

Frontiere Biologia molecolare e intelligenza artificiale indagano la base e i segreti dell'universo, dal sistema solare agli individui

L'inquinamento del mondo è il prezzo della vita

Cibo e calore: così l'esistenza umana modifica la natura

di EDOARDO BONCINELLI



La parola chiave della vita, in tutte le sue manifestazioni, è «controllo». Prodotto del controllo è l'ordine, mentre alla base del controllo stesso c'è l'informazione: la vita nasce dalla corretta e giudiziosa gestione dell'informazione. Proprio quella che si misura in bit e byte nell'informatica e nella scienza dei computer e dei loro dispositivi di memoria. La popolarità di questo concetto tra gli appassionati di calcolatori e di iPod contrasta nettamente con la sua scarsa considerazione, da parte dei più, nei rispetti dello studio della vita, dove si parla quasi sempre solo di energia, ma la sostanza delle cose è la stessa: si tratta di misurare la quantità dell'informazione disponibile per compiere una data funzione o per tenere in attività una data struttura, compreso un intero organismo.

La moderna biologia molecolare è nata negli anni Quaranta, quasi contemporaneamente alla teoria dell'informazione e alla cibernetica, una disciplina poi confluita nella cosiddetta Intelligenza Artificiale. La concomitanza della nascita delle due scienze ha fatto sì che la biologia abbia adottato fin dall'inizio molti dei concetti e dei termini propri della nascente teoria dell'informazione: codice, messaggio, Rna messaggero, trascrizione, traduzione del segnale e via discorrendo. Ma questo non è solo un effetto della storia e delle sue coincidenze: la vita è intrinsecamente informazione, informazione che fluisce e che viene continuamente utilizzata, dal Dna della prima cellula-uovo fecondata alle complessità anatomiche e funzionali di un corpo adulto.

Il più grosso pericolo per l'informazione, la sua «kryptonite», è l'entropia. L'entropia misura proprio la perdita di informazione che si osserva durante un dato processo. L'informazione produce controllo e ordine, l'entropia casualità e disordine. Se l'entropia sale, l'informazione si perde; se si acquista informazione, si riduce l'entropia. Ma quest'ultima cosa non accade mai all'interno di un sistema chiuso: in un sistema chiuso l'entropia non può che salire o, al massimo, restare costante, e quindi l'informazione disponibile deve per forza diminuire.

Questo dice, senza mezzi termini, il famoso Secondo Principio della termodinamica.

Questo principio, che forse emerge dai nostri ricordi del liceo, si applica a tutto, non conosce eccezioni e non è stato neppure minimamente scalfito dalle grandi rivoluzioni della fisica del XX secolo.

Se consideriamo come un sistema chiuso l'intero universo o una sua parte più ragionevole, ad esempio il sistema solare, si deve concludere che la sua entropia complessiva non può che aumentare, sempre e comunque. Come si spiega allora lo sbocciare e il fiorire della vita? Come si spiega la continua esibizione di ordine e di armonia delle parti che la vita in tutte le sue manifestazioni ci mette davanti agli occhi? È questa una delle domande che si affacciano per prime alla mente di chi considera questi argomenti e che fino a qualche decennio fa non avevano una risposta chiara.

Il fatto è che noi non siamo sistemi chiusi. Non lo è ogni singolo individuo e non lo è la materia vivente nel suo complesso. Siamo sistemi aperti, attraverso i quali transitano in continuazione materia, energia e informazione. Ci cibiamo di tutto questo e una sua certa parte la espelliamo.

Ci cibiamo soprattutto di informazione, al punto che qualcuno ha proposto per gli esseri viventi l'appellativo di «informivori». Il cibo che mangiamo e la luce del sole sono le fonti dell'informazione della quale abbiamo bisogno: molta ne utilizziamo e un po' ne restituiamo al mondo circostante, sotto forma di calore, escrementi, acqua e anidride carbonica. All'interno di ogni essere vivente quindi si compie una specie di miracolo locale: viene creato e mantenuto l'ordine necessario per la vita, che dura quanto la vita stessa.

Come la mettiamo allora con il Secondo Principio? Semplice. L'aumento locale di ordine che si osserva in ciascun essere vivente è più che ripagato dal disordine che ciò crea nell'ambiente circostante, così che il saldo totale è sempre un aumento di entropia: se nell'organismo in questione questa diminuisce temporaneamente di 30, nel mondo circostante aumenta di 70. Gli esseri viventi inquinano: l'inquinamento del mondo circostante è il prezzo della vita.

Sotto la regia del proprio genoma e delle «istruzioni per l'uso» in esso contenute,

Bergamo incontra la scienza

◆ Sul rapporto tra leggi fisiche e meccanismi della vita Edoardo Boncinelli terrà il 10 ottobre a Bergamo (ore 17.30), presso il Teatro Sociale di via Colleoni, una conferenza dal titolo «Entropia in biologia»

◆ L'incontro è organizzato nell'ambito di «BergamoScienza», la rassegna di divulgazione scientifica in programma nella città fino al 18 ottobre (www.bergamoscienza.it)

◆ L'iniziativa, ideata da Raffaella Ravasio e Umberto Corrado, è giunta quest'anno alla VII edizione

◆ La rassegna prevede un centinaio d'incontri e la presenza di due prestigiosi premi Nobel (oggi si assegna a Stoccolma quello per la medicina). Si tratta di John Nash, premiato per l'Economia nel 1994, che è intervenuto ieri, e di Aaron Ciechanover, Nobel per la Chimica nel 2004, la cui conferenza si terrà il 16 ottobre

ogni singolo essere vivente utilizza l'informazione che riesce a procurarsi, per svilupparsi, per crescere, per mantenersi e per riprodursi. Alla fine della corsa ritorna materia inanimata e rientra nel grande circo del progressivo aumento dell'entropia voluto dal Secondo Principio. Ma finché vive gli fa per così dire marameo: sa che c'è ma non lo teme. Ha altro da fare.

Tutto questo grazie alle piante. Fino a questo punto non ho fatto distinzione fra animali e piante, ma la differenza è fondamentale. Gli uni e le altre consumano energia e utilizzano informazione, ma gli animali fanno solo questo, mentre le piante sono anche in grado di produrre contemporaneamente un po' dell'informazione che serve loro, utilizzando la luce del sole, una fonte praticamente inesauribile di informazione. Sto

parlando ovviamente della sintesi clorofilliana, di quel processo cioè che produce sostanza vegetale a partire dall'anidride carbonica dell'aria. Questa sostanza serve poi a loro, ma anche agli animali, grandi e piccoli, che se ne cibano. Noi mangiamo i raggi del sole insomma, ma in maniera mediata, mentre le piante lo fanno in maniera immediata. Mangiamo sole, compiamo le nostre funzioni e costituiamo le nostre strutture, e riemettiamo un po' di calore. La Terra nel suo complesso è una ben curiosa postazione spaziale: si abbevera avidamente della luce del Sole e si carica continuamente di scorie inutilizzabili. Chi la osservasse da lontano potrebbe pensare a un enorme inghiottitoio di energia e di informazione: un inferno cosmico. Ma quell'inferno fisico è la base della nostra vita. E in fondo gli siamo affezionati.

Entropia

Aumentiamo il disordine generale attraverso la produzione dei rifiuti, dell'acqua e dell'anidride carbonica

In libreria

Tra i libri usciti di recente sulle caratteristiche dei meccanismi biologici: Fritjof Capra, *La rete della vita* (Bur, pagine 315, € 9,40); Denis Noble, *La musica della vita* (Bollati Boringhieri, pagine 178, € 24); Raffaele Sardella *Storia della vita sulla terra* (Il Mulino, pagine 119, € 8,80)



la Lettura

Un giovane pallido dall'aria sofferente, un castello, una leggenda d'amore: le atmosfere del Romanticismo nordico approdano in Francia. È il 1820 quando Charles Nodier alza il sipario sul suo dramma in tre atti *Il vampiro*, ora riproposto da Barbès (pp. 126, € 8) a cura di Marie-Emmeline Vanel. (gz)

