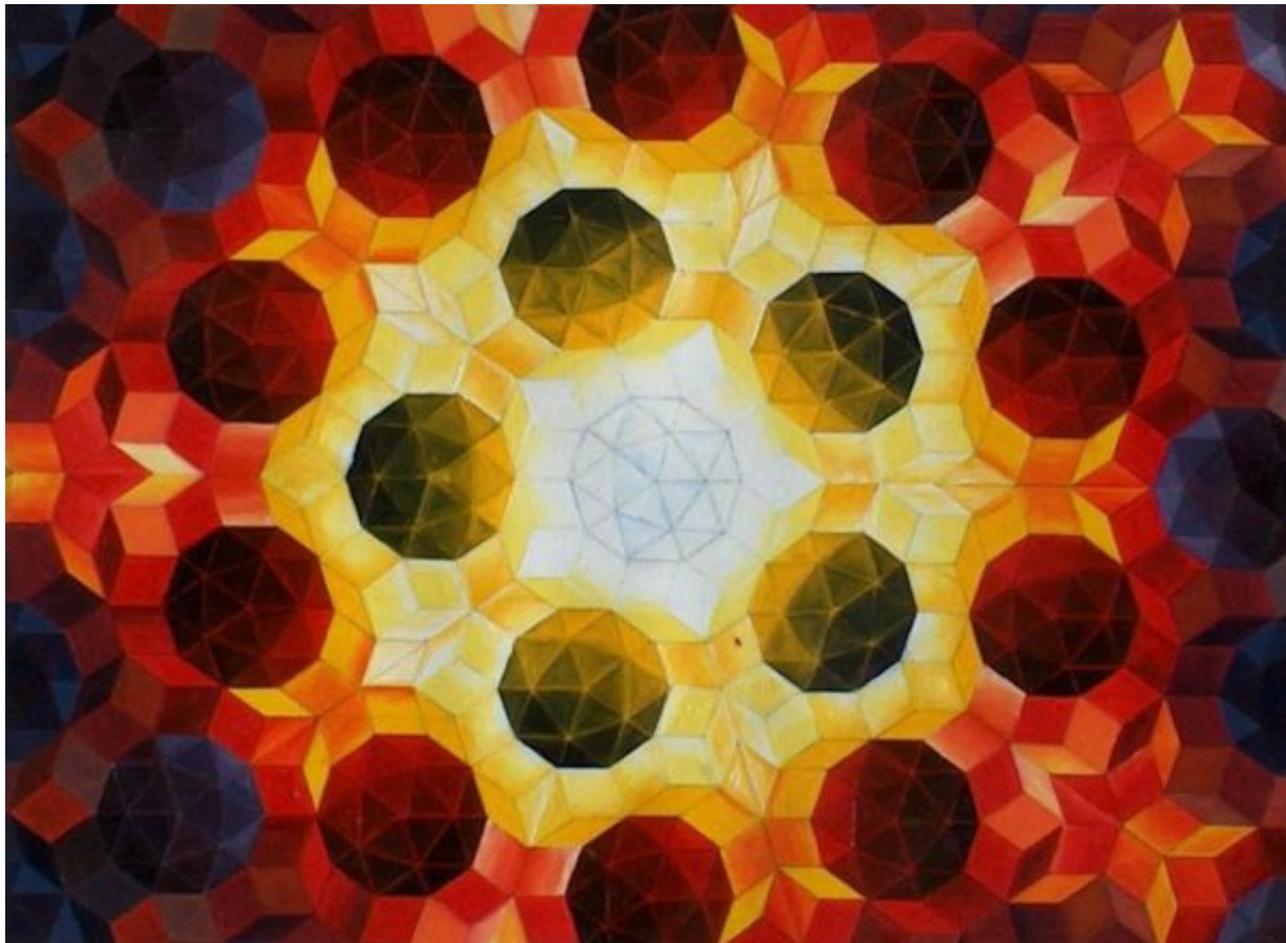


# Ogni limite ha un senso

Fisici e biologi vogliono convincerci che con la scienza si possa governare il mondo, ma non tutto è spiegabile con calcoli matematici. Parola di matematico

di Giuseppe Longo | 28 Agosto 2016 ore 06:18



Pittura ad olio di Urs Schmid (1995) di una struttura del matematico Roger Penrose (foto via Wikipedia)

## **Longo, prof. anti mainstream che studia l'importanza dei risultati negativi**

*Alla galleria di personaggi della cultura mondiale alternativi ai flussi dominanti appartiene senz'altro il matematico-informatico-epistemologo Giuseppe Longo. Italiano, già professore ordinario dell'Università di Pisa, emigra in Francia negli anni Novanta, dove ha prima condotto attività di ricerca nel dipartimento di Matematica e Informatica, ora in un gruppo interdisciplinare della prestigiosa École Normale Supérieure di Parigi (prestigiosa davvero, per lavoro svolto non per vuota fama), oltre che insegnare e partecipare a ricerche di punta in Biologia presso la Tufts University di Medford, Massachusetts. In questo testo, scritto in esclusiva per il Foglio, Longo mostra uno dei cardini del suo pensiero, che considero molto importante per capire che cosa sta succedendo nella nostra epoca. Infatti, passati gli anni del nichilismo e dell'arbitrarietà delle interpretazioni, la nostra mentalità sta cedendo a uno scientismo di ritorno, tanto presuntuoso e onnicomprensivo quanto lontano dall'esperienza di chi fa ricerca scientifica, in qualsiasi campo.*

*Che cosa significa scientismo? Non siamo più nell'Ottocento, quando la scienza veniva considerata religione. Tuttavia, anche ora esiste una forma superstiziosa che considera la scienza come una tecnica in grado di governare il mondo – e non di comprenderlo – tramite strumenti predittivi e*

onnicomprendenti, e la realtà come una pura sequenza di fenomeni per i quali non c'è bisogno di interpretazione. Secondo Longo, è una pretesa totalitaria che poggia su una mistificazione o su un'ignoranza dell'effettiva storia della scienza e su una cattiva applicazione dei risultati e dei metodi di alcune scienze in altre discipline.

Un incredibile spettro di ambiti di conoscenze permette a Longo di vedere e di mostrare, con sorniona piacevolissima simpatia e perfetta precisione tecnica, i limiti di questa impostazione. In particolare, in questo articolo egli ben mostra come l'applicazione di modelli fisici e informatici alla biologia – scienza eminentemente storica – produca la falsa idea di un determinismo legato al DNA. In altri scritti, che si possono trovare sulla sua pagina web, Longo mostra come le pretese dello scientismo sui big data, crescente ideologia, sia altrettanto infondato da un punto di vista matematico oppure come l'informatica, spesso spacciata come panacea (o temuta come il male; sono atteggiamenti omologhi), abbia nelle sue stesse premesse logico-matematiche la sua potenza espressiva e i suoi limiti intrinseci.

L'idea centrale è che la scienza è un organismo molteplice che si sviluppa in una storia che mischia interessi e piani diversi: credenze religiose, convinzioni estetiche o etiche, problemi politici, amicizie sociali per elaborare modi di descrivere il mondo, che non sono mai solo metrico-analitici e che non sono mai puri. La storia della scienza è una storia di pensiero in cui l'uomo intero è coinvolto in una serie di "gesti" di comprensione della realtà, gesti che possono essere esperimenti scientifici o dipinti, teorie scientifiche o romanzi. C'è una grande continuità tra i significati, la realtà e i nostri modi di tradurre questa realtà in segni. In quest'avventura, di cui Longo è un grande conoscitore (raccomando il suo pezzo sui quadri di Lorenzetti e la matematica dell'infinito), i risultati negativi sono i punti di fuga che ci fanno accedere a nuove teorie, a nuovi modi di vedere e capire il mondo. E' questa storia così intessuta di umanità e di tensione che lo scientismo cerca di distruggere, trasformando strumenti potenti ma limitati e risultati limitatamente validi in soluzioni onnicomprendenti e dimenticando l'importanza scientifica della creatività filosofica e della materialità dell'esistenza, nonché i limiti che entrambe sanno indicarci e imporci. L'ironia di Longo su certi resoconti, purtroppo influenti, della biologia molecolare o dell'intelligenza artificiale sono una sfida al riduzionismo e al realismo piatto e debole di tanto pensiero contemporaneo oltre che una splendida coltissima esplicitazione di che cosa voglia dire l'antica massima che dice che l'ottimo è nemico del bene.

## **Giovanni Maddalena**

---

Stiamo vivendo oggi una grande svolta nei nostri modi di vita e di pensiero, grazie a una nuova forma di scrittura digitale, elettronica, reticolare. E' forse lecito paragonarla all'invenzione della scrittura, in particolare alfabetica, nel Quarto millennio avanti Cristo, come fa Clarisse Herrenschmidt in "Les trois écritures" (2007). Allora i popoli della Mesopotamia osarono annotare i suoni di quel cantato continuo che è il linguaggio, farci vedere l'invisibile, il pensiero umano, il passato: ecco è lì, la traccia di quel che ho fatto, quel che dico, penso. "Le stelle sono la scrittura degli Dei", dicevano. E i loro scribi e sacerdoti scrivevano come gli Dei, con piccoli cunei, dialogavano con gli Dei. La scrittura alfabetica ci ha dato una forma di ricostruzione atomistica del mondo: segni senza significato, associati fra loro nel suono, ne acquisiscono uno o molti. I segni alfabetici non devono aver senso, sono totalmente separati dal reale: guai a ricordare che l'alfa greca è una testa di toro ruotata, non si può più leggere. Così, Democrito

annotava con lettere gli atomi, particelle invisibili che messe insieme danno gli oggetti visibili così come i fonemi aggregati producono il senso. Possiamo dire tutto con i segni dell'alfabeto, ma questi, implicitamente, propongono una prima visione dualista del mondo: qui i segni senza senso, là il significato che richiede il suono, la lettura, esclusivamente ad alta voce per più di tre millenni. I segni sono una ricostruzione bottom-up, atomistica, del significato, ben diversa dalla sintesi del logogramma (segno che sta per una o più parole) o dell'ideogramma. L'alfabeto infatti forza un'audacissima ma specifica organizzazione dei suoni e dell'espressione umana, che non coglie sfumature proprie alla scrittura, ad esempio, ideogrammatica: come tradurre una poesia bucolica cinese che, per raccontare di un ruscello nella foresta, evoca in ogni ideogramma una parte ben visibile dell'ideogramma che esprime "flusso, corrente"? L'espressione pittorica fa parte del testo, mostrando un limite della nostra scrittura.

Secoli dopo, la scrittura matematica, le equazioni differenziali, hanno rivoluzionato il mondo della fisica. Newton e Leibniz hanno inventato lo strumento matematico per unificare, nella scrittura equazionale, i movimenti degli astri e la caduta dei gravi di Galileo. Si sono allora potute derivare, matematicamente, le orbite di Keplero e, poi, descrivere ogni dinamica classica. Con questa scrittura possiamo capire e predire completamente la dinamica di tutti i "sistemi della meccanica", Laplace (1749-1827) ne era convinto.

Ebbene non è così. Nel 1892, Poincaré dimostra un "risultato negativo", come lo definisce: le equazioni che descrivono le orbite di due pianeti intorno il Sole non hanno soluzione. Dal punto di vista fisico, le interferenze gravitazionali fra i due pianeti destabilizzano il sistema e rendono imprevedibili, in tempi astronomici, le loro traiettorie, pur perfettamente deterministiche. La non-linearità del sistema e le imprecisioni inevitabili della misura non permettono di prevedere dove i pianeti andranno in presenza di biforcazioni delle traiettorie. E l'aleatorio si infiltra in un semplice sistema deterministico. La scrittura equazionale non permette di predire neppure una dinamica minimale: tre corpi in interazione gravitazionale.

Le invenzioni scritturali sono formidabili, dall'alfabeto alle equazioni, una svolta nella storia dell'uomo, ma uno sguardo critico o risultati negativi consentono di capirne i limiti e aprire nuove vie. Così, la geometria dei sistemi dinamici di Poincaré ha totalmente rivoluzionato la fisica classica e la nostra visione della "determinazione matematica"... 70 anni dopo. Infatti, per decenni ben pochi ne apprezzarono il rilievo; ancor oggi il senso comune contrappone deterministico a imprevedibile (aleatorio). Jacques Monod, ad esempio, ancora nel 1970, ne "Il caso e la necessità" contrappone le due nozioni, come Laplace, anzi come Descartes: "la cellula è un meccanismo cartesiano" (si veda "Né Dio, né Genoma" di J.-J. Kupiec e P. Sonigo, 2009, per una visione alternativa).

---

## ARTICOLI CORRELATI

---

- [Il dio matematico](#)
  - [Il primo studio sulle scie chimiche smonta la bufala \(ma non serve a nulla\)](#)
  - [L'uomo è il vero dato da conoscere per capire il senso della tecnologia](#)
- 

Ancora la scrittura, le sequenze di segni. Fra il 1900 e il 1930, la scuola formalista, hilbertiana, dei fondamenti della matematica pensa che con la scrittura formale, a partire dagli assiomi, si possa decidere ogni asserto matematico, ovvero che si possa dimostrare in modo "potenzialmente meccanizzabile" se è vero o falso. Ebbene no, non è così: con sequenze di segni, non dico, non predico, non dimostro tutto. Prima Gödel (1931), con la finissima codifica aritmetica del paradosso greco "questa frase è falsa", ma, ancor più, risultati

degli anni Settanta e Ottanta hanno dimostrato che enunciati interessanti della teoria dei numeri sono indimostrabili nella sua assiomatizzazione aritmetica (per riferimenti ed una discussione, rinvio a “Incompletezza”, nel vol. 4 di “La Matematica”, Einaudi, 2011, e a “Reflections on concrete incompleteness”).

E' sorprendente per un matematico, che viene da una esperienza in Logica e collaborazioni con fisici, ritrovare, in biologia, lo stesso mito della scrittura completa, dell'ontogenesi questa volta. Essa sarebbe inscritta nei cromosomi, homunculus aristotelico codificato nel DNA, con quattro lettere. “La sorpresa, dice F. Jacob, è che il DNA sia scritto con un alfabeto, non con ideogrammi” (1965). Così, la maggioranza dei biologi molecolari interpreteranno il “dogma centrale” (Crick, 1958) cercando il gene di ogni fenotipo, addirittura di ogni comportamento: forme e funzioni del vivente sono programmati nel DNA; l'organismo è un semplice “veicolo dell'informazione genetica” (Gouyon, 2012, e tutta la corrente neo-darwiniana). E Young et al., in Nature 400, agosto 1999, ci assicurano che il “V1a -receptor gene” controlla la monogamia del topo (campagnolo). I giornalisti, come sempre con il DNA, hanno ulteriormente colorato la scoperta, chiamandolo direttamente “il gene della fedeltà coniugale”, anche umana, ovviamente. In realtà, le mutazioni del gene sono piuttosto da associare a turbe del sistema olfattivo, in un animale che si correla agli altri quasi esclusivamente con l'odorato. E, così, nella letteratura, potete trovare il gene di tutto, quasi sempre smentito negli anni successivi (si veda il ripensamento recente sul “gene dell'invecchiamento”, il cui “silenziamiento” ci avrebbe dato una vita senza limiti). Siamo ancora nel mito della completezza della scrittura, come sequenza finita di segni del programma genetico, software della vita; organismo, uomo, “codificabile in un compact disk” (Gilbert, 1992). Questo dualismo feroce, software vs hardware, suggerito dalla scrittura informatica e da far impallidire Descartes, fa perdere il senso della materialità radicale del vivente. Sappiamo certo simulare funzioni di organi con organi artificiali, facendo meraviglie meccaniche ed elettroniche, profondamente diverse, nella realizzazione materiale, dall'originale biologico (si pensi a un arto artificiale, a un polmone o cuore artificiale), ma non costruire una cellula artificiale, se non componendo materiale estratto dal già vivente (in batteri).

Due aspetti preoccupano in queste derive scientiste: un riduzionismo che pretende di fare riferimento alla fisica (“in fondo, siamo fatti di molecole”) e una identificazione/subordinazione dell'uomo alla macchina, oggi non più cartesiana, ma elettronico-scritturale.

Un aspetto dello scientismo è il voler spiegare tutto con un unico metodo, riducendo tutto a un unico livello fenomenale, un unico universo concettuale. Il pensiero monocorde e la pratica della “riduzione” non sono affatto proprie alla storia della fisica. Rinvio a un libro recente “Reductionism, Emergence and Levels of Reality” di Chibbaro et al., 2014, per un'analisi dall'interno, da parte di fisici, della ricchezza teorica di quella disciplina. Basta cambiar di scala perché venga proposto un quadro concettuale profondamente diverso. Si pensi alle differenze fra fisica quantistica e classica o relativista. Ogni volta, teorie diverse, persino incompatibili, rendono intellegibili i fenomeni a diverse scale. Lo sforzo scientifico poi è cercar ponti, correlazioni, fino a unificazioni grazie a una terza teoria, nuova, come quelle, grandissime, di Newton (mele che cadono e pianeti) o Boltzmann (traiettorie di atomi e termodinamica). E' una banalità dire che “siamo fatti di molecole”: qual è la teoria adeguata per parlare di questi strani sacchi di molecole che sono gli organismi viventi? Prima disegnamola, poi unifichiamola con una buona teoria molecolare. Darwin ne ha proposta una per l'evoluzione degli organismi, basata su due principi molto originali: “discendenza con modificazione” e “selezione”. Si cita poco il primo, che occupa almeno

tre dei primi capitoli della “Origine delle specie”. Esso demarca nettamente la sua teoria da quelle degli evolucionisti precedenti, cui pure rende omaggio, Buffon e Lamarck: il cambiamento ha luogo a ogni riproduzione e non solo se indotto dall’ambiente, come pensava il secondo dei due. Neppure gli allevatori, spiega Darwin, anche quando cercano di tenere le condizioni di riproduzione (l’ambiente) il più stabile possibile, riescono a impedire il cambiamento. Il primo principio è quindi un principio di “non-conservazione” del fenotipo, in un’epoca in cui la fisica si ridisegna intorno a principi di conservazione (momento ed energia: l’analisi variazionale di Hamilton, il primo principio della termodinamica).

Il secondo principio di Darwin introduce la morte per capire il vivente: la selezione è non solo rallentamento relativo della riproduzione, ma anche morte di popolazioni e specie. L’autonomia teorica di Darwin dalla fisica è netta, ma quando riusciremo a unificare le analisi puramente molecolari, importantissime (il DNA è l’imponente traccia fisico-chimica di tutta una storia), con una buona teoria dell’organismo, che non abbiamo, capiremo certo di più. Capiremo meglio anche il DNA e la sua espressione, perché, nel vivente, ogni cascata molecolare dipende anche dal contesto: la cellula, il tessuto, l’organismo. La fisica quantistica, ad esempio, presuppone un contesto classico, se non altro per la costruzione degli strumenti di misura, ancor più la comprensione della cellula, come organismo, è necessaria a capire le attività molecolari (interazioni, funzioni...).

Un progetto a cui molti lavorano, compreso i colleghi con cui collaboro a Parigi e Boston, si propone di unificare principi darwiniani a quelli propri all’ontogenesi. L’organismo, in un ecosistema, vincola e seleziona la “riproduzione con variazione” delle cellule, ne canalizza lo sviluppo, tramite la struttura dei tessuti, lo scambio molecolare fra le cellule, i sistemi ormonali ed immunitario.

A mio avviso, il cogliere i limiti, i vincoli, interni ed ecosistemici, che si impongono agli organismi, è un approccio scientifico analogo all’apprezzare il ruolo dei “risultati negativi”, limitativi della conoscenza: entrambi fanno la forza, la viabilità sia degli organismi sia delle proposte scientifiche. La scienza non è l’occupazione del reale con gli strumenti che già si hanno, magari uno solo, come una sequenza prefissata di segni, assiomi od altro, o di nucleotidi, ma la continua invenzione di nuove prospettive e di sguardi su oggetti nuovi che si arricchiscono vicendevolmente, ponendosi dei limiti, aprendo così nuove strade.