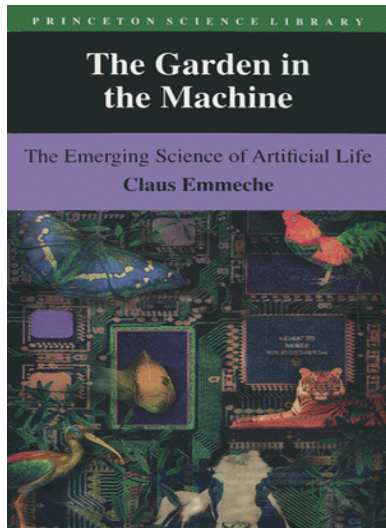


Idee per una rilettura

Il giardino nella macchina

La nuova scienza della vita artificiale

Claus Emmeche
Bollati Boringhieri, 1996



È possibile la vita artificiale? In che modo gli strumenti offerti dalla teoria della computazione possono gettar luce sui principi generatori dell'architettura della vita? Cosa può rivelare lo studio della vita artificiale riguardo all'evoluzione della vita tradizionalmente concepita? Secondo Claus Emmeche, biologo teorico danese, ricercatore presso l'Università di Roskilde e il Niels Bohr Institut di Copenaghen, le risposte a tali quesiti devono essere individuate dentro una macchina potente e complessa *almeno* quanto il corpo umano: il calcolatore digitale.

La biologia tradizionale ha, da sempre, focalizzato l'attenzione sulle 'basi materiali' della vita. Tale prassi metodologica, volta alla scomposizione e alla ricomposizione

delle parti costitutive di un organismo vivente, ad un certo punto, però, si arresta. Improvvisamente, la vita che stavamo descrivendo ci sfugge dalle mani (p.8). Occorre, sostiene Emmeche, recuperare un approccio più globale al problema della vita e integrare le classiche descrizioni basate sulla biochimica, o sulla genetica con i modelli matematici dei sistemi biologici, oltre che dialogare con le principali correnti filosofiche derivanti da questo progetto di ricerca.

Secondo i sostenitori della vita artificiale, la vita si configura come *un processo* svincolato dal tipo di materia, o energia, in grado di generarla, per diventare pura forma, un insieme di patterns strutturali implementabili in un calcolatore (p.9).

Indagare i rapporti tra la vita artificiale e la vita tradizionalmente intesa, conduce Emmeche a confrontarsi con le principali correnti epistemologiche della biologia. Come conciliare l'ipotesi della vita artificiale con la visione realistica della biologia? Le teorie biologiche 'standard' non pretendono di 'simulare' o raffigurare la realtà, ma esse *sono* la realtà. DNA, RNA, proteine, non sono solo concetti di una data teoria scientifica, ma sono entità reali di cui gli scienziati indagano il funzionamento. Scoprire i meccanismi della divisione cellulare, o descrivere matematicamente l'architettura del DNA, significa, per il biologo, essere penetrato dentro il *corpo* stesso della natura. Il teorico della vita artificiale, invece, si trova in una situazione molto più incerta: ciò che scopre deve essere considerato anch'esso parte del linguaggio della natura, o rappresenta soltanto il comportamento digitale di oggetti matematici astratti senza nessun riferimento alla realtà biologica tradizionalmente intesa?

La vita artificiale, osserva Emmeche, induce a ripensare anche il rapporto che abbiamo con gli oggetti di indagine della biologia. L'importanza accordata al ruolo della simulazione, attraverso



un programma, o un agente artificiale, implica almeno una duplicazione della realtà da indagare. Il ricercatore è libero di esplorare ‘nuove leggi naturali’, di simulare nuovi universi biologici governati da leggi fisiche alternative. Diventa libero di creare “la biologia dell’impossibile”: una scienza che “ha rinunciato alla sfida di procurarsi un’immagine fedele di un unico mondo reale, assumendosi, invece, l’incarico di esplorare le possibilità e le impossibilità di mondi virtuali”(p.166). In questa prospettiva, la biologia diventa scienza ‘postmoderna’, ‘modale’, che “passa dalla necessità alla possibilità” (p.167).

La biologia, secondo Emmeche, non si limita a raffigurare la realtà attraverso una modalità non mediata. Le teorie scientifiche, non solo quelle biologiche, non sono semplici copie, “ma contribuiscono a costruire gli oggetti che esse congiungono in un tutto razionale” (p.168). Un concetto come ‘eco-sistema’, per esempio, è frutto di una logica compositiva ben precisa: esso include concetti ugualmente astratti come ‘popolazione’, ‘ambiente’, ‘biomassa’, ecc. Secondo questa impostazione, ciò che caratterizza la biologia computazionale è la creazione di “simulacri di secondo ordine, cioè di copie delle copie” (p.169).

I modelli computazionali, come i modelli classici, creano e costituiscono gli oggetti che imitano. Non per questo, ammette Emmeche, lo scienziato è autorizzato a fare a meno di qualsiasi riferimento alla realtà biologica (p.169). Allo stesso tempo, la biologia dell’artificiale stimola nuovi quesiti interni alla biologia stessa e induce a ripensare la “frontiera tra una biologia piatta e sperimentale e una biologia oscura e troppo teorica”(p.170).

La ‘destrutturazione’ dell’oggetto della biologia, per mezzo degli studi sulla vita artificiale, ha degli effetti benefici anche nei confronti della ‘pratica’ della biologia: da una parte attenua la tendenza del biologo teorico a rifugiarsi in visioni a volte ‘troppo metafisiche’, residui tutt’ora attivi della passata influenza vitalistica, dall’altra stimola il confronto con discipline affini quali la logica, l’informatica, la matematica, considerate varietà biologiche anch’esse, alla pari delle varietà naturali. La conoscenza stessa, osserva Emmeche, ha una struttura matematica, frattale, per l’esattezza: appena il ricercatore raccoglie un nuovo frammento di conoscenza e si spinge sempre più in profondità, allo stesso tempo, estende i limiti dell’ignoto.

Illustriamo, adesso, i sette punti fondamentali della concezione della vita artificiale (p.29):

- 1) La vita artificiale non è legata alla particolare forma di vita *terrestre*. La biologia tradizionalmente intesa si occupa di una biologia particolare, quella del pianeta Terra, mentre la biologia artificiale considera anche forme di vita potenziali. Si passa, così, da una biologia sperimentale a una biologia ‘modale’.
- 2) La vita artificiale si caratterizza per l’utilizzo del metodo sintetico: si pone l’obiettivo di sintetizzare la vita *nel* calcolatore, o attraverso altri mezzi, o attraverso processi alternativi a quelli naturali.
- 3) Ipotesi del realismo: il comportamento degli organismi artificiali deve essere considerato reale quanto quello dei corrispettivi naturali.
- 4) Tutta la vita è forma: né la vita reale né quella possibile sono determinate dalla materia che le compone. L’essenza della vita è la forma di un processo, non la materia di questo processo.
- 5) Programmazione *bottom-up*: si definiscono delle piccole unità di livello locale, con precise regole di interazione e si osserva il comportamento globale coerente che si manifesta a livello generale. Il comportamento ‘globale’ manifesto non risulta essere governato dalle regole locali



che regolano le interazioni tra le parti. È il processo denominato ‘auto-organizzazione simulata’.

6) Elaborazione parallela dell’informazione.

7) Ammissibilità dell’emergenza. La vita non viene progettata in anticipo, ma emerge in modo complesso da un insieme di unità semplici che interagiscono in modo non lineare.

Possiamo concepire, precisa Emmeche, la ricerca nel campo dell’artificiale come una filosofia sperimentale ispirata dalla biologia, “che indaga a quali condizioni qualcosa può essere considerato vivo, dotato, cioè, di esistenza biologica” (p.33).

I biologi contemporanei sono concordi nel ritenere che non vi sia *una* sola definizione di vita: esistono la definizione fisiologica, la definizione metabolica, quella biochimica, quella genetica, la definizione termodinamica. Tali letture, ciascuna dal proprio angolo visuale, tratteggiano però una visione prototipica e parziale della vita, che non è in grado di coglierne gli elementi formali e strutturali. Qualsiasi cosa sia la vita, secondo la lettura dominante in biologia teorica, essa è caratterizzata dalle seguenti proprietà (si confronti con i precedenti ‘assiomi’ della vita artificiale) (p.48):

1) La vita è una configurazione spazio-temporale, più che un oggetto materiale specifico.

2) La vita è un processo riproduttivo.

3) La vita è autorappresentazione: il codice genetico contiene una ‘copia’ compatta dell’informazione di un organismo.

4) La vita è un insieme di processi metabolici.

5) La vita intraprende interazioni funzionali con l’ambiente.

6) Esiste una dipendenza critica della vita nei confronti delle parti che compongono un organismo.

7) La vita mantiene una stabilità dinamica di fronte alle perturbazioni.

8) La vita ha la capacità di evolversi.

Come la vita organica consuma energia per darsi un’organizzazione specifica, la vita digitale può essere concepita come ‘consumatrice’ del dispositivo di calcolo principale del calcolatore: la CPU. Così, se la vita tradizionalmente intesa si evolve per mezzo della selezione naturale, la vita digitale si evolve per mezzo della competizione tra gli algoritmi dei programmi installati nella macchina: i programmi, allora, possono essere concepiti come veri e propri abitanti dell’ecosistema calcolatore, rappresentato dalla memoria, dalla CPU e dal sistema operativo. Come i computer, sostiene Emmeche, tutti gli organismi viventi sono in parte analogici e in parte digitali: il programma digitale dell’ameba, per esempio, interagisce con il mondo esterno attraverso l’ameba ‘analogico’, cioè, attraverso la struttura fisica del corpo dell’organismo (p.56). Ma saremmo altrettanto autorizzati ad attribuire un ‘corpo’ anche a un programma antivirus, per esempio? Ad oggi, inoltre, non sembra che i virus, o qualsiasi altro programma, siano in grado di evolversi autonomamente, ne tantomeno di riprodursi senza l’intervento del programmatore umano. Secondo una lettura forte del funzionalismo biologico, i programmi antivirus (o qualsiasi altro programma) non sono meno vivi delle strutture emergenti di *Life*, il noto mondo artificiale inventato dal matematico John Conway, o degli anelli riproduttivi di Chris Langton, nei quali le cellule gemmano fino a creare delle vere e proprie colonie. Secondo



una lettura debole del funzionalismo biologico, invece, tali comportamenti devono essere considerati soltanto come la rappresentazione visiva di un dato tipo di formalismo matematico.

La caratteristica principale dei calcolatori moderni, afferma Emmeche, è la capacità di simulare un'altra macchina (per esempio, la macchina da scrivere, o la macchina calcolatrice, ecc). Secondo tale accezione, un calcolatore digitale può essere considerato una macchina del *secondo ordine* che simula, per mezzo di specifici algoritmi, una o più macchine del *prim'ordine* (per esempio un programma di elaborazione di testi). In quest'ottica, un programma antivirus, per esempio, è concepito come una macchina (un automa) del prim'ordine simulabile in una macchina del secondo ordine (il calcolatore stesso).

I programmi diventano, così, degli ambienti *reali* in grado di simulare la vita. Grazie ai software di computer graphic, è possibile generare, attraverso la programmazione ricorsiva, strutture molto simili alle piante. Incredibilmente, una foglia di felce frattale generata al calcolatore, le cui parti possiedono una struttura autosimile all'intero, assomiglia moltissimo a una foglia di felce reale: i rapporti costanti che caratterizzano la topologia vegetale diventano, così, simulabili all'interno di un computer. Naturalmente, osservare, realizzare al calcolatore una foglia di felce non significa comprendere i meccanismi biologici che producono la pianta reale: esattamente come realizzare un programma che modella il ragionamento logico, non significa aver compreso come i nostri dispositivi cognitivi rendono possibile la logica. È possibile, però, concepire la foglia di felce come il risultato dell'applicazione ricorsiva di un insieme di regole genetiche relativamente piccolo: una serie di algoritmi per la foglia di felce, o per l'ago di pino. Tali istruzioni dovranno essere presenti in ogni singola cellula della pianta, così che "l'algoritmo per l'ago di pino può essere applicato ogni volta che deve essere creato un ago" (p.87). Nel mondo *analogico* la situazione appare molto più complessa: il DNA, per esempio, non contiene un'informazione esplicita relativa all'organizzazione morfologica e funzionale di ciascuna proteina caratteristica, ma interagisce con l'RNA e con le proteine stesse. Sapere che una stessa routine viene richiamata ed eseguita varie volte, non basta a chiarire la natura della forma e della funzione precisa di una mano, di un albero, di un organo complesso come il cervello umano o di un essere vivente come una tigre.

Nonostante i suoi limiti, la ricerca nel campo della biologia computazionale ha prodotto alcune applicazioni interessanti. I modelli della macroevoluzione al calcolatore consentono ad esempio di acquisire una migliore comprensione dei processi evolutivi a lungo termine; la modellizzazione di ecosistemi naturali permette di indagarne le complesse dinamiche non lineari; i programmi di chimica artificiale simulano i corrispettivi esperimenti di biologia molecolare; le reti genetiche permettono di ricostruire il comportamento dinamico delle possibili architetture genetiche e gli algoritmi genetici sono in grado di riprodurre i complessi fenomeni di mutazione e ricombinazione cromosomica.

La tesi forte della vita artificiale, precisa Emmeche, induce a considerare la computazione stessa come forma di vita (p.127). Dal punto di vista della biologia artificiale, la computazione può essere considerata come il prodotto "che deriva dalla sinfonia di interazioni informative della rete bionurale, il cosiddetto brodo computazionale subsimbolico"(p.129). Secondo tale accezione, l'oggetto stesso della computazione, il simbolo, diventa una *configurazione* virtuale



con un comportamento specifico, esattamente come le strutture emergenti di *Life* (p.129). Allo stesso tempo, il teorico della biologia artificiale riconosce l'esistenza di limiti fisici alle computazioni: i processi computazionali sono anch'essi asserviti alle leggi fisiche naturali e tali leggi sono descritte matematicamente. Per il biologo dell'artificiale, però, le computazioni non sono solo enti matematici astratti, ma sono, altresì, oggetti suscettibili di indagine empirica. Per questo, conclude Emmeche, il fatto che il mondo naturale sia *percepibile* anche per mezzo di un calcolatore, induce a considerare la matematica e la logica pura alla base dell'architettura del computer digitale, anch'essi universi biologici suscettibili di indagine sperimentale.

Alberto Binazzi

