

Riduzionismo biologico e determinismo genetico

Gianni Tamino

Discipline come la biologia, la neurobiologia o la psicologia hanno messo in luce come, nei sistemi complessi, costituiti da parti più semplici che interagiscono tra loro, vi siano proprietà emergenti

Il metodo riduzionista nasce dall'esigenza reale di semplificare, scomporre e analizzare la realtà complessa, riducendola in ciò che è più semplice, nelle sue componenti essenziali. Le parziali conoscenze acquisite attraverso questo metodo non sono però sufficienti a spiegare ogni aspetto dell'insieme scomposto: non sempre, partendo da alcuni elementi, attraverso una costruzione razionale, matematica, si possono far derivare tutte le successive proprietà. In altri termini, quando ad un sistema complesso si attribuisce, senza adeguate verifiche, la somma delle proprietà che derivano dalla conoscenza delle parti che lo compongono, questa operazione diventa un errore metodologico, spesso conseguente ad una scelta ideologica: quella riduzionista.

La biologia, la neurobiologia o la psicologia - discipline che si occupano specificatamente di sistemi complessi - hanno messo in luce come, nella complessità di tali sistemi, costituiti da parti più semplici che interagiscono tra loro, vi siano proprietà emergenti; gli stessi fisici ritengono che le relazioni tra le parti possano far emergere nuove proprietà. Il premio Nobel per la fisica Robert Laughlin, nel libro *Un Universo diverso* critica l'idea che la rappresentazione della realtà possa essere ridotta a formulazioni matematiche, descrivendo proprietà emergenti non solo per le fasi critiche della materia, ma per tutte le parti costituenti la realtà. Sarebbe, dunque, un'illusione la "teoria finale o del tutto" cui fanno riferimento coloro che "credono" nel riduzionismo.

Come biologi, siamo più portati a una visione non riduzionista. Il genetista Marcello Buiatti, ad esempio, nel suo libro *Lo stato della materia vivente* spiega come, mano a mano che la struttura della materia si organizza, inevitabilmente emergono proprietà frutto del nuovo livello di organizzazione: in questo senso, possiamo dire che la materia vivente ha delle proprietà non deducibili dalle caratteristiche della materia non vivente. Si può anche parlare di materia pensante (come già fece Leopardi, nel suo Zibaldone: "La materia pensante si considera come un paradosso. Si parte dalla persuasione della sua impossibilità... Diversamente andrebbe la cosa, se il fi-

losofo considerasse come un paradosso che la materia non pensi"), le cui proprietà non sono necessariamente deducibili solo dalle caratteristiche della materia vivente. Riferirsi a "livelli di organizzazione della materia" serve anche ad evitare il rischio di cadere nel vitalismo: se, infatti, da una parte, il riduzionismo tende a semplificare tutto cercando un unico punto di partenza, dall'altro c'è il rischio di spiegare tutto con qualcosa di esterno alla materia.

Altri autori, però, come Richard Dawkins, ritengono che le proprietà di ogni organismo sono spiegabili solo sulla base delle proprie molecole o dei propri geni; ma, in tal caso, quale sarebbe la differenza tra un organismo vivo un attimo prima della morte e un organismo morto un attimo dopo la morte? Dal punto di vista delle molecole è esattamente la stessa cosa, eppure l'essere vivi o morti non è certo indifferente. Il problema, a livello biologico, sta nella relazione tra le parti e cioè nei processi metabolici, che non sono una caratteristica delle singole molecole, ma delle relazioni tra molecole. Quando parliamo di relazioni e di processo intendiamo anche un percorso storico, dal momento che le relazioni si evolvono nel tempo ed il processo risulta dunque

Un frammento di DNA non ha di per sé informazione, né per la sua duplicazione né per la sintesi proteica, ma ha bisogno di un contesto in cui questo si realizzi

irreversibile. Non è possibile, comunque, spiegare un processo storico semplicemente con leggi meccaniche; le relazioni sottintendono un sistema a rete e, di solito, i fenomeni complessi possono essere visti come una rete di relazioni. La rete è una strategia per la complessità; attraverso la rete si può migliorare, cioè evolvere, i meccanismi di relazione, ottimizzando questi rapporti.

In quest'ottica, dovremmo riflettere sul significato della parola informazione e su quello



della quantità d'informazione negli organismi viventi. Spesso si attribuisce a un segmento di Dna la proprietà di avere informazione, cioè un certo contenuto d'informazione. Ma un frammento di Dna non possiede informazione, esso la acquisisce nel momento in cui fa parte di un sistema di relazioni in cui questa informazione ha un senso. Se leggiamo un testo in caratteri cirillici, può per errore capitare che tali caratteri corrispondano a dei caratteri latini, ma la corrispondenza è totalmente diversa (ad esempio C e P in caratteri cirillici corrispondono a S ed R in caratteri latini), quindi il senso cambia, cambiando il sistema di riferimento, e al di fuori di un sistema di riferimento non c'è informazione. Questo è un aspetto importante per cogliere il ruolo del gene, questa sorta di "entità" da cui deriverebbe tutto. Il gene svolge una funzione all'interno di un contesto, al di fuori del quale perde il suo ruolo.

Dobbiamo, poi, considerare la rete che si instaura tra i geni: in un contesto in cui i geni abbiano un'informazione che acquisisce un preciso significato, la complessità di un individuo dipende non solo da quanta informazione possiede, ma anche dalla capacità di ottimizzare l'informazione disponibile. Già negli anni '60 Waddington e Lewontin, mettevano in luce come, se alla complessità biologica dell'individuo dovesse corrispondere un incremento di quantità d'informazione, le ricombinazioni possibili in termini evolutivi sarebbero state troppo lente. In altre parole, un numero eccessivo di geni renderebbe impossibile la comparsa di quei nuovi assortimenti genici che, una volta selezionati, consentono l'adattamento degli organismi di fronte ai cambiamenti ambientali. Molti biologi, nonostante le nostre conoscenze si siano notevolmente ampliate dopo la scoperta di Watson e Crick del Dna, descritta nel 1953, sono ancora rimasti legati al cosiddetto "dogma centrale" della biologia (ovvero: dal Dna, all'Rna, alle proteine vi sarebbe un flusso unidirezionale d'informazione e tutte le proprietà degli organismi deriverebbero da questo flusso). Come già detto, un frammento di Dna non ha di per sé informazione né per la sua duplicazione né per la sintesi proteica, ma ha bisogno di un contesto in cui

questo si realizzi. In altre parole l'informazione emerge dal contesto delle relazioni e non è una proprietà intrinseca del singolo elemento chimico, come si deduce, invece, dalla logica del dogma centrale.

IL PROGETTO GENOMA UMANO

La logica dimostrazione della validità del dogma centrale doveva arrivare dal "Progetto genoma umano", grazie al quale si doveva riconoscere il gene come punto di partenza di ogni carattere umano, in una visione che partiva dal riduzionismo biologico e arrivava al determinismo genetico. In realtà, quel progetto ha svolto un ruolo importantissimo nello smentire il dogma: il numero dei geni verificato dal progetto è, infatti, ben inferiore al numero delle proteine e, quindi, la spiegazione della complessità di un organismo non risiede solo nell'informazione contenuta nei geni, ma va cercata nell'ottimizzazione delle relazioni tra di essi, che possono sfruttare anche regolarità ambientali. Non c'è quindi da stupirsi se i geni dell'uomo sono inferiori a quelli di una pianta o sono circa uguali a quelli di un animale inferiore: è la relazione tra i geni, oltre alla loro struttura, e la capacità di sfruttare le regolarità ambientali che si modificano e si ottimizzano nel corso dell'evoluzione. Un esempio della visione riduzionista e di questo determinismo genetico è dato dagli OGM, ovvero da quegli organismi che si vuole predeterminare in qualche caratteristica, inserendo nel loro Dna un gene estraneo. Naturalmente, certi OGM possono funzionare: inserendo a livello batterico geni come quello dell'insulina, ad esempio, sono stati ottenuti risultati positivi. Ma, al di là del fatto che non si sa dove il nuovo gene andrà a finire e quali effetti potrà avere, quando si passa da un organismo più semplice, come i batteri, a organismi più complessi, ogni nuovo gene determina profonde alterazioni nella rete di relazioni tra i geni. Il vero problema è che non riusciamo a prevedere le alterazioni che si determineranno all'interno degli OGM: ad affermarlo sono proprio due studiosi che hanno contribuito al progetto genoma umano, messo in piedi da Dulbecco e concluso da Craig Ven-

ter. Quest'ultimo propose, nel 2002, di realizzare un organismo minimo, il più semplice dei microrganismi, smontando e rimontando parti e geni, creando un nuovo organismo vivente. In quella occasione Dulbecco esprime alcune perplessità sul progetto e aggiunse: "Introducendo un nuovo gene in una cellula, la funzione di un gran numero di altri geni viene alterata: non è sufficiente introdurre un gene

Alla semplificazione dei fenomeni naturali in fenomeni meccanici, bisogna sostituire una analisi della complessità dei sistemi interagenti tra loro

nell'organismo per determinarne l'effetto, che invece dipende da quali altri geni sono già presenti." Il padre del Progetto genoma era ben cosciente, dunque, del fatto che questa proposta potesse costituire un rischio.

Craig Venter era entrato a far parte del progetto pubblico sul genoma umano, voluto da Dulbecco, ma nel 1992, dopo aver dato notevole impulso, con alcune sue ricerche, al progetto, abbandonò la struttura pubblica per fondare, con alcuni colleghi, la Human Genome Sciences (HGS), azienda quotata in borsa che ha ottenuto i diritti commerciali su migliaia di sequenze geniche di diversi organismi. Il suo intuito lo aveva portato anche a fondare, con i soldi di una società non-profit, un Istituto senza scopo di lucro per la ricerca genomica (TIGR), del quale resterà presidente fino al 1998 e che sequenzierà la metà del genoma umano. In tal modo, fu possibile ottenere fondi da più parti, compiere ricerche e passarle alla società HGS, che brevettava le sequenze, ottenute anche sfruttando le ricerche pubbliche. Nel 1998, resosi conto che le due strutture parallele non erano più funzionali ai suoi interessi, ruppe i precedenti patti e, dopo aver fatto un accordo con la più importante azienda produttrice di macchine sequenziatrici, la Perkin-Elmer, fondò, con quest'ultima, la Celera

Genomics che, dopo aver annunciato il completo sequenziamento dei geni umani (pur con qualche buco) ed essersi accordata con il consorzio pubblico 'Progetto genoma umano', ne ha dapprima richiesto i brevetti (cosa permessa sia dalla normativa statunitense che da una direttiva europea) offrendoli poi, a scopo di lucro, alle più importanti case farmaceutiche. In tal modo, le azioni della società di Venter sono andate alle stelle. Dopo qualche tempo, però, lo stesso Venter, mettendo le mani avanti rispetto a certe affermazioni miracolistiche sulla possibilità di curare ogni malattia grazie al sequenziamento del DNA umano, ha dichiarato che sappiamo ben poco del funzionamento dei geni e che questo è solo l'inizio di una nuova fase di interpretazione del ruolo delle diverse parti del genoma. Il guadagno in borsa, però, era già avvenuto, grazie anche alla spettacolarizzazione mediatica della scienza. Il Progetto genoma ha dunque messo in luce alcuni limiti del dogma centrale, basato sull'ipotesi che i geni e un codice genetico siano in grado di spiegare tutte le caratteristiche di un individuo: in realtà, quello che chiamiamo codice genetico è probabilmente solo uno dei codici necessari. È sicuramente necessario il classico codice genetico, ma servono anche altri codici di natura strutturale che consentono il riconoscimento tra proteine e acidi nucleici, come negli esempi della polimerasi e del ribosoma. Tutti conoscono la distinzione tra proteina come sequenza e come struttura biologicamente attiva (infatti non basta la sequenza degli aminoacidi, ma occorre una particolare struttura, perché la proteina sia biologicamente attiva). La struttura, però, non è determinata unicamente dalla sequenza e, quindi, dall'informazione del gene, perché dipende anche dalle condizioni chimico-fisiche in cui la proteina si trova. Se una stessa proteina viene alterata, denaturata, modificando le condizioni chimico-fisiche, nel momento in cui si ripristinano le condizioni di partenza, solo l'80-90% delle strutture proteiche riprendono la forma attiva, mentre un 10-20% assume una forma nuova, diversa da quella denaturata e da quella attiva, ciò che conferma che la sequenza non determina da sola la struttura

ma occorre un contesto e delle relazioni che sottintendono in qualche modo altri codici. Analogamente al linguaggio umano, anche il linguaggio genetico è dotato di parole, frasi ecc... In entrambi i casi le parole sono una sequenza di elementi di un alfabeto, ma nel linguaggio umano esse hanno senso compiuto se le frasi sono costruite sulla base di una grammatica ed una sintassi, cioè nuovi codici. Il codice genetico permette di far corrispondere all'alfabeto degli acidi nucleici quello delle proteine, ma non conosciamo, del DNA e delle proteine, né la grammatica né la sintassi, necessarie per le corrette relazioni tra i geni e tra le proteine e per garantire la loro corretta struttura e funzione.

La visione riduzionista, basata sul determinismo genetico, è di fatto necessaria alla trasformazione del soggetto vivente in oggetto inanimato, morto. La trasformazione in oggetto sia delle parti che dell'intero corpo del soggetto vivente è preliminare all'idea che possa essere equiparato ad una macchina, in cui, sostituendo alcuni geni, si ottiene un nuovo organismo, con nuove caratteristiche predeterminate a scelta. Viene in tal modo fatta passare l'idea che non c'è differenza tra esseri viventi e macchine, premessa ideologica alla mercificazione e brevettabilità di tutti gli organismi. Tale visione è stata poi amplificata dagli organi d'informazione, che annunciano continuamente la scoperta di un gene per ogni nostra tendenza o caratteristica, da quello che ci rende omosessuali a quelli che provocano ogni sorta di malattia o ci fanno diventare bevitori di caffè piuttosto che di vino. Se poi esiste un gene per ogni caratteristica e se si può inserire o togliere geni a piacere, ecco l'illusione che esiste una cura per tutte le malattie.

LA MERCIFICAZIONE DELLA SCIENZA

Sulla base di questa ipotesi e analogamente a quanto fatto dalla Celera Genomics di Craig Venter, anche in Italia si sta cercando di realizzare società per sfruttare "geni miracolosi". È il caso della Genextra, una nuova società che ha l'obiettivo di individuare geni per allungare la vita e per curare varie malattie. È stata presen-

tata ufficialmente al convegno "The Future of Science", organizzato a settembre da Umberto Veronesi presso la fondazione Cini di Venezia, con un depliant illustrativo della fondazione Tronchetti Provera, che è uno dei soci, insieme allo stesso Veronesi, Micheli, Gnutti, Ligresti e vari altri esponenti del mondo finanziario italiano. Il vero obiettivo della nuova società è quello di pubblicizzare alcune idee, alcune ipotesi di ricerca. Una delle relazioni tenute a Venezia riguardava l'allungamento della vita umana, ma si parlava di vermi e di altri organismi che in regime di alimentazione carente vivono più a lungo, dando per possibile che tale risultato sarebbe stato esteso all'uomo. Ma se è vero che in vari organismi la riduzione di alimentazione determina un allungamento della vita – perché, in condizioni sfavorevoli, l'organismo cerca di ridurre il metabolismo in attesa di condizioni migliori, come nel letargo - questa non è la condizione umana (si pensi ai popoli del sud del mondo che, a causa della denutrizione, hanno tassi bassissimi di vita). Sulla base di tali progetti, se adeguatamente amplificati dagli organi d'informazione, in primavera Genextra sarà messa in borsa, le sue quotazioni saliranno, e, a quel punto, l'obiettivo non sarà più quello vendere un prodotto, realizzare una terapia, bensì di ottenere un guadagno attraverso la crescita delle azioni. Quante volte abbiamo udito affermazioni del tipo "entro i prossimi dieci anni sarà sconfitto il cancro"? Nessuno si domanda, però, come mai da quarant'anni ci viene ripetuto che ci vogliono ancora dieci anni! Questo modo di comunicare sottintende ancora una logica deterministica, quella di poter prevedere quando raggiungeremo un nuovo obiettivo tecnologico; ma la complessità della ricerca scientifica è ben diversa. Gli esempi della Celera Genomics, di Genextra, come fu in passato quello della Genentech, prima azienda biotecnologica di successo, dovrebbero farci capire che il vero obiettivo è il processo di mercificazione della ricerca, della scienza e della conoscenza. Ad annunci scientifici clamorosi sui giornali non corrisponde, spesso, alcun articolo scientifico: l'obiettivo è l'annuncio, vendere il prodotto prima ancora che esista ed indipendentemen-



te dal fatto che possa esistere (come hanno ben dimostrato gli annunci di clonazione umana). A una simile visione mercantile della scienza e riduzionista della natura occorre contrapporre una nuova, senza però cadere nelle trappole del vitalismo, che rappresenta una visione antistorica e antievoluzionista. L'uomo non è né padrone né schiavo della natura: come essere vivente, e perciò naturale, egli deve interagire con il suo ambiente, anche modificandolo, ma, come essere pensante e, quindi, responsabile delle proprie azioni, deve rispettarne le regole e i criteri, come, ad esempio, i cicli biogeochimici, che permettono un uso razionale delle risorse. Come affermano Prigogine e Stengers, autori del famoso saggio *La nuova alleanza*, la nuova epistemologia deve passare da una conoscenza manipolatrice della natura, che seleziona e semplifica i sistemi oggetto di studio, ad una conoscenza volta ad approfondire l'intreccio complesso di connessioni tra i diversi

sistemi, alla luce della coordinata tempo: «Nella storia naturale diventa impossibile evitare di prendere in considerazione il tempo..... devono essere determinati i pesi rispettivi della memoria ereditaria, dell'apprendimento e delle circostanze. La possibilità, in particolare per un individuo, di avere una memoria, delle interazioni sociali differenziate, dei comportamenti flessibili e adattati alle circostanze mutevoli, viene a determinarsi all'incrocio dei tempi che lo costituiscono, tempo della specie, tempo dell'ontogenesi, tempo dell'apprendimento e della socializzazione, tempo culturale, tempo dell'esperienza quotidiana». Alla rozza semplificazione dei fenomeni naturali in fenomeni meccanici, bisogna sostituire una analisi della complessità dei sistemi, interagenti tra loro; nei complessi sistemi viventi, a parametri come materia ed energia dobbiamo aggiungere quello dell'informazione, che varia al variare del sistema di riferimento, evidenziando la neces-

sità di correlare la conoscenza dei fenomeni al punto di osservazione, comunque parziale e relativo. Ma, soprattutto, dobbiamo considerare l'irreversibilità dei fenomeni temporali, ciò che porta a riconoscere la storicità di una epistemologia naturale. Essa rappresenta una necessaria premessa per una società sostenibile, in cui le attività umane «non riducano a merce ogni bene materiale ed immateriale», come afferma Marcello Cini, ma sappiano inserirsi nei complessi e delicati equilibri dinamici presenti nell'ambiente naturale, senza distruggerli, senza trasformare le risorse in rifiuti, senza ridurre la biodiversità degli organismi viventi.

Bibliografia

Buiatti M. "Lo stato vivente della materia", UTET, 2000 / Cini M. "Dialoghi di un cattivo maestro", Bollati Boringhieri, 2001 / Gould S. J. "Il sorriso del fenicottero", Feltrinelli, 1987 / Lewontin R. C. "Biologia come ideologia", Bollati Boringhieri, 1993 / Prigogine I. "La nascita del tempo", ed. Theoria, 1988 / Prigogine I. e I. Stengers "La nuova Alleanza", Einaudi, 1981 / Tamino G. "Il bivio genetico", Edizioni Ambiente, 2001 / Waddington C. H. "Strumenti per pensare", Mondadori, 1977.