

LA COSCIENZA E I QUANTI

Un dibattito tra Roger Penrose e Giancarlo Ghirardi sul funzionamento della mente. L'anima analizzata da fisici e logici

# Gatti di Schrödinger nelle nostre teste

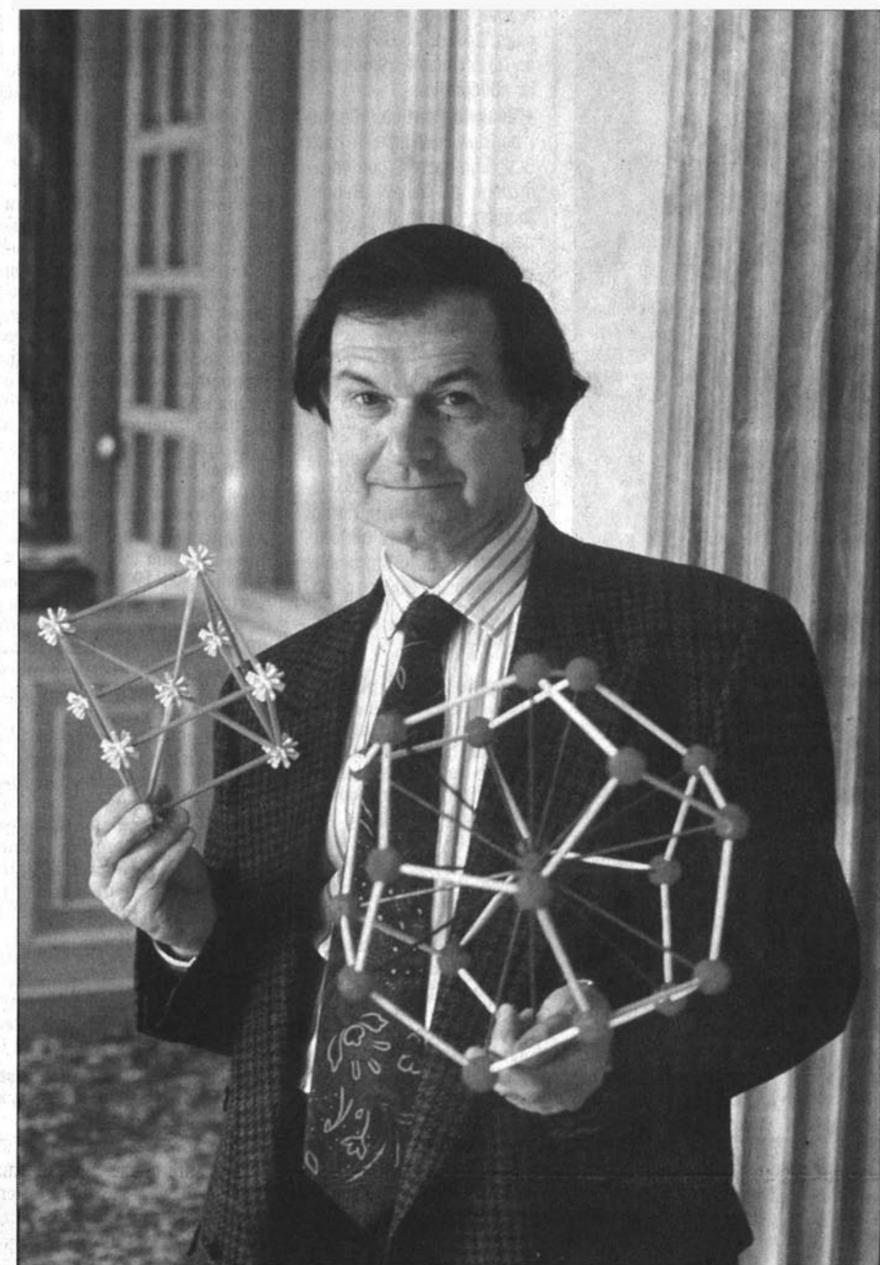
DI FRANCESCO DE MARTINI

*L'elettrasporto, indeterminazione, riduzione della funzione d'onda all'atto di ogni misurazione: concetti che spiegano la libertà e creatività umane*

«Parole grandi» sono state scambiate in una simpatica e cavalleresca tenzone, nel corso dei due convegni «Are there Quantum Jumps» e «The present status of Quantum Mechanics», tenuti in successione dal 5 al 10 settembre a Trieste e a Losinj, in Croazia. Il doppio congresso era organizzato dall'International center for theoretical physics di Trieste in onore di Giancarlo Ghirardi, uno scienziato che da decenni mantiene molto in alto il valore della fisica italiana dedicata ai fondamenti formali e concettuali della meccanica quantistica. Ghirardi è anche l'autore di *Un'occhiata alle carte di Dio* (Il Saggiatore, Milano 1999), il migliore libro di divulgazione dedicato a questo argomento. Partecipavano al congresso i più noti esperti del campo, italiani come Giuliano Toraldo di Francia, Marisa dalla Chiara, Giovanni Jona-Lasinio, Mauro D'Ariano, Ludovico Lanz, e stranieri come David Albert della Columbia university, Stephen Adler di Princeton e Roger Penrose di Oxford. Al fuoco del dibattito la celebrata e contestata, ma ineludibile teoria Grw inventata negli anni Ottanta da Ghirardi, Alberto Rimini e Tullio Weber che risolve tramite una "localizzazione spontanea" il famoso problema della riduzione della funzione d'onda all'atto di ogni misurazione, ossia ogni qual volta l'osservatore entra in contatto con l'elusivo mondo quantistico.

Potremmo chiederci se questa problematica non sia in fondo poco rilevante. Che importa infatti la perfezione logica della teoria se questa è utile per progettare, ad esempio, un nuovo tipo di transistor? Per una risposta sensata, si consideri che tutto lo scibile appare oggi eminentemente quantistico e che i misteri, i paradossi e anche le attese per il futuro del nostro universo arrivano da lì. È quantistico il piccolo, il leggero, l'invisibile, l'atomo, l'elettrone e il fotone: questo lo sapevamo da tempo. Ma è quantistico anche il grande, il Sole, le stelle e le galassie, la radiazione fossile che giunge a noi dal big bang, la terrificante voragine del buco nero e la materia e l'informazione che vi si precipitano, l'universo.

E non è finita. Anche la mente, dicono alcune versioni



Roger Penrose (Grazia Neri). A destra, un personaggio del cartone animato «Galline in fuga», 2000 (Photos12)

delle scienze cognitive, potrebbero essere quantistica: ogni processo cognitivo implicherebbe l'eccitazione coerente dei neuroni in un processo collettivo simile a un enorme «gatto di Schrödinger» mentale, coinvolgente miliardi di connessioni sinaptiche. Ma nel caso del pensiero, come potrebbe mantenersi per un tempo sufficiente, diciamo almeno per alcuni minuti, la coerenza quantistica

di questo processo, sfidando la de-coerenza distruttiva onnipresente alla temperatura ambiente a cui opera il cervello? (La concreta possibilità di un tale processo, finora giudicata impossibile, è stata tuttavia dimostrata al congresso di Trieste-Losinj da chi scrive, autore con Fabio Sciarrino e Veronica Secondi di un lavoro sperimentale di prossima pubblicazione su «Physical

Review Letters» e disponibile sul sito <http://quantumoptics.phys.uniroma1.it>).

Secondo una vecchia proposta di John Lucas, discussa da John Searle in *Il Mistero della coscienza* (Cortina, Milano 2002) da Henry Stapp in *Mind, Matter and Quantum Mechanics* (Springer, Berlino 1993) e da Roger Penrose in *Le ombre della mente* (Rizzoli, Milano 1996) lungi da esse-

re associata a un'azione computazionale "classica" nel senso invocato dal vecchio paradigma dell'Intelligenza artificiale, quella eccitazione collettiva sarebbe un processo non-computabile, ossia non attribuibile a una qualsiasi deterministica catena logico-deduttiva. La chiave per sfuggire al determinismo computazionale che ridurrebbe la mente a una mera macchina calcolatrice, ri-

## Noi, cervelli di gallina

DI UMBERTO BOTTAZZINI

La gallina è un animale intelligente, si vede da come guarda la gente, cantavano Cochi e Renato. Già, come guarda la gente una gallina? Perché gira la testa e ci fissa in tralice con un occhio solo? Insieme a tante altre cose che fanno le galline, ce lo spiega questo delizioso libretto di Giorgio Vallortigara, uno studioso di neuroscienze, che cerca di capire come funziona la mente umana. Se questo è l'obiettivo, perché occuparsi di galli, galline e pulcini? La ragione sta nella convinzione, condivisa da molti neuroscienziati, che «i principi generali del funzionamento delle menti, di tutte le menti, inclusa quella umana, possano venir ricavati dallo studio di organismi anche molto diversi da noi». Piccioni, ratti, lumache, ragni, cornacchie, e galline appunto. I risultati di queste ricerche sono sorprendenti. A cominciare dai dati sulla percezione, del tutto analoghi a quelli ormai classici di Kanitsa sulla percezione umana di oggetti parzialmente nascosti e sul completamento amodale. Le prestazioni "cognitive" della gallina e quelle dei neonati umani sembrano portare alla conclusione che, almeno in parte, le sue e le nostre percezioni degli oggetti sono uguali. Lo stesso si può dire del senso della profondità, ossia la capacità di "capire" ciò che sta davanti e ciò che sta dietro in un'immagine, o cosa c'è dietro un angolo.

Si può parlare di rappresentazioni mentali? Di fatto, il pulcino si comporta come se fosse in grado di rappresentarsi mentalmente la presenza della "mamma" (in realtà, una pallina o una scatola, come hanno insegnato le scoperte di Lorenz sull'imprinting) anche quando non ci sono più segnali sensoriali della sua presenza. Come fa una chiocchia a mantenere il senso di identità di un suo pulcino, a riconoscerlo, se dopo un paio di mesi questi è diventato quattro volte più grande, e ha cambiato comportamento e piumaggio? E quando una gallina guarda in quel modo curioso, guarda sempre con lo stesso occhio? Vallortigara descrive un esperimento divertente e istruttivo fatto nel suo laboratorio: tra un pulcino e la pallina-mamma viene interposto un ostacolo. Il pulcino può ricongiungersi alla "mamma" aggirando l'ostacolo a destra o a sinistra. Di fatto, il pulcino gira quasi sempre dal lato sinistro, fissando

la mamma con l'occhio destro. Cambiando colore alla pallina, il pulcino tende a fissarla invece con l'occhio sinistro, e ad aggirare l'ostacolo sul lato destro.

Come si spiega questo comportamento? Nella specie umana, gli emisferi cerebrali destro e sinistro svolgono funzioni che sono in parte distinte. Lo stesso sembra accadere ai pulcini. Contrariamente agli umani, i pulcini come altri uccelli sono in grado di muovere gli occhi in maniera indipendente. La loro retina comprende una parte frontale, che serve soprattutto per fissare gli oggetti vicini (per esempio quando beccano il cibo) e una parte laterale usata per fissare gli oggetti distanti, che comunica quasi soltanto con l'emisfero cerebrale opposto. In presenza di novità il pulcino guarda con l'occhio sinistro, che comunica con l'emisfero destro specializzato appunto nell'analisi delle novità.

Perché gli animali (compreso l'uomo) hanno cervelli asimmetrici? E ancora: perché la maggior parte degli animali all'interno di una stessa popolazione mostra asimmetrie nella stessa direzione (per esempio l'uso preferenziale della mano destra in più del 90 per cento della specie umana)? Un gran numero di specie animali, pur non possedendo alcuna capacità linguistica, mostra una naturale capacità a effettuare stime di numerosità o di possedere rudimentali conoscenze geometriche (saper valutare le lunghezze, per esempio).

Anche le galline sembrano non essere da meno, come hanno rivelato numerosi esperimenti. Galline messe nella possibilità di scegliere tra due mucchietti di grano preferivano sistematicamente quello più numeroso, tre grani a due grani, quattro grani a tre, fino a sei grani a cinque. In un altro esperimento, i grani di cibo erano allineati sul pavimento, ma

alternativamente incollati a esso. Le galline ben presto apprendevano a "saltare" il grano incollato, e si comportavano in modo analogo quando era incollato ogni terzo granello della fila.

Quanto alla capacità di compiere elementari operazioni aritmetiche (addizione e sottrazione con numeri piccoli), ingegnosi esperimenti, effettuati prima con bambini di quattro mesi e poi con macachi rhesus, hanno dato risultati analoghi: essi "sanno" che uno più uno fa due, o che due più uno fa tre, e che due meno uno fa uno e non due oppure tre (è interessante notare che invece sembra essere tardiva nei bambini la comparsa della capacità di comprendere lo zero). Questo senso primordiale del numero si ferma a tre, forse quattro, anche negli umani. Le capacità da «matematici naturali» esibite da molte specie animali, commenta Vallortigara, «non devono renderci ciechi» di fronte alle sottigliezze proprie del concetto di numero.

Ma cosa consente ai membri della nostra specie di passare da questo senso primordiale della numerosità al concetto di numero e di successione infinita di numeri? Qual è la funzione del linguaggio in tutto ciò? Cosa ha di speciale rispetto ai sistemi comunicativi delle altre specie? La differenza sta nel fatto che i nostri sistemi cerebrali sono in grado di operare ricorsivamente in numerosi domini mentre quelli di altri animali non lo sono? Non ci sono ancora risposte definitive. Attenzione, comunque, prima di dar del "cervello di gallina" a qualcuno. Potremmo scoprire che il cervello del familiare pennuto assomiglia al nostro più di quanto siamo disposti a credere.

Giorgio Vallortigara, «Cervello di gallina. Visite (guidate) tra etologia e neuroscienze», Bollati Boringhieri, Torino 2005, pagg. 158, € 21,00.

*Neonati e pulcini percepiscono il mondo in maniera simile*



Hilbert aveva posto alla base del programma di sistemazione finale di tutta la matematica, da lui enunciato attorno al 1900 e poi raso al suolo da Kurt Gödel. Insomma, esisterà sempre qualche asserzione vera che sfugge alla capacità dimostrativa di un qualsiasi sistema assiomatico deduttivo o

consistente (ossia atto a provare un'asserzione e non anche il suo contrario), completo (ogni significativa asserzione deve poter essere provata mediante gli assiomi) e che possa anche rivelare lo stato di verità di ogni vera asserzione. È quest'ultimo il problema della decidibilità che David

di una corrispondente catena completa di macchine di Turing. Per questi interessanti aspetti di logica moderna si rimanda il lettore a un agile volume di Gabriele Lolli, *Da Euclide a Gödel* (il Mulino, Bologna 2004).

Se nel presente contesto accantoniamo l'origine soprannaturale dell'anima e ricerchiamo la ragione scientifica anche dei processi mentali più alti — e perciò siamo scienziati — la strada da seguire non è plausibilmente quella della meccanica e dell'elettromagnetismo classici il cui determinismo assoluto incatenerebbe il pensiero, difficoltà quest'ultima che sembra affliggere anche le moderne teorie delle reti neurali complesse. Noi crediamo invece che la mente operi tramite le soluzioni dinamiche non-locali, non-deterministiche e non-unitarie offerte esclusivamente dalla meccanica quantistica, alcune delle quali sottilmente interconnesse. Esse sono l'interferenza, l'entanglement, il teletrasporto, l'indeterminazione di Heisenberg e infine la riduzione della funzione d'onda all'atto di ogni misurazione. Ossia — e qui il cerchio si chiude — all'atto di ogni operazione con cui la mente "realizza" il mondo esterno. Il mondo come "cosa mentale", secondo una profetica definizione di Leonardo da Vinci.

In sostanza il quadro concettuale della logica moderna e della meccanica quantistica sembra oggi suggerire come possa essere garantita la libertà del processo mentale, quella stessa che necessariamente è alla radice della coscienza, del pensiero e della umana creatività. Dal cervello siamo così ritornati alle «parole grandi» scambiate al congresso di Trieste-Losinj. Nella futura nuova teoria quantistica, l'integrazione della gravitazione nel suo ambito concettuale dovrà coniugare l'attuale corretta evoluzione unitaria con una plausibile teoria della misurazione. Su quest'ultima istanza si è accesa la controversia con i difensori dell'interpretazione di Copenhagen, tra cui chi scrive, assai allergici alla reiterazione di termini filosofici quali "ontico" e "ontologico". Per costoro, il congresso sarà stato non solo piacevole ma anche utile se li avrà convinti a condividere quanto affermava nel 1979 Murray Gell-Mann, premio Nobel per la fisica: «Niels Bohr [il "guru" della scuola di Copenhagen] ha lavato il cervello a una intera generazione di fisici facendo loro credere che tutti i problemi erano stati risolti cinquant'anni fa».