

La Nascita della Filosofia Digitale

G.O. Longo, A. Vaccaro

Sommario. *Dopo una rassegna storica delle correnti e degli autori principali che hanno contribuito alla nascita della filosofia digitale, si illustrano gli apporti fondamentali di Edward Fredkin, Gregory Chaitin e Stephen Wolfram, che propugnano la visione di una realtà costituita di informazione e animata dalla continua esecuzione di algoritmi, tra i quali sono fondamentali gli automi cellulari. Infine si illustra la nuova immagine dell'universo che scaturisce da questa visione, in cui l'unica legge è la computazione: essa si incarna in un "paradigma pancomputazionale", secondo cui tutto computa, tutto è frutto di computazione e il cosmo stesso è un Grande Computer.*

Keywords: Algorithm, Cellular automata, Complexity, Computation, Information

1. Introduzione

Dopo decenni di filosofie nichiliste, deboli o decostruzioniste, quando ormai i filosofi sembravano aver rinunciato definitivamente allo sguardo globale sul Tutto, accontentandosi di veder chiaro in qualche settore d'indagine limitato (filosofia del linguaggio, filosofia della mente...), ecco comparire una filosofia dalle sembianze antiche, compiuta in sé stessa, con una sua ontologia, con un'idea forte del divenire e, nientemeno, con una sua metafisica. Tuttavia è bene precisare subito che solo le sembianze sono antiche: i contenuti di questa filosofia sono decisamente nuovi, poiché appartengono all'ambito dell'innovazione per eccellenza, quella tecnologica, e, più specificamente, all'area delle tecnologie dell'informazione. Infatti l'impulso decisivo al costituirsi del nuovo quadro della realtà è stato fornito dal computer, il quale sotto questo profilo si presenta come una vera e propria "macchina filosofica", capace di

suggerire con forza persuasiva che tutte le grandezze della natura sono finite e discrete, e possono quindi essere rappresentate esattamente mediante quantità intere, escludendo dunque ogni variabile infinita, infinitesima, continua o localmente indeterminata e soggetta alla casualità. Inoltre queste grandezze fisiche corrispondono a nient'altro che a configurazioni di bit e la loro evoluzione temporale è governata da processi computazionali. Si apre così lo scenario della *filosofia digitale*, che presenta una forte originalità non solo quanto al ricco patrimonio di idee che racchiude, ma perfino nel configurarsi della sua genesi. E questa genesi occorre innanzitutto illustrare.

2. I prodomi

La storia della filosofia ci ha abituato a uno svolgimento piuttosto ripetitivo: ogni sistema di pensiero si è presentato, in genere, con una paternità certa, indicata dal nome del fondatore (che quasi sempre, con l'aggiunta del suffisso “-ismo”, si trasforma nel nome del sistema: platonismo, pitagorismo, hegelismo...); con un'opera fondamentale, che assurge a testo di culto per gli adepti; e infine con una certa continuità dialettica sia nei confronti delle questioni che il sistema eredita dal passato e a cui offre nuove risposte, sia rispetto ai contributi dei seguaci che approfondiranno, più o meno fedelmente, gli insegnamenti del fondatore.

La filosofia digitale non rispetta questo schema caratteristico. Anche nelle sue origini essa ostenta, quasi con fierezza, i caratteri peculiari del pensiero che incarna, cioè quella cultura digitale che, in ambiti disciplinari sempre più numerosi, fa preferire l'ipertestualità al fluire lineare, il modello a rete e l'interconnessione rispetto alla concatenazione causale-temporale, la condivisione e il *copyleft* piuttosto che l'autorialità tradizionale... In particolare la nascita della filosofia digitale non è contrassegnata da una data esatta e dal nome di un autore, bensì da un insieme di eventi variamente dislocati che si richiamano, interagiscono e si rafforzano a vicenda.

2.1 I nodi più antichi

I nodi più antichi della rete che ha dato forma alla filosofia digitale hanno un'accentuata connotazione tecnico-scientifica. Sono da considerarsi tali: 1) la pubblicazione, nel maggio 1943, di *A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity*, in cui il neuropsichiatra Warren Mc Culloch e il matematico Walter Pitts profilano, per la prima volta, l'analogia tra il neurone e un dispositivo logico a due stati, dando avvio all'altalenante – e affascinante – storia del connessionismo; 2) la nascita ufficiale della cosiddetta “Teoria dell'informazione”, riconducibile alla pubblicazione in due puntate, nel luglio e nell'ottobre del 1948, di *A Mathematical Theory of Communication*, in cui Claude Shannon conia tra l'altro l'espressione “bit”, acronimo di *binary information unit*, per definire l'unità di misura della quantità d'informazione (mentre in altri contesti “bit” è contrazione di *bi(nary digi)t* o cifra binaria); 3) l'esordio della cibernetica con la prima delle dieci storiche *Macy Conferences*, tenutasi a New York nel marzo 1946, cui parteciparono, tra gli altri, studiosi del calibro di John von Neumann, Claude Shannon, Heinz von Foerster, Gregory Bateson, Kurt Lewin, i citati Pitts e Mc Culloch e Norbert Wiener che, di per sé, con il suo 4)

Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine del 1948, costituisce un altro punto di riferimento notevole per la filosofia digitale. In *Cybernetics*, Wiener sostiene di aver individuato nell'informazione il minimo comun denominatore dei sistemi fisici, biologici, sociali e artificiali.

Nel regno della biologia, la tesi di Wiener viene ad essere avvalorata, circa cinque anni più tardi, da *Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid* di James Watson e Francis Crick, un lavoro pionieristico che impone la metafora (che è più di una metafora) del genoma come deposito di informazioni codificate, con tanto di destinatario (le proteine) e di canale o messaggero (l'Rna). Anche il dominio della fisica, da parte sua, si lascia permeare in maniera sempre più convinta dall'intuizione di Wiener man mano che approfondisce l'indagine sulla meccanica quantistica: John Archibald Wheeler, nel suo autobiografico *Geons, Black Holes & Quantum Foam*, sintetizza la presa di potere dell'informazione con una confessione emblematica: «Più rifletto sul mistero dei quanti e sulla nostra singolare capacità di comprendere il mondo in cui viviamo, più mi persuado che la logica e l'informazione possono avere un ruolo basilare nelle fondamenta della teoria fisica»[12]. La sua convinzione, espressa anche a nome di un nutrito novero di studiosi nel settore della quantistica, viene riassunta nella celebre formula: *it from bit*, che esprime la primazia del *bit*, dell'informazione, rispetto all'*it*, cioè alla materia, che da quella deriverebbe.

Nella rete della filosofia digitale che comincia così a configurarsi vengono ad aggiungersi, negli anni Ottanta, quelli che potrebbero essere definiti due nuclei fondamentali.

2.2 I nuclei fondamentali

Nel maggio 1981, nel corso del primo convegno di "Fisica e computazione", tenutosi nel Centro Congressi del Massachusetts Institute of Technology, alcuni dei personaggi più autorevoli della fisica del tempo, a partire da Richard Feynman, cui era stata affidata la prolusione dei lavori, enunciano una metafora ardita: l'Universo sarebbe un Grande Computer. Edward Fredkin – la mente organizzativa del simposio – aveva fatto di tutto per conferire prestigio e autorevolezza all'evento e, in questo senso, avere l'introduzione di Feynman era davvero il massimo. Fredkin conosceva personalmente piuttosto bene Feynman. Nel suo *Digital Mechanics* ricorda che nel 1962, quasi trentenne, prese il coraggio a due mani e, insieme con l'amico Marvin Minsky, bussò alla porta del fisico, già celebre, per esporgli la sua ossessiva e bizzarra idea della meccanica digitale. Egli – scrive Fredkin – ascoltò con gentilezza e attenzione, ma si raccomandò, alla fine, di non parlare con nessuno del suo interesse per tale prospettiva. L'effetto di quella conversazione, seguita da molte altre, si riscontra tuttavia, due anni dopo, nel saggio di Feynman *Il carattere della legge fisica*: «Mi lascia sempre perplesso il fatto che, secondo le leggi della fisica come le comprendiamo oggi, sia necessaria una macchina calcolatrice e un numero infinito di operazioni logiche per individuare ciò che accade in una regione dello spazio o in un intervallo di tempo piccoli a piacere... Così ho fatto spesso l'ipotesi che, alla fine, la fisica non avrà più bisogno di un'enunciazione

matematica, e si scoprirà che le sue leggi sono semplici, come una scacchiera di automi cellulari. Si tratta, tuttavia, di una speculazione come un'altra»[5].

Michael Dertouzos, nella sua presentazione al discorso inaugurale di Feynman al convegno del 1981, fece menzione di questo sentimento ambivalente del relatore nei confronti dell'idea della fisica come processo computazionale e del suo rifiuto a partecipare ai lavori se essi si fossero svolti all'insegna del titolo originario, "Modelli computazionali della fisica", che, per questo motivo, fu trasformato nel più vago "Fisica e computazione". A questo punto, però, l'oratore interruppe vivacemente il presentatore con un espressivo: «Ebbene, da allora ho cambiato idea!»[6], dando inizio alla sua magistrale lezione *Simulating Physics with Computers* che – spiegò – non mirava alla questione se il computer potesse compiere previsioni sugli eventi fisici come già faceva per le condizioni meteorologiche, bensì, molto più profondamente, se al cuore della fisica stesse la medesima legge del divenire che muove un calcolatore elettronico, ovvero un processo computazionale. Le forti parole di Feynman infusero molto coraggio ai contributi che seguirono, e a questa determinazione contribuì molto anche Wheeler, sottoscrivendo esplicitamente l'idea nel suo *The Computer and the Universe*.

L'intervento dell'informatico tedesco Konrad Zuse, *The Computing Universe*[14], sorprese per le sue dirompenti aperture. Anche Zuse – geniale inventore, negli anni Quaranta, del primo computer programmabile e del primo linguaggio di programmazione di alto livello – era una "scoperta" di Fredkin, il quale, con il suo gruppo di lavoro, aveva tradotto il pionieristico *Rechnender Raum* in *Calculating Space*, riscattandone l'autore dall'isolamento in cui l'avevano relegato l'esito della guerra e le idee troppo avanzate per il mondo accademico europeo dell'epoca. Invitato al Mit, Zuse aveva esposto concetti che molto a lungo aveva tenuto per sé: l'inspiegabile ma evidente corrispondenza tra il comportamento delle particelle digitali (bit) e quello delle particelle subatomiche; la quantizzazione sempre più convalidata delle grandezze fisiche, con il conseguente abbandono del "dogma" del *continuum* in natura; la progressiva coincidenza, nella terminologia e nei concetti, della teoria dell'informazione e della fisica (com'era avvenuto, per esempio, con "informazione" ed "entropia"); il ruolo degli automi cellulari, già in grado di risolvere equazioni differenziali, nell'esplorazione dell'Universo... Al termine del convegno, erano tutti molto più convinti che l'asserzione "il Cosmo è un Grande Computer" non fosse da intendere come una semplice metafora, bensì come un valido strumento euristico.

Tommaso Toffoli, stretto collaboratore di Fredkin, contribuì notevolmente alla diffusione dell'idea formulandola così: «In un certo senso, da miliardi di anni la Natura sta continuamente computando il proprio stato successivo: tutto quello che dobbiamo fare – e, in effetti, *possiamo* fare – è farci dare un passaggio da questa enorme computazione in corso e cercare di scoprire in quali punti essa si avvicina al luogo dove vogliamo andare noi»[11]: questa è diventata la citazione preferita di tutti coloro che vogliono far riferimento alla tesi dell'Universo computante. Per il resto, fu un assemblaggio quasi "cubista" di riflessioni sul concetto di "informazione" nelle sue dimensioni storiche, cosmologiche, fisico-matematiche, teoriche, e così via. Lo scienziato della Nasa e dell'Ibm Rolf Landauer asseriva perentoriamente che "l'informazione è fisica" e

il matematico Gregory Chaitin, nel suo ambito di competenza, elaborava l'idea secondo cui "tutto è algoritmo".

Il secondo nucleo che negli anni Ottanta contribuì alla nascita della filosofia digitale fu il primo convegno interdisciplinare sulla sintesi e la simulazione dei sistemi viventi, tenutosi nel settembre 1987 a Los Alamos sotto la direzione di Christopher Langton, fondatore riconosciuto dell'area di ricerca denominata *Vita Artificiale*. Come il convegno del Mit rappresenta il maggior contributo alla genesi della filosofia digitale sotto il profilo scientifico-concettuale, così il convegno di Los Alamos ne costituisce la spinta maggiore sotto l'aspetto tecnico-intuitivo. Come il primo tendeva a mostrare quanto la natura fosse vicina, nel suo intimo funzionamento, al procedere del computer, così il secondo lasciava intravedere quanto certi processi elaborati dal computer fossero sorprendentemente simili ai fenomeni della vita reale. Al confluire dei due percorsi scattava la scintilla della filosofia digitale.

Furono le immagini di Vita Artificiale sugli schermi dei computer, dunque, a impressionare i convegnisti radunatisi a Los Alamos. A metà anni Ottanta, in effetti, sarebbe stato difficile non rimanere stupiti e sconcertati osservando come veniva simulata la crescita delle piante: da un esile fusto spuntavano via via ramoscelli e, su questi, fiori e frutti, in un divenire indistinguibile da quanto accade in natura. Oppure ammirando una simulazione ancor più famosa, dovuta a Craig Reynolds, in cui uno stormo di uccelli (più precisamente uccelloidi o *boids*) spiegava un volo geometrico in un ambiente costellato di ostacoli di vario tipo, che costringevano lo stormo a rompere temporaneamente l'ordine del volo per aggirarli, salvo riorganizzarsi subito dopo ogni ostacolo. E lo stupore e gli interrogativi non potevano che aumentare quando si veniva a sapere che i comportamenti di quelle pianticelle e degli stormi di *boids* non erano frutto di un sistema di istruzioni astruso, ingombrante e di alto livello, ma scaturivano da regole di base molto semplici. La simulazione al calcolatore si proponeva dunque come terzo strumento conoscitivo accanto alla deduzione aristotelica e all'induzione baconiana. La via inaugurata dal gioco *Life* (in sostanza un automa cellulare) ideato nel 1970 da John Conway, incrociandosi con la teoria dell'auto-riproduzione non-biologica inaugurata anni prima da John von Neumann, con la scoperta del valore euristico delle simulazioni e con altre intuizioni limitrofe, stava dando forma ad un paesaggio che si estendeva oltre l'ambito delle indagini settoriali meramente tecniche per raggiungere il livello di una vera e propria concezione del mondo e della vita.

3. Gli esponenti e le idee principali

Ognuno dei principali autori che orbitano intorno alla filosofia digitale approfondisce con acutezza e originalità alcuni aspetti del ricco repertorio concettuale che essa presenta: i concetti-cardine di "informazione", "algoritmo", "computazione", "automa cellulare" e così via. Dalla composizione di questi apporti individuali scaturisce il grande quadro della filosofia digitale. È dunque opportuno seguire gli apporti di alcuni di questi esponenti primari per poi concludere con un tentativo di sintesi.

3.1 Edward Fredkin, la *Digital Philosophy* e l'informazione

È a Edward Fredkin che tocca il posto d'onore tra gli autori del nuovo sistema di pensiero, fosse solo perché è lui a coniare l'espressione "filosofia digitale" quando si rende conto che il nucleo concettuale della sua impostazione originaria si è ampliato a tal punto da rendere assolutamente inadeguata la definizione precedente di "fisica digitale". Oltre a ciò, nel 2002 Fredkin redige un testo dal titolo molto esplicito, *Introduction to Digital Philosophy*, per quanto, sin dalla prefazione, l'autore ammetta che il piano dell'opera è ben inferiore alle potenzialità del titolo. Sebbene, infatti, la filosofia digitale possa fornire risultati fecondi in vari ambiti scientifici, l'indagine condotta in questo libro si limita intenzionalmente ai soli processi fondamentali della fisica. Di conseguenza, l'*Introduction* finisce col riesporre, in forma ampliata, quanto Fredkin aveva già presentato in *Digital Mechanics* nel 1990, in *A New Cosmogony* del 1992 e, soprattutto, in *Finite Nature* dello stesso anno, ovvero la tesi che tutte le grandezze presenti in natura sono finite e discrete, e possono quindi essere rappresentate esattamente mediante quantità intere, escludendo ogni variabile infinita, infinitesima, continua o localmente indeterminata e soggetta alla casualità. Una volta presentato anche il secondo principio basilare, ovvero che le suddette grandezze fisiche corrispondono a configurazioni di bit e che la loro evoluzione temporale è governata da processi computazionali, ecco che l'autore può erigere una minuziosa architettura, comprendente i momenti, le forze, l'inerzia, l'energia, la teoria dei campi discreti e molti altri aspetti, che vengono esaminati rigorosamente e introdotti nel quadro della fisica digitale.

Allargando tuttavia l'orizzonte oltre l'ambito disciplinare specifico, l'apporto maggiore di Fredkin consiste in un'asserzione ontologica: l'informazione è il principio primo della realtà, il suo elemento costitutivo. In altri termini: dove Pitagora poneva i numeri e Leibniz immaginava le monadi, ecco che Fredkin colloca l'informazione. E questa è, senza dubbio, un'asserzione filosofica. «Non credo che esistano oggetti quali gli elettroni e i fotoni, o cose che siano sé stesse e nient'altro. Credo che vi sia un processo d'informazione, e che i bit, quando si trovano in certe configurazioni, si comportino come le cose che chiamiamo "elettrone" o "atomo d'idrogeno" o in altri modi ancora»[7], dichiara Fredkin; e se questo enunciato restringe troppo l'obiettivo al campo della fisica, non manca, subito dopo, la dovuta estensione: «Esistono tre grandi domande filosofiche: Che cos'è la vita? Che cosa sono la coscienza, il pensiero, la memoria e simili? Come funziona l'Universo? Il punto di vista informazionale le concerne tutte e tre»[7].

Così il quadro è completo: l'informazione è alla base della realtà materiale, che fin dal tempo dei presocratici costituisce il campo d'indagine privilegiato della filosofia, ma è anche alla base della realtà mentale del soggetto che si pone la domanda e investiga. In parole ancora più trasparenti, l'informazione (questa volta intesa in senso semantico) è anche alla base della formulazione della verità, il cui possesso dovrebbe acquietare la sete di conoscenza che muove la ricerca. L'informazione è insieme l'oggetto e il soggetto. Informazionale è la natura della verità: secondo Fredkin tutto si muove all'interno di questo circolo.

3.2 Gregory Chaitin, la metafisica digitale e l'algoritmo

Quando ci si comincia a chiedere quale sia la vera essenza di un oggetto e quale sia la natura di una legge fisica, è segno che ci si sta allontanando dal sicuro porto della scienza per dirigersi verso più incerti approdi metafisici. Gregory Chaitin, ricercatore eclettico ma soprattutto matematico, non esita a intraprendere questa rotta. Il vento che lo sospinge è, anche nel suo caso, dichiaratamente digitale.

L'elemento che ha reso necessario il ritorno a una riflessione metafisica oramai tramontata da tempo dal panorama filosofico (specie di quello analitico) è stato il computer. Il computer inteso non come macchina fisica per calcolare, bensì – dice Chaitin – come «nuovo e meraviglioso concetto filosofico e matematico»[1]. Il computer diventa concetto filosofico-matematico in quanto conferisce significati prima inimmaginabili ai verbi “comprendere” e “conoscere”. Dopo l'avvento del computer, dichiara Chaitin, comprendere l'essenza di un ente consiste nell'identificarne il contenuto d'informazione algoritmica, ovvero il programma informatico che restituisce, sullo schermo, la forma dell'ente considerato; inoltre, dopo l'avvento del computer, conoscere la legge fisica che regola il *divenire* di un fenomeno equivale a individuare il processo computazionale che simula, sullo schermo, l'evoluzione di quel fenomeno.

Per quanto concerne l'essenza di un ente si può sollevare subito un'obiezione, sulla base della differenza tra un oggetto reale e la simulazione dello stesso oggetto; ma qui subentra un fondamentale assioma digitale, secondo cui l'essenza si identifica con la forma, l'organizzazione, la configurazione, il *pattern* dell'ente, e non certo con gli anonimi, indiscernibili, sostituibilissimi elementi materiali. Del resto, chiunque in filosofia abbia trattato di “essenza”, dalla tradizione platonica a quella aristotelico-tomista giù giù fino a Hegel, sa bene che ciò per cui una cosa è quello che è, e non un'altra cosa è da riconoscere nell'elemento intelligibile-formale. Dopo l'avvento del computer, tale elemento intelligibile-formale coincide con lo “schema informazionale”.

Per quanto riguarda il concetto di “legge”, l'elaborazione di Chaitin assume una coloritura ancora più digitale. Dato che l'essenza di un ente, e quindi anche di un fenomeno, è la sua descrizione informazionale, in codice binario, si intenderà per legge di quel dato fenomeno il programma informatico capace di generarne la simulazione esatta. Più il programma è breve (Chaitin dice *elegante*) – e quindi maggiore è la compressione dei dati – migliore è la legge. L'impossibilità di ottenere una compressione dei dati equivale a un'assenza della legge: in altri termini, ci si trova di fronte a un evento casuale.

Siccome con Chaitin siamo in ambito digitale, ma pur sempre metafisico, è inevitabile che egli rivolga un omaggio a Gottfried Wilhelm Leibniz, il filosofo che ha percorso i tempi ed è stato l'unico pensatore digitale prima della comparsa del computer: «La teoria migliore è il più piccolo programma per computer che riproduca esattamente i dati empirici. Questo è ciò che sostiene Leibniz, secondo cui la scienza è possibile e il mondo è comprensibile precisamente perché Dio minimizza la complessità delle leggi di natura e insieme massimizza la ricchezza e la diversità dell'Universo determinate da queste leggi. Nel mio modello, sia le

leggi di natura sia l'Universo che ne risulta sono rappresentati come stringhe finite di bit... Le leggi sono un programma e l'Universo il suo output»[7].

3.3 Stephen Wolfram, *Un nuovo tipo di scienza e gli automi cellulari*

Stephen Wolfram rappresenta il caso di un *enfant prodige* che non ha tradito le attese e, da grande, è diventato, per così dire, un *homme prodige*. A sedici-diciassette anni pubblica articoli di fisica subatomica su riviste autorevoli come "Nuclear Physics" e, intorno ai quaranta, nel 2002, pubblica in proprio il suo monumentale *A New Kind of Science*. Nel frattempo ha fondato un'azienda multimilionaria che ruota intorno a *Mathematica*, un software di sua invenzione diventato strumento imprescindibile di ogni istituzione scientifica e didattica di alto livello.

Wolfram non soffre di immodestia: «Circa tre secoli fa – scrive all'inizio della sua maestosa opera – la scienza fu trasformata da un'idea nuova e fondamentale, secondo cui per descrivere il mondo naturale si potevano usare regole espresse da equazioni matematiche. Il mio scopo in questo libro è dare avvio ad un'altra trasformazione di portata simile»[13]. La scienza nuova che Wolfram inaugura è basata su un tipo di regole molto più generali, incorporabili in programmi per computer piuttosto semplici. Non c'è ragione per credere – osserva Wolfram – che i sistemi che osserviamo in natura debbano seguire soltanto le regole della matematica tradizionale; l'unica ragione per cui finora è sopravvissuta tale convinzione è il limite dell'intelligenza umana: la nostra capacità di calcolo (il nostro cervello) non può materialmente spingersi oltre una determinata soglia. Questa stessa soglia, però, non delimita affatto le potenzialità dei computer, i cui programmi possono attuare varietà enormi di regole.

Il dato più sorprendente per Wolfram, tuttavia, è che, procedendo a una verifica sistematica di tale varietà di regole, si vede che sono proprio i programmi più semplici a rendere ragione dei fenomeni complessi della natura. Ecco la scoperta che conduce alla necessità di ripensare il funzionamento dei processi naturali, ecco la soluzione del mistero più inavvicinabile del mondo naturale: come esso faccia a produrre, senza sforzo apparente, realtà tanto complesse. La necessità di un nuovo tipo di scienza è giustificata con una serie di ragioni. Per qualche tempo – osserva Wolfram – la scienza (la matematica) tradizionale ci ha illuso di poterci misurare con l'enigma della complessità, ma ciò che funziona nella spiegazione e previsione dei moti planetari non funziona per comportamenti enormemente più complessi, quali i regimi di turbolenza dei fluidi o i meccanismi di crescita di varie specie di piante. La nuova scienza (e la nuova matematica) invece – a giudizio del suo autore – può affrontare anche fenomeni di complessità enorme. Non solo. La scienza tradizionale ha affrontato i problemi con un metodo rigorosamente riduzionista (da molti considerato l'unico metodo davvero scientifico), secondo cui le proprietà di un sistema derivano dalle proprietà dei suoi componenti: ma il passaggio dal comportamento dei componenti al comportamento del sistema rimane spesso un problema insolubile, soprattutto per la presenza di proprietà emergenti, dovute alle interazioni tra i componenti. La nuova scienza affronta con successo anche questo passaggio. E ancora: mentre la scienza tradizionale presta molta

attenzione alla differenza tra le caratteristiche dei sistemi fisici, chimici o biologici, la scienza nuova ci fa scoprire che le stesse forme di comportamento compaiono universalmente, a prescindere dalla natura dei sistemi. E, guarda caso, ricorrono anche nei programmi informatici semplici.

Tali programmi semplici, a cui il testo rimanda costantemente, sono gli *automi cellulari*, al cui studio e contemplazione Wolfram ha dedicato dieci anni (di notti) della sua vita, per poterne scandagliare tutti i segreti e tutte le prerogative. E tra tutti i 256 automi cellulari unidimensionali di tre celle da lui studiati ve n'è uno, identificato dalla regola di trasformazione numero 30, che è assunto ad emblema della scienza nuova perché, pur non seguendo una legge più complicata degli altri 255, produce senza sosta schemi estremamente irregolari e complessi. La sensazionale scoperta di Wolfram consiste in sostanza in questo: partendo da programmi e da condizioni iniziali decisamente semplici, senza inserire alcun elemento di complessità, ne emerge spontaneamente un comportamento altamente complesso: l'evoluzione degli automi cellulari porta alla comparsa di figure identiche alle strutture microscopiche delle venature delle foglie, ai disegni sulle conchiglie o alle forme di gorghi, vortici, esplosioni e nebulose in via di formazione (si noti che vi è una certa analogia con i frattali, strutture molto complesse anch'esse generate da regole ricorsive semplicissime).

Le conseguenze di tale scoperta trovano applicazione non solo nei sistemi fisici, ma anche in quelli biologici. Infatti il mondo è uno e una sola dev'essere la legge del suo divenire: la computazione. Con buona pace della scienza tradizionale, costretta a formulare leggi diverse per ogni diverso dominio della realtà. Anche il quadro dell'evoluzione rimane profondamente coinvolto da queste idee rivoluzionarie, che offrono una spiegazione alternativa a quella darwiniana tradizionale: e tutto, si potrebbe dire, a causa dello stupefacente automa cellulare numero 30 che, appropriatamente, Michael S. Malone asserisce essere per Wolfram «l'equivalente del fringuello di Darwin e del pisello dolce di Mendel»[9]. Insomma, il mondo è uno e la computazione è la sua legge.

4. La filosofia digitale è una vera filosofia

Le riflessioni di Fredkin, Chaitin e Wolfram sono le espressioni forse più esplicite di un movimento che ha ormai oltrepassato la soglia delle intuizioni sporadiche per consolidarsi in un sistema filosofico dai tratti ben delineati e dagli orizzonti considerevolmente estesi: un sistema filosofico, dunque, con cui è necessario confrontarsi seriamente, anche perché la sua parabola sembra possedere ampi margini di ascesa.

4.1 Ontologia digitale

L'annuncio che l'informazione è il principio ultimo e definitivo della realtà non è proclamato solo dalle voci dei tre solisti sopra menzionati. Al contrario esso è sorretto, per così dire, da un coro che si leva da più ambiti disciplinari e che trova facile eco in primo luogo nel settore delle tecnologie avanzate, dove un nutrito gruppo di esperti concordano con quanto lo storico e preveggenete cofondatore del *Mit Media Lab*, Nicholas Negroponte, ripete da tempo, ovvero che «il passaggio dagli atomi ai bit... è irreversibile e inarrestabile»[10]. Ma si leva

anche dall'area degli studi sul cervello e la mente: per esempio David Chalmers raccoglie con minuziosa attenzione tutte le novità del settore nel suo sito consc.net e può concludere che «l'informazione è una candidata naturale ad avere un ruolo fondamentale anche nella teoria della coscienza»[2]. Il messaggio, peraltro, circola, in maniera piuttosto inattesa, anche nell'ambito delle ricerche evoluzionistiche, come conferma nel suo celebre *L'orologio cieco* un autore non certo creazionista come Richard Dawkins: «al cuore di ogni cosa vivente non c'è fuoco, né alito caldo, né una "scintilla di vita", bensì informazione, parole, istruzioni. Se si vuole ricorrere a una metafora, non si deve pensare a fuochi e scintille e respiro. Si pensi, invece, a un miliardo di caratteri discreti, digitali, incisi su tavolette di cristallo. Se si vuol comprendere la vita, non si deve pensare a gel e a poltiglie vibranti e palpitanti, bensì alla tecnologia dell'informazione»[3]. Dopo una dichiarazione del genere ogni altra attestazione risulterebbe pleonastica.

Da tutto ciò sembra potersi concludere che, per tutti questi autori, alla base della realtà (anzi, di ogni realtà: naturale, artificiale, mentale ...) sta l'informazione. Conformandoci alla tradizione – e al linguaggio – della filosofia classica, l'informazione è l'*arché*, il principio primo che costituisce l'origine e il fondamento del Tutto. La sua natura è immateriale, anche se non possiede quei requisiti tipici che la tradizione assegnava al primo polo nei dualismi Spirito-Materia e Soggetto-Oggetto: si potrebbe parlare quasi di un'immaterialità neutra, o laica. Con buona parte della tradizione, invece, la filosofia digitale condivide l'idea che sia proprio tale elemento immateriale a svolgere la funzione di "sostanzializzazione" della realtà materiale: così è stato per il numero di Pitagora, per l'idea iperuranica di Platone, per la monade leibniziana e via dicendo.

Tentare di approfondire ancora l'analisi dell'informazione – oltre la sua funzione nella realtà – magari cercando di darne una definizione, sarebbe improprio perché, come sottolinea Fredkin, l'elemento ultimo non può, per sua natura, essere ricondotto ad altro. Illuminante è tuttavia la definizione di sapore operativo che ne dà Gregory Bateson: "l'informazione è una differenza capace di generare una differenza", e ancora: "l'unità d'informazione è la più piccola differenza capace di generare una differenza". Si è portati a immaginare che dal vuoto cosmico, omogeneo e indifferenziato, sia scaturito un bit, la minima unità di realtà-informazione, in senso sia ontologico sia percettivo. Da quel bit fu l'esplosione della realtà. Da allora, quell'Evento primordiale si rifrange, a livello semantico o sintattico, in ogni ordine di esperienza.

4.2 L'unica legge è la computazione

Nella filosofia digitale i bit sono gli unici elementi costitutivi della realtà; allo stesso modo la computazione è l'unica legge che regola il divenire della realtà, a tutti i livelli. Il principio secondo cui la computazione è il vero motore del cosmo è così potente da generare tre verità fondamentali: a) tutto computa, b) tutto è prodotto dalla computazione, c) tutto può essere trasformato in un dispositivo che computa.

La formula "tutto computa" racchiude in particolare la suggestiva immagine del cosmo come Grande Computer e si esplicita, in forma più tecnica, nella

dinamica degli automi cellulari. Vengono alla mente le parole di Toffoli, secondo cui da miliardi di anni la Natura non cessa di computare il proprio stato successivo. Se l'idea appare troppo astratta, per ricondurla al concreto basta pensare alle ricerche sul cosiddetto *natural computing* in cui si cerca di carpire alla Natura i più intimi segreti computazionali per trarne vantaggio a livello ingegneristico sotto il profilo sia dell'economicità sia dell'estetica. Ciò presuppone non solo che in Natura esistano modelli computazionali, ma addirittura che essi superino, sotto molti aspetti, quelli concepiti dalla mente umana. Tra le fonti d'ispirazione del *natural computing*, menzioniamo la computazione neurale, la cui potenza di calcolo in parallelo è ancora ben al di là della portata delle ricerche informatiche attuali; la logica genotipo-fenotipo, per l'ottimizzazione degli algoritmi genetici ed evolutivi; la cosiddetta *swarm intelligence*, o dello sciame, cioè l'intelligenza collettiva degli insetti sociali (api, formiche), così efficace nel determinare il comportamento complessivo in base a leggi locali semplicissime, come ha ampiamente dimostrato la simulazione dei *boids* di Reynolds. All'asserzione "tutto computa", la filosofia digitale ne affianca un'altra: "tutto è frutto di computazione". Quindi non solo tutti gli attori, materiali o animali o artificiali, della realtà, compresa la Natura stessa, computano, ma essi stessi (attori e Natura) sono prodotti di computazione. All'interno di questo principio si aprirebbe la delicata questione del cosiddetto "evoluzionismo digitale", l'unica alternativa scientifica al darwinismo che la storia abbia saputo produrre. Il tema è cruciale e sarebbe scorretto liquidarlo in poche battute. Qui si può solo annotare che il movimento di ricerca in questa direzione sta infoltendo le proprie schiere, lanciando segnali di una possibile svolta epocale.

Al "tutto computa" e al "tutto è frutto di computazione" si aggiunge infine la postilla non del tutto trascurabile secondo cui "tutto può essere trasformato in un computer (secondo la prospettiva ingegneristica umana)". Che la Natura nel suo complesso computi è la prima certezza della filosofia digitale, ma che ogni elemento del Grande Computer Cosmico possa essere separato dal suo contesto originario per essere a sua volta considerato un computer "indipendente" sta diventando sempre più chiaro grazie agli esiti assai promettenti del *molecular computing*. Questo settore fu avviato intorno alla metà degli anni Novanta quando il matematico Max Adleman mostrò al mondo il suo computer a DNA, ove i dati erano codificati tramite filamenti di materiale genetico e le operazioni erano eseguite da altre strutture biomolecolari. E se vertiginose sono le aperture del computazionismo molecolare, abissali potrebbero essere definite quelle della computazione quantistica e di altri settori di ricerca affini.

4.3 Filosofia digitale e scienza

L'intreccio tra filosofia digitale e scienza ha molte trame. Se ogni sistema filosofico, soprattutto a partire dall'età moderna, si è confrontato in modo più o meno deciso con la scienza, oggi le interrelazioni in questo senso sembrano essere obbligatorie. Da una parte gli scienziati tradizionali (ovvero gli scienziati *tout court*), anche quelli meglio disposti nei confronti del nuovo sistema di pensiero, sono portati a sospendere il giudizio, perché l'idea che l'informazione sia il principio primo del cosmo, seppur suggestiva, dev'essere ancora verificata

con metodi scientifici. D'altra parte filosofi e scienziati "digitali", come ad esempio Wolfram, osservano che si è sì in dovere di avvalorare tale filosofia tramite una ratifica scientifica, purché essa sia esercitata non secondo i canoni della vecchia logica fisico-meccanicistica del Cosmo come Grande Orologio, bensì con i criteri del nuovo tipo di scienza, una scienza info-computazionale. In effetti sarebbe paradossale tentare di validare una filosofia che vuol fondare una nuova scienza con i criteri scientifici che si vogliono superare.

In questo spirito, l'esperta di *computer science* Gordana Dodig-Crnkovic ha proposto un utile *Dialogo su due sistemi del mondo: info-computazionale e meccanicistico*[4], che imposta bene il confronto e, sin dal titolo, suggerisce che potremmo trovarci su un tornante di storia della scienza simile a quello della rivoluzione galileiana. Nella visione meccanicistica, le entità ontologiche fondamentali sono elementi materiali, il metodo è riduzionista, la realtà oggettiva è indipendente dal soggetto conoscente, il quale è un osservatore esterno al sistema. Nella concezione info-computazionale, invece, gli elementi ultimi sono immateriali, il metodo è emergentista, l'oggetto e il soggetto sono coinvolti in una circolarità ineludibile e si influenzano reciprocamente.

Quest'ultima proprietà ci pone dinanzi alla questione determinante del rapporto tra filosofia digitale e scienza o, più in generale, tra filosofia (o metafisica) e scienza: l'oggettività del reale è un dato che la scienza dà per scontato e sul quale fondare la propria indagine oppure è un'ipotesi bisognosa, come tutte le altre, di verifica empirica? Che la realtà abbia natura materiale e oggettiva è un punto di partenza (assunzione metafisica) o un punto d'arrivo, cioè l'unica ipotesi sopravvissuta al vaglio selettivo di molte candidate? In altre parole, si ripropone il classico dilemma se a fondare la scienza debba essere un'assunzione filosofica (un "pre-giudizio" filosofico, più o meno consapevole, del ricercatore) o, al contrario, se sia compito della scienza confermare una filosofia; se sia l'intelletto, nell'atto conoscitivo, a dipendere dal materiale fornito dalla sensazione o se, viceversa, siano le percezioni ad essere fondamentalmente influenzate dalle categorie dell'intelletto.

La posizione della filosofia digitale è, dinanzi a tali interrogativi, piuttosto ben delineata. È innegabile che la filosofia digitale stia insinuando in maniera sempre più penetrante taluni dei propri concetti nella scienza tradizionale (il concetto di informazione sopra ogni altro), e consolidi le nuove discipline che sull'informazione già basano i propri sviluppi per costituire in seguito uno strato culturale comune su cui fondare un nuovo tipo di scienza.

4.4 Filosofia digitale ed etica

Poiché ambisce a presentarsi come una concezione compiuta e strutturata, la filosofia digitale non poteva trascurare l'ambito morale. È Wolfram, in particolare, a occuparsene, esprimendo la convinzione che la sua nuova scienza offrirà non solo, sul piano teorico, un inaspettato allargamento delle conoscenze, ma anche, sul piano pratico, un incredibile aumento dei beni materiali e degli strumenti per ottenerli. Il potenziamento tecnologico metterà a disposizione di noi esseri umani una strumentazione capace di costruire pressoché tutto ciò che desideriamo. Potendo fare di tutto, vedremo il campo della nostra libertà

ampliarsi fino ai suoi confini estremi. A quel punto, sottolinea Wolfram, sarà necessario pensare in termini di “evoluzione dei fini umani”. In altri termini, occorrerà non solo impegnarsi a individuare le strategie migliori per conseguire gli obiettivi tradizionali del “bene”, del “giusto” e simili, ma occorrerà anche accettare che questi stessi valori tradizionali siano superati, in seno a un’umanità più libera e quindi più “umana”, da valori eticamente più alti e, al momento, non immaginabili. La previsione ha naturalmente sapore utopico, ma è comunque molto suggestiva. Essa introduce anche nella sfera dell’etica – che da più parti viene considerata, purtroppo, “stagnante” – un elemento di dinamicità, che si traduce nell’invito ad adottare una prospettiva di ampio orizzonte e a vedere nella tecnologia un mezzo di crescita morale e di liberazione. A differenza delle filosofie del Novecento che, in genere, consideravano la tecnologia solo come fonte di alienazione, ansia e spersonalizzazione, la filosofia digitale potrebbe restituire all’umanità la fiducia in sé stessa e nelle proprie scelte, inquadrandole in un robusto riferimento etico per evitare che le innovazioni tecno-scientifiche siano guidate solo dall’inventiva e dall’ambizione dei ricercatori e dalla ricerca del profitto da parte delle aziende.

5. Conclusione

Come è sempre accaduto per le tecnologie importanti, anche il computer ha avuto un effetto deflagrante sulla nostra visione del mondo: da quando esso è comparso, ai nostri occhi tutto è diventato calcolo e informazione e codice. Ma solo ai nostri occhi? Il computer è solo una metafora, per quanto potente e capace di accendere la nostra mente suscitandone l’immagine ineludibile, ma non per questo necessariamente veritiera, di una natura digitale; oppure è il rivelatore attendibile di quella natura? La filosofia digitale risponde che la Natura non solo *si può interpretare* in termini digitali, ma è digitale: come se il calcolatore fosse una sonda che con un’estremità pesca nell’inconscio più vero del cosmo e con l’altra sollecita la nostra mente ad accogliere quelle verità. Questa conclusione, di carattere metafisico, si raccorda bene con la scoperta della fisica quantistica, che ha intaccato la concezione del *continuum* classico. Ma anche se a volte si può avere la sensazione vertiginosa di toccare “con mano” la natura discreta del reale, bisogna sempre diffidarne: la distanza kantiana tra fenomeno e noumeno non è superabile. Forse è proprio vero che tutto è interpretazione: un’interpretazione basata sulla nostra natura psicofisica, sulle caratteristiche della nostra biologia, sulle illusioni dovute alla nostra posizione particolare nella storia evolutiva, alla taratura dei nostri sensi, alla scala dei nostri strumenti, alle nostre esperienze infantili.

Ma nonostante questi scrupoli doverosi, molti sono i pensatori, matematici, informatici, filosofi e ingegneri che nutrono una fede incrollabile nella natura digitale dell’universo e sono disposti a reinterpretare in questa chiave tutte le conquiste della scienza, compresa la parabola dell’evoluzione biologica, che non scaturirebbe più, come nella vulgata neodarwiniana, da un rimbalzare di caso e necessità, bensì dall’inesorabile dispiegamento di una famiglia di automi cellulari. La svolta discreta sarebbe la rivelazione della vera natura del reale: non più un universo soggetto ai capricci della probabilità, che tanto avevano

turbato Laplace, giù giù fino a Boltzmann e Einstein, ma un mondo ordinato e deterministico. Niente più caso, niente più disordine, solo la libertà esercitata nei limiti autoimposti dalla disciplina di una natura autoorganizzata.

Un'ultima considerazione. Poiché l'universo è un sistema complesso (il più complesso che esista), forse non basta una sola descrizione, condotta da un solo punto di vista, ad esaurirne la ricchezza. I sistemi complessi si possono descrivere a molti livelli, da molti punti d'osservazione e con molti linguaggi diversi, e ciascuna di queste descrizioni fornisce un elemento di "verità": quindi affiancare alle due descrizioni note – quella continua della fisica classica e quella probabilistica della meccanica quantistica – la descrizione della filosofia digitale ci permette di avvicinarci a un quadro asintoticamente veritiero.

0

1

0

1

0

Appendice

Obiezioni e risposte

La filosofia digitale è oggetto di alcune obiezioni, suscitate dalla perentorietà con cui essa propone, specie in certe formulazioni, la sua visione del mondo. Questo spirito radicale, alieno da mediazioni e compromessi, sembra voler disorientare il lettore in modo da spingerlo a riesaminare certe questioni di fondo intorno alla realtà, che di solito sono date per scontate, ma che di fatto poggiano su basi incerte. Ecco alcune di queste obiezioni, con le possibili repliche.

1. *L'ipotesi del bit come unità fondamentale della realtà dev'essere ancora verificata scientificamente.*

È vero. La questione è stata affrontata, problematicamente, nel paragrafo 3.3.

2. *L'ipotesi dell'informazione come fondamento della realtà è metafisica e non scienza.*

In parte è vero: i filosofi digitali non hanno difficoltà ad ammettere che la teoria contiene una componente metafisica, ma sostengono che si tratta di assunzioni metafisiche con un alto tasso euristico ed esplicativo nei confronti del mondo fisico. Ogni teoria, del resto, compreso il realismo scientifico, poggia su basi metafisiche.

3. *Per esistere e per propagarsi l'informazione ha sempre bisogno di un supporto materiale o energetico. Quindi non può essere il principio primo*

Su questo punto i filosofi digitali si dividono: alcuni si limitano ad assegnare all'informazione lo stesso statuto di principio primo attribuito nella tradizione fisica alla materia e all'energia, istituendo una sorta di arché trinitaria; mentre altri, più radicali, considerano l'informazione l'unico principio primo, capace di generare, in certe sue configurazioni, la materia stessa. Il problema comunque non è risolto: se l'informazione non può essere ridotta al suo supporto, essa non può neppure prescindere. Si pensi alla computazione in un computer, che opera su entità fisiche ma che ha senso solo in quanto queste entità sono portatrici di informazione. La posizione moderata, trinitaria, sembra più accettabile di quella radicale.

4. *La filosofia digitale pone l'immateriale a fondamento della realtà, quindi è una nuova forma di spiritualismo.*

I filosofi digitali accettano la prima parte dell'affermazione, ma non la seconda. Essi anzi si pregiano di aver individuato una terza dimensione ontologica, che si colloca nel mezzo del tradizionale dualismo di Spirito e Materia. Oggi i fisici parlano di "universo informato" per esprimere la sostanziale interconnessione quantistica inseparabile di tutto l'universo, che sarebbe una rete cosmica di relazioni (e la relazione è un concetto squisitamente informazionale). Inoltre lo sviluppo recente della fisica teorica ha rinsaldato la convinzione che le proprietà della realtà ultima siano rispecchiate nelle strutture della matematica, cui la filosofia digitale

aggiunge la dinamica della computazione. Immaterialità non spirituale, dunque, bensì matematica e infocomputazionale.

5. *Essa contraddice il "rasoio di Occam".*

Tutt'altro, ribattono i filosofi digitali. Il rasoio si applica non all'esuberanza delle forme naturali, bensì alle leggi fondamentali che le producono e che, stando alla visione di Wolfram, si riducono a un piccolo numero di programmi semplici (automi cellulari).

6. *Contraddice il senso comune.*

Che l'universo sia un Grande Computer è in effetti contrario al senso comune. Ma il progresso della scienza è sempre stato all'insegna di un allontanamento progressivo dal senso comune e dalla percezione immediata, altrimenti saremmo ancora fermi alla fede in una Terra piatta e immobile al centro dell'universo.

7. *Implica che il mondo che vediamo è solo una simulazione.*

È un po' la visione di cui si è fatto portatore il film *Matrix*. Ma per la filosofia digitale non viviamo dentro una simulazione, bensì dentro una computazione. Non esiste nulla di cui la realtà sarebbe una simulazione: l'universo non ha modelli da replicare, ma semplicemente esegue il suo programma. Quanto alla simulazione, è proprio la natura computante comune all'universo e al computer che consente di simulare (riprodurre) in quest'ultimo un numero crescente di fenomeni del primo.

Riquadro: Gli automi cellulari e il solitario Life

Un automa cellulare (AC) è una struttura matematica dinamica che può descrivere l'evoluzione dei sistemi complessi discreti in matematica, in fisica e in biologia. Un AC ha come base una griglia suddivisa in celle di estensione (finita) arbitraria. Ciascuna cella può assumere due stati, diciamo bianco e nero. Lo stato iniziale dell'AC è definito dallo stato iniziale delle sue celle. Ad ogni istante di una successione temporale discreta le celle cambiano stato secondo un insieme di regole fissato (che varia a seconda dell'AC considerato). La regola con cui una cella modifica il proprio stato dipende dallo stato delle celle ad essa vicine. La successione degli stati di un AC può avere vari esiti (una configurazione fissa, oscillante, periodica, aperiodica).

Il gioco (solitario) *Life*, di John Conway (1970), il primo AC di larga popolarità, dimostra che alcuni sistemi artificiali manifestano certe caratteristiche degli organismi viventi. All'inizio tutte le caselle della griglia di questo *Gioco della Vita* sono bianche. Poi l'unico giocatore annerisce alcune celle, creando la prima configurazione o pattern. I pattern successivi si ottengono esaminando per ciascuna casella il colore delle otto caselle ad essa adiacenti (le sue vicine) e nell'applicare la regola seguente: se una casella bianca possiede esattamente tre vicine nere, diventa nera; se una casella nera ha due o tre vicine nere, resta nera; in tutti gli altri casi, la casella esaminata diventa o resta bianca. Poi si riapplica la stessa regola alla nuova situazione. La sequenza delle configurazioni dà la sensazione di un movimento continuo. A seconda dello stato iniziale compaiono forme sorprendenti chiamate "alianti", "veliero", "girandola", "semaforo". Molto interessante è l'aliente o *glider*, un oggetto formato da cinque celle nere che si sposta attraverso la scacchiera e che riassume periodicamente la forma iniziale. È da sottolineare che le regole del solitario non prescrivono il movimento delle figure, il quale semplicemente si manifesta. Un *cannone* è una configurazione che emette di continuo alianti.

Certi AC generano forme sempre più complesse a partire da regole semplicissime. La complessità scaturisce dall'applicazione ripetuta delle regole, non dalla loro complessità: dunque non è vero che un fenomeno complesso sia per forza retto da meccanismi soggiacenti altrettanto complessi. Nel suo *A New Kind of Science*, Stephen Wolfram fornisce un'analisi esauriente dei 256 AC unidimensionali binari costituiti da terne di

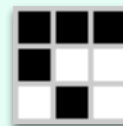


Figura 1
Un aliente di Life

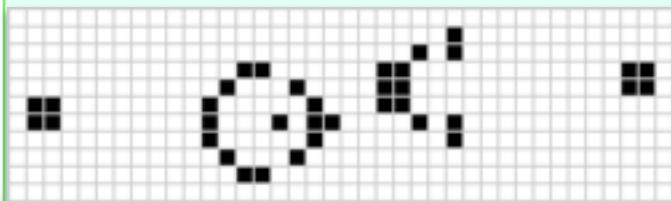


Figura 2
Un cannone spara-alianti

celle disposte in orizzontale. Lo stato della cella centrale dipende dallo stato delle due celle adiacenti: una regola potrebbe stabilire che la cella diventa nera se almeno una delle sue vicine è nera; un'altra che la cella diventa nera se entrambe le sue vicine sono nere.

Poiché per tre celle si hanno in tutto 8 possibili configurazioni binarie, e poiché per ciascuna di queste configurazioni si può scegliere il valore binario della cella centrale, le scelte possibili sono 2 elevato all'ottava potenza, cioè 256, e Wolfram le ha analizzate tutte. A ciascuna di queste scelte, o regole, corrisponde un AC, che può essere designato con un numero progressivo da 0 a 255 scritto in binario, quindi da 00000000 a 11111111. Per esempio la trentesima regola è individuata dal numero 30 che in binario è 11110: in testa si scrivono tre zeri per arrivare alla lunghezza 8. Quindi l'AC n. 30 è descritto dalla regola: se la cella centrale x è bianca e quella alla sua destra parimenti bianca, al passo successivo x diventa del colore della cella alla sua sinistra; in tutti gli altri casi diventa del colore opposto. Le altre 255 regole sono simili.

Figura 3
La regola dell'AC n. 30



Nello schema unidimensionale di tre celle scelto da Wolfram, ad ogni passo scandito dal segnatempo la configurazione iniziale si trasforma in un'altra configurazione (o nella stessa, a seconda della regola applicata), dando luogo a una successione di configurazioni situate una sotto l'altra e lo scorrere del tempo si manifesta come una cascata di configurazioni. Tra gli AC più interessanti si trovano il n. 110, che è in grado di svolgere le funzioni della Macchina di Turing Universale, quindi di effettuare ogni computazione possibile; e l'AC n. 30.

Quest'ultimo fornisce un risultato sorprendente: esso sviluppa forme sempre nuove e anche dopo milioni di passi la sequenza non si ripete mai, generando parvenze di regolarità e situazioni di apparente casualità. A tratti compaiono sullo schermo figure identiche a certe forme naturali: la struttura dei fiocchi di neve, i disegni di una conchiglia, le macchie del manto del leopardo... Se, come sostiene Wolfram, la comparsa sullo schermo, a partire da regole e condizioni iniziali semplicissime, di forme complesse identiche a quelle naturali non è una pura coincidenza, si potrebbe concludere che la struttura degli AC rispecchia la struttura delle forme naturali e che le regole che li governano sono le stesse che governano i processi fisici e biologici del nostro Universo. In breve: la Natura computa.

Figura 4
Dall'alto in basso: le prime 21 configurazioni dell'AC n. 30



Riferimenti

- [1] Chaitin, G. (2010). *Metabiology: Life as Evolving Software*, Course Notes, chapter 3: Is the world built of information? Is Everything software?, Lecture, The Technion, Haifa. <http://www.cs.auckland.ac.nz/~chaitin/metabiology.pdf> (ultimo accesso maggio 2014).
- [2] Chalmers, D. (1995). "Facing up to the Hard Problem of Consciousness", *Journal of Consciousness Studies*, 2, (3), 200-219.
- [3] Dawkins, R. (1986). *The Blind Watchmaker*, Norton; t. i., L'orologiaio cieco. Creazione o evoluzione?, Mondadori, 2003.
- [4] Dodig-Crnkovic, G., Muller, V. (2011). "A Dialogue Concerning Two World Systems: Info-computational vs Mechanistic" in Dodig-Crnkovic, G., Burgin, M. (eds.) *Information and Computation*, World Scientific.
- [5] Feynman, R. (1965). *The Character of Physical Law*, Mit Press; t. i., *La legge fisica*, Boringhieri, 1971.
- [6] Feynman, R. (1982). "Simulating Physics with Computers", *International Journal of Theoretical Physics*, v. 21, nn. 6/7, June, 467-488.
- [7] Fredkin, E. (1990). "Digital Mechanics: An Informational Process Based on Reversible Universal Cellular Automata", *Physica D*, 45, 254-270. http://www.digitalphilosophy.org/dm_paper.htm (ultimo accesso maggio 2014).
- [8] Longo, G. O., Vaccaro, A. (2013). *Bit Bang. La nascita della filosofia digitale*, Apogeo Education.
- [9] Malone, M. S. (2000). "God, Wolfram and Everything Else", *Forbes ASAP*, 27 Nov., 162-180.
- [10] Negroponte, N., (1995). *Being Digital*, Alfred A. Knopf; t. i., *Essere digitali*, Sperling & Kupfer, 2004.
- [11] Toffoli, T. (1982). "Physics and Computation", *International Journal of Theoretical Physics*, v. 21, nn. 3/4, April, 165-175.
- [12] Wheeler J. A., Ford, K. W. (1998). *Geons, Black Holes & Quantum Foam: A Life in Physics*, W. W. Norton & Co.
- [13] Wolfram, S. (2002). *A New Kind of Science*, Wolfram Media Inc.
- [14] Zuse, K. (1982). "The Computing Universe", *International Journal of Theoretical Physics*, v. 21, nn. 6/7, June, 589-600.

Biografie

Giuseppe O. Longo, ingegnere e matematico, è professore emerito di Teoria dell'informazione all'Università di Trieste. Romanziere, drammaturgo, traduttore, divulgatore scientifico e attore, è interessato alla comunicazione in tutte le sue forme. E-mail: giuseppe.longo41@gmail.com

Andrea Vaccaro, filosofo e teologo, indaga le propaggini più avanzate della filosofia contemporanea (postumano, immortalismo, cyber-filosofie) e su esse ha pubblicato vari studi. E' docente presso l'Istituto Superiore di Scienze religiose di Firenze. E-mail: andreapaolovaccaro@gmail.com