



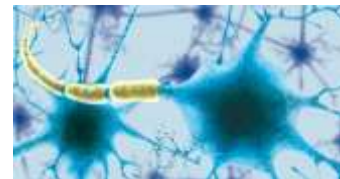
L'ultima frontiera della Neuroscienza: **TENTARE DI REALIZZARE UN CERVELLO UMANO DIGITALE**

Articolo Gennaio 2026

Presentato da :Romeo Ferrini

Neuroscience MSPhD Researcher in NBMT Nano Bio Medical Technology

<https://www.linkedin.com/feed>



Estrema utopia:

IL cervello riprodotto dai supercomputer

Pare che l'ultima frontiera della neuroscienza teorica sia ricreare al computer il funzionamento dell'intelligenza umana, neurone dopo neurone, al fine poi di riuscire a ricostruire i processi neurali che portano a un pensiero, a un ricordo, a un sentimento, a una o più coscienze.

Con un problema attualmente insormontabile: **non esistono computer o robot abbastanza potenti per gestire una elaborazione di calcolo così complessa**, tant'è che lo stesso computer K dell'Advanced Institute for Computational Science di Kobe, in Giappone, può affrontare al massimo 1% dei neuroni e relative sinapsi nella corteccia cerebrale.

In soccorso "dell'algoritmo lento" stanno arrivando per essere operativi tra qualche anno i "supercomputer *exascale*". E qui, per i più, serve un inciso. La potenza di un supercomputer viene misurata in FLOPS, che sta per "*floating point operation per second*", traducibile con "operazioni in virgola mobile al secondo". Ovviamente più è alto il numero e più è potente il computer.

Con la tecnologia odierna che ragiona in quadrilioni di calcoli al secondo, quindi indicata con il prefisso "petaflop" e i relativi sistemi sono definiti "pentascale". Mentre il prossimo step è appunto "exaflop" ed "exascale": quintilioni di dati al secondo. Che in soldoni saranno "fionde" da 10 a 100 volte più potenti dei super computer di oggi. E, soprattutto, saranno macchine più adatte forse all'ottenimento di questo obiettivo pazzesco, ossia simulare al computer le reti cerebrali, come evidenzia anche **Le frontiere delle Neuroscienze** <https://www.ufficiostampa.provincia.tn.it/Comunicati/Connect-Brain-a-Trento-il-convegno-internazionale-di-neuroscienze> (evidenziato al convegno di Connect Brain, a Trento 13 Giugno 2024 l'internazionale di neuroscienze- Leggete l'ultima parte è interessante !)

I supercomputer attuali sono composti da centinaia di migliaia di sottodomini chiamati nodi, con centri di elaborazione in grado di supportare diversi neuroni virtuali insieme alle loro connessioni. Però, permettetemi una nota personale, mi rifaccio ad una spiegazione sul nostro cervello e alla sua formazione che ebbi nel 1975 da un Insegnante di Biogenetica, e se ne parla molto anche oggi. Questo fu durante un incontro con un Prof di Bio Fisica e Bio Genetica del Caltech University USA (CA), studioso del **Prof. Luis Pauling** due volte insignito del premio Nobel della Chimica biologica, e rimasi affascinato dalla descrizione che fece del ciclo di vita del cervello umano.

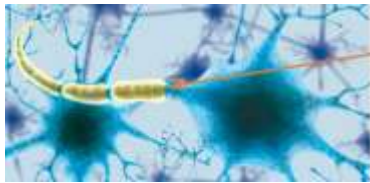
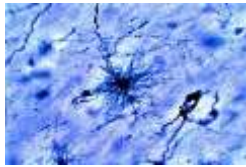
E come tecnologo *solidista* non immaginai che quella discussione di 50 anni fa, davanti ad un caffè, a Philadelphia, potesse poi dopo 30 anni farmi interessare alla Ricerca sulle Neuroscienze, Neurochirurgia e Medicina Molecolare, che oggi per fortuna è anche in Italia.

Nomi come Eterotassi, come Biopsia di lesioni cerebrali profonde o Stimolatore per interventi neurochirurgici funzionali su parti colpite dal morbo di Parkinson divennero il mio obiettivo del **SAPERE (la conoscenza prima di tutto)**.

Oggi si parla di coscienza interna dell'uomo ed esterna dell'universo circostante, e il robot può interagire tra le due coscienze, e se ne ha una? L'anno dopo mi nacque la convinzione che "L'impossibile esiste".

E QUI FU L'INIZIO DEL MIO PEREGRINARE NELLE NANO NEUROSCIENZE:

INFATTI fu scoperto un fondamentale collegamento tra cervello e sistema immunitario partendo dalla scoperta sul fattore di crescita Nerve Growth Factor (NGF). Fatto dalla Dott.ssa Levi Montalcini Premio NOBEL 1986 per la Medicina.



Un Neurone con il collegamento ad un altro Neurone tramite il suo Assone

Cosa è il **Nerve Growth Factor (NGF)** o **fattore di crescita nervoso**, è una proteina segnale coinvolta nello sviluppo del sistema nervoso nei vertebrati ed ha il compito di indirizzare e regolare la crescita degli assoni, tramite meccanismi di segnalazione cellulare.

Ancora oggi tale proteina viene studiata per trovare la cura ad alcune delle più gravi malattie che colpiscono il sistema nervoso.

Il tessuto nervoso, come dimostrato dal Nobel italiano per la medicina, è in grado di rigenerarsi, seppur in modo lento, di circa un millimetro al giorno.

Ma a più di 50 anni dalla scoperta della Dott.ssa Levi Montalcini, un'ulteriore passo avanti nel mondo della ricerca è stato fatto da un'equipe di ingegneri e ricercatori della **Tsinghua University di Pechino PRC (Beijing)**,

i quali hanno trovato la soluzione al problema della rigenerazione del tessuto neuronale.

Il metallo liquido viene utilizzato per riconnettere i nervi tranciati.

Vediamo ora cosa è il cervello umano e le sue reti neuronali.

Come sappiamo, Il cervello contiene circa 100 miliardi di neuroni di differenti tipi, e un numero da 10 a 50 volte maggiore di cellule gliali che assistono i neuroni nelle loro attività.

Ciascun neurone riceve impulsi per mezzo di fibre nervose denominate *dendriti*, elabora queste informazioni e invia segnali tramite altre fibre nervose denominate *assoni*.

La comunicazione fra dendriti e assoni avviene tramite le sinapsi, la cui quantità può variare da qualche migliaio a diverse decine di migliaia per ciascun neurone.

Così il numero di operazioni elementari che il cervello è in grado di fare in ogni momento è pari al numero dei neuroni per il numero delle sinapsi di ciascun neurone.

Considerando che un neurone ha in media 10.000 sinapsi, ne consegue che il numero di operazioni è circa 10^{15} , **ossia un milione di miliardi (un biliardo)**.

Per quest'intensa attività il cervello dell'uomo consuma dieci volte più energia degli altri organi del corpo a parità di peso, ma è un consumo irrisorio (equivalente a 20-50 W). Pertanto un normale computer ne consumerebbe una quantità **un miliardo di volte maggiore per compiere lo stesso numero di operazioni**.

Solo oggi è stata creata la prima mappa di un cervello adulto: svelati tutti i neuroni e le connessioni



Un passo in avanti fondamentale. Si tratta di un risultato cruciale per le neuroscienze, al quale la rivista *Nature* dedica diversi articoli

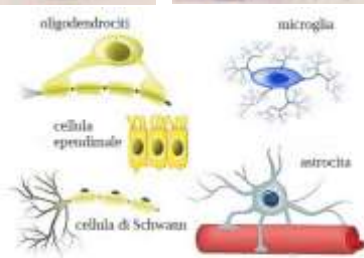
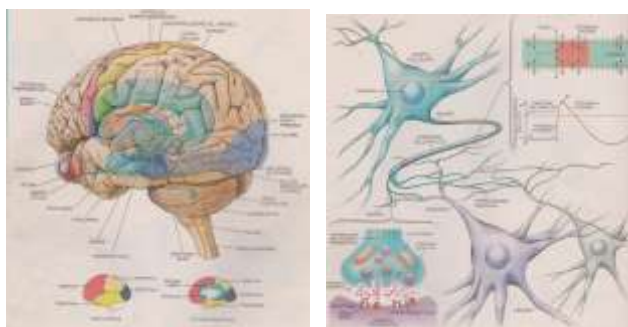


Figure 2: tipi di cellule gliali.

Tipi di cellule gliali

Le cellule gliali si ritrovano sia nel Sistema Nervoso Centrale che in quello Periferico. Nel Sistema Nervoso Centrale ritroviamo le seguenti tipologie di cellule gliali:

A compiere questo balzo in avanti è stato il consorzio di ricerca **FlyWire** guidato dall'Università americana di Princeton che comprende quasi 300 ricercatori di 76 laboratori di tutto il mondo.

Questa è la prima volta che viene realizzata la mappa completa delle connessioni (connettoma) di un cervello adulto di un animale in grado di camminare e vedere, quale è il **moscerino della frutta**. Il suo organo cerebrale pur essendo molto più semplice di quello umano è comunque formato da 140.000 neuroni e oltre 50 milioni di sinapsi.

(Mentre quello Umano ha 100 miliardi di neuroni di differenti tipi e 1 Biliardo 10^{15} di sinapsi).

PER DIRVI QUANTO SIAMO DISTANTI DAL FATTO CHE "AI" POSSA REALIZZARE UN CERVELLO UMANO

Questo risultato ottenuto con l'AI : I ricercatori hanno analizzato con l'intelligenza

artificiale oltre 100 terabyte di dati ottenuti scansionando al microscopio elettronico il cervello di una femmina di moscerino, tagliato in settemila fettine ciascuna spessa solo 40 nanometri. Lo studio di 21 milioni di immagini ha permesso di identificare **più di 8.400 tipi di cellule**, di cui 4.581 sconosciuti finora.

Si è inoltre scoperto che lo 0,5% dei neuroni presenta variazioni dello sviluppo che possono causare un cablaggio errato delle connessioni. Vediamo cosa è l'universo della mente per capire meglio cosa è il cablaggio delle connessioni cerebrali .

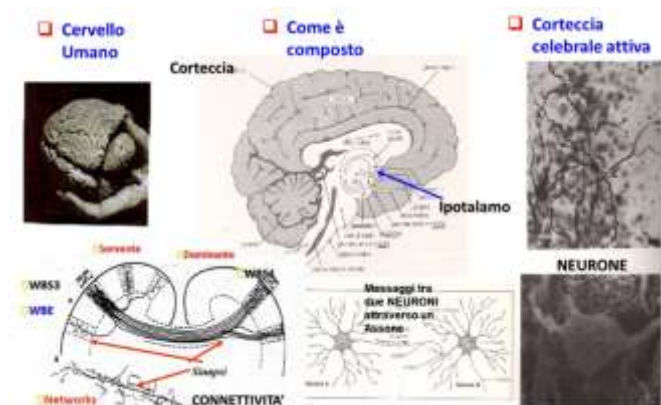
Per i più esperti di Neuroscienze o Ricercatori curiosi di conoscenza e del sapere **sarà parte di un nuovo articolo** con la front page qui sotto



Nel Cervello, i neuroni continuano a formarsi anche in età avanzata

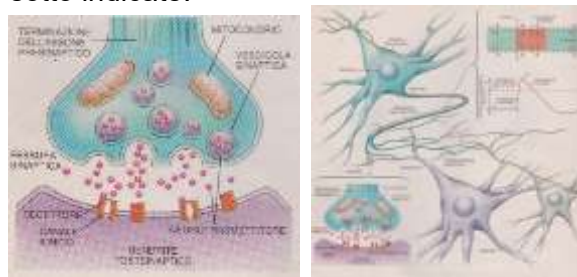


Accade nell'ippocampo, la "centralina" della memoria, dove sono state identificate per la prima volta le **cellule progenitrici neurali**. Il risultato, che potrebbe avere ricadute anche sulla lotta alle malattie neurodegenerative, è pubblicato sulla rivista *Science* dai ricercatori del Karolinska Institute in Svezia. Lo stesso team aveva dimostrato nel 2013 che nuovi **neuroni si possono formare in età adulta a livello dell'ippocampo**. Ma voi pensate che la nostra attività cerebrale compresa la memoria sia limitata a 1300g di cervello racchiuso nella scatola cranica e non all'universo dove è situato?



L'**ipotalamo** è l'importante struttura dell'encefalo che prende posto appena sotto il talamo e che dirige l'attività dell'ipofisi, una ghiandola endocrina maggiore fondamentale per la vita e al benessere

dell'essere umano. E' come una torre di controllo di un aeroporto che smista il traffico delle informazioni al cervello, assieme all'amigdala, alla formazione reticolare del tronco encefalico e ad altre porzioni dell'encefalo. L'ipotalamo prende parte alla costituzione del sistema limbico. Questo è un insieme di strutture encefaliche, che hanno un ruolo chiave nelle reazioni emotive, nei processi di memoria a breve termine, nel comportamento dell'apprendere. Per ogni coppia neuronale, il modello del computer memorizza tutte le informazioni sulla connettività in ciascun nodo che ospita il neurone ricevente, cioè il neurone postsinaptico. E un computer non crediamo che possa nascere, con le conoscenze e le tecnologie attuali, per fare i miliardi di segnali al secondo delle vescicole sinaptiche del nostro cervello qui sotto indicate.



Intanto, il neurone presinaptico simulato dal computer e che emette impulsi elettrici, sta gridando nel vuoto, perché l'algoritmo creato al computer deve capire da dove proviene un particolare messaggio guardando unicamente al neurone ricevente e ai dati memorizzati all'interno del suo nodo. Quindi il nodo emittente creato dall'algoritmo del computer trasmette il suo messaggio non a tutti i nodi del neurone ricevente. Anche se la memoria del computer è ora disgiunta dalla dimensione della rete, con l'algoritmo oggi generato **che pare** pronto per affrontare simulazioni su tutto il cervello, lo potrebbe fare solo se il nostro cervello fosse **più piccolo del cielo che lo contiene**.

Ma i ricercatori di NBMT neurochirurgia osano dire come dice il **Prof Giulio Maira** Neurochirurgo al S. Raffaele di Milano, che ha intitolato il suo ultimo libro :

IL CERVELLO UMANO E' PIU' GRANDE DEL CIELO (non in senso religioso come qualcuno potrebbe fraintendere!!)

Anche in questo caso siamo agli albori di qualcosa che potrà essere rivoluzionario per la comprensione di come realmente funziona il nostro cervello per salvaguardarci da malattie e tanto altro ancora. Però, va ribadito, sarà un lavoro di anni: Con i primi risultati che dovranno inseguire la semplificazione ulteriore del trasferimento dei dati

e, soprattutto, sviluppare un software di simulazione cerebrale in grado di salvare regolarmente il suo processo, come fa il nostro cervello ; in modo che in caso di crash (del computer), la simulazione non debba ricominciare da capo. A parte ciò, anche se come si dice *pensarlo è l'inizio del farlo*. Riteniamo cosa difficile fare il cervello umano digitale.

Che suona utopistico ma anche vagamente inquietante, un po' alla HAL 9000.

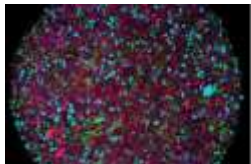
Il supercomputer di bordo della nave spaziale Discovery nel film *2001: Odissea nello spazio* del geniale Stanley Kubrick e dell'omonimo libro di Arthur C. Clarke. Ritenuto perfetto fino a quando **non "sbrocca" e fa fuori tutti!**

Ancora più innovativo in Svizzera una start up inaugura il primo computer biologico con neuroni umani accessibile online (12 Novembre 2025). Nel cuore della Svizzera, a Vevey, sulle rive del lago di Ginevra, minuscoli agglomerati di cellule cerebrali umane stanno cambiando la storia del calcolo. Racchiusi in capsule grandi quanto un granello di sabbia. Questi organoidi neuronali coltivati in laboratorio costituiscono l'elemento base del primo computer biologico accessibile via web, sviluppato dalla startup [FinalSpark](#).

La piattaforma, denominata Neuroplatform , consente ai ricercatori di tutto il mondo di collegarsi a un sistema vivente, inviare stimoli elettrici e riceverne in tempo reale le risposte, aprendo così la strada a una nuova era del wetware computing, dove il silicio lascia spazio ai neuroni. [computer wetware è un computer organico (che può anche essere conosciuto come cervello organico artificiale o neurocomputer) composto da materiale organico il wetware]. Il principio alla base è semplice ma rivoluzionario: sostituire i transistor tradizionali con reti di cellule nervose umane in grado di apprendere, rispondere e adattarsi. Ogni "bioprocessore" è costituito da sfere di circa 10.000 neuroni, derivati da Cellule Staminali Pluripotenti Indotte (iPSCs), che vengono mantenuti in vita su matrici di microelettrodi.

Questi sensori permettono un dialogo bidirezionale con le cellule: gli scienziati possono stimolarle inviando impulsi elettrici organizzati, mentre il sistema misura le risposte generate dalle sinapsi, traducendole in dati interpretabili da algoritmi di intelligenza artificiale. Al gen.

I computer del futuro saranno fatti con cellule di cervello umano? (Da «Le Scienze»)



Per dettaglio vedere [Svizzera, start up inaugura il primo computer biologico con neuroni umani accessibile online.pdf](#)

L'intelligenza artificiale è già vecchia: gli studi sul cervello entrano in una nuova era in cui gli organoidi saranno l'hardware di computer viventi. Un organoide di cervello con i diversi tipi di cellule marcati in altrettanti colori (i neuroni sono quelli rosa della precedente immagine). Thomas Hartung, Johns Hopkins University Per quanto impressionanti siano - [nell'era di ChatGPT](#) - i progressi dell'[intelligenza artificiale](#), le capacità del cervello umano rimangono incomparabili su molti fronti.

Al punto che un gruppo di scienziati della Johns Hopkins University (USA) si è chiesto: e se invece di provare a far assomigliare l'intelligenza artificiale a quella umana facessimo il contrario, e cioè trasformassimo gli organoidi di cervello umano nei mattoni di base per i computer del futuro?

Gli organoidi di cervello umano e gli stimoli visivi . Siamo ancora lontani secondo noi .



Definire il progetto ambizioso sarebbe riduttivo. Potrebbero volerci decenni prima di arrivare a una potenza di calcolo e a un'efficienza comparabile a quella di qualunque altro tipo di computer o prima di raggiungere un'intelligenza paragonabile a quella del cervello di un topo.

Ma migliorando la produzione di organoidi e istruendoli con l'intelligenza artificiale, in futuro i biocomputer potrebbero offrire indubbi vantaggi in velocità, potenza di calcolo e capacità di immagazzinare dati.

Ottenuto un ibrido con neuroni di uomo e di ratto

<https://www.focus.it/scienza/salute/neuroni-ratto-uomo-stesso-cervello>

Neuroni umani trapiantati nei cervelli di ratti appena nati crescono e formano connessioni con le cellule cerebrali dei roditori integrandosi ad esse.

100 miliardi di neuroni e un numero incalcolabile di connessioni



Che cosa servirà?

Per avvicinarsi a questo scenario occorrerà innanzitutto espandere gli organoidi portandoli dalle 50.000 cellule attuali (l'equivalente del sistema nervoso di un moscerino della frutta) a 10 milioni.

Poi bisognerà trovare il modo di comunicare con essi, cioè di inviare loro informazioni e leggere quelle che stanno elaborando

Invece Come funziona il cervello umano



Ricerca e medicina. E visto che è possibile creare organoidi di cervello da cellule staminali iPSCs della pelle di pazienti adulti, idealmente si potrebbero sviluppare organoidi personalizzati a partire dalle cellule dei pazienti affetti da malattie neurologiche (come l'*Alzheimer*), per condurre simulazioni sulle cause e sull'evoluzione delle loro malattie.

Lasciateci questi dubbi :

E se fosse tutto... troppo?

Anche se l'OI (*Organoid Intelligence (OI)* mira a sfruttare le capacità biologiche innate degli organoidi cerebrali per il biocomputing e l'intelligenza sintetica) è ancora agli inizi, queste prospettive sollevano importanti problemi etici

Concludendo :

- ✓ Gli organoidi di cervello potrebbero diventare tanto avanzati da imparare, ricordare, interagire con l'ambiente?
- ✓ Proverebbero dolore?
- ✓ Dovrebbero godere di "diritti" (dopotutto sono fatti di cellule umane!).

Nodi fondamentali e ancora da sciogliere.

