

GIULIA TORROMINO
IL PERCORSO DELLE NEUROSCIENZE

Abstract

L'obiettivo delle neuroscienze è capire come funziona il cervello. Attraverso un approccio interdisciplinare, che abbraccia l'anatomia, la fisiologia e in generale, lo studio dei meccanismi del sistema nervoso, i neuroscienziati sperano di aprire le porte della mente umana.

Sebbene oggi la correlazione tra mente e cervello sia immediata, anche nelle conoscenze comuni, in passato le funzioni cognitive non sono sempre state associate al sistema nervoso. La strada per arrivare a questo livello di conoscenza è stata lunga e difficile, anche se oggi siamo sempre più vicini alla conoscenza di tutto ciò che riguarda la mente. Possiamo immaginare di riuscire a decifrare completamente i complessi meccanismi del cervello che ci consentono di percepire, memorizzare, apprendere, e di poter conoscere tutte le funzioni cognitive della coscienza. E se dalle cellule e dalle loro connessioni possiamo osservare un'enorme varietà di comportamenti in natura, attraverso la loro comprensione, saremo presto capaci di creare nuove forme di intelligenza artificiale, obiettivo primario della ricerca nella robotica.

Premessa

Con il termine *neuroscienze* si intende un insieme di discipline tra loro correlate, dalla biologia, alla medicina, alla genetica, alla fisica, alla psicologia, alla robotica, unite in un obiettivo: la comprensione dei meccanismi operanti nel sistema nervoso e delle loro implicazioni nelle funzioni mentali più complesse. Questo obiettivo è raggiungibile con un'analisi interdisciplinare, che va dal piano molecolare a quello cognitivo. Come per ogni campo di ricerca lo scopo di queste indagini non è fine alla sola soddisfazione del desiderio di comprendere e prevedere che caratterizza la natura umana, ma ha una vastissima gamma di applicazioni cliniche che vanno dalle malattie neurodegenerative fino ai disturbi del comportamento. Da quando gli studi sul comportamento sono stati affiancati da quelli sul sistema nervoso, tante sono state le domande a cui le neuroscienze hanno dato una risposta, ma ancora tanti sono gli interrogativi: in che modo da un'insieme di cellule nervose, connesse tra loro in reti neurali, a loro volta organizzate in sistemi neurali localizzati nel cervello, possano generarsi fenotipi comportamentali così diversi e complessi, è un'affascinante questione non ancora del tutto chiara.

Pezzo per pezzo, si cerca di ricostruire il complesso quadro di sistemi implicati nelle varie funzioni cognitive, alla cui base ci sono precisi meccanismi molecolari, non troppo diversi da quelli che regolano gli altri processi fisiologici di un organismo. Si tratta di molecole e cellule, coinvolte in un sistema di comunicazione talmente complesso e ben *selezionato* da fornirci la capacità di percepire, agire, reagire, apprendere, memorizzare, comunicare e relazionarsi.

Alcuni passi storici

Per quanto quello delle neuroscienze sia un terreno oggi particolarmente affollato, l'idea di mettere in relazione il *micromondo* molecolare con lo *psicomondo* della mente, ha una storia breve. La strada per arrivare all'attuale livello di conoscenza e consapevolezza è stata lunga, e non sempre al cervello è stata attribuita la stessa importanza.

Aristotele (383?-322 a.C.), il più importante filosofo e scienziato dell'antica Grecia, riteneva che le funzioni mentali avessero sede nel cuore, e che il cervello fosse solo un organo di raffreddamento per diminuire la temperatura del sangue proveniente dal cuore. Tuttavia, a lui si devono i primi tentativi di comprensione del funzionamento del cervello, come la scoperta dei *ventricoli cerebrali*, un sistema di canali interconnessi all'interno del cervello. Di seguito, alcuni pensatori greci, come gli anatomici alessandrini nel II sec. a. C., ritennero che il cervello fosse la sede dell'intelletto e l'organo che controlla il comportamento. Sostenitore della correlazione tra cervello e mente fu Ippocrate di Cos, noto medico dell'antica Grecia, il quale, nel 400 a.C. nel libro *"Sulla malattia sacra"* scrisse: *"con il cervello noi pensiamo e capiamo, vediamo e ascoltiamo, distinguiamo il brutto dal bello, il piacevole dallo sgradevole e il bene dal male"*.

Interessante è il fatto che nella Bibbia il cervello non viene mai citato in nessuno dei libri, a dispetto del cuore, primo fra tutti, e di altri organi come reni, fegato e stomaco. I profeti ritenevano che l'anima umana risiedesse nel cuore e nei reni. Non stupisce a questo punto che anche nel gergo comune facoltà, quali la saggezza o la bontà, vengano attribuite al cuore degli uomini. per cui diciamo: "dal cuore pavido", "di buon cuore", e questo nonostante il cuore sia un organo che nella sua complessità e importanza ha il solo ruolo di pompare il sangue all'interno di un organismo.

Nel II secolo d.C., Galeno, un medico greco-romano spesso definito padre della medicina, riportò vari sviluppi sulla conoscenza del sistema nervoso. Egli osservò che i danni cerebrali di alcuni gladiatori erano la causa del malfunzionamento o della perdita di funzioni sensoriali e motorie. Alcuni studiosi medievali sostennero che la memoria viene immagazzinata nei ventricoli cerebrali; ed è a queste strutture che per molto tempo è stata attribuita una grande importanza nel tentativo di localizzare la sede delle qualità psichiche più elevate.

Un largo contributo alle conoscenze sull'anatomia del cervello venne dall'artista e scienziato Leonardo da Vinci, che studiò l'anatomia e il funzionamento del corpo in generale.

A porre il problema dei rapporti tra mente e cervello fu, di seguito, cartesio (1596-1650), il quale nel libro *De homine (Sull'uomo)* scritto nel 1633, e mandato in stampa solo dopo la sua morte, scrisse che il comportamento degli animali e in qualche misura anche quello dell'uomo era paragonabile a quello di una macchina; egli vedeva gli animali come automi biologici. Questa visione degli animali come macchine è la chiave della filosofia di Cartesio ed ha favorito lo sviluppo delle scienze moderne (Lecas, 2006). Egli credeva che solo gli umani possedessero un dualismo anima-corpo, ed era giunto alla conclusione che il collegamento tra la mente e il corpo si trovasse nella ghiandola pineale del cervello. Cartesio aveva motivato questa tesi osservando che mentre le altre strutture del cervello si presentavano in coppia (una

per emisfero cerebrale), la ghiandola pineale era unica; inoltre, egli pensava (erroneamente) che gli animali non avessero nel loro cervello questa ghiandola, e questo doveva essere sufficiente a differenziarli dall'uomo. In sintesi, egli sosteneva che le persone non fossero niente più di una macchina, ma che fossero provviste di un'anima razionale e che la ghiandola pineale fosse la sede dell'interazione anima-corpo.

Al di là delle conclusioni errate a cui Cartesio era giunto, questo rivoluzionario filosofo ha l'eccezionale merito di aver dato impulso allo studio delle attività corporee in termini scientifici, attraverso i suoi studi e la sua innovativa *scientificità*, basata sull'applicazione del *metodo* come strumento di ricerca.

Cervello e comportamento

Il fatto che le interpretazioni sulle funzioni cognitive e più in generale sulla biologia di un organismo siano state nel passato spesso scarsamente plausibili, è in parte conseguenza della mancanza di adeguati strumenti di indagine. Nei secoli XIX e XX si è finalmente accettato di considerare il sistema nervoso come organo responsabile del controllo e della coordinazione del comportamento. Tuttavia, come per ogni altro ambito di studio, le teorie a riguardo sono state influenzate dalla cultura dei tempi contemporanei.

Una teoria popolare nel XIX secolo era la *frenologia*, fondata da Franz Joseph Gall (1758-1828), secondo cui la corteccia cerebrale era suddivisa in aree separate funzionalmente e responsabili ognuna di una diversa facoltà comportamentale, come ad esempio la curiosità, l'amore per la famiglia e così via. Questi studiosi arrivarono a tracciare una mappa della corteccia cerebrale (piuttosto arbitraria e bizzarra!) dalla correlazione tra il comportamento di alcuni individui e la loro forma del cranio, sostenendo che le aree corticali corrispondenti ad una facoltà caratteristica di un uomo fossero più sviluppate in quell'uomo e per questo individuabili. Gli oppositori di questa teoria, come il fisiologo tedesco Friedrich Goltz (1832-1902), sostenevano al contrario una visione più olistica del funzionamento del cervello, ossia che questo funzionasse come un insieme e che non fosse suddiviso in aree.

I primi risultati sulla correlazione tra struttura e funzione del cervello sono riconducibili al progressivo emergere dell'anatomia patologica. L'approccio di questa disciplina, promosso soprattutto in Francia dal fisiologo e patologo Claude Bernard (1813-1878), mirava alla correlazione tra le lesioni o i processi degenerativi a carico di diversi organi con le alterazioni della fisiologia (un approccio simile è tutt'oggi utilizzato dalla neuropsicologia cognitiva). In quegli anni furono gettate le basi della moderna psicologia biologica e il principio fondante restò la correlazione tra struttura e funzione. Fu sempre più chiaro che aree precise erano correlabili a precisi comportamenti e che lesioni o processi degenerativi a carico di esse compromettevano il funzionamento di determinati processi cognitivi, come il linguaggio, la memoria, l'apprendimento.

In questo contesto, la pubblicazione nel 1859 dell'*Origine delle specie* di Charles Darwin aveva contribuito a dare una nuova visione del pensiero biologico, improntata da allora su un punto di vista evuzionistico, divenuto principio unificante di tutte le scienze della vita (Boncinelli, 2010). La teoria dell'evoluzione sosteneva che le specie animali si sono evolute da un antenato comune, e le differenze tra di esse derivano da un processo definito *selezione naturale*; da essa emergono due conclusioni: la prima è la continuità del comportamento e dei processi biologici tra le specie che hanno antenati comuni; la seconda, è che le differenze della biologia e del comportamento si sono evolute come conseguenza dell'adattamento ad ambienti diversi.

L'affermarsi delle concezioni evuzionistiche e l'influenza dell'associazionismo, "indussero molti studiosi del cervello e del comportamento a cercare nell'ambiente un determinante primario e a guardare al cervello come a un organo completamente indeterminato" (Oliverio, 2008).

"Le scienze del cervello e della psiche, all'inizio del Novecento e sino alla metà del XX secolo, furono dominate dal *funzionalismo* e dall'*associazionismo*, due ottiche simili in cui si guardava al cervello come a una *tabula rasa*, essenzialmente plasmata dall'esperienza e da associazioni rinforzate dagli effetti positivi – premi o ricompense – di un determinato comportamento" (Oliverio, 1999). Negli anni tra il 1930 e il 1960 il *behaviourismo* ha rappresentato la principale corrente di psicologia sperimentale, ponendosi come radicale opposizione alla psicologia introspettiva della coscienza. Nel 1913 John B. Watson pubblicò il manifesto del comportamentismo, *Psychology as the behaviourist views it*, con cui la psicologia diventa una scienza naturale, il cui obiettivo è lo studio del comportamento attraverso il metodo della psicologia animale. La diffusione del concetto fu lenta e graduale, come mostrato dal lento decremento del numero di pubblicazioni che discutevano di introspezione e coscienza in *Psychological Review*: 29 nel periodo 1920-25, 13 in 1926-30, 10 in 1931-35, 8 in 1936-40, 2 in 1941-45 e nessuna in seguito (Lecas, 2006). Il metodo comportamentista prevedeva un rigoroso programma sperimentale, al fine di evitare posizioni antropomorfe, che avevano invece caratterizzato la psicologia comparata ottocentesca, ed al fine di ricavare metodologie efficaci per controllare il comportamento umano e animale, con ricadute applicative che andavano dalle campagne pubblicitarie al controllo di comportamenti devianti o indesiderati (Oliverio, 2008). Secondo lo psicologo statunitense Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) tutto il nostro comportamento viene modulato da stimoli che generano specifiche risposte che vengono apprese e quindi ripetute solo quando producono una risposta positiva o negativa nell'individuo. I comportamentisti sostenevano che ogni nostra azione possa essere prodotta in maggiore o minore misura a seconda dei premi o delle punizioni che ad essa conseguono. La convinzione che il comportamento degli individui potesse essere conosciuto e controllato attraverso il principio stimolo-risposta (confermata dalle ricerche di autorevoli scienziati e psicologi del tempo, tra i quali R.L. Thorndike, I.P. Pavlov, K.S. Lashley), aveva portato i comportamentisti ad escludere completamente lo studio del cervello dal un punto di vista anatomico e fisiologico e quindi delle eventuali connessioni del sistema nervoso con i fenotipi comportamentali: bastava conoscere i principi del funzionamento della *black box* (così avevano definito il cervello) e non le sue caratteristiche.

D'altra parte, gli studi sulla fisiologia del cervello e sulla correlazione tra struttura e funzione furono portati avanti in campo medico; e fu in questi anni che Wilder Penfield (1891-1976), un neurologo canadese, tracciò la mappa della

motricità sulla corteccia cerebrale. Attraverso stimolazione elettrica del cervello Penfield era riuscito a costruire il cosiddetto “omuncolo” somatosensoriale e quello motorio; egli aveva tracciato una rappresentazione dei territori periferici di un organismo (mani, busto, piedi, ecc.) a livello della corteccia sensoriale e motoria, ossia a livello di quei territori localizzati di cellule nervose della corteccia che controllano diverse le parti del corpo.

Oggi

Attualmente la psicologia biologica è fortemente influenzata dall'impostazione utilizzata dallo psicologo canadese Donald O. Hebb (1904-1985), che nel suo libro *The organization of behaviour* (1949) indicò teoricamente come un comportamento cognitivo complesso potrebbe essere realizzato da reti di neuroni attivi.

Negli ultimi decenni del secolo scorso le neuroscienze (termine coniato negli anni settanta dello scorso secolo), attraverso un approccio interdisciplinare, che coinvolge biologi, medici, psicologi, fisici, chimici, hanno raccolto una grande quantità di dati e informazioni su come lavora il sistema nervoso. L'interazione reciproca tra cervello e comportamento è oggi un assunto fondamentale delle neuroscienze: l'uno influenza l'altro e viceversa. Quando si parla di questa interazione e si dice che il comportamento e l'esperienza influenzano il cervello, si fa riferimento alla *plasticità neurale*, ovvero alla capacità delle strutture nervose di modificare struttura e funzione in relazione alle diverse esperienze, sia durante lo sviluppo che nell'adulto. Infatti, benché ogni singola regione del sistema nervoso non sia totalmente responsabile di una facoltà mentale, come avevano sostenuto i frenologi, le facoltà cognitive sono il risultato dell'interazione di molti meccanismi e circuiti neurali semplici distribuiti nelle diverse parti del cervello. Complesse interconnessioni tra le regioni nervose e meccanismi di trasmissione innescati dalla varietà di stimoli a cui siamo sottoposti, ci portano alla costruzione di processi mentali complessi fino ad arrivare, alla *costruzione* della coscienza.

È probabile che il cammino verso l'accettazione del fatto che i processi mentali siano il risultato di complesse interazioni neurali sia stato così lungo, proprio perché è estremamente difficile accettare una rappresentazione della coscienza in termini biologici e neurali. Oggi, alla luce del fallimento delle vecchie teorie e dottrine della conoscenza e con il supporto di moderne tecniche di indagine, il compito delle neuroscienze è quello di far luce sulla natura dei processi mentali che ci consentono di percepire, agire, apprendere e ricordare. L'integrazione di indagini a vari livelli, da quello molecolare a quello comportamentale, sta consentendo la comprensione dei complessi meccanismi alla base di funzioni e dis-funzioni cognitive, dall'apprendimento alla memoria, dal linguaggio alle emozioni, fino alla *scomposizione* dei disturbi della mente (depressione, ansia, schizofrenia, ecc.).

Le strutture e le attività del cervello producono mente e comportamento: la sfida più affascinante per i neuroscienziati è riuscire a completare il complicato *puzzle*, fino ad arrivare non solo a conoscere, ma a *prevedere* la mente umana, ed anche, nell'era della robotica, a creare nuove menti artificiali.

BIBLIOGRAFIA

- Darwin C.**, (1859) *L'origine delle specie*, Bur Biblioteca Univ. Rizzoli, 2009.
Descartes R., (1637) *Discorso sul metodo*, Armando editore, 199.9
Descartes R., (1662) *De homine*, Paris: Petrvm Leffen & Franciscvm Moyardvm.
Kandel E. R., Schwartz J. H., Jessell T. M., (1981) *Principi di neuroscienze*, Casa Editrice Ambrosiana, 2003.
Lecas J., (2006) *Behaviourism and the mechanization of the mind*, C. R. Biologies 329.
Oliverio A., (1999) *Esplorare la mente. Il cervello tra filosofia e biologia*, Raffaello Cortina Editore.
Oliverio A., (2008) *Geografia della mente*, Raffaello Cortina Editore.



