

Luiz Pessoa

UN CERVELLO INTERCONNESSO

*L'intreccio di percezione
cognizione ed emozione in un
sistema complesso*

Il cervello è un sistema interdipendente, una rete le cui maglie non possono essere separate come fossero parti autonome l'una dall'altra, e soprattutto è un sistema complesso, che per definizione non è riducibile alla somma delle sue componenti. Per dissolvere il mito delle 'aree cerebrali' dotate di una funzione specifica ci sono confini da abbattere, che si trovano tanto all'interno del cervello quanto fra le discipline che lo studiano.

Casa Editrice Astrolabio

Prefazione

I bei libri scritti da scienziati impegnati offrono importanti approfondimenti su argomenti complessi nell'ambito della biologia, della teoria dell'evoluzione, della fisica e della matematica. Sin da quando ero adolescente, questi libri hanno rappresentato per me una grande fonte di ispirazione. Scrivendo *Un cervello interconnesso*, ho nutrito l'ambizione e la speranza di fare altrettanto trattando del mio argomento preferito, oggetto del mio lavoro di ricerca negli ultimi trent'anni. Ottimi, quando non eccellenti, i testi di neuroscienze rivolti al grande pubblico approfondiscono uno specifico aspetto della mente e del cervello, ad esempio la dipendenza, la cognizione, la memoria e così via. Questa impostazione ha senso data la vastità dei temi da trattare, che rende l'argomento più adatto a volumi universitari. L'obiettivo che ho perseguito scrivendo questo testo, però, era quello di trattare il cervello in una visione di insieme, e non di approfondire argomenti specifici come 'le emozioni' o 'la ricompensa'.

Ne è uscito un saggio relativamente breve che rappresenta il frutto di un'inevitabile selezione e della necessità di lasciar fuori molti temi. È un libro con un'impostazione peculiare: riflette la mia visione del cervello e non sempre fornisce un'esposizione completa, con pro e contro, dei concetti e delle idee esposte. Questa decisione ha implicato la necessità di seguire quello che considero un modo di pensare al cervello di cui, certo, non sono l'unico sostenitore ma che *non* è nemmeno il più in voga tra i neuroscienziati.

Una tesi fondamentale del libro è che la biologia non funziona come la fisica, e ancor meno come l'ingegneria. I sistemi biologici non sono facilmente riducibili a unità separate che, una volta riassemblate, ci restituiscono di nuovo l'insieme. Purtroppo, però, credo che i neuroscienziati (o almeno molti di loro) non siano del tutto di quest'idea. Nelle loro descrizioni per ogni regione cerebrale c'è un'etichetta, che indica come la singola area eserciti la determinata funzione x (qui

c'è la 'paura') o *y* (qui c'è la 'ricompensa'), come se le singole parti funzionassero in modo pressoché autonomo. Questa concezione riflette una corrispondenza tra la struttura (anatomia) e la funzione (comportamento) che risale a più di un secolo fa. Ad esempio, all'inizio del XIX secolo, Korbinian Brodmann, uno dei primi neuroanatomisti, suddivise la corteccia cerebrale in circa cinquanta specifiche unità anatomiche che si pensava corrispondessero a funzioni relativamente distinte. La mappa di Brodmann e i suoi successivi perfezionamenti vengono tutt'ora utilizzati abitualmente dai ricercatori. In effetti, tra le impostazioni fondamentali delle neuroscienze si può individuare una strategia *divide et impera*, che ha l'obiettivo di suddividere l'organo in componenti il cui funzionamento così potrà essere presumibilmente compreso in maniera adeguata. Una volta compresi, questi singoli componenti potranno essere quindi nuovamente assemblati nella speranza che la funzionalità complessiva rifletta la somma delle singole parti. Sono convinto che questa strategia generi diversi problemi, poiché è inadatta a comprendere sistemi come il cervello (nonché, per altro, la genetica) in cui le interazioni tra le parti creano meccanismi e processi che non possono essere desunti dall'osservazione delle singole parti isolate dal contesto.

Volevo evitare in questa sede ciò che ho trovato in molti libri divulgativi, ovvero descrizioni che semplificano il cervello fino a divenire caricaturali. Trattando la sfera delle emozioni e della motivazione, ad esempio, spesso ci si confronta con la storia secondo cui le regioni primitive sottocorticali come l'amigdala (forse 'responsabile della paura') e lo striato (forse 'responsabile della ricompensa') producono comportamenti automatici che è quasi impossibile sovvertire, dando origine ai disturbi d'ansia e alle dipendenze. Allo stesso tempo, la corteccia prefrontale, la parte 'più nuova e razionale' del cervello, ci permette di esercitare il controllo sulle componenti sottocorticali e di correggere i comportamenti quando necessario (ad esempio, non mangiare la torta se si è a dieta). La prospettiva adottata in questo volume riflette una concezione che rifugge da queste spiegazioni di primo ordine. La visione che ne risulta non è semplice, ma credo che al giorno d'oggi i lettori siano più che pronti ad affrontare la complessità. Non dobbiamo inserire le funzioni in piccole scatole nel cervello e raccontare poi storielle perfette. La realtà è immensamente più complessa.

L'idea proposta in queste pagine è che le diverse parti del cervello funzionino in modo coordinato, cosicché le funzioni siano svolte da circuiti distribuiti su larga scala, chiamati anche *reti* su larga scala. In altre parole, agglomerati di parti di materia grigia si scambiano segnali e, così facendo, determinano la comparsa dei diversi comportamenti. I circuiti non sono locali ma distribuiti, e coinvolgono, ad esempio, diverse parti nella corteccia e nella sotto corteccia. Sono 'su larga scala' perché non coinvolgono solo una coppia o magari più regioni, ma molti componenti che operano contemporaneamente. È in questo senso che il cervello è interconnesso. L'obiettivo è quello di presentare il sistema nervoso centrale in un modo non semplice ma, spero, coinvolgente, mostrando alcune delle complessità che accompagnano la nostra comprensione del cervello, senza però sommergere chi legge in un mare di tecnicismi.

Molti profani, ma anche alcuni neuroscienziati, presumono implicitamente che il cervello umano sia unico, con la sua prominente corteccia. Tuttavia, negli ultimi decenni, i neuro-anatomisti hanno scoperto sorprendenti analogie nel 'progetto' generale del cervello di tutti i vertebrati (pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi). È chiaro quindi come sia imprescindibile comprendere il sistema nervoso centrale degli esseri umani anche attraverso questa lente cosiddetta *comparativa*, come approfondirò nel capitolo 9.

Il concetto di *sistemi complessi* permea questo libro. I sistemi complessi sono costituiti da diverse parti relativamente semplici in interazione reciproca e manifestano comportamenti *emergenti*: proprietà assenti nelle singole parti ma osservate nell'insieme del sistema. A partire dagli anni quaranta, attraverso alcuni movimenti come la cibernetica e la biologia dei sistemi, la teoria dei sistemi complessi si è diffusa nella maggior parte dei campi della conoscenza in cui le interazioni tra gli elementi (compresi i cicli di feedback) sfidano la nostra capacità di decifrare come funziona un determinato sistema. Oggi, in molti settori, tra cui le neuroscienze, l'ecologia e lo studio dell'evoluzione, le intuizioni di questa branca del sapere trovano applicazione.

Le seguenti pagine offrono al lettore un'introduzione al cervello dal punto di vista dei sistemi. Non si pretende di essere esaustivi; le neuroscienze costituiscono un campo di ricerca così vasto che non sarebbe del resto possibile. Sebbene il libro non esponga una visione

‘nuova’ del cervello in sé, riflette da vicino una linea di pensiero che ho delineato, e continuo a sviluppare, in una serie di articoli concettuali sottoposti a *peer-review*, nonché in lavori sulle ‘interazioni cognitivo-emotive’ in ottica comparata (cioè prendendo in considerazione tutti i vertebrati). In particolare, una delle nozioni frutto delle mie ricerche negli ultimi trent’anni, e che sta alla base del libro, è che la percezione, la cognizione, l’azione, l’emozione e la cognizione sono strettamente interconnesse nel cervello. Non si può indicare un punto del cervello e dire: “È qui che x accade”.

Indice

<i>Prefazione</i>	pag. 7
1. Dallo studio delle singole aree allo studio delle reti di sistemi	» 11
2. Impariamo un po’ di anatomia	» 29
3. Il cervello minimo: la costruzione di difese semplici e la ricerca di ricompense	» 48
4. Cosa fanno le aree cerebrali?	» 66
5. Emozione e motivazione: gli attori sottocorticali	» 86
6. Emozione e motivazione: la corteccia regina della festa	» 119
7. Cognizione e corteccia prefrontale	» 140
8. Sistemi complessi: la scienza delle parti interagenti	» 163
9. Cinquecento milioni di anni di evoluzione	» 182
10. La grande rete: mettere insieme i pezzi	» 209
11. Disimparare la paura	» 239
12. È tutta una questione di reti complesse e interconnesse	» 265
<i>Glossario</i>	» 284
<i>Ringraziamenti</i>	» 288
<i>Bibliografia</i>	» 289
<i>Indice analitico</i>	» 303

LUIZ PESSOA

UN CERVELLO
INTERCONNESSO

*L'intreccio di percezione, cognizione
ed emozione in un sistema complesso*

Per più di un secolo si è tentato di stabilire una precisa corrispondenza fra strutture anatomiche del cervello e funzioni del comportamento. È giunto il momento di abbandonare questo assioma, per più ragioni. Innanzitutto, una delimitazione concreta e precisa, in base a un'anatomia fine, delle cosiddette aree deputate si è rivelata impossibile, anzi, sempre più smentita dai fatti. Inoltre, le svariate aree cerebrali dove 'ha sede' il comportamento in realtà non funzionano in modo autonomo ma presentano connessioni neurali complesse con aree anche molto lontane, che si influenzano a vicenda; ossia il cervello si presenta piuttosto come un sistema complesso di interconnessioni tra diverse parti a un livello di complessità più basso, che, in interazione reciproca, producono comportamenti emergenti. Infine, neppure le spettacolari tecniche attuali di esplorazione dell'attività cerebrale, che si vorrebbero chiamare a sostegno della localizzazione cerebrale di funzioni del comportamento, sono riuscite a fornirci una maggiore comprensione di come in realtà funzionino le cose.

A partire dagli anni quaranta del Novecento, con la nascita di discipline come la cibernetica e la biologia dei sistemi, la teoria dei sistemi complessi si è diffusa nella maggior parte dei campi della conoscenza in cui le interazioni tra gli elementi sfidano la nostra capacità di decifrare come funziona un determinato sistema. Il punto di partenza dell'indagine di Pessoa è proprio considerare il cervello un sistema comples-

so e interconnesso, in grado di generare la cognizione e il comportamento. Non si tratta di un sistema modulare, da comprendere una regione alla volta, ma di una rete complessa, a volte ingarbugliata, i cui fili sono inestricabilmente collegati e in reciproca e costante interazione. Facendo appello alla neuroanatomia comparata, alla biologia matematica e alla cibernetica, Pessoa dimostra come le regioni cerebrali svolgano funzioni specifiche solo quando sono immerse in una rete più ampia.

In questa prospettiva, anche il problema del rapporto mente-cervello assume aspetti completamente nuovi.

* * *

LUIZ PESSOA è docente nel dipartimento di Psicologia della University of Maryland, dove è membro del Programma in Neuroscienze e Scienze cognitive. È ricercatore principale del Laboratory of Cognition and Emotion e direttore del Maryland Neuroimaging Center.