

11. settembre

Il cervello non pensa come noi pensiamo che pensi

Cervello. Un apparato col quale pensiamo di pensare.

Ambrose Bierce

I neuroscienziati hanno cercato di mappare varie categorie di funzioni mentali in regioni specifiche del cervello, ma lavori recenti hanno dimostrato che le definizioni e i confini di quelle regioni sono complessi e dipendenti dal contesto.

I neuroscienziati sono i cartografi dei diversi domini e territori del cervello: le caratteristiche e le attività che li definiscono, le strade e le autostrade che li collegano e i confini che li delimitano.

Verso la parte anteriore del cervello, proprio dietro la fronte, si trova la **corteccia prefrontale**, celebrata come **sede del giudizio**. Dietro di esso si trova la **corteccia motoria**, responsabile della pianificazione e del **coordinamento del movimento**. Ai lati: **i lobi temporali**, cruciali per la **memoria e l'elaborazione delle emozioni**. Sopra di loro, la **corteccia somatosensoriale**; dietro di loro, **la corteccia visiva**.

Non solo i ricercatori spesso descrivono il cervello e le sue funzioni proprio come i cartografi potrebbero disegnare le nazioni sui continenti, ma lo fanno "come facevano i cartografi vecchio stile": analizzano il cervello in base a ciò a cui sono interessati psicologicamente, mentalmente o comportamentalmente" per poi assegnare le funzioni a diverse reti di neuroni come se fossero mattoncini Lego, come se lì ci fossero confini precisi.



Lisa Feldman Barrett, psicologa e direttrice del laboratorio interdisciplinare di scienze affettive (IASLab) presso la Northeastern ritiene che una mappa del cervello con confini netti non è solo eccessivamente semplificata: **è fuorviante**.

L'idea che ci sia una sorta di forte parallelismo tra le categorie mentali che i neuroscienziati usano per cercare di comprendere il cervello e l'implementazione neurale degli eventi mentali **è semplicemente sbagliata**.

Gli scienziati per oltre 100 anni, ed ancora oggi, cercano inutilmente i confini del cervello tra pensare, sentire, decidere, ricordare, muoversi e altre esperienze quotidiane.

Una serie di recenti studi neurologici confermano ulteriormente che queste categorie mentali non sono una guida sufficiente per comprendere come è strutturato il cervello o come funziona.

I neuroscienziati generalmente concordano su come è organizzato il tessuto fisico del cervello: in particolari regioni, reti, tipi di cellule. Ma quando si tratta di metterli in relazione con il compito che il cervello potrebbe svolgere, percezione, memoria, attenzione, emozione o azione,

Nessuno contesta che la corteccia visiva permetta la vista, che la corteccia uditiva permetta l'udito o che l'ippocampo sia essenziale per la memoria. I danni a quelle regioni compromettono tali capacità e i ricercatori hanno identificato i meccanismi alla base di tali capacità in quelle aree. Ma la memoria, ad esempio, richiede anche reti cerebrali diverse dall'ippocampo, e l'ippocampo si sta rivelando fondamentale per un numero crescente di processi cognitivi diversi dalla memoria. A volte il grado di sovrapposizione è così grande che le etichette iniziano a perdere significato.



Paul Cisek *neuroscienziato dell'Università di Montreal* pur ammettendo che il quadro attuale ha portato a importanti intuizioni tuttavia ci ha fatto cadere in alcune trappole che oltre a soffocare la ricerca hanno anche ostacolato direttamente lo sviluppo di trattamenti per condizioni neurologiche e psicologiche.

Questo è il motivo per cui Barrett, Cisek e altri scienziati sostengono che per poter comprendere veramente come funziona il cervello, potrebbe essere necessario rivedere i concetti alla base del campo, forse radicalmente.

Mentre sono alle prese con questa sfida, stanno scoprendo nuovi modi per formulare le loro domande sul cervello e nuove risposte



David Tingley del *Neuroscience Institute, New York University*, ha rilevato un legame inaspettato tra la formazione della memoria e la sua regolazione metabolica

Questa correlazione non dipendeva da fluttuazioni circadiane, ultradiane o innescate dai pasti, poteva essere imitata con increspature indotte optogeneticamente nell'ippocampo (ma non nella corteccia parietale) ed era attenuata a livelli casuali mediante la soppressione farmacogenetica dell'attività del setto laterale, che è il condotto principale tra l'ippocampo e l'ipotalamo.

Tingley D et al *A metabolic function of the hippocampal sharp wave-ripple. Nature. 2021 Sep;597(7874):82-86.*

Quando la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e altre potenti tecnologie hanno reso possibile esaminare il cervello vivente in modi sempre più sofisticati, i neuroscienziati hanno iniziato con entusiasmo a cercare le basi fisiche delle nostre facoltà mentali.

Hanno fatto grandi passi avanti nella comprensione dei fondamenti neurali della *percezione, dell'attenzione, dell'apprendimento, della memoria, del processo decisionale, del controllo motorio* e di altre categorie classiche dell'attività mentale.

Ma hanno anche trovato prove inquietanti che quelle categorie e le reti neurali che le supportano non funzionano come previsto. Non è solo che l'architettura del cervello non rispetta i confini tra le categorie mentali stabilite. Il fatto è che c'è così tanta sovrapposizione che una singola rete cerebrale "ha più alias di Sherlock Holmes".

Tuttavia se è relativamente facile mostrare come le cose non funzionano. La parte difficile ora come proseguire.

Studi recenti hanno scoperto, ad esempio, che due terzi del cervello sono coinvolti in "semplici" movimenti oculari; e che metà del cervello viene attivata durante la respirazione. Nel 2019, diversi team di scienziati hanno scoperto che la maggior parte dell'attività neurale nelle aree di "percezione" come la corteccia visiva codificava informazioni sul movimento piuttosto che input sensoriali. Questa crisi d'identità non si limita ai centri neurali della percezione o ad altre funzioni cognitive.

Si pensava che il **cervelletto**, una struttura nel cervello di tutti i vertebrati, fosse dedicato quasi esclusivamente al **controllo motorio**, ma gli scienziati hanno scoperto che è anche determinante nei processi di **attenzione, nella regolazione delle emozioni, nell'elaborazione del linguaggio e nel processo decisionale**.

I **gangli della base**, un'altra parte antica del cervello solitamente associata al **controllo motorio**, sono stati similmente implicati in diversi **processi cognitivi di alto livello**.

Alcuni di questi risultati confusi possono derivare da problemi metodologici. Per scoprire dove il cervello umano svolge diverse funzioni, ad esempio, i neuroscienziati in genere correlano i processi cognitivi con i modelli di attività cerebrale misurati dalla fMRI. Ma gli studi suggeriscono che i ricercatori devono essere più attenti a contrazioni muscolari e agitazioni irrilevanti che potrebbero contaminare le letture.

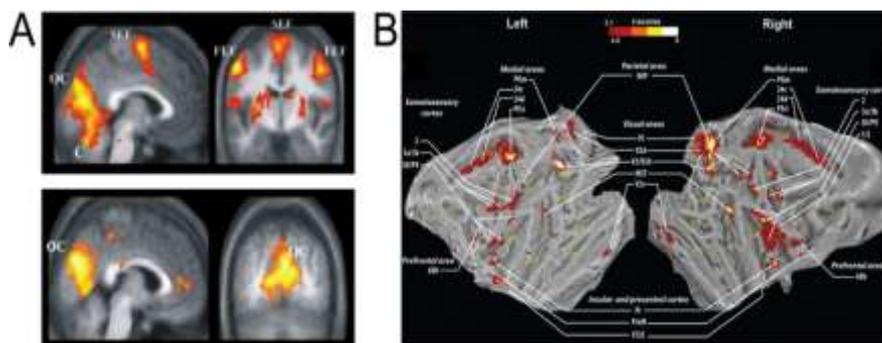


Patrick Drew del *Department of Engineering Science and Mechanics, Pennsylvania State University* ha individuato un bias di errore significativo invitando i ricercatori ad essere più attenti a contrazioni muscolari ed agitazioni che potrebbero influenzare le letture. Ad esempio il con il tasso di ammiccamento spontaneo, è associato a modelli distribuiti di attivazione cerebrale.

Gli animali e gli esseri umani sono continuamente impegnati in piccole azioni motorie spontanee, come sbattere le palpebre, sbattere e aggiustamenti posturali ("agitarsi"). Questi movimenti sono accompagnati da cambiamenti nell'attività neurale nelle regioni sensoriali e motorie del cervello. La frequenza di questi

movimenti varia nel tempo, è influenzata dagli stimoli sensoriali, dai livelli di eccitazione e dalla patologia. Questi comportamenti irrequieti possono essere innescati da stimoli sensoriali. I comportamenti irrequieti causeranno un'attivazione funzionale bilaterale distribuita nell'intervallo di frequenza compreso tra 0,01 e 0,1 Hz che verrà visualizzata nella risonanza magnetica funzionale e negli studi di neuroimaging del calcio ad ampio campo e contribuirà alla connettività funzionale osservata tra le regioni del cervello. Tuttavia, nonostante il grande potenziale di questi comportamenti nel guidare l'attività a livello cerebrale, questi comportamenti irrequieti vengono raramente monitorati.

Le differenze in questi comportamenti irrequieti dovuti all'eccitazione o alla patologia "contamineranno" l'attività neurale in corso e porteranno a differenze evidenti nella connettività funzionale. Il monitoraggio e la contabilizzazione delle attivazioni a livello cerebrale da parte di questi comportamenti sono essenziali durante gli esperimenti per differenziare l'attività guidata dall'irrequietezza dalle dinamiche neurali guidate internamente. e portare a differenze evidenti nella connettività funzionale. Il monitoraggio e la contabilizzazione delle attivazioni a livello cerebrale da parte di questi comportamenti sono essenziali durante gli esperimenti per differenziare l'attività guidata dall'irrequietezza dalle dinamiche neurali guidate internamente. e portare a differenze evidenti nella connettività funzionale. Il monitoraggio e la contabilizzazione delle attivazioni a livello cerebrale da parte di questi comportamenti sono essenziali durante gli esperimenti per differenziare l'attività guidata dall'irrequietezza dalle dinamiche neurali guidate internamente.



I lampeggiamento attiva più regioni cerebrali negli esseri umani e nei primati non umani, misurati con la fMRI BOLD. A) In alto, regioni del cervello che mostrano risposte significative all'ammicciamento volontario. In basso, regioni del cervello che mostrano risposte significative all'oscuramento esterno. Si noti che questi sono insiemi separati di regioni del cervello, il che dimostra che la risposta al battito delle palpebre non è dovuta solo a una rimozione transitoria dell'input visivo. Corteccia occipitale (OC), campo visivo frontale (FEF), cervelletto (C). B) Regioni cerebrali nel cervello della scimmia che hanno mostrato correlazioni significative con il tasso di ammicciamento spontaneo, dimostrazione che l'ammicciamento spontaneo è associato a modelli distribuiti di attivazione cerebrale.

Drew PJ et al Twitches, Blinks, and Fidgets: Important Generators of Ongoing Neural Activity. Neuroscientist. 2019 Aug;25(4):298-313.



Gyorgy Buzsaki della NYU School of Medicine ha ironicamente commentato che a volte quando pensi che i tuoi risultati ti dicano qualcosa sulla cognizione di alto livello, pensa

che potrebbero riflettere che a causa del compito gli occhi del soggetto in esame si muovono più velocemente.

Le recenti acquisizioni stanno evidenziando un problema concettuale più profondo nelle neuroscienze, *ha affermato Buzsáki* :

Dividiamo lo spazio del cervello in base alle nostre idee preconette, assumendo - erroneamente, per quanto mi riguarda - che quelle idee preconette abbiano dei confini, e che gli stessi confini esistano nella funzione cerebrale"



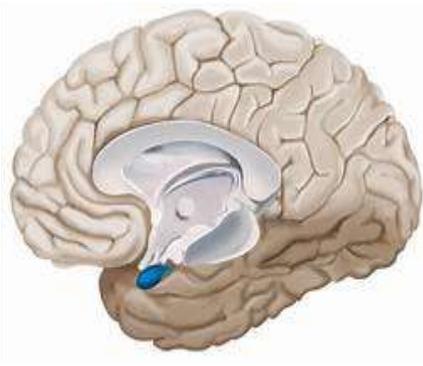
Russel Poldrack neuroscienziato dell'Università di Stanford, ed il suo team hanno deciso di testare quanto siano appropriate le categorie riconosciute per la funzione mentale. Hanno raccolto un'enorme quantità di dati comportamentali – ottenuti da esperimenti progettati per testare diversi aspetti del controllo cognitivo, tra cui la memoria di lavoro, l'inibizione della risposta e l'apprendimento – e li hanno sottoposti a un classificatore di apprendimento automatico. Le classificazioni risultanti hanno sfidato le aspettative, mescolando le tradizionali categorie di risultati cerebrali e ordinandole in nuovi gruppi che sembravano "muoversi insieme in termini di costrutti molto più generici", costrutti per i quali non abbiamo ancora etichette, e che potrebbe non riguardare direttamente la nostra esperienza *cosciente*.

Eisenberg IW et al . Uncovering the structure of self-regulation through data-driven ontology discovery. Nat Commun. 2019 May 24;10(1):2319.

Alcuni scienziati si oppongono, sostenendo che finché sappiamo che la corteccia visiva non è coinvolta solo nella visione, o che una rete di memoria fa più di quanto suggerisce il nome, non abbiamo necessariamente bisogno di ripensare le categorie stesse.



John Krakauer neuroscienziato della Johns Hopkins University teme che un un uso eccessivamente ampio e vago di un termine può avere effetti dannosi sul tipo di esperimenti e ipotesi che generiamo



Joseph LeDoux neuroscienziato della *New York University* noto per il suo lavoro pionieristico sull'**amigdala**, che viene spesso definita il **centro della paura** nel cervello.

Ma questa lettura inquadatura, dice, è molto sbagliata – e molto dannosa. "Nel corso degli anni ho continuato a essere presentato come qualcuno che ha scoperto come i sentimenti di paura escono dall'amigdala", ha detto. "Ma sussultavo sempre quando venivo presentato in questo modo. Alla fine ne ho avuto abbastanza". Tutto il settore soffre a causa di questa confusione

LeDoux ha trascorso gli ultimi dieci anni a sottolineare che l'amigdala non è affatto coinvolta nella generazione della paura.

La paura, sottolinea, è un'interpretazione cognitiva di una situazione, un'esperienza soggettiva legata alla memoria e ad altri processi. I fenomeni psicologici che alcune persone sperimentano come paura possono essere vissuti come qualcosa di molto diverso da altri. La ricerca mostra che la sensazione di paura nasce nella **corteccia prefrontale** e nelle aree cerebrali correlate.

L'amigdala, d'altra parte, è coinvolta nell'elaborazione e nella risposta alle minacce – un antico meccanismo comportamentale e fisiologico subconscio. "Le prove dimostrano che non è sempre la paura a causare il comportamento", ha detto LeDoux.

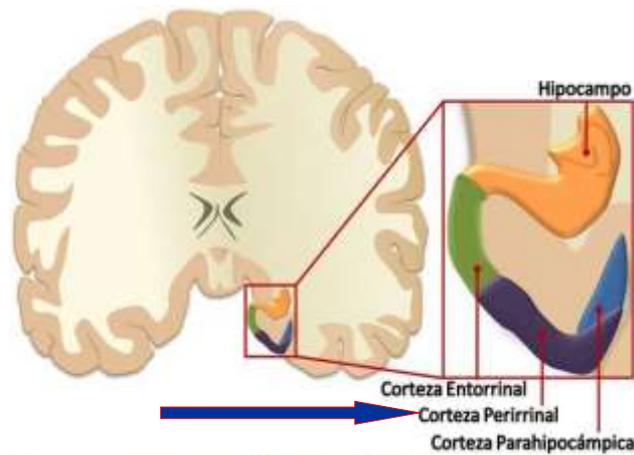
Chiamare l'amigdala il centro della paura potrebbe sembrare "innocuo", ha continuato, ma "allora l'amigdala eredita tutto il bagaglio semantico della paura". Questo errore può distorcere i tentativi di sviluppare farmaci, compresi quelli che mirano a ridurre l'ansia. Quando potenziali trattamenti vengono testati su animali sotto stress, se gli animali si comportano in modo meno timido o mostrano meno eccitazione fisiologica, di solito viene interpretato come una riduzione dei livelli di ansia o paura. Ma un farmaco può cambiare le risposte comportamentali o fisiologiche di qualcuno – quelle uscite dell'amigdala – senza curare i sentimenti di ansia, ha detto LeDoux.

"L'intero settore soffre a causa di questa confusione", ha detto.

Problemi simili si verificano anche in altri settori, come ad esempio negli studi sulla percezione, dove l'elaborazione fisica dello stimolo sensoriale e l'esperienza cosciente dello stesso sono spesso legati insieme. In entrambi i casi, LeDoux ritiene che "questi debbano essere smontati".

Ma distinguere il significato delle diverse aree cerebrali è ulteriormente complicato dalla scoperta che il coinvolgimento dei sistemi neurali in particolari funzioni non è semplicemente tutto o niente. A volte dipende dai dettagli di ciò che viene elaborato.

Prendiamo la parte del lobo temporale mediale chiamata **corteccia peririnale**, una componente cruciale del classico sistema di “memoria” nella corteccia.



Elisabeth Murray del *National Institute of Mental Health* e altri hanno scoperto che la corteccia peririnale era coinvolta nell'esecuzione del compito solo quando era presente una particolare quantità di caratteristiche sovrapposte. Se le immagini fossero più o meno simili, la corteccia peririnale non aveva nulla a che fare con il rendimento degli esseri umani o delle scimmie. Allo stesso modo, la corteccia temporale inferiore, tradizionalmente assegnata a un ruolo nella percezione visiva, si è rivelata cruciale per i compiti di memoria, ma solo in determinati contesti.



Steven Wise propone che invece di classificare le aree corticali in termini di funzioni visive, uditive, somatosensoriali o esecutive specializzate, i ricercatori dovrebbero studiare le diverse combinazioni di informazioni che rappresentano. Una regione potrebbe essere coinvolta nella rappresentazione di semplici combinazioni di caratteristiche, come “arancione” e “quadrato” per un quadrato arancione. Altre regioni

potrebbero essersi evolute per rappresentare combinazioni più complesse di caratteristiche visive o combinazioni di informazioni acustiche o quantitative.

Wise sostiene che questo schema di organizzazione del cervello spiega perché ci sono così tante sovrapposizioni funzionali inaspettate nelle tradizionali mappe dell'attività mentale. Quando ciascuna regione rappresenta una particolare combinazione di informazioni, *"lo fa per la memoria, la percezione, l'attenzione e il controllo dell'azione"*, ha detto Wise.

Questo è anche il motivo per cui i compiti di percezione e memoria che Murray utilizzava nei suoi esperimenti coinvolgevano solo a volte la corteccia peririnale: man mano che le immagini in ciascun compito si trasformavano, le combinazioni di caratteristiche che le distinguevano cambiavano.

Tuttavia la **struttura rappresentazionale di Wise** è solo un modo per ripensare le suddivisioni del cervello. Mentre altri ricercatori concordano sul fatto che l'elenco delle parti che guida la maggior parte della ricerca neuroscientifica presenta problemi, c'è poco consenso su come affrontarlo.

Paul Cisek, , sta utilizzando l'evoluzione dei vertebrati per identificare categorie significative di attività mentale ed ha iniziato a ricostruire le categorie concettuali da una prospettiva evolutiva.

Nel report :

Resynthesizing behavior through phylogenetic refinement.

Atten Percept Psychophys. 2019 Oct;81(7):2265-2287.

Ha dimostrato come nel cervello esistono suddivisioni funzionali che hanno una loro storia evolutiva la cui conoscenza potrebbe aiutarci a spiegare meglio alcuni concetti.

Ad esempio Cisek ha utilizzato la sua nuova suddivisione delle attività cerebrali per spiegare perché, ad esempio, **i gangli della base** svolgono un ruolo chiave in alcuni compiti decisionali ma non in altri. *"Ci si rende conto che né il termine 'processo decisionale' né il termine 'attenzione' corrispondono in realtà a qualcosa che si trova nel cervello", ha detto. "Invece, ci sono alcuni circuiti molto pragmatici nel cervello, che fanno certe cose come 'avvicinarsi' o 'evitare'. ... Alcune di queste cose assomigliano un po' all'attenzione."*

Sono possibili anche approcci alternativi allo studio delle categorie mentali.

Ognuna di queste potenziali soluzioni presenta dei difetti. "Ma non si valuta un nuovo approccio in base a tutte le domande a cui risponde a cui il vecchio non poteva", ha detto Barrett. "Lo valuti sulla base di quali nuove domande stimola."

"Non esiste un modo giusto per farlo", ha aggiunto. "Ci sono solo modi migliori e modi peggiori."

"Non credo che nessuno di noi vorrebbe dire alla gente: non usare più la parola 'memoria'", ha detto. Ma per comprendere il cervello, potremmo dover mettere alla prova le nostre intuizioni su come funziona, "nello stesso modo in cui la meccanica quantistica è difficile da adattare alla nostra comprensione dei fenomeni fisici nel mondo".

11 Settembre

2001-2023



L'11 settembre 2001, poche ore dopo gli attacchi terroristici a New York e Washington, DC, il presidente russo Vladimir Putin era al telefono con il presidente degli Stati Uniti George W. Bush, offrendo le sue condoglianze. È stato il primo leader internazionale a chiamare Bush. Più tardi quello stesso giorno, in un discorso televisivo, Putin dichiarò: *“La Russia sa direttamente cosa significa terrorismo e per questo noi, più di chiunque altro, comprendiamo i sentimenti del popolo americano. In nome della Russia, voglio dire al popolo americano: siamo con voi”*. Mentre gli Stati Uniti intensificavano la loro guerra al terrorismo, sembrava che potessero anche inaugurare una nuova era di partnership con la Russia.

All'epoca, il presidente russo Vladimir Putin era in carica da soli due anni, ma aveva costantemente mostrato solidarietà a Washington. Nonostante la cooperazione iniziale di Putin e il sostegno agli Stati Uniti e alla democrazia tra il popolo russo, “alti ufficiali militari e dell'intelligence russi stavano già spingendo Putin a ritirarsi nei vecchi modi di pensare la politica internazionale guardando l'Occidente con ostilità e sospetto.

Oggi la Russia è in preda ad un vero e proprio autoritarismo e ha lanciato l'invasione e l'annessione della Crimea nel 2014. È impossibile dire come sarebbe diverso il mondo se gli Stati Uniti avessero scelto un diverso percorso di politica estera dopo l'11 settembre. Ma nel novembre 2001, la democrazia russa non era ancora morta: aveva solo bisogno di tutto l'aiuto possibile per restare in vita.