

## Orizzonti Scienza

## Origini

Percorsi orientati, pressione selettiva e legami chimici flessibili sono i segreti del prodigio  
Un libro di Peter Hoffmann fornisce un quadro avvincente delle dinamiche intracellulari

## Dal sasso alla farfalla, l'alchimia della vita

di SANDRO MODEO

Nel 1986, sei anni prima della sua scomparsa, il biofisico Mario Ageno pubblicava *Le radici della biologia*, un capolavoro in grado di rispondere con inedita profondità teorica alla domanda innescata da Erwin Schrödinger nel suo classico *Cos'è la vita?*, tradotto in italiano dallo stesso Ageno. Da allora, molti altri libri hanno affrontato l'argomento, tra cui il breve ma denso *Vita* di Edoardo Boncinelli; e ora ci prova anche il fisico e nanoscienziato tedesco Peter Hoffmann, con *Gli ingranaggi di Dio* (Bollati Boringhieri), un testo più divulgativo ma non meno ambizioso di quello di Ageno, di cui costituisce, per certi versi, un aggiornamento.

Hoffmann incentra il percorso sul problema, dibattuto già dai Greci, della «misteriosa» emersione dell'organico dall'inorganico, dei requisiti (il movimento) che separano un sasso da una farfalla e che a lungo i vitalisti (in contrasto ai meccanicisti) hanno ricondotto all'intervento di generiche forze trascendenti. Decisivi, al riguardo, sono i due principi della termodinamica: ma se il primo (per cui l'energia può solo trasferirsi o convertirsi, mai crearsi o distruggersi) liquida per sempre l'opzione vitalista, il secondo (per cui l'energia tende a disperdersi e a diventare inutilizzabile) apre un paradosso in apparenza invalicabile. Come può avvenire, infatti, la transizione dalla «tempesta molecolare» della materia come permanente «rumore di fondo» alle sofisticate strutture delle «macchine molecolari» (per esempio proteine e ribosomi), senza una violazione del secondo principio? Come possono gli organismi viventi — dai batteri all'uomo — muoversi, riprodursi ed evolvere in un paesaggio cosmico tendente all'entropia, cioè alla dissipazione di energia, al disordine e alla morte termica?



Nel descrivere quella transizione per sequenze iper-analitiche, Hoffmann parte proprio dalla soluzione del paradosso. Per auto-assemblarsi e svolgere le loro funzioni, le macchine molecolari utilizzano l'energia «libera», cioè quella non ancora degradata, fornita dal cibo e dalla luce solare; processo in cui riducono l'entropia locale, al prezzo, però, di aumentare quella generale, in perfetta coerenza col secondo principio. Poi, evidenza come il passaggio dalla dimensione subatomico-atomica a quella molecolare degli eventi biologici implichi anche un passaggio dalla reversibilità all'irreversibilità: mentre le danze e le collisioni «casuali» degli atomi non hanno dire-



i

zionalità spatio-temporale, le strutture biologiche (per via delle loro dimensioni e della loro densità) si muovono in percorsi «orientati» e in buona parte deterministici, sia per vincoli biofisici (e chimici) che per pressione selettiva. E infine, sottolinea come la modalità profonda delle macchine molecolari consista in un mix di stabilità e flessibilità connesso ai legami chimici.

Diversamente dall'aggregazione di atomi in molecole (che necessita di legami forti), quello di molecole in «macchine» (e poi in cellule) necessita di quelli deboli, in cui la flessibilità intrinseca è compensata dalla stabilità dovuta al loro numero e alla loro frequenza (elevatissimi): grazie a questi legami, ogni struttura può riconfigurarsi, come nell'aprirsi e richiudersi del Dna per la copiatura. È uno schema di conservazione-cambiamento che ritroviamo proprio nella replicazione di Dna lungo la divisione cellulare, coi rarissimi «errori» di copiatura all'origine di mutazioni necessarie alla vita per adeguarsi ai contesti ambientali.

Padroneggiando la biologia in modo non scontato per un fisico, Hoffmann offre così un quadro biofisico avvincente delle dinamiche intracellulari, con materiali vicinissimi (Dna, Rna, zuccheri, lipidi, acqua) orchestrati da una serie di schemi spatio-

**Il libro**  
Esce in libreria il 18 settembre il saggio di Peter M. Hoffmann *Gli ingranaggi di Dio. Dal caos molecolare alla vita* (Bollati Boringhieri, pagine 319, € 22).  
Fra i testi di maggior rilievo su questo argomento: Erwin Schrödinger, *Cos'è la vita?* (Adelphi, 1995; edizione originale 1944); Mario Ageno, *Le radici della biologia* (Feltrinelli, 1986); Edoardo Boncinelli, *Vita* (Bollati Boringhieri, 2013)

## Il sole che detta poesie

Greche  
di Alice Patrioli

Nella sua seconda raccolta di versi, *Sole il Primo* (Guanda), Odisseo Elitis, Nobel nel 1979, trova nel sole una fonte assoluta di ispirazione poetica, cui si affianca la Grecia, presenza ora ideale ora concreta che sempre lo accompagna: «Dissi

l'amore, la salute della rosa, il raggio/ che solo e dritto riesce a trovare il cuore/ la Grecia che con passo sicuro entra nel mare/ la Grecia che sempre mi reca in viaggio/ su monti nudi gloriosi di neve» (traduzione di Nicola Crocetti).

Artisti vari, *Hunting Ground, Parnnurr Area* (2014), pittura su lino, particolare. Museo d'arte contemporanea, Sydney, 23 settembre-30 novembre

temporali: attivazione/inibizione, assemblaggio/scissione, accelerazione/attesa, feedback positivi e negativi. Sintesi esemplare di queste interazioni

vertiginose sono certi enzimi (catalizzatori di reazioni chimiche) che producono le molecole regolatrici deputate ad attivarli o inibirli.

A rigore, nel testo affiorano diverse sfumature: a volte «caos» e «caso» sono ambigualmente sovrapposti; non emerge con sufficiente risalto il nesso tra le fluttuazioni atomiche a livello quantistico (il principio di indeterminazione) e il loro riverberarsi molecolare sul ventaglio di mutazioni genetico-evolutive; e anche l'analogia coi



## Dispute fittizie

In fatto di struttura della materia, che i mattoni non esauriscano la descrizione della casa è scontato per ogni (vero) scienziato

## La polemica di Pievani

A volte la biologia pretende troppo

di ANTONIO CARIOTI

No, le scienze sociali non sono orpelli inutili, come sembra pensare chi trova per ogni comportamento umano spiegazioni biologico-evoluzionistiche, riferendosi ai nostri antenati di 10 mila anni fa. Il darwiniano Telmo Pievani, nel brillante saggio *Evoluti e abbandonati* (Einaudi), mostra che si tratta quasi sempre di teorie senza riscontro empirico, il cui esito è spesso la scoperta dell'acqua calda. Esplorare i vincoli biologici operanti nella vita sociale, nota Pievani, è impresa affascinante, ma tutta da reimpostare. Chi aveva già questa netta sensazione, ma temeva fosse dovuta a pregiudizi umanistici, si sente sollevato.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

«cricchetti» del titolo originale (*Life's Ratchet*) non è del tutto adeguata, perché quei congegni dentati (che bloccano lo scorrimento di una ruota in una direzione permettendola nell'altra, come nelle ricariche degli orologi) sono equivalenti un po' troppo rigidi della stessa funzione in una macchina molecolare. Del resto, Hoffmann è figlio di un orologiaio, e forse ha giocato l'affettività.

Un'affettività rimossa, però, nelle implicazioni filosofiche del libro: distanziandosi sia dal Dio-orologiaio del pastore William Paley (totem giovanile di Darwin) sia dall'«orologiaio cieco» di Richard Dawkins (metafore di una visione teologico-finalistica o radicalmente casualistica), Hoffmann risponde alla domanda di Schrödinger mostrando la vita come un processo che si auto-sostiene («la vita proviene dalla vita») e in cui la dialettica tra caso e necessità esce dalle vaghezze speculative per fondarsi su nitide dinamiche biofisiche. In quest'ottica, evapora anche il diaframma tra i diversi livelli di organizzazione della materia (tra riduzionismo e olistico): che i mattoni non esauriscano la descrizione della casa è scontato per ogni (vero) scienziato; resta un grido di battaglia solo per i (cattivi) filosofi.

© RIPRODUZIONE RISERVATA