

Introduzione

Nel 1665 l'anatomista danese Niccolò Stenone si rivolse a un piccolo gruppo di intellettuali radunatisi a Issy, un sobborgo a sud di Parigi. Questo incontro informale sarebbe stato una delle origini dell'Académie des Sciences. Fu anche il momento in cui fu definito l'approccio moderno alla conoscenza del cervello. Nella sua lezione, Stenone sosteneva audacemente che, per comprendere che cosa fa il cervello, e come lo fa, dovremmo concepirlo come una macchina e scomporlo per capire in che modo funziona, non solo per descrivere le singole componenti.

Fu un'idea rivoluzionaria, e per oltre trecentocinquanta anni avremmo seguito il suggerimento di Stenone: scrutando all'interno di cervelli non più in vita, rimuovendo parti da cervelli vivi, registrando l'attività elettrica di cellule nervose (neuroni) e più recentemente modificando la funzione neuronale: con le conseguenze più sorprendenti. Benché buona parte dei neuroscienziati non abbia mai sentito parlare di Stenone, la sua visione ha dominato secoli di scienza del cervello ed è alla radice del nostro notevole progresso nella comprensione di quest'organo davvero straordinario.

Oggi possiamo indurre un topo a ricordare qualcosa di un odore in cui non si è mai imbattuto, trasformare in questo roditore un cattivo ricordo in un buon ricordo, e persino usare un impulso elettrico per alterare nelle persone la percezione dei volti; stiamo redigendo mappe funzionali sempre più dettagliate e complesse del cervello, umano e di altro tipo; in alcune specie possiamo modificare a piacere la struttura stessa del cervello, cambiando di conseguenza il comportamento dell'animale. Alcune conseguenze più profonde della nostra crescente maestria si possono vedere nella nostra capacità di consentire a una per-

sona paralizzata di controllare un braccio robotico con il potere della mente.

Non possiamo fare tutto: almeno per ora non ci è possibile creare artificialmente una precisa esperienza sensoriale in un cervello umano (gli allucinogeni lo fanno, ma in modo incontrollato), eppure abbiamo un raffinato grado di controllo per svolgere un esperimento del genere nel topo. Recentemente, due gruppi di scienziati hanno addestrato alcuni roditori a leccare una bottiglia d'acqua quando vedevano una serie di strisce, mentre le macchine registravano come un piccolo numero di cellule dei centri visivi rispondeva all'immagine. Gli scienziati hanno poi impiegato la complessa tecnologia optogenetica per ricreare artificialmente quello schema dell'attività neuronale nelle relative cellule cerebrali. Quando ciò accadeva, l'animale rispondeva come se avesse visto le strisce, pur trovandosi nel buio più totale. Una spiegazione è che, per il topo, quella precisa attività neuronale coincideva con il vedere. Saranno necessarie sperimentazioni più ingegnose per risolvere l'enigma, ma siamo ormai sul punto di comprendere come schemi di attività in reti di neuroni creano la percezione.

Il libro racconta la storia di secoli di scoperte, mostrando come menti brillanti, alcune delle quali ormai dimenticate, stabilirono per la prima volta che il cervello è l'organo che genera il pensiero, e poi iniziarono a illustrare che cosa faceva. Il testo continua descrivendo le straordinarie scoperte fatte mentre cercavano di capire che cosa fa il cervello, e suscita una sensazione di stupore nei riguardi degli ingegnosi esperimenti che hanno generato queste conoscenze.

Esiste però un'importante lacuna in questo racconto di progresso straordinario, raramente riconosciuta nei molti libri che pretendono di spiegare come funziona il cervello. E cioè che, malgrado un substrato solido di conoscenze, non abbiamo una chiara comprensione del modo in cui miliardi o milioni o migliaia, o persino decine, di neuroni operino insieme per generare l'attività del cervello.

Sappiamo in termini generali che cosa succede, e cioè che il cervello interagisce con il mondo, e con il resto del nostro corpo, rappresentando gli stimoli usando reti neurali a un tempo innate e acquisite. Il cervello predice come quegli stimoli potrebbe

ro cambiare per essere pronto a rispondere e, facendo parte del corpo, esso organizza l'azione di quest'ultimo. Tutto questo è realizzato dai neuroni e dalle loro complesse interconnessioni, inclusi i molti segnali chimici in cui sono immersi. Per quanto possa contraddire le vostre sensazioni più profonde, non esiste una persona disincarnata fluttuante nella vostra testa che guarda quest'attività: tutto è limitato ai neuroni, alle loro connessioni e alle sostanze che si diffondono in queste reti.

Quando però si tratta davvero di comprendere che cosa succede in un cervello al livello delle reti neuronali e delle cellule che le compongono, o di prevedere che cosa accadrà quando l'attività di una particolare rete è alterata, siamo ancora ai primordi. Potremmo essere capaci di indurre artificialmente la percezione visiva nel cervello di un topo copiando con estrema precisione lo schema di attività neuronale, ma non comprendiamo appieno né come né perché, per cominciare, la percezione visiva genera quello schema di attività (*pattern di attività*).

Un indizio essenziale per spiegare in che modo abbiamo realizzato un progresso così stupefacente, e ciononostante abbiamo appena scalfito la superficie dello straordinario organo che risiede nella nostra testa, lo troviamo nel suggerimento di Stenone che dovremmo considerare il cervello come una macchina. La parola «macchina» ha significato nei secoli cose molto differenti, e ciascuno di quei significati ha avuto conseguenze sul nostro modo di concepire il cervello. All'epoca di Stenone gli unici tipi di macchina esistenti si basavano sull'energia idraulica o su meccanismi a orologeria. Presto le conoscenze che tali macchine potevano offrire sulla struttura e sulla funzione del cervello si rivelarono limitate, e oggi nessuno considera il cervello in questo modo. Dopo la scoperta che i nervi rispondono alla stimolazione elettrica, nell'Ottocento il cervello fu concepito, dapprima, come una sorta di telegrafo e poi, successivamente alla identificazione dei neuroni e delle sinapsi, come una centralina telefonica, che consente un'organizzazione flessibile e un segnale in uscita (ogni tanto negli articoli scientifici questa metafora è ancora usata).

Dagli scorsi anni Cinquanta le nostre teorie sono state dominate da concetti che hanno fatto irruzione nella biologia dal mondo della computazione, per esempio: cicli di retroazione,

informazione, codici e computazione. Ma benché molte delle funzioni che abbiamo identificato nel cervello implicino in genere una qualche forma di computazione, pochi esempi soltanto sono compresi a fondo, e alcune intuizioni teoriche tra le più brillanti e influenti sulle possibili «computazioni» del cervello si sono rivelate errate. Soprattutto, come presto avrebbero compreso gli scienziati di metà Novecento che avevano proposto il paragone tra il cervello e il computer, il cervello non è digitale. Persino il cervello animale più semplice non è un computer come quelli che abbiamo già costruito, né un computer che possiamo ancora concepire. Il cervello non è un computer, ma è più simile a un computer che a un orologio, e considerando le analogie tra un computer e un cervello possiamo comprendere meglio che cosa succede nella nostra testa e in quella di altri animali.

Esplorare queste teorie sul cervello – i tipi di macchina che abbiamo immaginato i cervelli siano – chiarisce che, pur essendo ancora lontani dal comprenderlo appieno, i modi per concepirlo sono molto più numerosi che in passato, non soltanto per i fatti stupefacenti che abbiamo scoperto, ma soprattutto per come li interpretiamo.

Questi cambiamenti hanno un'importante implicazione. Nei secoli, ogni strato di metafora tecnologica ha aggiunto qualcosa alla nostra comprensione, permettendoci di svolgere nuovi esperimenti e di reinterpretare vecchi risultati. Ma rimanere ancorati alle metafore finisce per limitare ciò che pensiamo e il modo in cui lo facciamo. Diversi scienziati si rendono ormai conto che considerare il cervello come un computer, che risponde passivamente agli input ed elabora dati, ci fa dimenticare che è un organo attivo, che fa parte di un corpo che agisce nel mondo e che ha un passato evolutivo che ne ha plasmato la struttura e la funzione. Ci sfuggono elementi essenziali della sua attività. In altre parole, le metafore plasmano le nostre teorie in modi che non sempre tornano utili.

L'implicazione allettante del collegamento tra la tecnologia e la scienza del cervello è che, un domani, le nostre teorie saranno nuovamente modificate dalla comparsa di sviluppi tecnologici inediti e ancora impensati. Con l'emergere di quella nuova conoscenza, reinterpreteremo le nostre certezze attuali, abbandoneremo alcuni assunti errati e svilupperemo teorie e modi di

comprendere inediti. Quando gli scienziati realizzano che il loro modo di pensare – incluse le domande che si pongono e gli esperimenti che possono immaginare – è in parte inquadrato e limitato dalle metafore tecnologiche, spesso si entusiasmano alla prospettiva del futuro e vogliono sapere quale sarà la prossima grande novità e come potranno applicarla alle proprie ricerche. Se ne avessi la piú pallida idea, sarei ricchissimo.