

LA FISICA QUANTISTICA TRA COSCIENZA E DOLORE

QUANTUM PHYSICS BETWEEN CONSCIOUSNESS AND PAIN

Germana Pareti

Dipartimento di Filosofia, Università di Torino

RIASSUNTO

La presente rassegna si propone di illustrare alcuni contributi emersi nel corso di recenti convegni dedicati alla trattazione del dolore in ambito neurofisiologico, nel quadro di una più ampia discussione sulla coscienza tra filosofi e neuroscienziati. In questi seminari si è fatto di frequente appello all'applicazione di principi della meccanica quantistica, mutuata dalla teoria che John Eccles aveva elaborato a fondamento dell'approccio interazionistico condiviso con il filosofo austriaco Karl Popper. Nel caso del dolore psicogeno, non sono mancati i riferimenti alla teoria del caos e dei sistemi complessi, e si sono esplorate le basi neurobiologiche della nocicezione, mostrando il legame sempre più stretto tra sviluppi farmacologici e trattamenti psicoterapeutici. Infine, sono state trattate le alterazioni biochimiche a carico di neuroni e piastrine che avrebbero un ruolo importante nella percezione del dolore e persino nella depressione. A questo proposito, le applicazioni della fisica quantistica si accorderebbero con i presupposti della teoria della sincronia oscillatoria mettendo capo a un'immagine della coscienza quale "pilota conscio", che in passato aveva goduto di un certo successo anche in filosofia della mente.

Parole chiave

Fisica quantistica, coscienza, dolore, Eccles, Hameroff

SUMMARY

This review aims at illustrating the contributes of some symposia to the debate on pain and consciousness. The application of quantum mechanics to the study of mind gave rise to a discussion between philosophers and neuroscientists. In particular, in the 80's, John Eccles developed a "dendron theory" to support the interactionist dualism proposed by the Austrian philosopher K. Popper. Embracing an alike probabilistic point of view, psychogenic pain may be elucidated recurring to the concepts of chaos and complex systems. Furthermore, pharmacological and psychoterapeutic approaches are associated to explore the physical correlates of the nociception, and the theory of the oscillatory synchrony corroborates the quantum physics in order to outline the idea of a "conscious pilot", which some years ago had also been successful in philosophy of mind.

Key words

Quantum physics, consciousness, pain, Eccles, Hameroff

INTRODUZIONE

Di recente è ricomparso in alcuni convegni un binomio apparentemente obsoleto, ma che aveva a suo tempo suscitato un certo interesse. Si tratta dell'accostamento tra la coscienza e la fisica dei quanti. In particolare, nel convegno "Pain and Psychopathology", tenutosi a novembre 2008 a Milano, sede satellite del congresso mondiale dedicato al dolore, si è affrontato soprattutto il dolore psicogeno, sotto svariati punti di vista, praticati dai neuroscienziati (psicoterapeuti compresi), ma anche dai filosofi.

È ovvio che, quando si tratta questo argomento, i filosofi si sentano direttamente coinvolti, soprattutto coloro che si occupano di teorie delle emozioni o che, ispirati al "secondo" Wittgenstein, ispezionano le "espressioni di dolore". In questi simposi si è correlata l'insorgenza del dolore con la coscienza, vedendo nel primo una spia o quantomeno una via d'accesso alla seconda; tuttavia, il ricorso a una disciplina forte (la fisica dei quanti) nella disamina di temi un tempo di pertinenza filosofica, continua a destare perplessità alla luce di risultati sovente oscuri per la loro complessità. In un primo momento, l'intervento della fisica quantistica nello studio della coscienza aveva catturato l'interesse specialmente degli anestesisti, i quali hanno a che fare col venir meno e il conseguente recupero della coscienza; ma successivamente se ne sono impadroniti scienziati di varia provenienza, non ultimi i biochimici, che si propongono di trovare un fondamento biologico all'applicazione del modello quantistico in psichiatria.

ECCLES, MENTE E PROBABILITÀ

Un richiamo alla fisica dei quanti nell'indagine sulla coscienza è costituito dall'interazionismo emergentista di John Eccles, su cui a Milano è intervenuto S. Leoni. A sostegno di questa concezione Eccles formulava una visione dualistica del rapporto tra mente e cervello, tesi che ancor oggi è oggetto di qualche residua discussione tra filosofi e scienziati nell'ambito della *body-mind question*, ove il nome di Eccles ricorre più di quanto non venga citato nei simposi storico-medici per il suo contributo alla trasmissione sinaptica. Come rilevò Piergiorgio Strata, Eccles - «fervente credente in Dio e nel soprannaturale» - escogitò un'ipotesi che non ebbe accoglienza da parte della comunità scientifica e neppure in ambito filosofico, in quanto non corroborata da adeguate conferme sperimentali.

Eccles aveva introdotto l'idea di una "struttura di collegamento", attraverso la quale la mente invierebbe i suoi messaggi al cervello, e viceversa. La mente non sarebbe «in contatto» con i singoli neuroni, bensì con moduli, i cosiddetti "dendroni" formati da gruppi neuronali della neocorteccia, o meglio dalle terminazioni dendritiche di popolazioni cellulari che si raggruppano insieme. Sarebbe la mente stessa a selezionare i moduli con i quali interagire, in uno scambio di impulsi con i dendroni. Una valida sponda a sostegno di questa concezione si ritrova nella teoria dei tre mondi elaborata da Eccles con Karl Popper.¹ Infatti il substrato dell'interazione, cioè la sottopopolazione neocorticale dei dendroni, è parte del Mondo 1.

Nel Mondo 2 risiederebbero invece le corrispettive unità mentali, cioè gli "psiconi", associati in una sorta di sovrapposizione con le corrispondenti strutture corticali dei dendroni. La neocorteccia avrebbe a disposizione quaranta milioni di dendroni, che associati ai rispettivi psiconi, metterebbero capo ciascuno alla propria caratteristica esperienza unitaria. Il meccanismo dell'interazione avrebbe luogo nelle sinapsi tra i dendroni, e in questo modo, operando su campi quantistici di probabilità, la mente influirebbe sull'esocitosi, processo di secrezione cellulare che in questo caso veniva riferito alla cellula nervosa. Propagandosi fino alla terminazione assonica, l'impulso provocherebbe a mo' di innesco l'esocitosi al bottone presinaptico, cioè l'apertura di un canale nella membrana presinaptica e la conseguente liberazione di un neurotrasmettitore. È qui che interviene il fondamento probabilistico della fisica dei quanti: la probabilità da parte di un'intenzione mentale di selezionare per l'esocitosi una vescicola già in posizione nella griglia vescicolare presinaptica nel microsito della membrana, calcolata sulla base del principio di incertezza di Heisenberg, sarebbe di gran lunga inferiore a 1.

Si evince allora come una teoria filosofica interazionistica poggi sull'idea di un'azione mentale a carico di un processo fisiologico essenziale per la sopravvivenza cellulare, nella fattispecie il rilascio del contenuto di un neurotrasmettitore di una vescicola presinaptica sollecitato dal sopraggiungere di un impulso nervoso.

Ma la condizione predisponente, cioè la bassa probabilità di controllare l'emissione del contenuto chi-

mico da parte della griglia vescicolare presinaptica, verrebbe a coincidere con un microsito di eventi mentali, paragonabile ai campi probabilistici della meccanica quantistica. Secondo Eccles, la coscienza si manifesta per mezzo delle intenzioni, e le conseguenti azioni volontarie si realizzano con l'aumento della probabilità delle emissioni vescicolari in migliaia di sinapsi tra le cellule corticali.

Quando però è il momento di esprimere in termini fisico-matematici i fondamenti teorici a sostegno di questa ipotesi, sorgono i problemi. Non basta osservare che il suo impiego ha consentito di superare il determinismo della fisica classica, colpevole di cristallizzare i due mondi in uno stato di incomunicabilità.

Nei primi anni Novanta, Friedrich Beck, un fisico di Darmstadt, aveva formulato un modello meccanico, ispirato a un processo di penetrazione (tunneling) di una quasi-particella attraverso una barriera, per spiegare in modo realistico l'esocitosi sinaptica.² In questo modo, la proposta di Eccles e Beck mirava a correlare la bassa probabilità dell'esocitosi prodotta da un impulso nervoso con il risultato di uno stato cerebrale che, pur contemplando la possibilità delle due condizioni - di esocitosi e non-esocitosi - secondo il principio di indeterminazione di Heisenberg, concedeva al potere volizionale della mente di influire sugli stati cerebrali provocando un collasso quantico e aumentando così la probabilità dell'esocitosi.

Meno macchinoso appare invece il raffronto tra Eccles e Jung, che fa leva sul carattere dell'unicità individuale, propugnato da entrambi i pensatori. Lungo questa prospettiva prevale

allora l'orientamento umanistico del dualismo ecclesiano, volto, in chiave apertamente antiriduzionistica, alla ricerca del senso della vita, attuata grazie alla realizzazione di un programma di formazione personale che accompagna l'essere umano fin dalla nascita.

IL DOLORE: UNA SPIA NELLA COSCIENZA

L'intervento della fisica dei quanti applicata alla coscienza non è però soltanto un'eredità impegnativa della concezione ecclesiana. In ambito neurologico, il ricorso alla fisica quantistica e alle teorie dei sistemi caotici nell'interpretazione delle funzioni del sistema nervoso è sembrato un mezzo per superare la presunta "insostenibile" dicotomia cartesiana tra corpo e mente.³

Le stesse metodiche di *neuroimaging* nonché l'ipnosi concorrono a far apparire sfumati i confini tra gli eventi reali percepiti e quelli soltanto immaginati. Sotto questo aspetto non fa eccezione il dolore nelle sue svariate forme: dal dolore reale, somatico, a quello psicogeno, inspiegabile perché apparentemente privo di correlati organici. Su questo fronte, riduzionismo e dualismo risultano egualmente inefficaci, in quanto, applicato al dolore, il modello del "doppio stato" (fisico e mentale, somatico e psicogeno) rivela «insuperabili limiti epistemologici», i cui effetti negativi ricadono in ambito algologico, diagnostico e clinico, laddove sono necessarie classificazioni e categorie nosografiche.

Interpretando il "dolore come sistema complesso" si supera il modello bio-

medico fondato sulla causalità lineare, responsabile della contrapposizione tra dolore somatico e dolore psicogeno. In sua vece si invoca il principio probabilistico che individua il dolore in termini di "eventi" che possono assumere funzioni d'onda, variabili nel tempo, e «la cui configurazione morfo-funzionale presenta una probabilità di evenienza, contingente nel tempo».

Il continuo mutamento della vita riflette la natura duale della materia, della luce e, in genere, di tutte le radiazioni elettromagnetiche, che si manifestano sia come particelle sia come onde. A questo flusso ininterrotto da uno stato all'altro non si sottrae il dolore, che si configura come «uno spettro di continuità», dove alle due estremità si situerebbero il dolore fisico puro e quello psicogeno, altrettanto puro.

Ma questi sono eventi statisticamente insignificanti, eccezionalmente rari, poiché la quasi totalità dei pazienti si situa nella parte mediana della cupola gaussiana. Dentro questa campana gli eventi fisici e mentali si intrecciano «con un differenziale di probabilità variabile», in funzione del quale si determina il "peso" somatico o psicogeno, secondo il punto in cui si colloca l'evento doloroso lungo un continuum. Alla visione "duale" (dolore somatico/dolore psicologico) si sostituirebbe pertanto una diagnostica per probabilità, attenta alle posizioni intermedie delle varie forme algiche. Più che il sintomo doloroso, ora desta interesse la relazione "paziente-che-soffre", che si articola come un sistema di molteplici componenti, dalla percezione alla comunicazione dello stato.

IL DOLORE COME SISTEMA COMPLESSO

Per arrivare all'interpretazione del dolore come sistema complesso alcuni neurofisiologi hanno rivisitato l'idea del sistema nervoso centrale quale "neurocaos". Era stato Walter Freeman, oltre due decenni fa, a ipotizzare l'idea di un'attività cerebrale dinamica e caotica, caratterizzata da popolazioni cellulari i cui neuroni si coordinano in un comportamento integrato, ma possono anche passare rapidamente da una combinazione all'altra, dando origine a nuovi assemblaggi, impegnati in altri compiti percettivi.⁴ Freeman aveva elaborato un modello dell'attività neuronale, secondo il quale la percezione ripetuta di uno stimolo odoroso metteva capo in primo luogo alla formazione di una popolazione neuronale, la cui attività di interazione sinaptica induceva l'emergere di un cambiamento di stato dell'intero bulbo olfattivo. L'informazione espressa dai singoli neuroni si "disseminava" in un'attività integrata e distribuita sull'intera struttura corticale olfattiva. Questo modello era esprimibile matematicamente nei termini di una collezione di attrattori caotici, nel senso che l'attività bulbare era paragonabile a quella di un sistema dinamico che evolve verso un attrattore, cioè verso una porzione dello spazio dove convergono le sue traiettorie, ma che in questo caso ha una struttura "strana", irregolare. Infatti le onde dell'attività cerebrale registrate con EEG erano visualizzabili con la grafica di un computer come traiettorie di un modello dinamico, fluttuanti nello

spazio aperiodicamente per forma e grandezza. Passando dal modello alla struttura biologica, Freeman ipotizzava che il processo percettivo corrispondesse a un brusco cambiamento o "balzo esplosivo" del sistema dinamico dal "bacino" di un attrattore a quello di un altro. Una serie di modelli di neurodinamica corticale non lineare mirava a studiare le proprietà della corteccia impegnata in compiti percettivi, nei vari stati di consapevolezza e di intenzionalità, e nei processi emotivi. Di qui il passo ai correlati neurali della coscienza era breve. E da quel momento non solo il caos è parso come «un possibile codice neuronale» a spiegazione delle funzioni corticali, ma l'ipotesi dei sistemi dinamici non lineari ha cominciato ad applicarsi anche alla trattazione di malattie "dinamiche", quali l'epilessia e altre patologie cerebrali, arrivando a comprendere il dolore.⁵

DOLORE E PSICHE

Si sostiene che nulla più del dolore sveli l'enigma della mente, o meglio «il misterioso salto dalla mente al corpo». In tal senso depongono la sua collocazione, sul crinale tra soma e psiche, e la sua struttura multifattoriale, le cui componenti sono codificate da aree corticali differenti secondo il prevalere degli aspetti sensoriali, motivazionali e affettivi o cognitivi e valutativi. Con il *neuroimaging* funzionale è stato possibile distinguere l'attivazione della corteccia somatosensoriale primaria (laddove prevale la componente sensoriale) da quella del cingolo anteriore (nel caso della componente emotiva). Quest'ultima,

definita una vera e propria interfaccia tra emozione e cognizione, sembra poter essere suddivisa tra una porzione rostrale che attribuisce significato affettivo agli stimoli interni ed esterni, e una regione caudale che codifica i contenuti cognitivi, valutativi e di selezione delle risposte. Eppure molti neurofisiologi sono convinti che il dolore psicogeno sia elaborato nelle stesse regioni che trattano anche il dolore somatico, e che la percezione del dolore possa colorarsi di un contenuto semantico, secondo come se lo rappresenta il paziente, in base alle sue personalità, storia e cultura, in maniera corporea o psichica. Ma talvolta accade che il dolore possa cronicizzarsi. Su questi aspetti, osserva Alberto Panerai («Neuropsychopharmacology of Psychogenic Pain») lavorano da tempo i farmacologi, impegnati a trattare i neurotrasmettitori con antidepressivi che intervengono a modulare i sistemi nelle aree coinvolte, situate nei pressi del giro del cingolo. Se la percezione del dolore è inserita nella vita emotiva, chi non sa esprimere il dolore psichico lo trasforma in somatico. E su questo fronte operano diversi scienziati dell'Università di Torino, tra i quali il neurologo Franco Mongini nel campo della lotta contro le cefalee e il dolore facciale («Psychogenic Aspects of Head Pain»), e il neurofisiologo Fabrizio Benedetti, che da anni si occupa degli effetti del placebo e del nocebo, meccanismi fondamentali per lo studio del dolore e dell'analgia («Placebo and Nocebo Modulation of Pain»). Se gli eventi mentali indotti dalla somministrazione del placebo riescono ad attivare meccanismi neurobiologici simili a quelli messi in

atto da droghe e farmaci, forse esiste una similarità tra effetti psicologici e sociali da un lato, e farmacodinamici dall'altro. E sul versante opposto, anche le semplici suggestioni verbali negative con cui si avverte il paziente che il suo dolore si intensificherà, o che non riceverà più il suo antidolorifico, sembrano indurre un'ansietà anticipatoria circa il prossimo aumento del dolore. L'ansia indotta verbalmente a sua volta stimolerebbe l'attivazione della colecistochinina, un neurotrasmettitore che, oltre a modulare il senso di sazietà, si rivela fondamentale per la nocicezione e il comportamento ansiogeno. Molte di queste idee che erano state anticipate da William James nel celebre, ma controverso, saggio sull'emozione, ora assumono una coloritura diversa, perché si rivelano fondate sulla biochimica. A seguito di queste scoperte si prospettano scenari suggestivi circa l'applicazione di nuove strategie terapeutiche che fanno leva sul ruolo della cognizione in risposta alle terapie. Il lapidario Michael Balint aveva asserito che il farmaco che il medico somministra di più e meglio è proprio se stesso: dunque, aspettative e fiducia sono essenziali nel processo di guarigione. Ma Balint aveva anche avvertito che esistono pazienti i quali investono tutto nella malattia e specialmente nel loro comportamento di dolore, e che pertanto non desiderano affatto guarire, perché in tal caso non resterebbe loro più nulla. Qui intervengono i "medici del dolore", i quali, come Marco Lacerenza («Pain and Psychogenic Pain: the Clinical Point-of-view»), legittimando le condizioni di sofferenza, cercano di indurre il paziente a spostare il locus

del controllo, che deve tornare a essere "interno", compreso e accettato, in un percorso in cui si intrecciano credenze, intenzioni, motivazioni nei confronti delle cure e aspettative di guarigione. È questo un vocabolario che ricorda da vicino il lessico e la sintassi delle *Ricerche filosofiche* di Wittgenstein, con la variante che ora è la sofferenza a cementare l'unità tra mente e corpo.

Se il dolore è una sorta di contenitore a più significati, per maneggiarlo non si disdegnano neppure ipnosi e tecniche di *mindfulness*, che funzionerebbero non solo a scopo di psicoterapia, ma anche per gettar luce sulla fisiologia del sistema nervoso centrale. Con l'impiego dell'ipnosi pare accertato che si attivino le stesse aree corticali che si innescano nel caso della percezione reale, e ancora una volta diventa meno netto il confine tra realtà e illusione. Ma si dovrà anche tener conto dell'immagine che la sofferenza ha assunto nella società occidentale, anelante a esser liberata in fretta dal malessere, in una sorta di anestesia affettivo-sensoriale. Perciò nell'evoluzione, o meglio nell'involuzione del concetto di dolore, c'è chi ha intravisto un cambiamento concettuale: dall'idea di nucleo significante-noumeno a quella di fenomeno, cioè di spia o persino epifenomeno di una condizione, della quale, tuttavia, nel caso del dolore psicogeno non esiste correlato organico patologico. Ma se da una parte l'idea di un dolore *disembodied* mina il modello classico, di tipo causale, della malattia, dall'altra, non pare sostenibile neppure la contrapposizione rigida tra somatico e psicogeno. E qui tornerebbe nuovamente utile la teoria di Eccles-Pop-

per, secondo la quale il Mondo 2 e il Mondo 3 rappresentano rispettivamente l'insieme delle esperienze non soltanto percettive, ma anche di dolore ed emozionali, i ricordi, gli stati psichici che formano la trama del Sé, e il mondo della cultura in tutte le sue espressioni, dai contenuti oggettivi del pensiero alle teorie, alle opere artistiche e letterarie. All'intersezione tra l'elaborazione degli stimoli esterni e interni si collocherebbe quel "differenziale di probabilità quantistica", che riorganizza il dolore come un sistema circolare a partire dal momento percettivo, cui fanno seguito la sofferenza e il comportamento del dolore e infine la comunicazione.³

Neuroni, piastrine e quanti

Pare assodato che, più che sui risultati di analisi biologiche oggettive, le diagnosi psichiatriche poggino sull'esperienza clinica dello specialista. Questa potrebbe però essere corroborata da un approccio biochimico attento alle differenti componenti neurochimiche presenti in certe forme di patologie mentali. Secondo questa impostazione, un ruolo fondamentale rivestirebbero le piastrine e, in particolare, l'alterazione della concentrazione di alcuni acidi grassi presenti in questi elementi del sangue a lungo studiati in animali da laboratorio, i cui stati depressivi non erano indotti artificialmente, ma erano probabilmente presenti fin dalla nascita. L'avvio a questo indirizzo di ricerca era stato impartito da studi che in passato avevano avanzato l'ipotesi di un fondamento genetico per certe forme di depressione, riconducibili a un'accentuata attività di metilazione del DNA: si era accertato nei soggetti

suicidi per depressione l'incremento di questo processo, che consiste in una modificazione epigenetica volta a "silenziare" l'espressione di un gene "indesiderato". Probabilmente il gene soppresso in questi casi aveva il ruolo di un recettore chimico fondamentale nella regolazione del comportamento. Ora l'impostazione genetica che individua a monte un errore di riprogrammazione ha ispirato anche l'indagine sugli acidi grassi degli elementi del sangue, a proposito dei quali è emerso che nei pazienti depressi si evidenzerebbe un differente grado di saturazione della membrana cellulare, e in particolare un livello elevato di fluidità della membrana rispetto a quella dei soggetti normali. L'attenzione dei biochimici si è soffermata su quei microdomini della membrana plasmatica nei quali la concentrazione dei componenti, e soprattutto delle proteine, differisce dal resto della membrana; la localizzazione di questi microdomini nelle piastrine è stata intesa come un probabile biomarcatore della depressione e di altre alterazioni neurologiche e psichiatriche. Nella composizione critica della membrana delle piastrine sembra avere un ruolo di spicco una proteina del gruppo G, la Gs-alpha. Per discutere sulla validità del metodo che attraverso l'analisi delle piastrine consente di individuare i soggetti inclini alla depressione, Massimo Cocchi e Lucio Tonello (un ingegnere che ha realizzato un software per mettere in relazione il livello degli acidi grassi con lo stato depressivo - oltre che ischemico - nei soggetti predisposti) hanno invitato presso il Centro di biologia molecolare di Bologna Kary Mullis e Mark Rasenick. Mentre quest'ultimo

è il direttore del Dipartimento di Psichiatria dell'Università di Chicago, Mullis è uno scienziato famoso, oltre che per le sue eccentricità, soprattutto per la scoperta della reazione polimerasica a catena che gli è valsa il premio Nobel nel 1993.

Tra Cocchi e Mullis è nata una collaborazione che li ha condotti a condividere l'idea che svariate patologie psichiatriche, tra cui la depressione maggiore, sarebbero da correlarsi con alterazioni a livello molecolare a carico non solo dei neuroni, ma anche del sangue, in particolare nel citoscheletro delle piastrine.⁶ Ed è a questo punto che il discorso si estende alla coscienza. Infatti, la proteina "incriminata" del gruppo G non solo avrebbe un ruolo di primo piano nella sintesi proteica del ribosoma, ma costituirebbe anche un componente importante della tubulina. Questa è la proteina i cui filamenti costituiscono i microtubuli, che a loro volta compongono il citoscheletro, cioè la struttura interna della cellula. È noto che i microtubuli non sono semplici costituenti del citoscheletro, ma che nei neuroni assumono funzioni di propagazione dei segnali e intervengono nelle sinapsi. Su queste strutture aveva richiamato l'attenzione Stuart Hameroff, allorché negli anni Novanta con la collaborazione del fisico matematico inglese Roger Penrose, aveva formulato la teoria della "riduzione oggettiva orchestrata" della coscienza, basata sull'idea che gli anestetici inducono la perdita di coscienza inibendo le deboli forze di interazione nei dimeri di tubulina presenti nei neuroni e interferendo con i passaggi di elettroni. Nelle cellule nervose e specialmente nelle terminazioni dei

dendriti, i dimeri di tubulina sarebbero però in grado di conservare uno stato di sovrapposizione quantica coerente, cioè un'onda di possibili localizzazioni presenti tutte nello stesso tempo («stati quantici di possibilità inconscie») fino al raggiungimento di una data soglia di riduzione oggettiva in cui la funzione d'onda collassa, secondo il principio di indeterminazione che correla l'energia quantica delle proteine di tubulina in sovrapposizione con il rapporto tra la costante di Planck e il tempo in cui si presenta il momento conscio. In questo collasso si configurerebbe l'emergere della coscienza, il cui flusso consiste nella somma dei singoli momenti di collasso, e cioè in una cascata di eventi di riduzione oggettiva "orchestrata", in quanto guidata e accordata dal processo con il quale le proteine associate ai microtubuli (MAP) dirigono l'attività quantica dei microtubuli.⁸

Sfrondate dal rivestimento della teoria quantistica, anche queste tesi riecheggiano posizioni filosofiche già praticate. Innanzitutto la presunta inseparabilità tra gli stati di consapevolezza e di non-consapevolezza sulla quale recentemente insiste Hameroff allude alla teoria dello stato centrale del materialista australiano David Armstrong: «la coscienza... non è nient'altro che la percezione o consapevolezza dello stato della nostra mente. Il guidatore in stato di automatismo percepisce la strada, o ne è consapevole: se così non fosse, l'auto finirebbe nel fosso».⁸

Anche per Hameroff, quando guidiamo o camminiamo apparentemente in trance, funziona solo il pilota automatico; ma non appena qualcosa interviene a modificare la scena visiva,

ecco che la coscienza assume il controllo della situazione. Allorquando si ricade nella routine, il pilota automatico riprende il sopravvento.

L'anestesiologo ritiene che gli stati consci non siano separabili da quelli inconsci, ma che si tratti di un unico processo di computazione neuronale, al quale può accompagnarsi un carattere fuggevole che reca con sé l'esperienza conscia e la capacità decisionale. La coscienza presuppone probabilmente un'attività neuronale collettiva che, dispiegandosi per tutto il cervello, mette capo a un accordo, riuscendo anche a farsi carico delle funzioni del pilota automatico inconscio.^{9,10}

Con queste idee Hameroff aveva tutte le carte in regola per entrare a far parte di quella folta schiera di neuroscienziati desiderosi di colmare lo iato tra fenomenico e neuronale. Un meccanismo utile a questo fine si intravede nella sincronia delle onde gamma rilevabile sull'intera corteccia cerebrale, a cui Hameroff attribuisce il ruolo di miglior correlato misurabile della coscienza. Nei primi anni Novanta, la sincronizzazione oscillatoria era stata ipotizzata su basi sperimentali relativamente solide riguardo al sistema visivo, uditivo e olfattivo da parte di alcuni gruppi di neurofisiologi, tra i quali aveva spicco quello del Max-Planck di Francoforte s.M. guidato da Wolf Singer.

Tuttavia, secondo Hameroff, l'attività gamma non sarebbe espressa dai singoli neuroni o dalle popolazioni neuronali corticali delle aree sensomotorie attivate dalla stimolazione, bensì da circuiti periferici di blocchi neuronali connessi tra loro per mezzo di sinapsi elettriche, o più precisamen-

te da giunzioni connettenti. Questi neuroni interconnessi sarebbero un sottoinsieme del sincizio descritto oltre un secolo fa da Camillo Golgi. Più specificatamente, i processi consci di livello superiore che si esplicano all'interno dei neuroni sarebbero diffusi da un meccanismo di apertura e chiusura di queste giunzioni, che induce il reticolo golgiano a "muoversi" lungo il cervello come una sorta di involucro spaziotemporale di neuroni sincroni, che interviene a mo' di agente conscio, dotato di esperienza e controllo su funzioni che altrimenti resterebbero inconscie. Ora da Hameroff i "singoli neuroni" sono relegati a mero pilota automatico; il pilota vero, quello conscio, è il reticolo di Golgi. Tuttavia, su questo punto, occorre molta cautela, in quanto il concetto di "sincizio" in Golgi ha una duplice denotazione: se da un lato rinvia all'idea di "rete diffusa" di cui Golgi fu sostenitore, da un altro lato, significa l'apparato reticolare interno, detto anche reticolo del Golgi, l'organello endoplasmatico che riveste un importante ruolo nell'indirizzamento delle proteine, e la cui funzione è ancor oggi approfondita.

Ora è evidente che Hameroff lo usi con questo secondo significato, anche se non è perspicuo come «neuroni collegati tra di loro» possano essere «sottoinsiemi dei sincizi di Golgi», cioè come un blocco neuronale sincrono possa configurarsi come un sottoinsieme di un reticolo interno della cellula, che esporta e immagazzina vescicole contenenti prodotti cellulari. Una soluzione a questa impasse è fornita da Cocchi, il quale suggerisce di interpretare l'apparato reticolare interno come entità veico-

lante le informazioni tra le cellule, che andrebbero viste come sottoinsiemi in quanto dipendenti dall'apparato stesso. Nondimeno, quando allude all'opera di un "agente conscio", Hameroff sembra provare nostalgia per l'*homunculus*, quel *deus ex machina* di livello superiore che i fisiologi, ma soprattutto i filosofi quali Daniel Dennett, si erano prodigati per eliminare, alla stregua dello spettro nella macchina. Eppure, all'ipotesi delle piastrine si guarda con curiosità, perché con essa s'inaugura una nuova era della psichiatria, in cui *tout se tient*: depressione e coscienza, G-proteine e tubulina, cambiamenti nella membrana lipidica o nel citoscheletro.

CONCLUSIONI

Per quanto microelettrodi e *neuroimaging* abbiano permesso di ascrivere alle varie regioni corticali il correlato neurale di gran parte delle funzioni sensoriali, motorie e cognitive, resta ancora lontano l'obiettivo del correlato fisico della consapevolezza, persino di quella visiva. Pur deputati a svolgere svariati compiti, i neuroni non paiono in grado di fare le molte cose che ci piace pensare siano di loro pertinenza, neppure se le loro risposte concertate si "ingranano" in un'attività coerente e distribuita su gran parte della corteccia. Sorge allora il problema di giustificare il "salto" dall'elaborazione neuronale all'emergere della coscienza, e di trovarle un substrato neurale in qualche circuiteria, modulo o connessione. La fisica quantistica ravvisa in microstrutture subcellulari le risposte che sembrano non poter essere fornite dalle varie

ipotesi di collegamento. Allora, se il problema della coscienza non si risolve dall'esterno in processi, assemblaggi ecc. che lavorano di concerto, in maniera globale, dinamica e flessibile, la soluzione va cercata "nel" neurone e più precisamente in strutture che fino ad ora erano state associate al trasporto assonico delle proteine. Però tutto funziona a patto che a tali processi subneuronalmente non si applichi il modello fisico classico newtoniano.

Le conclusioni di queste argomentazioni sono tratte da Mario Tiengo, l'anestesiologo che ha dedicato la sua vita di scienziato alla lotta contro il dolore.

Citando Cartesio nel definire il dolore «un meccanismo di allarme che avverte l'anima di un pericolo imminente» (oggi si direbbe: che allerta la coscienza di un segnale di danno), Tiengo sostiene che mentre per spiegare le prime due fasi del percorso neurofisiologico della sensazione dolorosa (ricezione dello stimolo dannoso e trasmissione) bastino le leggi della fisica classica, per le restanti tappe (distribuzione alle aree corticali pertinenti e integrazione tra elaborazione cognitiva ed emozionale) occorra "oltrepassare" la meccanica newtoniana. Nella percezione del dolore si annullano tutti i nessi causali: come si è visto, placebo, emozioni, cambiamento del tono dell'umore possono annientare la sensazione dolorosa, mentre al contrario, persino senza alcuna ragionevole causa fisica, nel caso del dolore atteso e della depressione, la sua percezione è reale.

E se per spiegare i processi distributivi della terza fase basta la fisica quantistica, per i fenomeni integrativi in cui la nocicezione diventa dolore, non pare

sufficiente nemmeno questa teoria. Nell'opera che aspira essere «una guida completa alle leggi dell'universo», o meglio alle «vie della realtà», lo stesso Penrose ha recentemente ammesso di volersi "deliberatamente" astenersi dal trattare la coscienza, nonostante essa sia un processo fisico reale e, come tale, fondamentale nella ricerca di una spiegazione del mondo.¹¹

Forse nessun fenomeno più del dolore è esemplificativo di una mancanza epistemica, per colmare provvisoriamente la quale si ricorre alla metafora dello specchio. Ma lo specchio non è soltanto quello deformante della mente umana che crea e amplifica il dolore persino senza un fondamento organico; è "anche" lo specchio di Alice, quando passa dal mondo della realtà a quello ignoto che capovolge ogni logica. Attraversando lo specchio, il mondo che si intravede è quello subatomico, dei quanti, la cui complessità, secondo Tiengo, ci dovrebbe mettere in guardia sull'impossibilità di conciliare prove cliniche e dati sperimentali con il senso comune.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Popper KR, Eccles JC. *The Self and Its Brain: An Argument for Interactionism*, Springer, Heidelberg-Berlin 1977, trad. it. *L'io e il suo cervello*, Armando, Roma 1981, 3 voll.
- 2) Beck F, Eccles JC. *Quantum Aspects of Brain Activity and the Role of Consciousness*. PNAS, USA 1992; 89: 11357-61.
- 3) De Benedittis G. È davvero tutto nella mia mente? Il dolore psicogeno rivisitato. *Pathos* 2008; 1: 9-17.
- 4) Freeman WJ, Skarda CA. *How Brains Make Chaos in Order to Make Sense of the World*. *Behav Brain Sci* 1987; 10: 161-95.
- 5) Korn H, Faure P. *Is there Chaos in the Brain? Experimental Evidence and Related Models*. *Compt Rend Biol* 2003; 326: 787-840.
- 6) Cocchi M, Tonello L. *From Platelets to Consciousness through a Bio Molecular Approach*, in corso di stampa.
- 7) Pivato M. *Ma la depressione è nel sangue*. *TuttoScienze*. 1 ottobre 2008: V.
- 8) Armstrong DM. *A Materialist Theory of Mind*, Routledge and Kegan Paul, London 1968.
- 9) Hameroff SR. *The Brain Is Both Neurocomputer and Quantum Computer*. *Cogn Sci* 2007; 31: 1035-45.
- 10) Hameroff SR. *The "conscious pilot" - dendritic synchrony moves through the brain to mediate consciousness*. *J Biol Phys* 2009, publ. Online.
- 11) Penrose R. *The Road to Reality, A Complete Guide to the Laws of the Universe*, Vintage Books, New York 2004, tr.it. *La strada che porta alla realtà*, Rizzoli, Milano 2005.

ROME REHABILITATION 2010 S.I.C.D. (XIX CONGRESSO NAZIONALE)

DOLOR E FUNCTIO LESA

SINERGIE TRA MEDICINA DEL DOLORE, MEDICINA RIABILITATIVA, MEDICINA LEGALE E DEL LAVORO (INAIL-ISPEL) E MEDICINA SPORTIVA. IL RUOLO DELLA MEDICINA DEL DOLORE E DELLA MEDICINA RIABILITATIVA NEL PAZIENTE CON DOLORE PERSISTENTE

Roma, 9, 10 e 11 dicembre 2010
Centro Congressi Hotel Ergife - Via Aurelia, 617/619 - Roma

Presidenti:

Valter Santilli, Sergio Mameli