



CHARADATTOLA

Buone vibrazioni

J. McFadden e J. Al-Khalili, *The Scientist*, Stati Uniti

I principi della fisica quantistica potrebbero essere utili per spiegare anche i processi biologici. E potrebbero chiarire cosa distingue davvero gli esseri viventi dagli oggetti inanimati

Perché gli esseri viventi sono così diversi dagli oggetti inanimati che li circondano? Una prima ipotesi, chiamata vitalismo, postulava che la vita dipende da forze inesistenti nella materia inanimata, ipotesi tuttavia screditata dalla scoperta che le biomolecole sono solo sostanze chimiche organiche complesse. Nel novecento la maggior parte degli scienziati concordava sul fatto che la vita è un sistema di reazioni chimiche estremamente complesse che operano in base ai principi della termodinamica. I meccanismi che azionano i treni a vapore sono gli stessi che muovono la vita.

Quando la meccanica quantistica, che descrive il comportamento degli atomi e delle particelle più piccole, ha ribaltato quella newtoniana, la maggior parte dei biologi è rimasta fedele alla fisica classica per descrivere i processi a livello molecola-

re. Ma secondo Pascual Jordan ed Erwin Schrödinger, due dei padri della meccanica quantistica, non era possibile spiegare la vita con la termodinamica. Per Jordan la dinamica della vita era unica ed era governata da un numero limitato di particelle soggette alle leggi quantistiche. E Schrödinger, nel suo libro del 1944 intitolato *Che cos'è la vita?*, avanzava l'idea che i geni avessero una struttura molecolare organizzata, da lui detta cristallo aperiodico, e fossero quindi soggetti alle leggi quantistiche.

Avevano ragione? Con la scoperta della struttura dei geni nel 1953, James Watson e Francis Crick hanno rivelato che di fatto questa struttura è un'entità meccanica quantistica: una molecola a doppia elica di dna. Le entità quantistiche come gli atomi, gli elettroni o i protoni codificano e indirizzano le informazioni della vita proprio come avevano previsto Jordan e Schrödinger. I recenti progressi tecnologici hanno consentito l'esame dei sistemi viventi a livello molecolare, facendo emergere sempre più chiaramente il comportamento quantomeccanico della vita. Nel 2006 Graham Fleming e Greg Engel dell'università di Berkeley stavano studiando la fotosintesi: trasportata attraverso le molecole di cloro-

fila, l'energia solare dovrebbe essere inefficiente, perché in teoria rischierebbe sempre di imboccare il percorso sbagliato senza mai raggiungere il centro di reazione. Il fatto che invece è efficiente quasi al 100 per cento rappresentava un enigma. Dopo aver sparato dei laser sui complessi fotosintetici ed esaminato la luce emessa, i ricercatori hanno scoperto che l'energia viene rilasciata in impulsi regolari, e quindi viaggia sotto forma di onda quantomeccanica seguendo simultaneamente più percorsi e rendendo così il processo molto efficiente.

In equilibrio tra due meccaniche

Il comportamento quantomeccanico è stato individuato anche nell'azione degli enzimi, biomolecole complesse che nelle cellule viventi attivano nell'arco di millisecondi reazioni chimiche che altrimenti avverrebbero in migliaia o milioni di anni. Anche il funzionamento degli enzimi è stato a lungo un mistero. Negli anni settanta si è visto che quelli respiratori favoriscono il movimento degli elettroni tramite un altro strano trucchetto quantistico, detto effetto tunnel: le particelle spariscono da una posizione per rimaterializzarsi all'istante in un'altra, senza passare per quelle intermedie. Ricerche recenti hanno dimostrato che gli enzimi favoriscono l'effetto tunnel dei protoni. Questa forma di teletrasporto potrebbe svolgere un ruolo centrale nella produzione di ogni biomolecola. Gli scienziati hanno chiamato in causa l'effetto tunnel anche nell'individuazione delle molecole dell'odore, in un tipo di mutazione provocata dal movimento dei protoni nel dna e in molti altri fenomeni biologici.

La domanda principale è come fanno i sistemi viventi a conservare delicati stati quantistici in cellule calde e umide, in cui dovrebbero sparire all'istante a causa delle vibrazioni molecolari casuali. Le ultime ricerche indicano che, paradossalmente, la vita userebbe le vibrazioni proprio per conservare la coerenza quantistica nelle sue cellule. Forse è questo che la distingue dalle cose inanimate: le buone vibrazioni ci mantengono al limite tra il mondo della fisica quantistica e quella classica. ♦ *sdf*

John Joe McFadden è un genetista molecolare e **Jim Al-Khalili** è un fisico teorico dell'università del Surrey, nel Regno Unito. Il loro ultimo libro è *Life on the edge: the coming age of quantum biology* (Bantam Press 2014).