

**frontiere**  
 >CONNETTOMICA

Le nuove tecnologie applicate alle neuroscienze ricostruiscono la mappa delle connessioni cerebrali

# IL PENSIERO È A colori

Con la rivoluzionaria tecnica Brainbow si mette in luce l'ingarbugliata rete dei circuiti neurali per arrivare a comprendere l'attività del cervello

DI **FRANCESCA CERATI**

**C**ome un quadro di Pollock o di Monet, il cervello diventa un'opera d'arte. Ma gli strumenti per realizzarla non sono tela e pennello, ma i neuroni di un topo geneticamente modificato colorati da proteine fluorescenti. Il risultato è sorprendente: le "opere" vere e quelle fisiologiche messe a confronto sono quasi indistinguibili, come si vede visitando la mostra "Il colore del pensiero" esposta in Corso Vittorio Emanuele a Milano, allestita a latere della seconda edizione della conferenza internazionale di neuroscienze Brainforum (che si tiene dal 4 al 5 aprile).

Ma andando oltre ciò che appare, stupisce e incanta, la vera sorpresa è il potenziale rivoluzionario che ha in sé la tecnica Brainbow (crasi tra brain e rainbow), ideata da Jeff Lichtman, docente di neurobiologia all'Università di Harvard e tra i relatori del Brainforum. Per gli addetti ai lavori, infatti, la tecnica avrà un effetto in termini di visualizza-

zione sulle neuroscienze simile a quello che Google Earth ha avuto sulla cartografia. Perché grazie ai colori, i ricercatori saranno in grado di mappare i circuiti neurali che compongono il sistema nervoso. E con la creazione di una mappa dettagliata del cervello (che consiste di circa 100 miliardi di neuroni, con un'infinità di sinapsi), la speranza è di contribuire a individuare i collegamenti difettosi alla base di malattie neurodegenerative come Alzheimer e Parkinson, ma anche autismo e schizofrenia.

Nei topi Brainbow, i ricercatori di Harvard mescolano in modo casuale proteine fluorescenti verdi, rosse e gialle nei singoli neuroni creando così una tavolozza di 90 colori distinti, un salto di enorme rispetto alla mancita di tonalità possibili con le tecniche tradizionali. Un arcobaleno che la metodica genera alla stregua di una slot machine, con risultati assolutamente casuali, e che permette di comprendere gli schemi di connessione tra i neuroni. Il diagramma è il frutto di un settore emergente chiamato "connettomatica", che prova a costruire una mappa fisica del groviglio dei circuiti neurali che collegano, elaborano e memorizzano l'informazione nel sistema nervoso. Per chiarire, in un futuro, lo sviluppo iniziale del cervello umano e delle malattie. «La mappatura di tutti i collegamenti del cervello non è del tutto diversa dalla mappatura dei geni (la genomica, appunto) - ci dice Lichtman -. Così abbiamo pensato che una mappa delle connessioni cerebrali dovesse chiamarsi connettomatica». Nel cervello, secondo Lichtman, le cellule nervose sono come organismi viventi, che compe-

tono tra loro per sopravvivere. Un approccio naturalista, che si ispira alla teoria dell'evoluzione di Darwin, esplorando la vita interiore del sistema nervoso, come il telescopio Hubble sonda lo spazio. Come un biologo, Lichtman crede nella selezione neuronale. Significa che nel corso della vita esiste una selezione delle connessioni? «Nei neonati sono presenti abbondanti connessioni neurali - dice Lichtman -, poi l'esperienza con il mondo lima alcuni collegamenti e ne lascia un numero più piccolo in età adulta: come si dice "it's hard to teach an old dog new tricks"». Quali siano i "rami secchi" da sfrondare è determinato dalle esperienze individuali. «Mentre cresciamo continuiamo a potare e finiamo così per essere sicuri delle cose che abbiamo vissuto. Questo significa che le esperienze che noi facciamo cambiano il nostro diagramma cerebrale in modo permanente», precisa il neurobiologo.

Lichtman osserva il mondo al microscopio da quando ha otto anni e oggi il suo interesse si focalizza sui modi in cui l'informazione del mondo in cui viviamo entra nel nostro cervello e alle forme fisiche che questa informazione, una volta nel cervello, prende. Allora il pensiero ha una sua "forma"? «Sì, c'è certamente un modello per le connessioni delle cellule nervose - risponde Lichtman - la "forma" è molto complessa, ma è comunque una realtà fisica che sta alla base del pensiero». Il team di Harvard, per approcciare la questione, ha dovuto fare un passo indietro nel rivisitare la domanda su cosa sia effettivamente un circuito neuronale. «Il complicato schema che unisce le cellule nervose è poco noto, in parte perché a differenza di altri sistemi che hanno

un'organizzazione cellulare singola ripetuta più volte, ogni pezzo del circuito cerebrale sembra diverso dagli altri. Finora sono stati trovati

pochi modi per capire questi diagrammi di connessione. E tra le strategie di mappatura c'è proprio la tecnica Brainbow» conclude Licht-

man. Un salto decisivo se si pensa che fino a oggi il cervello è stato chiamato materia grigia.

€ RIPRODUZIONE RISERVATA



◆... *Scienziato lombardo, premio Nobel nel 1906 scopri il primo sistema di colorazione dei neuroni*  
**Camillo Golgi**



**Esploratore.** Jeff Lichtman, docente di neurobiologia all'Università di Harvard ha ideato, in collaborazione con Joshua Sanes e Jean Livet, la tecnica Brainbow



**IMMAGINI 3D AL MICROSCOPIO**

La nuova lente di plastica inventata all'Università dell'Ohio riesce da sola a dare 9 diverse angolazioni.

**LA LIBRERIA DEI RICORDI**

Le zone cerebrali per immagazzinare i ricordi sono organizzate in 3 strati di cellule sovrapposti in modo concentrico.



**NANOSENSORE ULTRASENSIBILE**

Miliardi di volte più sensibile, si può ottenere sfruttando l'ottica di Raman potenziata.

**60%**

**L'ATTIVITÀ CEREBRALE DIPENDE..**

Il 60% dell'attività cerebrale dipende dalla genetica. Lo dice l'università di Melbourne.

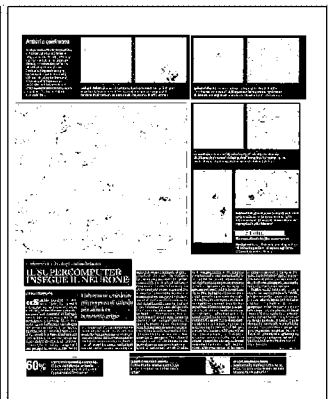
**QUANDO FINISCE L'AMORE**

La fine di una relazione coinvolge le aree cerebrali del dolore fisico (pnas)



**ALLATTAMENTO AL SENO**

Secondo uno studio pubblicato su Pnas l'allattamento al seno stimola la crescita del cervello



>informatica>biologia >simulazione

## IL SUPERCOMPUTER INSEGUE IL NEURONE

DI **LUCA TREMOLADA**

«**S**arebbe possibile descrivere tutto in termini scientifici, ma non avrebbe senso e sarebbe insignificante come descrivere una sinfonia di Beethoven come variazioni d'onde di pressione». Così disse Albert Einstein. Questa affermazione ritorna nei ragionamenti di Idan Segev, professore di Neuroscienze computazionali e primo direttore del Icnc (Center for neural computation) dell'Università di Gerusalemme (Elsc). Dal 2005 Segev e il suo gruppo lavorano a Blue Brain

un progetto di Ibm ambizioso e visionario che vuole costruire un modello computerizzato di un intero segmento della corteccia cerebrale di un mammifero, con l'obiettivo di scoprire come variazioni minime nel network corticale possano dar luogo a malattie degenerative. «I ricercatori nel mondo - ha spiegato il professore che parteciperà al BrainForum di Milano - hanno due obiettivi: la creazione di un database chiaro e accessibile

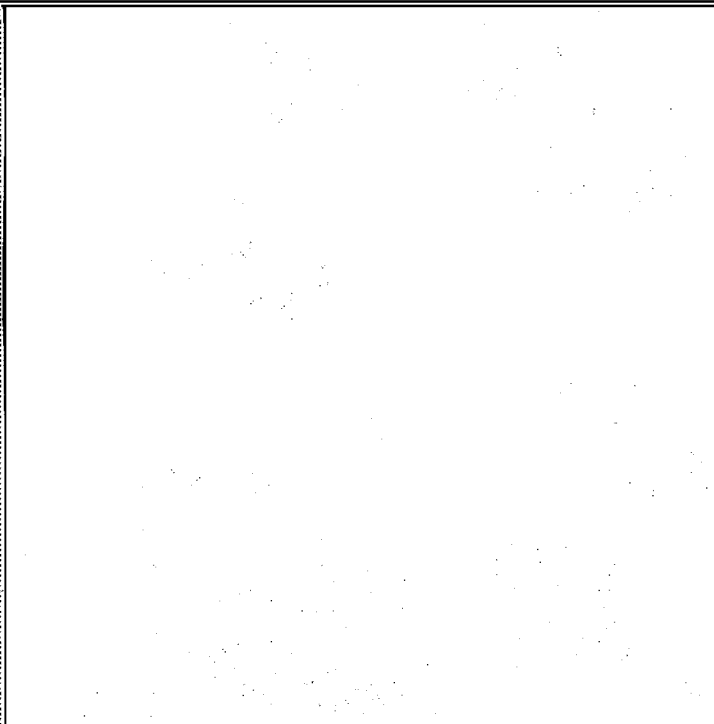
a tutti gli scienziati per avanzare la comprensione del cervello; la creazione di un modello matematico che sia utilizzabile dai computer e imiti il funzionamento del cervello». L'urgenza però è quella di comprendere il principio matematico che unisce il livello strutturale ed elettrico nel comportamento. O per meglio dire capire come si realizza il comportamento, la coscienza o il pensiero, da una serie di bits elettro-chimici in una certa rete nervosa. Il progetto Blue Brain è un approccio in tale direzione che però richiede supercomputer potentissimi e ingenti risorse. Studiare il comportamento del sistema partendo dalle neuroscienze di base e quindi dai principi fondamentali del funzionamento del sistema nervoso (equazioni, etc) comporta investire risorse sulla costruzione di modelli dettagliati di aree ristrette del cervello da uno stadio molecolare. Blue Brain intende analizzare singoli frammenti di corteccia cerebrale. Hanno iniziato a sezionarla in colonne in modo da ottenere reti neuroniche composte da 10mila cellule collegate tra loro da

miliardi di sinapsi. Per la simulazione adottano un supercomputer da almeno 10mila processori. Ma potrebbe non bastare. «Rispetto a un anno fa - racconta lo scienziato - abbiamo compiuto dei passi in avanti, sezionato un'altra colonna e siamo andati avanti con le simulazioni. Abbiamo deciso di lavorare insieme al progetto europeo Human Brain Project (Hbp), proprio perché questo tipo di studi richiede più risorse e maggiori collaborazioni con gli altri scienziati».

Partire dalle molecole e dagli atomi per comprendere la fisiologia del cervello, spiega, è un approccio che richiede più collaborazione fra i laboratori, ma soprattutto vuole mettere a fattor comune strutture informatiche di ricerca. Il vantaggio di questo approccio è quello di poter lavorare su lungo periodo. Il limite è però che applicazioni a breve non sono in vista. In prospettiva, spiega Segev, possiamo guardare allo sviluppo di farmaci che agiscono su molecole e per questo richiedono un livello di veridicità del modello molto alto.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

**I laboratori chiedono  
più potenza di calcolo  
per simulare  
la materia grigia**

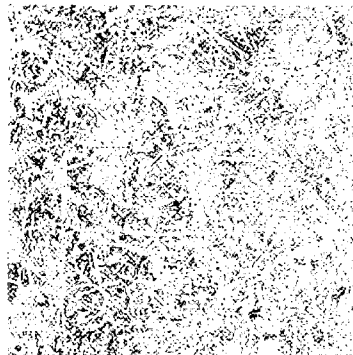
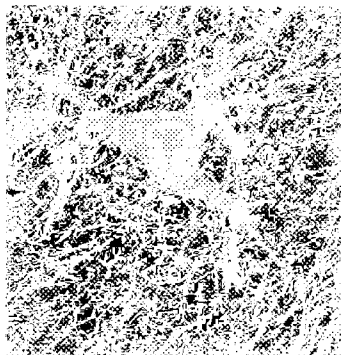


## Artisti a confronto

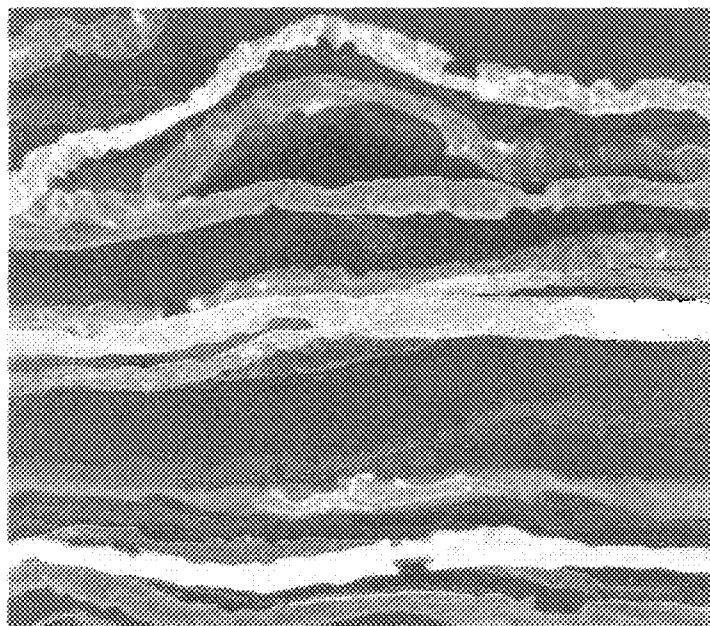
In occasione di «BrainForum 2011», congresso sulle neuroscienze in programma il 4 e 5 aprile a Milano, viene presentata anche la mostra open-air «Il colore del pensiero». Allestita lungo Corso Vittorio Emanuele, l'esposizione è una raccolta di fotografie di cervelli, colorati con la tecnica Brainbow, accostati dall'artista e critico Angelo Bucarelli a note opere di arte impressionista e astratta, come i capolavori di Jackson Pollock e Salvador Dalí.



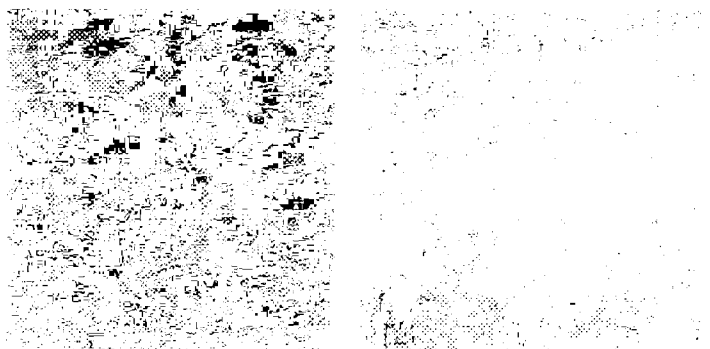
**Gerhard Richter.** Il quadro (*a destra*) del pittore tedesco che ha dedicato la sua arte alla definizione dell'essenza dell'immagine e lo studio della funzione della corteccia cerebrale e dell'ippocampo di Jeff Lichtman



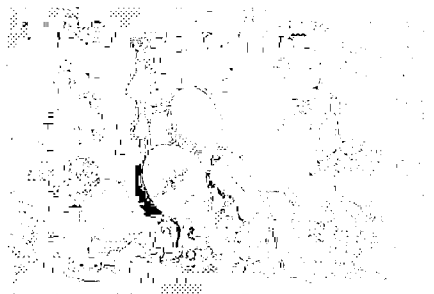
**Jackson Pollock.** La tecnica pittorica dripping (*a destra*) del pittore statunitense, protagonista dell'espressionismo astratto, con è molto diversa dall'immagine del neurone del tronco encefalico di Lichtman



**Cablaggio molecolare.** Nella foto al centro sono visualizzate con la tecnica Brainbow le cellule nervose del cervello di topo; qui sopra un campo di neuroni



Claude Monet. Il quadro *Nipis* (a destra) del principale esponente dell'Impressionismo non si distingue da l'immagine a sinistra, che è un'usato la tecnica Brainbow per visualizzare il cervello di topo.



Salvador Dalí. Il capolavoro (a destra), nell'atto di spagino del Surrealismo a confronto con la differenziazione del neurale stoma nel capo del neuroscrittore Torsten Willmann.

Il Sole **24 ORE**.com

Mostra online. Sul sito le immagini della mostra "Il calore del pensiero" ad esito lungo Carlo Vittorio Emanuele, a Milano.