

LA QUESTIONE DEL TEMPO IN BIOLOGIA

di Pietro Ramellini

Chi voglia affrontare la questione del tempo in biologia deve articolarla rispettando la prospettiva originale ed autonoma di questa disciplina; non la si può trattare in modo generico, sulla scia di facili quanto mal controllate analogie con altri campi disciplinari (segnatamente la fisica), né in una prospettiva generalista, che pretenda di spiegare tutto a partire da uno o pochi principi globali, totalizzanti, universali (progresso, auto-organizzazione, emergenza).

Prima di procedere nei termini suddetti, è bene esaminare le direttrici secondo cui il concetto di tempo interseca temi e problemi della biologia contemporanea.

Possiamo rifarci, in questa prospettiva, ad una distinzione che Ernst Mayr ha avanzato a più riprese, e quindi codificato nella sua *Storia del pensiero biologico*; egli afferma che il ruolo del tempo nelle scienze della vita è tanto decisivo da rendere necessaria la distinzione tra una biologia storica (evolutiva, o delle cause ultime) e una biologia storica (fisiologica in senso lato, o delle cause prossime) (1982, trad. it.: 67-70). La biologia contemporanea patirebbe dunque una sorta di schizofrenia, metodologica se non epistemologica *tout court*: nell'evoluzione, il trascorrere del tempo incide solchi incancellabili nella storia delle entità viventi; nella fisiologia, invece, il tempo funge da sfondo inerte ad una organizzazione sempre identica a sé stessa nel suo automantenersi e autopertuarsi. Il corpo professionale dei biologi vivrebbe lacerato in due tronconi: da una parte avremmo i biologi dello studio *in vivo*, sul campo, attenti al mutamento, alla storia, alla novità, testimoni e interpreti di eventi unici e irripetibili; dall'altra, i biologi delle analisi *in vitro*, in laboratorio, per i quali il tempo è come sospeso, e ogni esperimento ripetibile e riproducibile *ad infinitum*.

Come vedremo, se è vero che nella biologia contemporanea esistono due orientamenti concettuali non certo ben amalgamati, d'altro canto la distinzione proposta da Mayr comporta una certa semplificazione rispetto alla ricco panorama degli studi sulla vita.

Torniamo all'obiettivo iniziale, alla costruzione cioè di un discorso tra la Scilla del fiscalismo e la Cariddi di slogan che assumono come principio esplicativo proprio ciò che fa problema. Tralasciando questi ultimi (per i quali basta denunciare la povertà concettuale che soggiace alla magniloquenza terminologica), cercherò di porre le basi di un rapporto corretto tra biologia e scienze chimico-fisiche sul terreno della temporalità.

Svolgerei il discorso intorno alla coppia filosofica essere/divenire, evidentemente sottesa al problema del tempo; in biologia, essa si articola in una serie di coppie più specifiche, considerate di volta in volta quali dualismi irriducibili, polarità di un continuum, complementarietà integranti, opposizioni dialettiche in attesa di una sintesi superiore. In particolare, possiamo ricordare le seguenti:

- stato *versus* processo; - cosa *versus* flusso; - organizzazione *versus* metabolismo; - conservazione *versus* mutazione.

Non essendovi la possibilità di esaminarle tutte, ci limiteremo alla prima.

Ritengo che la coppia stato/processo possa rappresentare più efficacemente la fenomenologia di una entità vivente rispetto a quella più frequente struttura/funzione; vediamo perché.

Il termine 'struttura' viene utilizzato in senso sia sostanziale (il cuore è una struttura) sia accidentale (il cuore ha una struttura); in entrambi i casi, esso significa la composizione e disposizione delle parti di un'entità biologica, oppure la sola disposizione spaziale, la forma. Il termine 'funzione' invece significa l'attività di un'entità biologica entro un contesto più ampio: la funzione del cuore è quella di pompare sangue, di metterlo in circolazione entro un sistema più ampio di vasi sanguigni, in *funzione* del *funzionamento* dell'intero organismo. La struttura fa dunque riferimento a proprietà statico-spaziali, la funzione a eventi dinamico-temporali.

Tuttavia, data l'interconnessione tra parte e tutto che abbiamo sottolineato parlando di 'funzione', quest'ultimo termine sembra indicare più gli aspetti relazionali di un'entità biologica che quelli meramente temporali; la funzione di una parte ha senso unicamente in quanto gerarchicamente inserita entro un contesto, in un modo che la renda *funzionale* al tutto. Ecco il motivo per cui è più corretto parlare di 'processo' che di 'funzione', quando si considerano gli aspetti propriamente temporali e dinamici di un'entità biologica. Allora però, a fare da *pendant* ai processi, i biologi parlano di 'stato' e non di struttura, un po' come nel linguaggio comune si registra per la coppia verbale stare/procedere.

Il rischio, a questo punto, è di cadere nella citata trappola di un superficiale quanto impaziente fiscalismo; 'stato', infatti, è termine caro alla fisica, ed in particolare alla termodinamica. In questa disciplina, si intende per 'stato' ogni condizione particolare di un sistema macroscopico che può essere individuata e definita attraverso alcuni parametri (quali temperatura, pressione, volume, massa; se il sistema è eterogeneo, si considerano inoltre composizione chimica e stato di aggregazione di ogni sua parte omogenea). Il termodinamico è interessato in particolare agli stati di equilibrio, ovvero quei particolari stati attrattori caratterizzati dalla costanza temporale dei valori dei parametri suddetti. Pertanto, in generale non si può parlare di stato di equilibrio termodinamico per una entità vivente, i cui processi interni "sono progressivi, irreversibili, alimentati costantemente da una sorgente esterna di energia in forma pregiata. L'equilibrio termodinamico significherebbe l'arresto di

tutti i processi interni, in particolare dei processi biosintetici, e di conseguenza la morte dell'organismo" (Ageno 1986: 286). Né sembra del tutto corretto lasciarsi suggestionare dalla termodinamica dei sistemi *lontani* dall'equilibrio, sorta e formalizzata entro la scuola di Bruxelles di Ilya Prigogine proprio per cercare un legame più stretto tra biologia e fisica; ad esempio, secondo questo indirizzo una entità vivente va considerata come 'struttura dissipativa', ovvero una configurazione ordinata di particelle animate da un moto coerente grazie ad un flusso di energia che le attraversa (esempi di strutture dissipative ben noti sono gli anelli di fumo e le nuvole di un cielo "a pecorelle"); ebbene, vi sono almeno tre motivi per cui questa fenomenologia non si attaglia ad una entità vivente: primo, una struttura dissipativa è un sistema chiuso e non aperto; secondo, esso è formato da unità altamente ripetitive e non individualizzate e diversificate; terzo, esso non definisce la propria topologia, in particolare non determina e non mantiene un limite proprio.

In generale, dunque, "esistono dei limiti all'impiego della termodinamica allo studio degli organismi ... Mentre la termodinamica è strumento idoneo per lo studio della parte più propriamente chimica (macroscopica) dell'organismo, essa non è applicabile a questa parte meccanico-molecolare. Così l'equilibrio termodinamico non esiste in un vivente, di regola, *neppure localmente*. Parlare di *stato termodinamico* del sistema nel suo complesso, vuol dire trascurare ciò che più propriamente lo caratterizza, come sistema *biologico*" (Ageno 1986: 286-287). L'uso di certi termini scientifici è dunque molto delicato, e occorre molta prudenza nel trasferirli od estenderli da un campo disciplinare all'altro.

Nel cercare un altro senso per la coppia stato/processo in biologia, incontriamo alcuni problemi metodologici.

Molti biologi nutrono, segretamente, un sogno irrealizzabile. Essi vorrebbero poter fermare ogni atomo che compone una entità vivente nella posizione che occupa all'istante t ; vorrebbero poi annotare con calma posizione e quantità di moto di tutti gli atomi, costruendo un quadro sincronico della entità vivente. Ciò non è possibile, almeno nei termini suddetti: infatti, l'unico modo che conosciamo per rallentare i movimenti microscopici nella materia è quello di raffreddarla; ma così facendo, a certe temperature si assiste a una riorganizzazione spaziale delle particelle, capace di alterare la posizione che occupavano precedentemente; l'esempio migliore è dato dalla solidificazione dell'acqua, che sconvolge la disposizione molecolare della entità vivente al punto, spesso, di provocarne la morte. E tuttavia, tutte le tecniche statmocinetiche (cioè in grado di "fermare il tempo") della biologia tentano proprio di congelare un certo stato temporale: ogni biologo ha il suo bravo corredo di 'fissativi', alcool e formalina innanzitutto, nei quali immerge tessuti e organismi sperando di alterare il meno possibile la situazione, di provocare il minor numero di 'artefatti' nel campione¹.

L'obiettivo sarebbe, laplacianamente, quello di acquisire le informazioni rilevanti per prevedere ogni stato futuro, di arrivare alla funzione lagrangiana del sistema. E' evidente che la nozione di stato che andiamo considerando è di nuovo derivata dalla fisica, questa volta però dalla meccanica; per 'stato' si intende ora lo stato dinamico del corpo, definito dalla posizione e dalla quantità di moto di ogni sua parte. E' una nozione più antica rispetto a quella termodinamica, ma oggi altrettanto in crisi. Innanzitutto, perché non possiamo fattualmente definire posizione e velocità di tutti e singoli gli atomi entro una entità vivente: sono troppi rispetto alla nostra potenza di calcolo, e i parametri in gioco variano troppo rapidamente per i nostri strumenti di misura. In secondo luogo, visto che nessuno strumento misura con precisione infinita i valori di quei parametri, ben presto gli errori di misurazione portano ad inaccettabili divergenze tra previsione e osservazione. Ancora una volta, gli strumenti della fisica si rivelano impotenti di fronte alle richieste della biologia; o, meglio, quella parte della fisica che è stata sviluppata, con risultati meravigliosi, per descrivere e prevedere sistemi semplici di corpi ideali a comportamento lineare e deterministico, non può servire nello studio delle entità viventi, che sono altro da ciò.

In una condizione simile, il biologo può solo lasciar scorrere il tempo di un istante, e ricominciare da capo lo studio; come se la vita della entità vivente fosse una pellicola cinematografica, scomponibile in fotogrammi successivi, ognuno congelante la situazione di un istante. Ripetendo queste operazioni per molti istanti successivi, il biologo ricostruisce pazientemente le entità viventi nella loro diacronicità; l'obiettivo diventa la registrazione temporale dei processi stato dopo stato, nella coscienza che un sistema biologico resta il modello migliore di sé e il calcolatore più veloce delle sue trasformazioni.

Potrà cambiare in futuro tale situazione? Non lo sappiamo; nel frattempo, non è il caso di intristire: la descrizione passo dopo passo non è meno intrigante della predizione; dopo tutto, significa guardare il meraviglioso susseguirsi degli stadi di sviluppo di un embrione, oppure seguire nell'arco di milioni di anni il succedersi delle specie paleontologiche. D'altro canto, l'impossibilità di prevedere i sistemi reali è ormai ben conosciuta anche dai fisici: nel momento in cui si cessa di guardare a pendoli senza attrito e masse puntiformi, per dedicarsi a nuvole e flussi turbolenti, la cara, vecchia fisica classica ci lascia in mezzo alla strada. E l'epistemologia più recente se ne è accorta: accanto alla tradizionale spiegazione predittiva ha ormai ritrovato un posto d'onore anche la spiegazione narrativa, storica.

Per terminare questa riflessione, torniamo alle affermazioni di Mayr con cui abbiamo aperto il discorso. E' evidente ormai che la questione del tempo non investe solo la biologia evolutiva, come Mayr ha proposto; essa, al contrario, tocca profondamente anche la fisiologia; infatti, quasi tutto quanto abbiamo detto riguarda singole entità viventi, cellule od organismi pluricellulari che siano; e ciò, in una misura per lo meno comparabile a quanto si registra per la filogenesi delle entità viventi. Curiosamente, i biologi hanno compreso il ruolo della storia, dell'evento, dell'irreversibilità prima nell'evoluzione, e solo dopo nella vita della singola entità vivente, che pure è sempre stata più accessibile rispetto alla documentazione paleontologica. Probabilmente, ed in questo dobbiamo ringraziare proprio la fisica, ci voleva una critica serrata e strettamente intradisciplinare ai concetti di legge atempore, di reversibilità rispetto al tempo, di previsione deterministica, per liberare anche lo studio del vivente da simili vincoli teoretici.

¹ In citologia, il termine 'statmocinesi' è stato coniato proprio per indicare l'arresto della mitosi attraverso il freddo o la colchicina, necessario per lo studio dei cromosomi.

BIBLIOGRAFIA

Ageno, M. 1986. Le radici della biologia. Milano, Feltrinelli.

Mayr, E. 1982. The Growth of Biological Thought. Cambridge (Mass.) - London, The Belknap Press of Harvard Univ. Press. (trad. it.: Storia del pensiero biologico. Torino, Bollati Boringhieri, 1990).

rif. bibl. Ramellini, P. (1999c). La questione del tempo in biologia. *Civiltà dei Licei*, 6(9): 32-38.