

NEUROSCIENZE

La coscienza a colori

Oggi l'«imaging» permette di studiare in-vivo, mentre leggiamo, sogniamo, siamo felici e innamorati. Lo spiega lo scienziato che ha sondato stati di consapevolezza negli stati vegetativi

di Martin Monti / illustrazione di Guido Scarabottolo

Nel 1873, Camillo Golgi diede colore al cervello umano per la prima volta. Un colore scuro, nerastro, che gli permise di vedere, nel loro intero, gli atomi del nostro cervello: i neuroni. È grazie ai neuroni che possiamo vedere il mondo che ci circonda, correre, ricordare, sognare e pensare al futuro. Ma come si studia il cervello? Come si fa a capire come miliardi di neuroni possano trasformare vibrazioni dell'aria nella nostra canzone preferita, o come onde elettromagnetiche diventino la luce e i colori di un film? Cosa succede la sera quando ci addormentiamo, come fa il nostro cervello a produrre i sogni? E come fa a farci sentire felici, innamorati o tristi?

Quando Golgi era studente, esistevano due modi di studiare il cervello. Il primo era quello di studiare cervelli *post-mortem*. Questa tecnica permetteva di osservare il cervello molto attentamente, di studiarne l'aspetto, l'anatomia e, sezionandolo, permetteva di scoprirne la composizione interiore. Allo stesso tempo, però, non consentiva di studiarne il funzionamento. Il secondo metodo è quello di osservare come traumi cerebrali causati da incidenti modificano il comportamento delle persone. Nel 1848 un giovane operaio di nome Phineas Gage, fu coinvolto in un terribile incidente in un cantiere ferroviario. A causa di un'esplosione improvvisa un tubo colpì il giovane in viso, penetrando la scatola cranica da sotto uno zigomo, e uscendone poco sopra la fronte. Phineas sopravvisse all'incidente, ma dopo pochi giorni diventò evidente che «non era più se stesso». Da persona pacata, intelligente, e rispettata, divenne improvvisamente impulsivo, inaffidabile, e dedito al gioco d'azzardo. È proprio da queste osservazioni che si capì che la parte anteriore e inferiore del cervello fosse importante nel determinare la nostra personalità. Queste osservazioni, però, anche se ci danno alcuni indi-

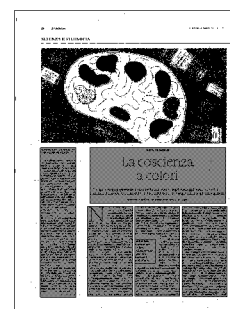
zi su come funzioni il cervello, non sono veri esperimenti, e permettono solo di trarre conclusioni molto generali su quale zona del cervello sia importante per quale funzione.

Oggi, grazie alle moderne tecnologie di neuro-immagine possiamo studiare il cervello umano in grande dettaglio senza doverlo rimuovere dalla scatola cranica.

In più, potendolo osservare mentre è ancora "in uso" possiamo fotografarlo mentre pensa, ricorda, legge e sogna, studiandone quindi il funzionamento *in-vivo*. Esistono molte tecniche per studiare il cervello, ma ce ne sono due in particolare che sono fra le più diffuse: l'elettroencefalogramma, anche noto come Eeg, e la risonanza magnetica funzionale, o Rmf, in breve.

La tecnica dell'Eeg utilizza un piccolo casco all'interno del quale 64 o 128 elettrodi misurano la presenza di piccoli campi magnetici che si creano quando le cellule neurali si attivano. Quando un neurone comunica con altre cellule, lo fa creando piccoli impulsi elettrici, come piccole scosse, che a loro volta innescano dei segnali chimici che si propagano da una cellula all'altra. L'elettroencefalogramma può quindi rilevare la frequenza alla quale questi campi magnetici si creano. Così, se registrassimo l'elettroencefalogramma di una persona mentre sta guardando delle immagini, vedremmo che la parte posteriore del cervello mostrerebbe un aumento della frequenza di questi campi magnetici. Infatti, la parte posteriore del cervello, il cosiddetto lobo occipitale, è uno dei centri più importanti per la vista. L'Eeg ci permette quindi di vedere il nostro cervello mentre lavora.

Uno dei campi in cui l'Eeg è molto usato, è lo



studio di uno degli aspetti più misteriosi della nostra mente: i sogni. Se il lettore avesse un caschetto Eeg in testa in questo momento, mentre legge questa frase, potremmo osservare che i campi magnetici creati dalle cellule neurali nei centri del linguaggio, in genere nell'emisfero sinistro del cervello, oscillano molto velocemente, da 12 a più di 100 volte al secondo (cosiddetta frequenza gamma), segno che il cervello sta compiendo una funzione specifica. Allo stesso tempo, le zone del cervello che non sono deputate alla lettura, non mostrerebbero lo stesso tipo di oscillazioni. Così, se potessimo vedere il tracciato Eeg del lettore in questo momento, assomiglierebbe a una linea con segmenti piccoli e molto irregolari. Se il lettore poi

Le tecniche che ci fanno vedere in tempo reale pensieri, emozioni, stati d'animo

chiudesse gli occhi, ed entrasse in uno stato di veglia rilassata, i neuroni comincerebbero a oscillare in sincronia, a una frequenza leggermente inferiore, cioè la frequenza alfa (da 8 a circa 12 volte al secondo). Quando poi subentra la fase di sonno vero e proprio, i ritmi neurali rallentano nuovamente, e si sincronizzano ancora di più, creando le cosiddette onde theta e delta, tipiche delle fasi di sonno e sonno profondo. È a questo punto che, quando entriamo nella fase di sonno R.E.M., la fase in cui spesso facciamo sogni molto vividi, il nostro cervello d'improvviso sembra svegliarsi – anche se, in realtà stiamo dormendo. Eppure, durante il sonno R.E.M., il tracciato Eeg è più simile al tracciato di una persona sveglia che una persona in sonno profondo; per questo il sonno R.E.M. è spesso chiamato sonno paradossale. La tecnica della risonanza magnetica funzionale si basa su un principio molto diverso: per poter funzionare, le cellule neurali hanno bisogno di energia. Infatti, mentre il cervello di un adulto rappresenta solo il 5% del peso del corpo, consuma più del 20% del fabbisogno energetico giornaliero. Così, ad esempio, mentre state leggendo questa frase, i neuroni nei centri del linguaggio nel vostro cervello hanno bisogno di più energia per poter funzionare, cioè hanno bisogno di ricevere quantità maggiori di ossigeno e glucosio attraverso

Il sonno in fase Rem è definito «paradossale»: è assai profondo ma somiglia allo stato di veglia

il sistema vascolare. La macchina di risonanza magnetica riesce a creare un campo magnetico oltre 30 mila volte più forte del campo gravitazionale della terra, e, sfruttando le proprietà magnetiche delle cellule di emoglobina nel sangue, ci consente di capire quali parti del cervello, in un determinato momento, stiano riceven-

do più ossigeno, cioè quali parti del cervello siano più "attive". La Rmf, più di qualsiasi altra tecnica oggi viene usata per capire quali parti del cervello siano usate per vedere, ricordare, e pensare. Ed è proprio la risonanza magnetica che, più di ogni altra tecnica oggi, dà colore ai nostri pensieri, come fece Golgi più di un secolo fa. Infatti, nella ricerca scientifica, è normale mostrare il risultato delle analisi di Rmf come colori sovrapposti su un'immagine del cervello. Ad esempio, se potessimo guardare, con la Rmf, nel vostro cervello mentre leggete queste righe, vedremmo che i centri visivi nella parte posteriore del vostro cervello hanno bisogno – relativamente – di più ossigeno.

Con la Rmf, oggi, si può fare ancora di più: si possono "vedere" i pensieri di una persona. Chiudete gli occhi (prima finite di leggere il paragrafo!) e immaginate di essere su un campo da tennis. Immaginate di avere con voi una racchetta e di essere al centro del campo che giocate con un amico. Concentratevi bene sul movimento immaginario delle vostre braccia. Se foste in una macchina di risonanza magnetica, quello che vedremmo è che una zona nella parte centrale del vostro cervello, la cosiddetta area motoria supplementare, diventa molto "attiva", cioè richiede molto ossigeno. Questa parte del cervello è importante per eseguire sequenze motorie complesse, e sarebbe attiva anche se steste giocando a tennis veramente. Ora, immaginate di camminare dal centro della città dove vivete fino a casa vostra. Immaginate tutto ciò che vedreste intorno a voi. Se potessimo guardare nel vostro cervello in questo momento, vedremmo che una parte molto diversa, il cosiddetto giro paraippocampale, una parte del cervello che ha a che fare con la memoria di luoghi che conosciamo, è molto attivo. Certo, queste tecnologie sono ancora abbastanza giovani, e non ci permettono di capire se state immaginando un diritto o un rovescio, o in quale luogo state immaginando di essere; ciononostante ci offrono un modo per cominciare a studiare la nostra mente. Più di cento anni dopo il lavoro seminale di Golgi e molti altri neuroscienziati, il cervello umano è ancora un mistero irrisolto, ma grazie alle moderne tecniche di neuro immagine siamo un passo più vicini a capire chi siamo.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

BRAINFORUM A MILANO NEL NOME DI GOLGI

» Martin Monti è il giovane ricercatore che, attraverso la risonanza magnetica funzionale per immagini, l'anno scorso in Inghilterra è riuscito a dimostrare che alcuni pazienti in stato vegetativo, invitati a pensare di colpire una palla da tennis o di passeggiare per il loro quartiere, attivavano le aree cerebrali fisiologicamente predisposte al movimento.

In onore di Camillo Golgi, e in vista del Brainforum «Il colore del pensiero» che si terrà a Milano il 4 e 5 aprile, Monti ha scritto l'articolo che qui pubblichiamo e che sarà pubblicato nel volume *La rivoluzione del cervello, in regalo nelle farmacie e nelle scuole superiori a partire da domani*. Altri interventi sono del premio Nobel Rita Levi Montalcini, Andrea Moro, Matteo Motterlini, Idan Segev, Gianvito Martino.

Oltre al volume e al convegno in due giorni (uno dedicato all'Alzheimer all'ospedale San Raffaele, l'altro al Piccolo Teatro Grassi, sulle nuove frontiere della ricerca), BrainForum prevede una mostra fotografica di gigantografie dei cervelli Brainbow (12 marzo-12 aprile, in Corso Vittorio Emanuele). Il curatore, Angelo Bucarelli, ha trovato analogie tra le foto del cervello e quadri di arte astratta di pittori famosi (Mirò, Kandinsky, Burri, Klee, Monet). Robert Zatorre, della McGill University, colloquierà con Ludovico Einaudi su come il cervello crea e percepisce la musica. BrainForum ha ricevuto l'Alto patronato del presidente della Repubblica italiana, il patrocinio dell'Istituto superiore di sanità e del Comune di Milano. È realizzato da Viviana Kasam, presidente di BrainCircleItalia, con Giancarlo Comi, direttore dell'Istituto di neurologia sperimentale del San Raffaele, in collaborazione con l'Ebri di Rita Levi Montalcini, presidente onorario del comitato scientifico, l'università ebraica di Gerusalemme, l'Epl di Loanna e l'università di Harvard.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

I LIBRI

Che cosa significa morire?

Il testo di riferimento della

discussione attuale sul testamento biologico resta il documento del Comitato nazionale per la bioetica sulle «Dichiarazioni anticipate di trattamento (18 dicembre 2003) nel quale si definisce la controversia in merito alla possibilità per il paziente di decidere anticipatamente su idratazione e alimentazione artificiali. Ne riportiamo a fianco i passi salienti.

Nei principali paesi occidentali, Francia, Germania, Paesi Bassi, Gran Bretagna, Svezia, Spagna, Stati Uniti, Svizzera le direttive anticipate sono regolamentate nel senso di garantire al paziente di poter decidere i trattamenti a cui essere sottoposto nel caso di perdita di coscienza. E non considerano trattamenti speciali, o non straordinari, idratazione e alimentazione artificiali.

Per saperne di più ecco alcuni recenti testi di riferimento che rispecchiano la complessità delle diverse sensibilità in proposito: *Cosa vuol dire morire. Sei grandi filosofi di fronte all'ultima domanda* (interventi di Bodei, De Monticelli, Mancuso, Reale, Severino e Schiavone, Einaudi, Torino); H. Kung, J. Walter, *Della dignità del morire. Una difesa della libera scelta* (Rizzoli, Milano); G. Cosmacini, *Testamento Biologico. Idee ed esperienze per una morte giusta* (il Mulino, Bologna) e U. Veronesi, M. De Tilla, *Nessuno può scegliere per noi. La proposta del testamento biologico* (Sperling & Kupfer, Milano).

A proposito degli stati di coscienza differenziati e del cosiddetto "coscieziometro", cui stanno lavorando scienziati italiani come Giulio Tononi e Marcello Massimini, il recentissimo *The Character of Consciousness* di David J. Chalmers vi dedica un intero capitolo.