tuttavia da un'assunzione che sta alla base di qualsiasi studio sulla coscienza e cioè che gli eventi mentali non abbiano potere causativo a distanza sulla materia. Non dobbiamo tuttavia confondere questa verità con la possibilità per un evento mentale di essere all'origine di un meccanismo volitivo, per cui uno stimolo interiore determina in noi la volontà e quindi la scelta di compiere una certa azione, un certo movimento: in questo senso allora possiamo affermare che un evento mentale produce un cambiamento sulla materia ma solo attraverso la mediazione di un atto di volontà. Quindi la nostra assunzione di partenza è che la mente non può agire direttamente su una materia se non per il tramite del corpo a cui è associata.

Il nostro spazio di azione è comunque abbastanza ristretto: dobbiamo definire cos'è la coscienza rispetto a una sovrapposizione quantistica. La presenza di paradossi rispetto alla coscienza dell'osservatore ci costringe non solo, come si è visto, a rifiutare l'interpretazione standard della meccanica quantistica, ma anche a ripensare il significato della coscienza all'interno del dibattito scientifico. Il dato che abbiamo è che la coscienza è recalcitrante a una spiegazione di tipo quantistico perché questo darebbe un taglio parapsicologico al nostro argomento. Perciò, accantonata l'ipotesi per cui la coscienza esercita azione a distanza, le strade rimangono due: o la coscienza non è un'entità soggetta alle leggi della fisica, ma questo è un altro problema, oppure la teoria quantistica è inadeguata a descrivere 'tutta' la realtà. Se quest'ultima opzione ci sembra la più ragionevole, e se una soluzione *a là* Penrose sembra oggi ancora lontana, allora 1) per un verso esiste un elemento di realtà che il formalismo quantistico non riesce a

³⁴ Potremmo addirittura individuare delle differenze di coscienza all'interno dei diversi tipi umani: l'atto di osservazione è lo stesso sia che venga compiuto da un fisico quantistico sia che venga compiuto da un poeta o da un falegname, totalmente digiuni di teoria quantistica? Infatti essi potrebbero non sapere di essere di fronte a uno strumento di misura; inoltre, pur sapendo che questo è uno strumento di misura, potrebbero non sapere dove leggere il risultato o come interpretarlo. Quindi sembra che il solo atto di guardare non sia sufficiente a dire 'che' realtà abbiamo sotto gli occhi se prima non conosciamo la teoria che sta dietro gli stessi strumenti di misura. A tale riguardo sembra appropriato il provocatorio commento di J. S. Bell, circa il criterio da adottare per discriminare fra livello microscopico e livello macroscopico, quando dice: «Forse la funzione d'onda dell'universo ha dovuto aspettare per fare il salto (quello che ha portato alla definitezza macroscopica) migliaia di milioni di anni finché è apparsa la prima creatura vivente costituita di una singola cellula? Oppure ha dovuto attendere un po' di più, finché non è emerso un sistema più qualificato... uno con un PhD?» (Bell 1987, 117).

captare, e quindi la teoria rimane incompleta, 2) per un altro verso non possiamo legittimamente ricondurre il funzionamento della coscienza alle (attuali) leggi della materia, pur non potendo prescindere dal supporto cerebrale che sostiene la vita della coscienza. Abbiamo rifiutato di essere monisti nel senso del solipsismo, ma possiamo per questo dirci dualisti? Il dualismo mente/corpo (o mente/cervello) presenta varie sfumature: infatti potremmo credere in un dualismo delle sostanze o delle proprietà. Vi sono poi dualismi più articolati che fanno riferimento al concetto di sopravvenienza o di epifenomeno.

Più che cercare di trovare ipotetiche connessioni fra teorie della misura quantistica e teorie della coscienza, possiamo invece spostare leggermente i termini del problema verso la questione delle leggi naturali. Sembra che la realtà sia qualcosa di mutevole che cambia a seconda del nostro modo di guardare, e certo il modo di guardare di un fisico quantistico sembra essere il più radicale; sicché potremmo essere indotti a pensare che le leggi della fisica quantistica debbano governare anche i fenomeni psichici e mentali. Questo forse poggia su un pregiudizio riduzionistico diffuso nell'ambito scientifico.

La conclusione è che la coscienza non può essere ridotta alle leggi della meccanica quantistica per due motivi. Primo, essa non può agire semplicemente in conformità al postulato di riduzione senza con questo generare paradossi a livello macroscopico; secondo, nessuno ancora conosce la vera natura della coscienza, ma è probabile che se essa dipende dalla struttura del cervello, e questo è composto fra l'altro di elettroni, protoni, neutroni e via dicendo, proprio per questo bisognerà cambiare qualcosa nell'interpretazione standard della meccanica quantistica. A meno di non dover davvero accettare poteri eccezionali della nostra mente sulla materia, qualora conservassimo il principio di sovrapposizione e il postulato di riduzione, vi sono ancora buone ragioni per ritenere che la luna è là anche se nessuno la guarda.

Bibliografia

Albert, D., Loewer, B. (1988), «Interpreting the many worlds interpretation», in *Synthese*, n. 86, pp. 87-98.

Bell, J. S. (1987), *Speakable and unspeakable in Quantum Mechanics*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bohm, D. (1952), «A suggested interpretation of the quantum theory in terms of Hidden Variables I and II», in *The Physical Review*, n. 48, pp.166-179, 180-193.

Bohr, N. (1935), «Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?», in *The Physical Review*, n. 48, pp. 696-702.

Davidson, D. (1984), «First person authority», in *Dialectica*, n. 38, pp. 101-111.

Dirac, P. A. M. (1976), *I principi della meccanica quantistica*, Bollati Boringhieri, Torino (1958: 4 ediz.)

Einstein, A., Podolsky, B., Rosen, N. (1935), «Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?», in *The Physical Review*, n. 47, pp. 777-780.

Everett, H. (1957), «Relative state formulation of quantum mechanics», in *Review of modern physics*, n. 29, pp. 454-462.

Fine, A. (1986), *The shaky game*, Chicago, University of Chicago Press.

Gell-Mann, M., Hartle, J. B. (1989), «Quantum mechanics in the light of cosmology», in *3rd International symposium on the foundations of quantum mechanics in the light of new technology*, Tokyo, Physical Society of Japan.

Ghirardi, G. C. (1997), «I fondamenti concettuali e le implicazioni epistemologiche della meccanica quantistica», in *Filosofia della fisica*, a cura di G. Boniolo, Milano, Bruno Mondadori, pp. 337-608.

Ghirardi, G. C., Rimini, A., Weber, T. (1986), «Unified dynamics for microscopic and macroscopic systems», in *The Physical Review D*, n. A42, pp.470-491.

Nagel, T. (1974), «What is it like to be a bat?», in *Philosophical Review*, 83, pp. 435-450.

von Neumann, J. (1997), *I principi matematici della meccanica quantistica*, Padova, Il Poligrafo (1932).

Penrose, R. (1992), *La mente nuova dell'Imperatore*, Firenze, Sansoni (1989).

Penrose, R. (1998), *Il grande, il piccolo e la mente umana*, Milano, Raffaello Cortina Editore, (1997)

Schrödinger, E. (1935), «Die gegenwärtige Situation in Quantenmechanik», in *Die Naturwissenschaften*, n. 23, pp. 807-812, 824-828, 844-849.

Wigner, E.P. (1961), «Remarks on the mind-body question», in *The scientist speculates*, a cura di I. J. London, Good Heinemann.

Zurek, W. H. (1991), «Decoherence and the transition from quantum to classical», in *Physics Today*, October 1991, pp. 36-44.

Risorse in rete

<http://www.ap.univie.ac.at/users/Anton.Zeilinger/philosop.html>

<http://www.artsci.wustl.edu>

<http://plato.stanford.edu>

http://www.npl.washington.edu/npl/int_rep/tiqm/TI_20.html

<http://www.bvinst.edu/faculty/qtop.htm>

<http://philsci-archive.pitt.edu/view-quantum-mechanics.html>