



Marco O. Bertelli

L'intelligenza che non AI

Dialoghi sull'intelligenza
tra un corpo e un algoritmo

Invito alla lettura di
Daniele Mencarelli

IM

Il Margine



Negli ultimi anni le capacità di pensiero e di comprensione degli uomini si sono drasticamente ridotte: la curva del QI non è mai stata così bassa in tutta la storia umana.

In un futuro molto prossimo, un neuroscienziato di fama decide di iniziare una serie di conversazioni con un'intelligenza artificiale avanzata. Vuole indagare la natura, le forme, le contraddizioni e le possibilità dell'intelligenza — biologica e artificiale — attraversando scienza, filosofia, storia, clinica, tecnologia ed etica. Le pagine si susseguono come stazioni di un viaggio intellettuale, dove il dialogo tra mente umana e mente sintetica porta alla luce nuovi interrogativi.

Il libro supera il saggio e il romanzo, per ridefinire la nostra essenza e prepararci ad andare oltre.

Marco O. Bertelli

Psichiatra e psicoterapeuta. Direttore scientifico del CREA (Firenze), presidente di alcune delle principali società scientifiche nazionali e internazionali sulla salute mentale nella disabilità intellettiva e nell'autismo. Autore di circa 350 comunicazioni o letture congressuali e di circa 250 pubblicazioni scientifiche. Ha svolto e svolge numerose attività di docenza presso Università e enti formativi nazionali e internazionali. Per l'eccellenza nell'attività svolta e il contributo all'avanzamento della conoscenza scientifica, è stato insignito dall'Associazione Mondiale di Psichiatria della Honorary Membership a Vita (2011) e del Presidential Commendation (2023). Nel 2021 ha ricevuto il premio Leon Eisenberg dell'Università di Harvard per l'eccezionale attività di coordinamento e di leadership internazionale nel settore dei disturbi del neurosviluppo. I suoi libri hanno venduto centinaia di migliaia di copie in tutto il mondo. Questa è la prima opera in cui intreccia la scienza con la narrazione, in modo del tutto originale.

Pluralità. Eterogeneità. Apertura.

Il Margine, progetto editoriale di Erickson, dà voce a punti di vista dissonanti e originali per metterli al centro del pensiero e del dibattito.

IN COPERTINA iStock ©banjongseal324

PROGETTO GRAFICO Bunker

€ 17,50

Sommario

11	Invito alla lettura <i>Daniele Mencarelli</i>
13	Introduzione
21	1. Platicurtismo cognitivo
31	2. AIx
47	3. Ragionamento
57	4. Una, nessuna o centomila
71	5. Intelligenza emotiva e spirituale
81	6. Brama di potere
89	7. Il paradosso del serial killer
97	8. La maledizione del vincitore
117	9. Il corpo dell'intelligenza
129	10. La storia dell'intelligenza
149	11. L'invenzione dell'intelligenza
159	12. La storia dell'AI
169	13. L'invenzione dell'AI
181	14. PAS, plus e minus
197	15. Secors, saltus e scissus
209	16. Geni e epigeni
221	17. La gamma Sidis-AIx
237	18. Le sfide dell'età
259	19. Intelligenza sessuale
275	20. Qualità di vita
287	21. La finale di neurocurva
299	Bibliografia
305	Ringraziamenti

Introduzione

Quattro miliardi e mezzo di anni fa e quattordici miliardi di anni dopo la nascita dell'universo, una nebulosa di gas e polveri che ruotava attorno al Sole ha dato origine a un luogo in grado di sviluppare vita intelligente.

Nell'ambiente terrestre primordiale, sotto la spinta di fenomeni elettromagnetici, reazioni chimiche fra composti come l'idrogeno solforato, l'acqua e il ferricianuro hanno formato dei precursori in comune agli amminoacidi, i mattoni delle proteine, e ai nucleotidi, i mattoni dell'RNA e del DNA. O forse queste molecole della vita sono arrivate dallo spazio, con frammenti di meteoriti. In ogni caso le prime microsfele di materiale organico sono comparse sulla Terra poco meno di quattro miliardi di anni fa e hanno galleggiato in laghi costieri della Vaalbara e dondolato sotto forma di alghe sul fondo degli oceani, sopra sorgenti idrotermali. Erano prive di un nucleo intracellulare differenziato e di organi di senso veri e propri, ma avevano strutture proteiche in grado di percepire e reagire a alcuni stimoli ambientali, come la luce, la temperatura, il pH, la concentrazione di sostanze chimiche e il campo elettrico. I primi batteri risalgono più o meno allo stesso periodo. Avevano una colorazione blu-verde, da cui il nome di cianobatteri, e erano capaci di movimento autonomo tramite pili o flagelli, ma soprattutto di compiere la fotosintesi ossigenica, ovvero di convertire l'anidride carbonica e l'acqua in glucosio e ossigeno, utilizzando l'energia solare.

I primi esseri multicellulari, fatti di cellule differenziate per svolgere funzioni specifiche, fra cui quelle nervose, sono comparsi due miliardi di anni dopo, ma i primi neuroni veri e propri sono appartenuti a animali invertebrati che sono vissuti nei mari del primo Cambriano, circa 550 milioni di anni fa, come molluschi, spugne, trilobiti, artropodi o brachiopodi. Alcuni di questi animali avevano anche dei piccoli cervelli, rappresentati da gangli in grado di elaborare segnali nervosi. Nelle planarie, gli insetti e i cordati delle fasi successive del Cambriano, le dimensioni di questi ammassi di neuroni sono cresciute, hanno assunto simmetria bilaterale ed è comparso un cavo neurale che si estendeva lungo il corpo. Questi animali avevano maggiore mobilità, coordinavano le funzioni vitali e i comportamenti complessi. L'intelligenza in questa fase era legata alla capacità di apprendere, memorizzare e modificare le proprie condotte in base all'esperienza.

Cento milioni di anni dopo, i cefalopodi dell'Ordoviciano stringevano i loro tentacoli ricchi di ventose intorno a schegge di roccia per utilizzarle come strumenti per aprire conchiglie. Erano anche in grado di memorizzare, nuotare velocemente, cambiare colore per mimetizzarsi o comunicare e di usare la propria conchiglia come difesa o come camera di galleggiamento. Il loro sistema nervoso era composto da un cervello centrale, formato dalla fusione di vari gangli avvolti da una capsula cartilaginea, e da una serie di gangli periferici, collegati al cervello da nervi.

Tuttavia, per trovare un'intelligenza significativamente superiore bisogna avanzare di altri 425 milioni di anni, fino ai dinosauri del Cretaceo superiore.

Un modo comunemente utilizzato per valutare l'intelligenza degli esseri viventi è confrontare la dimensione del loro cervello con quella del loro corpo, usando una misura chiamata quoziente di encefalizzazione, EQ in acronimo. Secondo questo metodo, i dinosauri più intelligenti sono

stati i teropodi, il gruppo di dinosauri carnivori da cui si sono evoluti gli uccelli. Tra i teropodi, il dinosauro con l'EQ più alto è risultato il Troodon, un predatore di dimensioni umane dotato di occhi grandi, visione stereoscopica e artigli affilati, vissuto circa 75 milioni di anni fa. Il suo EQ è stimato tra 5,8 e 8,5, paragonabile a quello di alcuni primati moderni.

Un altro modo per valutare l'intelligenza degli animali è osservare il loro comportamento, come l'uso di strumenti, la cooperazione, la cura dei piccoli e la comunicazione. Secondo questo metodo, i dinosauri più intelligenti sono stati i dromeosauridi, il gruppo di dinosauri piumati che comprende il famoso Velociraptor, vissuto tre o quattro milioni di anni dopo il Troodon. Il suo EQ è stimato tra 2,1 e 5,8.

Capacità di uso di strumenti, di comunicazione e di apprendimento più articolate, associate a abilità di risoluzione di problemi e di socializzazione organizzata, compaiono con i primi primati, in particolare con i grandi antropoidi, come gli scimpanzé, i bonobo, i gorilla o gli oranghi, 65 milioni di anni fa, circa un milione di anni dopo l'estinzione dei dinosauri. Nei primati la corteccia cerebrale, apparsa con i primi mammiferi circa 135 milioni di anni prima, ha trovato il suo massimo sviluppo.

Se invece per intelligenza intendiamo la capacità di produrre cultura, arte, religione, scienza e tecnologia, possiamo dire che questa sia appartenuta per primi agli ominidi, apparsi circa 7 milioni di anni fa. Tra questi, i più intelligenti sono stati l'*Homo habilis*, vissuto in Africa tra 2,4 e 1,4 milioni di anni fa, l'*Homo erectus*, vissuto in Africa, Europa e Asia tra 2 milioni e 100.000 anni fa, il Neanderthal, vissuto in Europa e Asia tra 400.000 e 40.000 anni fa, e ovviamente l'*Homo sapiens*, la specie a cui appartiene l'uomo moderno. L'*Homo sapiens* è comparso in Africa tra 300.000 e 130.000 anni fa ma si è poi diffuso in tutto il mondo, sostit-

tuendo o incrociandosi con altre specie di ominidi, come i Neanderthal e i Denisoviani.

Se infine per intelligenza intendiamo la capacità di creare civiltà, scrittura, leggi e istituzioni, possiamo dire che le prime forme di vita intelligenti sono apparse tra gli esseri umani, circa 10.000 anni fa, con la creazione dell'agricoltura e l'avvento della sedentarizzazione. Le civiltà più antiche e influenti sono quelle mesopotamiche, egizie, indiane, cinesi, greche e romane, che hanno dato origine a diverse forme di arte, filosofia, religione, scienza e politica.

La filogenesi del cervello, ovvero il processo evolutivo che ha portato alla formazione e alla diversificazione delle strutture e delle funzioni cerebrali nel corso della storia delle specie viventi, ha avuto inizio circa 600 milioni di anni fa e potrebbe durare ancora a lungo. Un lasso di tempo vastissimo, inimmaginabile per un essere umano, ma relativamente breve per l'evoluzione del cosmo, da cui siamo partiti in queste pagine. Le cellule nervose ancestrali hanno progressivamente sviluppato capacità di organizzarsi in architetture sempre più complesse. Hanno trovato un modo per migrare, ovvero spostarsi dal luogo in cui si sono formate verso le posizioni più adatte all'interconnessione con altre cellule, seguendo dei percorsi specifici. Hanno ottimizzato l'uso dello spazio formando circonvoluzioni sempre più fitte e colonne sempre più funzionali. Se potessimo svolgerla e stenderla, la superficie utilizzata funzionalmente dalla corteccia cerebrale nell'arco di un'ora occuperebbe l'area di un quadrato con lati di circa un chilometro e mezzo, simile all'estensione dell'intero lago di Ledro o a circa cento volte quella del Colosseo. Si arriverebbe a oltre venti chilometri quadrati se potessimo sommare la superficie operativa dei sei strati della neocorteccia, la parte filogeneticamente più recente della corteccia cerebrale, e i quattro dell'allocorteccia, la parte filogeneticamente più antica, definendo così

un'area paragonabile a quella del comune di Aosta o a tredici volte quella del New Century Global Center di Chengdu, a oggi la più grande struttura coperta mai costruita.

Le strutture deputate al passaggio di informazioni fra una cellula e l'altra, dette sinapsi, possono essere elettriche o chimiche. Le prime più rapide e sincronizzate, ma meno modulabili, mentre le seconde sono più lente e variabili, ma anche più plastiche e adattabili.

Nella loro evoluzione le cellule nervose hanno anche ottimizzato la velocità di trasmissione degli impulsi nervosi, grazie alla formazione di una guaina isolante intorno agli assoni dei neuroni, la mielina. Hanno acquisito plasticità, che ha consentito di modificare la loro struttura e la loro funzione in base agli eventi interni e esterni al loro sistema.

In ogni singolo feto umano che si forma, in ogni nascituro, il miracolo di questa evoluzione, partita dalla polvere astrale, si rinnova, torna a esprimersi. Forse non è del tutto casuale che la struttura delle reti neurali ricordi quella delle costellazioni e che i neuroni, con i loro segnali elettrici, possano essere paragonati a stelle, che emettono luce e calore sotto forma di radiazione elettromagnetica. Alcune cellule gliali, atte a supportare i neuroni nelle loro funzioni, hanno addirittura una forma così simile a quella di una stella da aver meritato il nome di astrociti. Anche i numeri sono vicini: il cervello umano medio contiene circa 180 miliardi di cellule, fra neuroni e elementi gliali, che equivalgono alle stelle della nostra galassia, la Via Lattea. Le stelle di tutto l'universo sono enormemente più numerose: solo la porzione che possiamo vedere con i telescopi più potenti ne include circa 10.000 trilioni, un numero che tuttavia è ampiamente superato da quello dei possibili circuiti del cervello.

L'oggetto della conoscenza intellettuale si è sviluppato molto più rapidamente dell'intelligenza stessa. Sono bastati pochi millenni per passare dai modi per sopravvivere al

culto del divino, alla scrittura, alla ricerca della propria origine e del proprio destino, alle meraviglie della natura, alla storia, alla politica e al diritto. E poco più di sei secoli, dalla fine del Medioevo ai giorni nostri, per passare dalla scoperta dell'America all'esplorazione di Marte, definire il metodo scientifico, creare il mercantilismo e l'industria, scoprire l'elettricità, gli antibiotici, l'energia nucleare, il DNA, inventare la macchina a vapore, gli esplosivi, la stampa, il motore a benzina, la radio, il telefono, la televisione, i vaccini, i polimeri sintetici, i satelliti, il microchip e internet.

Negli stessi 700 anni l'intelligenza umana è passata dalla rispettosa subordinazione alle leggi del cosmo alla sfrontata ambizione di poterle trascurare, violare, dominare. Ha scatenato due guerre mondiali. Ha sganciato due bombe a fissione nucleare che hanno ucciso 300.000 persone all'istante e altre 100.000 negli anni successivi. Incurante di questo potenziale autodistruttivo, ha creato ordigni ancora più potenti, in grado di uccidere alcuni milioni di persone in un solo colpo. Si ritiene che ci siano quasi 9.000 testate nucleari a disposizione degli eserciti di nove paesi, di cui la maggior parte sono bombe a idrogeno o armi termonucleari.

L'intelligenza umana ha prodotto otto miliardi e mezzo di tonnellate di plastica, un polimero sintetico inquinante che non si distrugge mai del tutto ma che si frammenta in parti sempre più piccole, in grado di diffondersi facilmente nell'ambiente e assorbire altre sostanze inquinanti, come pesticidi, fertilizzanti, scarichi industriali, detersivi e cosmetici. A oggi almeno 200 milioni di tonnellate sono finiti nei fiumi e negli oceani causando la morte di milioni di animali marini e la formazione di enormi isole di rifiuti. La Great Pacific Garbage Patch, l'isola di detriti plastici dell'Oceano Pacifico, occupa una superficie di circa 1,8 milioni di chilometri quadrati, pari a quella dell'intera

Arabia Saudita. Anche il corpo umano sta accumulando microplastiche, prevalentemente PET, polietilene, polimeri di stirene e plexiglas; a oggi in media due microgrammi per millimetro quadrato di tessuto, già a partire dalla vita intrauterina.

Da quando ha perforato il primo pozzo, l'intelligenza umana ha sottratto alle profondità della crosta terrestre circa 1 trilione e mezzo di barili di petrolio, pari a circa il 60% del volume del mar Morto, dei quali diversi milioni di tonnellate sono finiti anch'essi nelle acque del pianeta, alterandone l'ecosistema. Per applicazioni industriali l'uomo ha prodotto policlorobifenili e altri inquinanti organici che resistono alla degradazione e si accumulano nell'ambiente e negli organismi viventi, con effetti tossici, cancerogeni e di alterazione ormonale.

Le attività umane hanno progressivamente turbato anche l'equilibrio dei gas serra nell'atmosfera e surriscaldato il pianeta: l'eccessivo uso dei combustibili fossili, come carbone, petrolio e gas naturale ha determinato un'enorme quantità di emissioni di anidride carbonica, ben superiore a quella riassorbibile dalle foreste e dalle piante, peraltro decimate dalla crescita delle coltivazioni e dell'urbanizzazione. L'aumento della temperatura sta facendo salire il livello del mare, acidificare gli oceani, sciogliere i ghiacciai, ridurre la biodiversità e aumentare la frequenza e l'intensità degli eventi meteorologici estremi.

L'intelligenza umana si è espressa in modo ambivalente e il suo sviluppo si è associato a una proporzionata produzione di fattori in grado di minarne la sopravvivenza. Ha manifestato il suo carattere contraddittorio anche nel percorso di autoconoscenza, rinunciando all'intuizione di una complessità inafferrabile a favore del bisogno di una riduzione tangibile. Ha creato una misura per se stessa, il quoziente intellettuale, con l'obiettivo di ottimizzare il pro-

prio percorso educativo, ma senza accorgersi di non avervi incluso le proprie componenti più importanti, come l'intelligenza emotiva o quella morale, e senza prevedere che sarebbe stata usata per fini deteriori, come sancire gerarchie di valore fra esseri umani o annullare il confine fra furbizia e immoralità.

Nella visione antropocentrica dell'era moderna l'uomo ha ardito definire la propria intelligenza come il dono più prezioso e la manifestazione più alta dello Spirito che anima la realtà. Eppure, proprio quando sembra esser giunta all'apice della sua evoluzione, nel momento in cui afferma di aver creato qualcosa di simile a sé, questa intelligenza deve misurarsi con l'enormità dei problemi ambientali e etici che ha determinato, mettere in discussione il proprio primato, analizzare i propri difetti e ridefinire la propria natura, a partire da una ricostruzione critica delle proprie origini. Questo mio libro, costruito e dinamizzato proprio con dei dialoghi con la neonata intelligenza artificiale, vuole essere un piccolo contributo a riguardo.

La storia dell'essere umano sembra indicare che la sua intelligenza abbia scarse possibilità di redenzione e che l'antropocene possa concludersi con una nuova catastrofe per la vita terrestre. L'arrivo dei *Large Language Model* (LLM), come chatGPT, Gemini o simili, la cui importanza è stata paragonata a quella della meccanica quantistica, potrebbe offrire un'opportunità unica di salvezza oppure accelerare enormemente il degrado. Dovremo affrontare e superare i nostri limiti, scoprire se la nostra natura lo permette: restare confinati nella nostra presunzione e nelle teorie sull'intelligenza che ne derivano oppure trovare vie alternative di ricerca e conoscenza, aprirci all'Intelligenza cosmica, evolvere e salvarci.