

A RUOTA LIBERA

L'universo tende spontaneamente al disordine. L'Entropia è la grandezza che ne esprime lo stato. L'organismo invece e le sue cellule presentano un elevato grado di ordine interno, frutto di una precisa organizzazione molecolare. Plotino affermava nelle sue Enneadi: "L'Uomo come sta rispetto al tutto, come una parte? No, come un intero che appartiene a se stesso". Vero dal punto di vista della dignità trascendente dell'uomo in possesso della Sapienza, non da quello termodinamico, visto che l'organismo non è un sistema isolato, ma aperto, che scambia materia ed energia con l'ambiente.

Concetto espresso molto bene da Ippocrate (circa 400 A.C.): "Il Cosmo penetra nell'Uomo con l'aria, con le bevande e coi cibi, sostanze tutte che diventano parte integrante del suo organismo; e gli umori di cui questo si compone sono trasformazioni dei cibi e delle bevande ingerite. D'altro canto l'aria espirata, i secreti e gli escreti indicano la reciprocità del rapporto dell'Uomo col Cosmo". Poche espressioni come questa ci fanno sentire partecipi del tutto: è la parafrasi poetica del principio della conservazione dell'energia oltre le sue trasformazioni, ben prima che Clausius, a metà dell'800, formulasse i suoi enunciati come generalizzazione del teorema di Carnot.

Quest'ordine che si oppone all'entropia non è però gratuito, ma richiede un lavoro ininterrotto per il quale occorre energia (il masso non può risalire la china senza Sisifo): la quantità utilizzata dalla cellula si chiama Energia Libera, che l'equazione di Gibbs-Helmholtz indica come differenza fra l'energia totale del sistema (Entalpia) e la sua degradazione in lavoro o calore (Entropia).

La molecola capace di contenere energia chimica è l'adenosintrifosfato (ATP), fondamentale per la vita nei sistemi biologici, cui fornisce l'energia primaria: costituendo però una riserva piuttosto limitata e facilmente esauribile, deve "appoggiarsi" a un combustibile, il glucosio, ricco di energia chimica di legame, che subisce una demolizione. In tutte le cellule si verifica una incessante sintesi e degradazione di ATP che fornisce continuamente energia all'organismo. È il fuoco della vita, Vulcano che aziona il suo mantice nella catena respiratoria mitocondriale. Gli enzimi, in questo senso, svolgono funzione regolatrice in grado di apportare ordine a spese di un consumo di potenziale chimico. Senza differenza di potenziale si avrebbe un sistema in equilibrio, totalmente inerte, incapace di compiere un lavoro. Sisifo morirebbe schiacciato dal suo masso (anche la nostra tabella mette ordine nel caos probabilistico degli allenamenti casuali). È noto che una reazione chimica avviene spontaneamente quando si trova lontana dal punto di equilibrio, come definito dalla costante di Guldberg e Waage, espressione della capacità di produrre lavoro. Ne consegue che la vita è possibile solo nei sistemi lontani da questo punto, cioè in presenza di una certa quota di energia libera: alla sua degradazione deve perciò seguire una reintegrazione, operata in noi dall'energia degli alimenti. La sacralità del cibo non dev'essere solo un modo di dire.

Perché il cibo? Non abbiamo a disposizione l'infinita potenza del Sole? Sì, se avessimo funzionante anche la clorofilla (e qualcuno in passato l'aveva proposta come integratore). Le sostanze organiche sintetizzate dalle piante verdi servono alla vita delle piante stesse e di quegli organismi sprovvisti della funzione clorofilliana. Fu il naturalista olandese Ingenhousz a scoprire il ciclo della fotosintesi, la reazione inversa della respirazione: fissa CO₂ e libera ossigeno, sfruttando i quanti di luce con un'efficienza pari anche al 100%, lontanissima dalle nostre celle solari con le quali ancora ci arrabattiamo. Si tratta quindi di un macchinario incredibilmente perfetto, centrato su una molecola, Photosystem I, il cui pigmento è oggetto di studi avanzatissimi da parte di alcuni fisici israeliani. Salvo che per alcuni microrganismi capaci di arrangiarsi diversamente, l'energia radiante è dunque centrale nell'economia del modo animato. I culti del Sole da sempre l'avevano riconosciuto.

Altra imperfezione che ancor più ci cruccia è l'esigenza di composti organici per ricavarne azoto: pensate a quanto ce n'è nell'aria e alla bellezza, per i nostri muscoli, di un suo utilizzo diretto. Specie come l'*Azotobacter* o il *Clostridium* fanno meglio di noi. Ma tant'è: stranamente l'evoluzione non ci ha nemmeno dotato di un meccanismo locomotorio come la ruota, una grave lacuna. Forse il "progetto" non era poi così intelligente o la selezione naturale non spiega tutto: il caso e la deriva genetica hanno la loro importanza in un meccanismo fondamentalmente conservatore che procede per incrementi e se l'abbozzo di un fenotipo è quello non si torna indietro. Piuttosto si prosegue con errori che poi si rappazzano: oculisti e ingegneri potrebbero concordare sull'aberrante posizione dei fotorecettori retinici rivolti all'indietro anziché davanti con relativo macchinoso rattoppo.

Tuttavia, pur con i suoi tantissimi difetti di funzionamento, la nostra specie perdura nel tempo grazie al DNA immortale che organizza e programma la materia vivente. Quando avremo capito l'ambiente citoplasmatico e i fattori epigenetici potremo intercettare i delicati meccanismi dell'invecchiamento e trarne vantaggio: l'autolisi delle cellule invecchiate libera spazio vitale per le divisioni mitotiche delle cellule più efficienti. Anche le popolazioni cellulari devono respirare. E l'integrazione dei comportamenti DNA-citoplasma, i reciproci adattamenti, potrebbero travasare la qualità immortale del DNA dall'ambito della specie anche al singolo individuo. Un sogno antico, rincorso da alchimisti, negromanti...e genetisti. Ma è un rischio da correre? Se per spirito di avventura, sete di conoscenza o necessità domani volessimo colonizzare qualche galassia, ecco che la durata dei viaggi e la velocità della luce non sarebbero più un ostacolo. E quali scenari aprirebbe alla biologia la conoscenza di forme di vita aliene?

L'insieme dei messaggi ereditari destinati a estrinsecarsi come caratteri tipici di un organismo è generato, trasmesso e ricevuto: presenta dunque i caratteri tipici dell'informazione. Poiché la trasmissione ereditaria deve riprodurre strutture elaborate e complesse con un grado d'ordine molto elevato, questo si può definire in unità d'informazione. L'assimilazione degli organismi viventi a sistemi fisici, sottoposti quindi alle stesse leggi della Fisica, evidenzia che a una diminuzione di entropia, o disordine, corrisponde un aumento di informazione, intesa come ordine o specificità, per cui l'informazione stessa viene identificata come entropia negativa (neghentropia, secondo la definizione di Brillouin nel '50. Sì, lo stesso che trovò la chiave per spiegare il paradosso termodinamico del microscopico "diavoleto" di Maxwell). Il Cosmos che si oppone al Caos. Paradigma valido per tutta la biologia: l'unione del gruppo amminico di un aminoacido col gruppo carbossilico dell'aminoacido vicino realizza un aumento d'ordine (costruzione proteica), mentre la molecola d'acqua eliminata va ad aumentare il disordine, ossia l'entropia, del sistema.

Se è vero che vivente e materia inerte sottostanno alle stesse leggi fisiche, non si può negare una peculiare ed estremamente più complessa organizzazione dei substrati biologici rispetto all'ambiente in cui vivono, e non v'è dubbio che la biologia presenti una caratteristica unicità nel confronto con altre discipline. Vi sono principi fondamentali nelle scienze fisiche (es., il riduzionismo) impossibili da applicare alla biologia, così come molti suoi concetti (speciazione, filogenesi, competizione, sviluppo, adattabilità, etc.) non trovano corrispettivi in quelle scienze. L'enorme complessità dei sistemi viventi li dota di capacità (metabolismo, riproduzione, crescita, regolazione, etc.) inesistenti nel mondo inanimato, assoggettandoli per giunta a una doppia causalità: leggi naturali e programmi genetici, caratteristica precipua di demarcazione fra i due mondi e patente di scienza assolutamente autonoma per la Biologia, che acquista così una dignità speciale.

Ricordo che da Aristotele (IV sec. A.C.), passando per Galeno e l'ellenismo, la biologia continuò a sonnecchiare e fino al XVIII secolo subì l'egemonia delle scienze fisiche (cartesianesimo), ignorata da filosofi, tranne forse Kant per il quale si rivelò uno scoglio insormontabile, e storici della scienza, attraverso insoddisfacenti approcci vitalistici (da quello scientifico di Driesch a quello metafisico di Bergson, fra 800 e 900). Sembra incredibile che solo fino a cent'anni fa si ricorresse a certe fantastiche costruzioni per spiegare natura e proprietà del vivente. Con la conclusione che, dopo tanto arrovellarsi, l'oggetto delle ricerche, la "Lebenskraft" o *vis vitalis*, semplicemente non esisteva. O almeno non era passibile di indagini scientifiche.

Per fortuna a partire dall'800 (è nel 1802 che il termine "biologia" viene coniato da Lamarck) prima l'embriologia, poi la citologia, la fisiologia, l'evoluzionismo e la genetica costituirono un *corpus* di conoscenze atte a caratterizzare la biologia, scienza che oggi si presenta in tutto il suo folgorante splendore, carica di risultati e di promesse. Oggi non riusciamo nemmeno a immaginare, tante sono le prospettive, cosa ci riserverà nel breve e medio termine. La sua realtà supera l'immaginazione e affascina più della fantascienza.

È cominciata un'epoca di meraviglie.

Treviso, 1 marzo 2010

Marcello Mormino

P.S. Cosa c'è di più bello che dedicarsi allo studio della Vita?