



**ApertaMente** di Ignazio Licata

7 giugno 2010 - 11:57

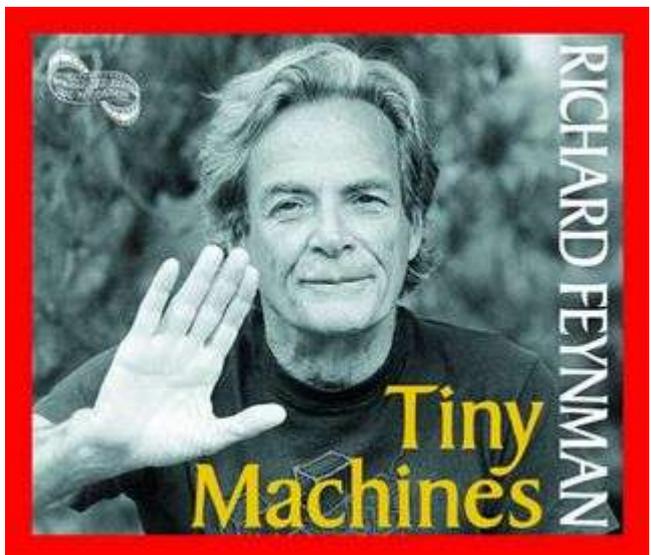
## Vita artificiale: la (faticosa) costruzione di un mito

La 'Vita artificiale' annunciata dal gruppo di Craig Venter, ed il rumore mediatico che l'ha accompagnata, offre un'ottima occasione per ripensare ancora una volta la tensione culturale e metodologica che attraversano la scienza contemporanea e le loro proiezioni mediatiche. Leggendo [l'articolo scientifico originale](#) si scopre che i ricercatori hanno inserito in un batterio un DNA la cui sequenza era stata progettata *a priori* 'copiandola' da quella di un organismo con un patrimonio genetico estremamente semplice: il micoplasma, non scrivendo dunque *ex novo* le informazioni genetiche. Già questo aspetto ci dovrebbe indurre a considerare il modo con cui viene usata l'impegnativa parola 'creazione'. Inoltre, anche se gli elementi iniziali (brevi tratti di DNA) erano stati sintetizzati per via chimica, il macchinario sintetico per produrre l'intero genoma in termini di assemblaggio e riproduzione era comunque naturale, trattandosi di cellule di lievito. In pratica, la "vita artificiale" di cui stiamo parlando è più propriamente una nano macchina biomorfa, già ipotizzata da Von Neumann e Feynman a partire dagli anni 50.

Si tratta dunque di un notevole avanzamento tecnologico, ma non certo di 'vita artificiale', e neanche di un rivoluzionario metodo di sintesi chimica. Cerchiamo dunque di chiarire ulteriormente la cosa in modo da fare un distinguo tra l'invenzione, i proclami mediatici, e le eventuali ideologie nascoste.

Il DNA è una macromolecola, un polimero biologico costituito da una catena di monomeri (detti nucleotidi) uno in fila all'altro, legati fra loro da un legame covalente a formare un lunghissimo filamento; esistono quattro tipi di nucleotidi identificati da quattro lettere (A,C,G,T), il che fa sì che un filamento di DNA può essere immaginato come una lunghissima

stringa di caratteri (circa 3 miliardi nel caso del genoma umano, ma di lunghezza diversa in altri organismi). I nucleotidi allineati lungo due filamenti di DNA si riconoscono fra loro con delle regole precise. La T si accoppia con la A attraverso legami idrogeno, che sono legami non covalenti, il che significa che non implicano la costruzione di una molecola differente ma solo la giustapposizione nello spazio di due molecole; inoltre la G si accoppia con la C. Ciò fa sì che nelle cellule il DNA si trovi sotto forma di due filamenti appaiati secondo la regola A-T / G-C che garantisce la duplicazione della molecola stessa. Questa molecola è una delle grandi invenzioni della natura, perché consente di memorizzare delle istruzioni di tipo chimico (ad alcune triplette di nucleotidi

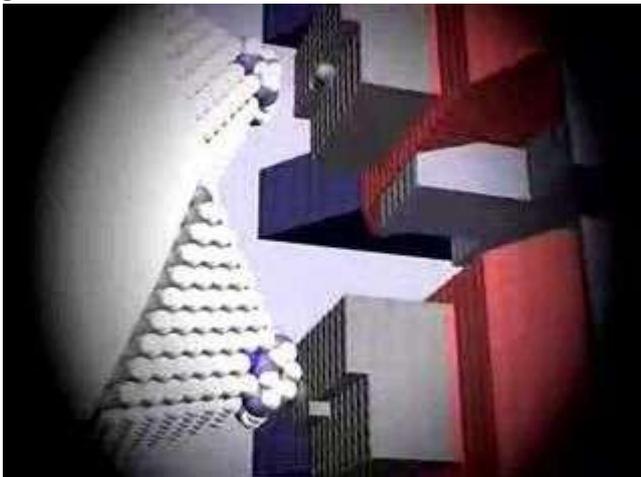


corrisponde uno specifico aminoacido che va a costituire il componente di una proteina, ad altre triplette delle informazioni regolatorie che influenzano quali e quanti geni 'attivare' ..) che possono essere trasferite da una generazione di organismi a quella successiva in modo relativamente rapido ed economico. Insomma, una "banca dati" in cui le regole di appaiamento garantiscono la duplicazione della molecola e la riproduzione di segmenti specifici per i processi di trascrizione e sintesi proteica.

Anche se questo meccanismo di 'copia e riproduzione' è cruciale per la vita, una molecola non è un essere vivente, in quanto da sola non fa e non produce un bel nulla: per esempio, non sfrutta l'energia dell'ambiente per costruire i suoi costituenti, non si sviluppa, non muore (piuttosto si degrada), e a ben vedere neanche si duplica visto che i processi descritti in precedenza necessitano del lavoro concertato di sofisticate macchine chimiche (enzimi, proteine strutturali, complessi sopramolecolari..) per essere portati a termine.

Un batterio invece è un essere vivente: ha una membrana con una struttura molto complessa che lo separa dall'ambiente esterno fornendogli individualità e quindi la possibilità di essere considerato un sistema biologico che si autoregola, si dà un gran da fare per sopravvivere, si riproduce ed alla fine muore. Per tutte queste ragioni, alcune molecole potranno entrare e uscire liberamente dal sistema, alcune saranno escluse, altre saranno accumulate, altre ancora saranno prodotte (sintetizzate) oppure demolite. Tutto ciò avviene grazie a una complessa architettura molecolare di strutture (generalmente proteiche) che garantiscono un metabolismo altrimenti fisicamente impossibile. In questo quadro ricco di attori comprimari, l'unico regista è la cellula, nella fattispecie il batterio preso nella sua interezza, mentre il DNA si limita a fare le funzioni di un "deposito" di informazione per produrre le proteine.

Affermare di aver creato la vita artificiale soltanto perché si è trasferito un genoma "stilizzato" in un batterio deprivato del suo proprio genoma sembra un'affermazione un po' forte e per certi versi anche assurda. In altri termini, l'esperimento di Venter consiste nell'aver sostituito una componente (il DNA) della cellula: di importanza indiscutibile, ma che proviene comunque da un altro sistema vivente. Il punto è che la sua composizione in basi è nota pezzo per pezzo agli sperimentatori e quindi in via ipotetica 'modificabile' a piacere. L'ingegneria genetica segue queste vie da quaranta anni, solo che fino ad oggi si sintetizzavano tratti di genoma e non il genoma tutto insieme. In questo senso crediamo si possa parlare di un buon avanzamento tecnico che poco o nulla ha a che fare con la comprensione globale dei processi viventi. Affermazioni simili equivalgono a dire che si è costruito il "melodramma artificiale" unicamente dalla partitura musicale e senza bisogno di musicisti e cantanti: provate a immaginare che cosa succederebbe se alla prima della Scala sul palco venisse esposto lo spartito del Rigoletto e null'altro. Nel caso dell'esperimento di Craig Venter saremmo a uno stadio ancora inferiore, in quanto tutto sommato i cantanti e i musicisti eseguono abbastanza fedelmente lo spartito, *mentre le cellule leggono in grande libertà il DNA, decidendo autonomamente che cosa, quanto e come leggere.*



E' importante essere molto chiari su questo punto: una posizione 'centralista' in cui il DNA è considerato come il motore immobile ed unico principio causale della vita è completamente al di fuori delle evidenze scientifiche. Non si tratta però di discussioni fra esperti con diverse e variegate posizioni in merito, di differenti scuole di pensiero, è semplice biologia di base, su cui tutti i ricercatori (e anche chi ha una semplice infarinatura di biologia) sono completamente

d'accordo. Non c'è neppure bisogno di chiamare in causa l'idea centrale della biologia sistemica, ben espressa da Dennis Noble: *"Dove si trova, ammesso che esista, il programma della vita? La mia tesi è che non vi è alcun programma e che, nei sistemi biologici, non vi è alcun livello di causalità privilegiato"*. Insomma, inutile cercare il direttore d'orchestra, in questo caso è l'orchestra stessa!

Allora come e perché si diffondono queste semplificazioni ingenuie? La spiegazione immediata potrebbe essere quella economica: dopo le mirabolanti promesse degli anni 80, la biotecnologia versa da un pezzo in una crisi profonda. C'è bisogno di illudere gli investitori con l'illusione di potenza e controllo totale sul vivente, ma è una spiegazione molto parziale che, a nostro parere, non permette di mettere a fuoco i più sottili 'segni dei tempi', legati ad un singolare intreccio tra epistemologia e tecno-burocrazia. E' illuminante l'articolo di Adam Wilkins *"For the biotechnology industry the penny drops (at last): genes are not autonomous agents but function within networks"* (BioEssays 29: 1179-1181, 2007). Wilkins scrive: *"..Ma forse, la vera novità è che la notizia che i geni funzionino entro reti di regolazione complessa possa essere considerata come una novità. Come è stato possibile che così tante persone coinvolte nella biotecnologia abbiano trascurato un'idea (appunto quella dell'azione combinata dei geni NdR) che è un fatto assodato nella biologia dello sviluppo ed in molti altri campi ormai da decenni ?"*

Eppure l'idea centralista del genoma continua a sostenere progetti a dir poco discutibili.

Nel numero di Nature del 25 Maggio ([Nature \(2010\) 465: p.410](#)) si introduce un mega progetto da centinaia di milioni di dollari l'anno per trovare *"..each gene's role, (il ruolo di ciascun gene) eliminando un gene alla volta da gruppi di topi ed andando a vedere cosa succede. Qui non solo continuiamo a scordarci che i geni lavorano di concerto come ricordava Wilkins, ma il normale buon senso"*: se tolgo una candela la mia autovettura non può funzionare, ma non mi verrà mai in testa di considerare la candela come lo strumento che manda avanti la macchina (e magari cercare di ricavare dalla struttura della candela le basi del moto dell'automobile). Il progetto milionario è stato lanciato dal National Institute of Health (NIH) americano, la più prestigiosa agenzia di ricerca biomedica mondiale, che sicuramente (almeno si spera) avrà delle persone se non altro di buon senso ai suoi vertici. Ma allora ?

A nostro parere questo insistere, con argomenti palesemente assurdi, sul lancio di progetti imponenti o sulla propaganda di imprese mirabolanti è il risultato avvelenato di mitologie convergenti su un imponente progetto di marketing che poco o nulla ha a che fare con la ricerca di base:

-Il mito della grande impresa che, mobilitando su un tema unico una grande quantità di risorse, indipendentemente dall'obiettivo proposto, genererà delle ricadute importanti per il semplice effetto di aggregazione di 'migliaia di cervelli'. E' il tema classico del progetto Manhattan, dell'impresa spaziale, dei grandi acceleratori e della teologia matematica delle teorie del tutto, e, naturalmente, della "decodificazione" del genoma. Sono le "magnifiche sorti e progressive" di una scienza-spettacolo che vuole attirare consenso e finanziamenti, basata sull'idea fuorviante di "innovazione" come ingenua capacità della tecnologia di espandersi illimitatamente utilizzando una sorta di "lego" concettuale del già acquisito e "colonizzato" secondo una logica unilaterale, riduzionista e prometeica.

-Il mito del dominio assoluto della vita con l'eliminazione del rischio, della malattia, dell'imprevisto. Non è un caso se i vagheggiamenti new age e la mitizzazione tecnologica sembrano aver stretto un patto per far balenare ai nuovi consumatori l'idea di cure miracolose e persino promesse di immortalità. Mentre nell'ultimo mezzo secolo la ricerca di base accumulava un numero crescente di indizi a favore della dimensione multifattoriale e quindi probabilistica di gran parte di ciò che possiamo osservare negli esseri viventi, la ricerca applicata si concentrava sulla manipolazione del DNA con la pretesa che ogni processo biologico fosse "per definizione"

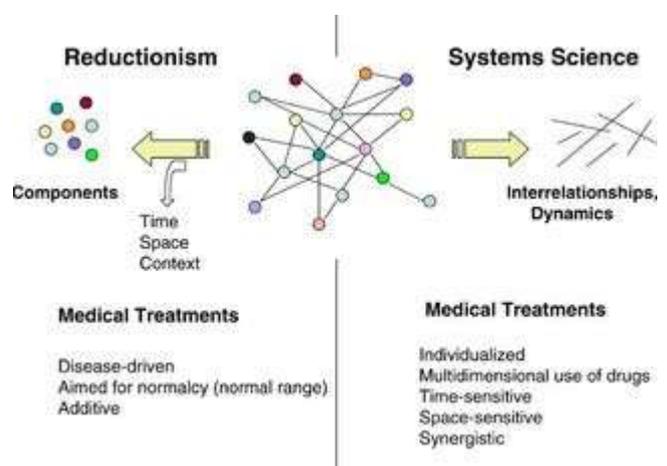
specificato dai geni in modo diretto, lineare e, per giunta, irreversibile. L'idea dell' "organismo macchina", fino ad allora puramente descrittivo, si sposa per la prima volta con quello assai più pragmatico di poter controllare e addirittura progettare ogni espressione della vita. Il tutto condito da un paradosso linguistico che ha segnato uno dei momenti meno felici dell'impresa scientifica del Novecento. Per molto tempo infatti nel gergo specialistico della biologia molecolare si è utilizzata l'espressione "dogma centrale" con riferimento a un fenomeno (la sintesi proteica) che, di fatto, presenta larghissimi margini di **incertezza fondamentale**. Oltretutto, l'idea che tutti gli organismi siano davvero "macchine" ha al tempo stesso offerto all'opinione pubblica l'immagine del corpo umano come di un oggetto manipolabile a discrezione, per esempio per predire malattie di qualsiasi natura, per "biologizzare" ogni tratto dell'esperienza umana e persino per evitare la morte. La deformazione culturale che ne è derivata sul carattere ed i valori dell'impresa scientifica ha influito in modo pernicioso sulle stesse aspettative che l'opinione pubblica nutre nei confronti della scienza. A tale proposito, non si può trascurare l'uso spietato che spesso viene fatto del "proclama" scientifico sui giornali e nelle televisioni. Le promesse di un'imminente cura definitiva delle malattie ancora oggi più difficili da trattare, come i tumori, sono l'espressione più atroce e oscurantista della strumentalizzazione della scienza del nostro tempo. Ogni ricercatore dovrebbe sentirsi ferito nel profondo ogniqualevolta il suo ruolo sociale, il suo mestiere e la sua deontologia professionale vengono mistificati in questa maniera.

I risultati recenti della biologia molecolare -- *in primis* il Progetto Genoma Umano (al quale Venter ha dato un contributo decisivo) -- hanno definitivamente mostrato che il DNA è soltanto "uno" dei fattori che determinano il fenotipo degli organismi. In fondo i geni sono infinitamente meno numerosi delle proteine, il che dovrebbe bastare a comprendere che la macchina molecolare può modificare o modulare l'espressione genica a seconda di ciò che la cellula "decide" di fare in relazione agli stimoli ambientali, senza nulla dire del fatto che esistono forme di eredità biologica (eredità epigenetiche) alternative a quella strettamente genetica.

Gli esempi tratti dalla letteratura scientifica illustrati sopra potrebbero sembrare casi eccezionali di come funziona la natura, ma essi rappresentano la regola più che l'eccezione. Le proprietà (normali e patologiche) degli esseri viventi, comprese quelle degli esseri umani, non sono specificate dal DNA, ma sono il prodotto di azioni e retroazioni segnaletiche continue tra l'ambiente interno all'organismo (di cui il DNA è una parte importantissima) e il suo ambiente esterno. Il che significa che anche conoscendo l'intera sequenza del patrimonio genetico di un individuo, qualsiasi esso sia, nessuna teoria o legge scientifica ci permette di prevedere quelle che saranno le sue proprietà vitali, ovvero il suo fenotipo. Dunque, ogni illusione meccanicistica di "controllare" gli esseri viventi, o, più opportunamente, i sistemi biologici, è semplicemente velleitaria.

Quello che manca, e che fatica a farsi strada, è il passaggio da una scienza basata sulle interazioni tra singoli "componenti" ad una in grado di comprendere la complessità dei processi collettivi. L'ostinazione riduzionista porta ad una concezione della scienza come tecnologia e manipolazione, a scapito di una visione critica che dovrebbe porsi invece sempre un problema centrale: comprendere che dietro ogni tecnologia (di calcolo o di laboratorio) c'è una scelta epistemologica che va valutata criticamente e con attenzione.

Altrimenti si rischia di far passare il messaggio che gli ecosistemi possono essere perturbati,



aggiustati e persino migliorati a piacere, idea cara ai tecnocrati, ma puntualmente smentita dall'evidenza quotidiana.

Paradossalmente, nell'epoca dell'individualismo più estremo, la complessità dell'umano non è contemplata.

Alessandro Giuliani ( Istituto Superiore di Sanità), Ignazio Licata (Inst. For Scient. Methodology, Palermo) Carlo Modonesi (Dip. Bio-Evo&Funz., Univ. Parma) - [Gruppo Scienza Semplice](#)