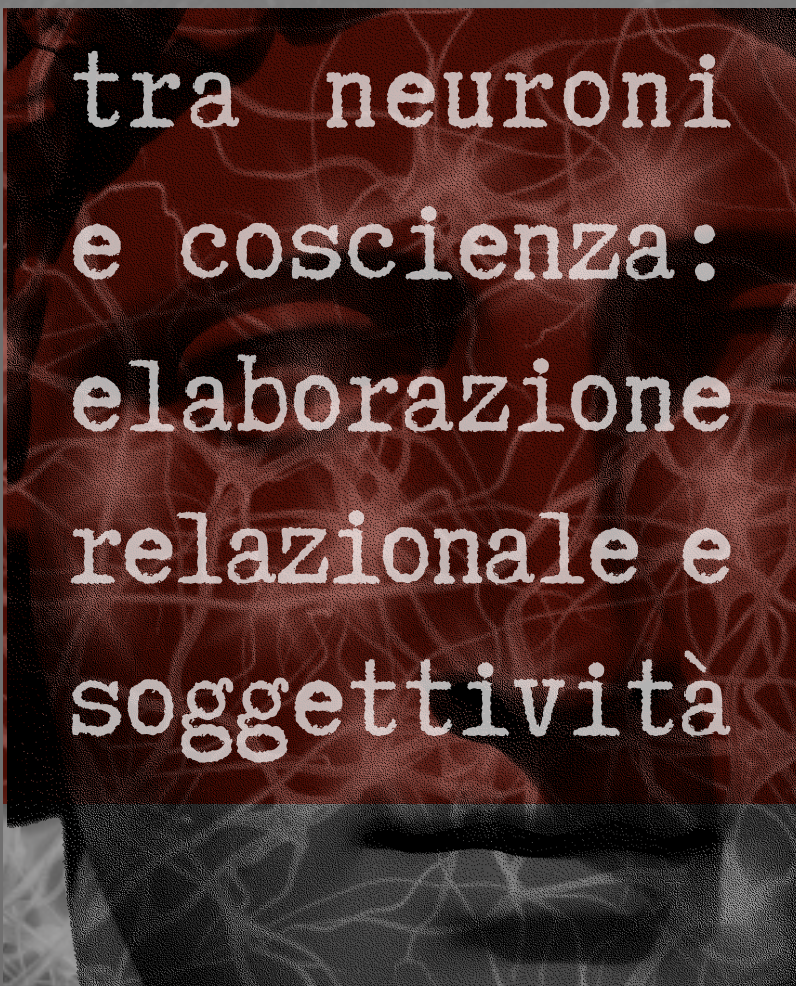


Riccardo Fesce



tra neuroni
e coscienza:
elaborazione
relazionale e
soggettività



DUEMILADICIASSETTE
inserto

Insero al n° 6 - 2017

viaBorgogna3
il magazine
della Casa della Cultura

direttore
Ferruccio Capelli
condirettore e direttore responsabile
Annamaria Abbate

comitato editoriale
Duccio Demetrio
Enrico Finzi
Carmen Leccardi
Marisa Fiumanò
Paolo Giovannetti
Renzo Riboldazzi
Mario Ricciardi
Mario Sanchini
Silvia Vegetti Finzi
Salvatore Veca

progetto grafico
Giovanna Baderna

direzione e redazione
via Borgogna 3, 20122 Milano
tel.02.795567 / fax 02.76008247
viaborgogna3magazine@casadellacultura.it

periodico bimestrale
registrazione n. 323 del 27/11/2015
Tribunale di Milano

viaBorgogna3 ISSN 2499-5339 | 2017 ANNO 2 numero 6
ISBN 978-88-99004-36-1 | TRA NEURONI E COSCIENZA

© copyright Casa della Cultura, Milano



6

TRA NEURONI
E COSCIENZA:
ELABORAZIONE
RELAZIONALE E
SOGGETTIVITÀ

Riccardo Fesce

www.scuoladiculturapolitica.it •



TRA NEURONI E COSCIENZA

Coscienza: termine prezioso, molteplice, per molti versi sfuggente. Certo dissacrante – oltre che ambizioso – cercare di rintracciarne gli elementi nel funzionamento di una brodaglia grigia di cellule nervose e di contatti reciproci. Senza voler riscrivere la “Critica della Ragion Pura”, mi ha colpito nello studio dei neuroni, delle reti neurali e del funzionamento del cervello, che tutti quei meccanismi e processi che Kant pone alla base della attività *trascendente* della *Ragione*, in quanto caratteristiche *a priori* dell'*Intelletto*, trovano affascinanti corrispondenze nelle modalità di funzionamento dei neuroni e dei circuiti cerebrali.

In cerca del “principio” della coscienza non possiamo accontentarci di riconoscere la capacità di elaborare logicamente informazioni o produrre una rappresentazione interiore dei dati in ingresso: per molti versi lo fa anche un computer. La questione richiama le problematiche del rapporto tra *mente* e *cervello*: nessuno

nega al cervello le capacità di calcolo ed elaborazione (oggettiva) che sostengono le attività mentali, ma quando si parla di *mente* sembra ci si sposti su un altro livello, dal calcolo al vissuto relazionale, soggettivo, personale. Analogamente, ciò di cui avvertiamo l'inevitabile mancanza, in un sistema che magari riesca anche a *riprodurre* il comportamento umano, è un principio di *soggettività*. Concediamo più volentieri una coscienza, per quanto rozza, a una rana che a un computer, perché nel comportamento di ogni animale possiamo intravedere una modalità di reazione (e azione), e pertanto una “prospettiva”, *soggettiva*.

Ciò che mi propongo qui, allora, è proprio andare in cerca di questo principio di soggettività, creatività e prospettiva personale nel funzionamento stesso di neuroni e circuiti cerebrali.

* * *



Lo studio delle relazioni tra attività del sistema nervoso e coscienza è complicato da una serie di aspetti. In generale, proprio per la sua dimensione soggettiva, la coscienza non può essere invasa sperimentalmente. Con la sua “fenomenologia”, Husserl ha avviato una importante linea filosofica proponendo di ovviare a questo limite attraverso uno studio della coscienza basato su una introspezione puramente fenomenologica, il più possibile oggettiva e scevra da presupposti teorici e aspirazioni interpretative; questo però non basta per ovviare alla critica che non si possa assumere un approccio scientifico se osservatore e osservato coincidono, e in ogni caso non dice nulla sulla relazione tra i processi neuronali e i processi psichici.

C'è inoltre grande confusione terminologica, perché tutti abbiamo abbastanza chiaro che cosa intendiamo quando usiamo il termine coscienza, ma se discutiamo di coma, o di attività

inconscia, di stimoli subliminali, o di differenza tra uno stato di allerta e uno di meditazione profonda, o ancora delle relazioni tra coscienza, libero arbitrio e responsabilità personale, stiamo chiaramente usando lo stesso termine per riferirci a cose ben diverse, che presumibilmente hanno substrati neuronali e funzionali ben distinti.

Andrebbero quantomeno distinti una serie di aspetti o “assi” sostanzialmente diversi, non solo quantitativi, come l'intensità e complessità della attività mentale (dalla veglia attenta al coma profondo) e la lucidità della coscienza (da un preciso orientamento spazio-temporale all'obnubilamento e confusione mentale), ma anche qualitativi: da una percezione indefinita, intuitiva, olistica e implicita di sé, o dell'oggetto dell'attenzione cosciente, ad una percezione precisa, analitica, esplicita e verbalizzabile; vi sono inoltre aspetti relativi al contenuto: coscienza presente qui e ora, pronta

e reattiva, o rivolta a contenuti interiori (meditazione, estasi, fantasticherie), e aspetti di “accessibilità” alla coscienza dei contenuti psichici (inconscio, sub-liminare, pienamente consapevole); ancora, vi sono diverse modalità di lavoro della coscienza, specialmente rispetto all'esame di realtà, da quelle fisiologiche (dalla veglia al sogno) a quelle patologiche (disturbi dell'esame di realtà, dell'orientamento spaziale e temporale, della coerenza cognitiva e del pensiero, e stati dissociativi, allucinatori, deliranti); si può infine considerare il ruolo della coscienza nel costruire una immagine interiore di sé e nell'orientare il comportamento in funzione di norme sociali, esigenze affettive, autoaffermazione, protezione della immagine di sé, esigenze di giustizia; molte volte, infine, parlando di “coscienza” intendiamo coscienza di sé, e “coscienza di essere coscienti”.

Un'analisi dettagliata di ognuno di questi aspetti ci allontanerebbe dall'obbietti-

vo di trovare un legame tra neuroni e il principio stesso della coscienza; accennere- mo quindi ai sistemi neuro- nali che sostengono questi vari aspetti, ma poi dovremo andare più in profondità, in cerca della “soggettività”.

Le basi neurali dei vari aspetti della coscienza

Dal punto di vista scientifico e sperimentale, l'unica misurazione oggettiva disponibile è lo studio della attività elettrica e biochimica cerebrale, attraverso l'elettroencefalogramma (EEG) o tecniche come la PET o la risonanza magnetica funzionale; questi approcci suggeriscono che l'intensità generale della attività mentale cosciente abbia una diretta corrispondenza (a) con la attività delle aree associative multimodali, ovvero quelle regioni della corteccia che raccolgono e integrano informazioni di tipo diverso, visive, uditive, tattili, motorie, di elaborazione logico-matematica, di richiamo della memoria; e (b) con la *complessità* di tale attività,

ovvero il grado in cui diverse elaborazioni, e livelli di elaborazione e integrazione, si intersecano e influenzano a vicenda, determinando non un singolo chiaro percorso di elaborazione, ma una complessa interazione (e integrazione) tra modalità e criteri diversi di elaborazione. Questo tipo di strumenti diagnostici risultano insostituibili a fronte di situazioni come gli stati di minima coscienza (conseguenti a danno cerebrale), il coma, e le condizioni di *locked-in*, ovvero pazienti nei quali la attività cosciente è pienamente preservata ma che, a causa di paralisi completa, non possono dare alcun segnale all'esterno della presenza di tale attività cosciente. Infatti non vi è alcun altro modo di indagare se attività mentale cosciente sia presente in questi stati.

Queste misurazioni ovviamente non possono dire nulla sulla maggiore o minore lucidità della coscienza, sul contenuto, sulla accessibilità dei vari contenuti alla coscienza, sull'orientamen-



to spazio-temporale, l'essenza di realtà, la coerenza del pensiero. Appare comunque chiaro che l'attività della corteccia sia indispensabile per la presenza di uno "stato di coscienza". In particolare, gli studi di Giulio Tononi, Marcello Massimini e colleghi (2016) indicano che una *condizione necessaria* perché in un cervello umano sia presente una *coscienza* è che i tracciati ottenuti simultaneamente da molti elettrodi elettroencefalografici (EEG) presentino un adeguato livello di complessità, dove per complessità si intende la contemporanea presenza di attività che, pur correlate, mostrino andamenti temporali indipendenti, che "dialogano" e si intersecano. In una persona che dorme e non sta sognando, anestetizzata profondamente o in coma vegetativo, l'EEG mostra attività "semplici", nel senso che l'evocazione di una attività elettrica in un punto del cervello rimane localizzata o si diffonde ad aree più o meno estese in modo altamente correlato, dando

luogo a tracciati molto simili nei vari elettrodi posizionati su regioni diverse del capo; viceversa, se una persona è sveglia, o sta sognando, o pur appearing in coma mostra di avere un certo grado, anche limitato, di coscienza, l'attività evocata in un punto del cervello "richeggia" con forme diverse e in tempi diversi nei tracciati registrati da elettrodi in altre posizioni.

Queste misurazioni possono portarci a definire una *condizione necessaria* per la presenza di coscienza (un'adeguata *complessità* dell'attività cerebrale), ed è possibile che questo costituisca anche una *condizione sufficiente*, nel caso del cervello umano. Questo non ci dice però se la capacità di generare una attività altrettanto complessa costituisca una *condizione sufficiente* per presumere la presenza di coscienza in altri sistemi biologici o artificiali (computer). Sorge infatti comunque il dubbio che la *coscienza* come comunemente la intendiamo debba presentare alcune altre caratteristi-

che, oltre alla molteplicità e complessità dei processi che la costituiscono: come osservato sopra, ci sembra indispensabile che alla complessità si associ una dimensione *soggettiva*, ovvero la capacità di trasformare una *rappresentazione* della realtà (e di sé) in un *vissuto relazionale soggettivo*, centrato sulla relazione personale con l'immagine interna della realtà, degli eventi, di sé, relazione colorata di valenze vitali, emotive, affettive personali.

Ragionando sulla attività della corteccia, si osserva che essa è influenzata da due sistemi principali. Tutte le informazioni arrivano al cervello facendo tappa nel talamo, struttura ovoidale doppia al centro dell'encefalo. Il talamo, in continuo dialogo reciproco con la corteccia, può funzionare in due modalità generali: quando le sue cellule sono tenute parzialmente depolarizzate (da istamina o acetilcolina), il talamo elabora e inoltra le informazioni in arrivo verso la corteccia

(modalità di "trasmissione"); quando tale attività manca, le cellule talamiche tendono a generare scariche ("burst") di segnali neuronali ("spike") che attivano in modo sincrono ampie aree della corteccia (generando le onde ampie e lente che si misurano nell'EEG durante il sonno: modalità "bursting" o di scarica); in questo modo però l'informazione proveniente dalla periferia viene intercettata e la corteccia lavora sui contenuti informativi interni.

La modalità di funzionamento del talamo regola pertanto il passaggio dallo stato di veglia al sonno, con possibili stati intermedi (fantasticherie e dormiveglia) e fino ai livelli di sonno più profondo (onde EEG più ampie e più lente); se una parte del talamo – quella che controlla lo scambio tra le informazioni vive e i movimenti degli occhi – resta in modalità di trasmissione, può aver luogo l'attività onirica (con componente visiva) accompagnata da movimenti oculari rapidi (sonno REM).

Il secondo sistema che influenza l'attività corticale è l'insieme di proiezioni neuronali che dal tronco encefalico (la struttura che costituisce il prolungamento del midollo spinale nel cranio e si raccorda al cervello) raggiunge diffusamente la corteccia, aggirando il talamo (Jones, 2003). Non si tratta in questo caso di "informazioni" che pervengono alla corteccia, ma piuttosto di una regolazione generale del grado di attività e responsabilità della corteccia. Si può proporre un'analogia con un apparecchio radio: attraverso il talamo arriva alla corteccia *informazione*, analoga al segnale che arriva alla radio attraverso l'antenna; i sistemi di proiezioni dal tronco encefalico invece operano come le varie manopole di volume, mono-stereo, equalizzatore, sintonia fine, ecc.

Proiezioni adrenergiche (noradrenalina e adrenalina) hanno essenzialmente una funzione di risveglio corticale, favoriscono l'attenzione, fino a produrre uno stato



di allerta. Proiezioni colinergiche (acetilcolina) aumentano l'attività discriminativa nelle funzioni cerebrali, facilitano così lo svolgimento delle attività cognitive e contribuiscono alla lucidità mentale. Proiezioni istaminergiche contribuiscono diffusamente al tono dell'attività corticale, oltre a regolare il ciclo sonno-veglia agendo sul talamo. Proiezioni serotonergiche (serotonina) svolgono azioni molto diverse nelle varie regioni della corteccia: a livello prefrontale interferiscono con il livello attentivo, facilitano la flessibilità comportamentale riducendo comportamenti perseverativi e compulsivi e riducendo la spinta verso la "reciprocità negativa", ovvero la tendenza a rinunciare a un vantaggio purché ciò punisca un comportamento scorretto altrui (Cerit, 2015); a livello delle regioni di elaborazione emotiva (limbiche) la serotonina ha azione ansiogena e depressogena (riduzione del tono dell'umore); a livello delle regioni associative di elaborazione sensoriale ha un ruolo im-

portante nel riconoscimento della origine sensoriale o immaginativa di ciò che si percepisce (il malfunzionamento di questi sistemi sta alla base di alterato esame di realtà e allucinazioni, che possono essere prodotte da farmaci, come l'LDS e molti derivati di funghi, che interferiscono con l'attività della serotonina); le azioni della serotonina sono quindi molteplici e dipendono dal sito particolare dove la serotonina agisce: poiché i neuroni serotonergici sono a loro volta sensibili alla serotonina, che ne riduce l'attività, la serotonina può anche svolgere effetti opposti a quelli descritti sopra. Inoltre la serotonina interferisce con la regolazione del sonno e con il comportamento alimentare.

Benché, come accennato, tutte queste proiezioni abbiano funzioni diversificate e azioni diverse nelle varie regioni corticali, nel complesso esse sono indispensabili per mantenere un corretto livello di attività corticale (nella veglia come nel son-

no). Se queste proiezioni (o i neuroni che vi danno origine) sono compromesse si genera lo stato di coma. La posizione del tronco encefalico lo rende molto sensibile a possibili urti (o allo scuotimento del cervello nel cranio) e al possibile aumento di pressione nel cranio; questo spiega perché traumi cranici (o un semplice colpo di frusta) possano determinare situazioni transitorie di coma, e viceversa edemi, versamenti o tumori endocranici (o degenerazione dei neuroni del tronco encefalico) possano produrre coma prolungato o addirittura irreversibile.

Dal tronco encefalico, e in particolare dal mesencefalo, partono anche proiezioni dopaminergiche (Majovski, 1981). Queste raggiungono tre sistemi diversi: i nuclei della base, responsabili del controllo "pre-intenzionale" di comportamenti motori e cognitivi; le regioni limbiche, implicate nella elaborazione emotiva; e le aree prefrontali della corteccia, responsabili dell'attività razionale e del controllo strategico del

comportamento. I centri dopaminergici del mesencefalo ricevono input da tutto il cervello e elaborano la valenza emotiva affettiva di ogni attività sensoriale o immaginativa; questa valutazione viene tradotta in una "valenza gratificazionale" e – corrispondentemente – in una "valenza motivazionale" (*drive* motivazionale).

Un nucleo del mesencefalo, la sostanza nera (parte compatta) proietta verso i nuclei della base e rilascia dopamina per favorire o inibire, avviare, conciliare, scegliere programmi comportamentali, in funzione della valenza emotiva che è stata loro associata sulla base dell'esperienza, senza richiedere una valutazione cognitiva consapevole (un "pilota automatico" basato sull'esperienza, e che apprende). Il resto dei neuroni a dopamina nel mesencefalo costituisce l'area tegmentale ventrale (VTA) e da luogo a due "vie": la *via mesolimbica* ("via della ricompensa") che proietta allo striato ventrale e alle aree limbiche,

e la cui attivazione dà luogo alla sensazione di *piacere*; e la *via mesocorticale* che raggiunge la corteccia prefrontale, dove l'input di dopamina ha invece un ruolo motivazionale contribuendo alla progettazione strategica consapevole dei comportamenti.

Un aspetto critico di questi sistemi consiste nel fatto che l'attività mesolimbica e mesocorticale devono essere perfettamente bilanciate, coordinate e coerenti, altrimenti si crea una discordanza tra il vissuto emotivo e cognitivo, discordanza che sta alla base della fondamentale dissociazione (frattura) della coscienza che caratterizza la schizofrenia.

Questa rapida rassegna dà una idea sommaria di come vari sistemi neuronali giochino un ruolo nel definire il livello di attività corticale (*intensità* della attività cosciente) e cognitiva (*lucidità*), il passaggio dal sonno alla veglia, il *contenuto* della coscienza, l'esame di *realtà*, la valutazione emotiva e

motivazionale. La questione fondamentale - di dove venga la *soggettività* - non è stata però neanche sfiorata.

* * *



Di dove viene il vissuto emotivo e cognitivo personale?

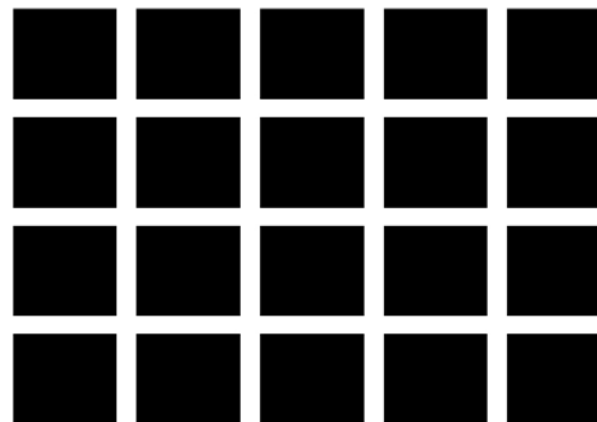
Dove nasce l'identità personale come sguardo soggettivo su sé e la realtà? Per cercare una risposta a queste domande propongo di esaminare quale sia la specificità dei neuroni (e dei circuiti neuronali nel cervello) in *modo* di elaborare le informazioni. Si tratta di individuare se e come questa modalità specifica possa giustificare le caratteristiche fondamentali del comportamento umano, i meccanismi dell'attenzione selettiva, le modalità del comportamento cognitivo, del flusso del pensiero e della attività immaginativa. In altre parole, se nelle modalità dell'*attività cerebrale* siano già insite le modalità dell'*attività mentale*. E di qui arrivare a suggerire possibili relazioni tra queste modalità e funzioni e ciò che chiamiamo "coscienza". Si tratta di capire se il cervello sia da considerarsi solo un freddo sistema computazionale che una qualche entità estranea me-

tafisica (coscienza, mente, intelletto, spirito) utilizza per registrare la realtà esterna ed essere aiutata a elaborare logicamente e affettivamente e a reagire adeguatamente; oppure se esso sia in grado di produrre, per il suo stesso modo di funzionare, una prospettiva soggettiva, e in tal caso "dove stia il trucco".

Ogni neurone è come una piccolissima batteria (le pile AA creano 1,5 V di differenza di potenziale; un neurone, piccolo com'è, crea poco meno di 0,1 V, cioè 1/15 di una pila AA). Ogni neurone genera un continuo segnale elettrico, fatto di impulsi a cadenza variabile. Il ritmo della sua attività dipende dalla integrazione di tutti i segnali (fino a diverse migliaia) che in ogni istante gli arrivano da altri neuroni. In altre parole, un neurone non è acceso o spento. Piuttosto, in ogni momento il neurone *suona una sua melodia*.

Questa caratteristica dei neuroni fa sì che nessun dato sensoriale venga "ri-prodotto" come tale nel cer-

vello. Non c'è nessuna immagine di ciò che vediamo, proiettata sul fondo della testa, così che un osservatore interno, comodamente seduto nel cervello, possa esaminarla. Già nella retina, che non è semplicemente una collezione di fotorecettori ma è un "pezzo" di sistema nervoso centrale migrato nell'occhio durante lo sviluppo, cellule bipolari e cellule gangliari costituiscono una complessa circuiteria locale che elabora i segnali che arrivano dai fotorecettori (coni e bastoncelli) in modo da riconoscere, più che la quantità di luce che colpisce ogni fotorecettore, le differenze di attivazione tra i fotorecettori vicini. Il segnale luminoso viene trasformato in una **relazione** tra le attivazioni di fotorecettori vicini (quello centrale è più o meno luminoso dei vicini?). Si capisce bene che cosa ne deriva guardando l'immagine: i punti di incrocio sembrano grigi anziché bianchi perché sono contornati da molto bianco (hanno meno contrasto rispetto ai punti circostanti); se fisso lo



sguardo su uno degli incroci, però, il grigio sparisce, perché ho focalizzato quella regione nella porzione della retina dove i fotorecettori sono molto più addensati e questo effetto è meno percepibile.

Qual è il vantaggio di questo *individuare relazioni* rispetto al semplice riportare i dati visivi al cervello? Nel caso specifico, basta fare un esperimento: prendete un libro, mettetevi a leggere e chiedete a qualcuno di ridurre la luce nella stanza. Tutti i punti dell'immagine cambiano luminosità, ma le relazioni tra punti vicini

restano invariate, e noi non ci chiediamo "cos'è successo alla immagine che stavo guardando, perché è tutta diversa?", ma semplicemente "chi ha spento la luce?".

Dunque, fin dall'inizio i neuroni non riconoscono "dati elementari", ma *relazioni*, e poi *schemi di relazioni* e *relazioni tra gli schemi* di relazioni. E ognuno di questi schemi viene tradotto in "musiche" che in ogni momento neuroni e circuiti nervosi "suonano". Mille circuiti neuronali semplici predisposti per rilevare specifiche relazioni. I mille circuiti funzio-

nano simultaneamente, in parallelo, *leggendo* aspetti diversi della informazione in arrivo. L'attività di ognuno di essi, generando una melodia specifica, "propone" il riconoscimento di una specifica relazione. Circuiti neuronali più "elevati" rilevano relazioni tra queste melodie, ovvero schemi via via più complessi di relazioni, e la "musica" che risuona in questi circuiti "propone" il riconoscimento di strutture più complesse, e via così fino a tutte le possibili *letture* dei dati sensoriali. Neuroni e circuiti neuronali, dunque, riconoscono relazioni e configurazioni di relazioni, non oggetti. O meglio ne "propongono" il riconoscimento.

Ma per "ri-conoscere" bisogna "conoscere". Riconoscere significa attribuire un significato a una informazione (intesa come dato nudo e crudo), significa trasformarla in conoscenza. Per fare ciò il significato deve già essere presente. Da come abbiamo descritto il funzionamento della retina, consegue che da ogni suo punto

arriva al cervello un segnale “a bersaglio” che dice se il centro di una piccola regione è più o meno luminoso del contorno. Immaginiamo ora che un neurone nella corteccia, chiamiamolo neurone A, riceva input da cento di questi neuroni retinici, disposti in diagonale a 45 gradi nella retina: il neurone A risponderà quando nel campo visivo è presente una linea luminosa inclinata a 45° (che incontra tutti i centri di questi “bersagli”), mentre non risponderà se la linea luminosa è a 90° o 180°. Se poi un neurone B riceve input da cento neuroni che, come il neurone A, riconoscono una linea a 45°, ma in diverse regioni del campo visivo, questo neurone B scaricherà ogni volta che una linea luminosa

a 45° è presente, in qualunque regione del campo visivo si trovi. Il neurone B, con la sua scarica, “propone” il “riconoscimento” di una linea diagonale a 45°. Neuroni così sono stati individuati nella corteccia visiva, sono orientati in colonne, ci si sposta appena nella corteccia e si trovano neuroni che rispondono a linee orientate ad angoli via via diversi (Hubel e Wiesel, 1977).

Si tratta dunque di circuiterie innate. Grazie a come sono connessi, i neuroni individuano specifiche relazioni e ne propongono il “riconoscimento”. Si potrebbe dire che il modo stesso in cui sono connessi ad altri neuroni costituisca una forma di “conoscenza a priori” di quella relazione. La loro

attivazione endogena, immaginativa, o da parte di uno sperimentatore che vi inserisca un elettrodo, produrrà la stessa percezione.

Si noti che il riconoscimento innato va ben oltre il riconoscimento di linee: nella corteccia, muovendosi dalla corteccia occipitale verso quella temporale, si individuano neuroni che rispondono a forme via via più complesse, fino a neuroni che si attivano in risposta alla presentazione di qualunque tipo di immagine che possa rappresentare – più o meno sommariamente, un viso umano: si veda la risposta di uno stesso neurone – rappresentata in figura dalle barre che mostrano l'intensità di scarica – a vari stimoli visivi (Kobatake e Tanaka, 1994).

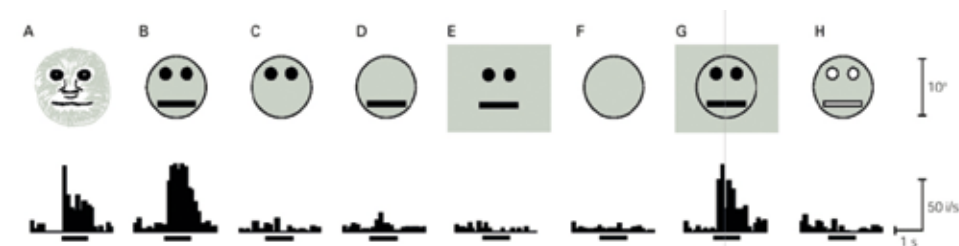


Va però osservato che le circuiterie neuronali sono *plastiche*. Quante più volte in un circuito viene fatta suonare una certa musica, che corrisponde a un certo vissuto esperienziale, tanto più le connessioni tra neuroni si modificano in modo da “sintonizzarsi con quella musica”, ovvero *risuonare* prontamente alla sua presentazione, e eventualmente riprodurre la *musica* anche in risposta a un quadro sensoriale che presenta solo in modo parziale lo schema che il circuito ha imparato a riconoscere. E così diventiamo capaci di *riconoscere* (il cervello acquisisce una “conoscenza” e può così “riconoscere”) non solo forme semplici, o la presenza di un viso, ma un martello visto di fronte, di lato o da sopra, e uno specifico viso umano, con o senza baffi, sorridente o corrucciato, magari invecchiato di vent'anni.

La colorazione affettiva

Ogni riconoscimento proposto, ovvero ogni schema di attività neuronale, dà luogo a possibili risonanze nei già citati circuiti mesencefalici, implicati nell'attribuzione di una valenza vitale (emotiva, gratificazionale e motivazionale) a ogni momento esperienziale. A questo consegue una elaborazione specifica da parte di centri sottocorticali (amigdala, striato ventrale) e corticali (le aree *limbiche* della corteccia), che generano il vissuto emotivo ed affettivo. Pertanto, nulla avviene nel cervello senza che i sistemi limbici lo esaminino per valutarne la possibile valenza vitale: pericolo, dolore, piacere, dispiacere, benessere, malessere, soddisfazione, frustrazione, desiderio, avversione e disgusto, percezione di armonia o discordanza e conflittualità.

Va osservato che la rilevanza vitale di qualunque stimolo, elemento o evento esterno non può essere valutata isolatamente: ancora



una volta è importante che siano rilevate le relazioni, e il dato sensoriale sia contestualizzato. Se un leone ci può far paura, quando è in gabbia spesso ci fa solo tenerezza...

La contestualizzazione è la funzione fondamentale dell'ippocampo. Esso riceve informazioni dalle corteccie (principalmente aree temporali) che elaborano relazioni e schemi di relazioni al fine di riconoscere "oggetti", cui possa essere attribuito un significato e una possibile valenza vitale, e dalle corteccie (aree parietali) che elaborano le relazioni spaziali tra le informazioni esperienziali, per individuare le relazioni reciproche e localizzare ogni elemento nello spazio circostante e in relazione al proprio corpo. In questo modo, la miriade di informazioni sensoriali che arriva in ogni momento al cervello viene organizzata in una percezione integrata della situazione che viene sperimentata, in una contestualizzazione principalmente spaziale (rappresen-

tazione organica della situazione), ma anche temporale (rappresentazione organica di un episodio) e semantica (inquadramento di informazioni cognitive, acquisite per esempio verbalmente, in un contesto di informazioni già possedute).

Non a caso, le connessioni tra ippocampo e amigdala (il principale nucleo incaricato di segnalare rilevanza vitale, e pericolo) sono massicce e bidirezionali: se l'amigdala ha bisogno della contestualizzazione da parte dell'ippocampo per attribuire la corretta valenza emotiva ad ogni elemento, nel contesto di un vissuto esperienziale, d'altro canto le proiezioni dall'amigdala controllano la efficienza dei sistemi di plasticità e apprendimento nell'ippocampo, favorendo la fissazione di memorie associate a significativa rilevanza vitale.

L'esperienza così contestualizzata, nello spazio, nel tempo, nelle sue valenze semantiche, e colorata di possibili valenze vitali e affettive, vie-

ne riflessa dall'ippocampo sulle strutture corticali, che si trovano quindi ad elaborare non più relazioni scollegate ma un quadro complessivo, associato a emozioni più o meno complesse, che assume le caratteristiche di un *vissuto*. In altre parole, ciò che viene elaborato dalle regioni della corteccia che svolgono le attività cognitive più elevate non è il dato sensoriale bensì una rielaborazione contestualizzata secondo le modalità di elaborazione del cervello, una "esperienza" che appare molto lontana da una riproduzione passiva e oggettiva della realtà esperita ed invece molto prossima a ciò che potremmo definire un *vissuto soggettivo*.



Il riconoscimento è un processo attivo

Si è detto che circuiti neurali riconoscono forme elementari per come sono costituiti in modo innato, ma la *plasticità neuronale* permette di modificare i circuiti sulla base dell'esperienza, in modo che *imparino* a riconoscere schemi di relazioni, anche complessi, che hanno incontrato in passato. In entrambi i casi il riconoscimento è basato sulla *risonanza*, ovvero sulla tendenza del circuito (innata o appresa) a *suonare proprio quella melodia* che l'input sensoriale tende a generare. Questa modalità di riconoscimento per *risonanza* sottolinea il ruolo *attivo* che le circuiterie neuronali svolgono nel riconoscimento: si tratta di una riproposizione endogena di attività apprese, che entra in maggiore o minore risonanza con l'informazione sensoriale in arrivo. Il riconoscimento è "tentativo", è una *proposta di riconoscimento*, e i singoli circuiti neuronali saranno attivati in maggiore o minor misura secondo

quanto precisamente l'insieme delle informazioni in arrivo concorda ("risuona") con lo schema di attività che il circuito ha appreso. Potremmo descrivere questo processo di riconoscimento come una produzione di *attività immaginative* che vengono più o meno amplificate dal confronto con i dati esperienziali.

Lo stesso processo si verifica rispetto alla elaborazione di memorie richiamate alla mente o attività immaginative libere in assenza di stimoli esterni. Ogni schema di attività neurale potrà entrare però in parziale risonanza con altri schemi, perché si sono presentati insieme in passato (relazioni di contesto) o presentano analogie e correlazioni (parziale sovrapposizione di *musiche* neuronali); questo suggerisce come la produzione endogena di attività neuronali (che potremmo chiamare attività "pre-immaginativa", o *immaginativa* in senso lato) possa svilupparsi seguendo i più svariati percorsi associativi. Si noti che

il termine "immaginazione" qui non implica una dimensione visiva ma una riproposizione endogena di un vissuto (multisensoriale); inoltre, per immaginazione qui non si intende una attività pienamente cosciente, che si svolge sotto il "riflettore" della attenzione consapevole, ma una attività diffusa che continuamente si svolge nelle miriadi di circuiterie neuronali. Ne emerge un quadro di elaborazione contemporanea di innumerevoli percorsi "pre-immaginativi" (per lo più inconsapevoli) dei quali solo alcuni emergono alla attenzione consapevole.

Che cosa determina la possibilità di emergere alla attenzione consapevole?

In ambito neuroscientifico si tende a considerare la attività cognitiva consapevole come il correlato mentale della attività di un insieme di strutture cerebrali che vengono genericamente raggruppate nella definizione di “memoria di lavoro”. Si tratta di un sistema composto da un modulo computazionale, di calcolo logico razionale, corrispondente ad aree della corteccia prefrontale, che svolge il ruolo di “*central executive*” (direttore centrale del processo); regioni della corteccia temporale, che hanno una funzione di deposito temporaneo di informazione (*memoria a breve termine*); un *taccuino visuo-spaziale* che permette di elaborare relazioni matematico-geometriche e in generale relazioni di ogni tipo in modo visuo-spaziale; un’*ansa fonologica*, che come un registratore permette di “andare avanti e indietro” nell’esame di una sequenza verbale (o sonora).

Manipolando dati di esperienza o richiamati dalla memoria a lungo termine, il sistema della memoria di lavoro è in grado di fare ogni tipo di elaborazione logica, semantica, procedurale, lavorando contemporaneamente su circa 7 elementi concettuali distinti (in alcuni soggetti meno, ma in genere almeno 5, in altri di più ma non più di 9). Mentre questo sistema procede lungo una linea di elaborazione logica, esso tende a privilegiare l’ingresso nel processo cognitivo consapevole (ovvero nel suo stesso processo elaborativo) di elementi esperienziali che siano attinenti al processo stesso. Si esercita in questo modo una azione di filtro selettivo, rispetto all’accesso all’attività cosciente, che possiamo definire “discendente” (*top-down*).

Si pensi a come possiamo concentrare l’attenzione consapevole su una conversazione tra due persone in una sala affollata e rumorosa (il cosiddetto “effetto cocktail party”). Allo stesso tempo, però, ogni “proposta

di riconoscimento” da parte di un circuito neuronale può o meno coinvolgere altri circuiti neuronali, in funzione di quanto intensa è l’attività corrispondente (ovvero, come detto sopra, quanto più affidabile e verosimile è il riconoscimento); e ogni riconoscimento proposto viene amplificato in misura della rilevanza emotiva che vi è associata (in modo innato o a seguito di apprendimento).

Ne consegue un processo complementare alla selezione *top-down*, un meccanismo di controllo ascendente (*bottom-up*) della attenzione selettiva, che tende a far emergere alla coscienza le elaborazioni più accurate, più affidabili ed emotivamente più rilevanti; questo può prevalere sul filtro *top-down* e sviare il flusso dell’attività cosciente (Corbetta e Shulman, 2003). Ancora una volta appare come il processo sia fortemente influenzato dalla rilevanza affettiva soggettiva di ciò che viene percepito, immaginato, elaborato.

Il riconoscimento è un processo “trascendente”, di carattere concettuale

Indipendentemente dall’emergere o meno – a livello di attenzione consapevole – di ogni *riconoscimento*, il modo in cui l’informazione viene elaborata, come descritto fin qui, indica che non vengono riconosciuti dati, o specifiche istanze reali di un oggetto, ma insiemi di relazioni che corrispondono a uno schema immaginativo interno (innato o derivato dall’esperienza): il riconoscimento è dunque *attivo* e intrinsecamente categoriale, ovvero *concettuale*. Inoltre, il riconoscimento avviene per una concordanza con quanto è già “scritto” (in modo innato o appreso) nei circuiti neurali. Questo processo corrisponde piuttosto fedelmente al processo cognitivo trascendente postulato da Kant, come inquadramento del dato sensoriale in funzione di schemi presenti *a priori* nell’*Intelletto* (categorie, o relazioni logiche, e concetti, o generalizzazioni astratte).

Nello stesso tempo, ogni riconoscimento comporta l’attribuzione di un *significato*, dato che lo specifico oggetto (o meglio schema di relazioni) viene interpretato in funzione della sua coerenza con uno schema (innato o appreso) che ha acquisito un significato sulla base dell’esperienza; tale significato, inoltre, è inevitabilmente legato a una valenza vitale più o meno intensa (o anche nulla), negativa o positiva, e caratterizzata in termini di specifiche categorie emotive, affettive, motivazionali.

Si tratta quindi di un significato intrinsecamente *concettuale* (lega l’esperienza a un oggetto/ evento astratto, non alla specifica istanza che viene percepita), *soggettivo* e *personale*, in quanto caratterizzato da valenza emotivo-affettiva e valutato in funzione della (e rapportato alla) propria esperienza personale passata.

Da tutto ciò emerge una strana contraddizione: le circuiterie cerebrali sono in



grado di riconoscere e attribuire significato a strutture relazionali via via più complesse; ma riconoscere e attribuire significato è una forma di *consapevolezza* (*awareness*). Eppure si è detto che tali riconoscimenti, pur dotati di significato e possibile valenza emotivo-affettiva, non necessariamente emergono a livello dell'attenzione cosciente. Questo farebbe concludere che nel nostro cervello (e quindi nella nostra mente) si agitano miriadi di "consapevolezze inconsapevoli". Si vede ancora una volta come i termini "coscienza" e "consapevolezza" manchino di quella precisione e univocità semantiche che permettano di usarli in ogni contesto senza tema di creare confusione e fraintendimenti. In realtà, questo apparente paradosso costituisce un aspetto colto da Spinoza secoli fa (Spinoza, 1677), e che è apparso in tutta la sua evidenza a seguito del lavoro di Sigmund Freud: credo nessuno si stupisca oggi dell'idea che nella nostra mente si muovano nozioni,

tracce di memoria, attività immaginative – e quante altre forme si possono elencare di "consapevolezza" della realtà e della nostra storia – sotto il livello di attenzione consapevole, e spesso così profondamente che l'attività "cosciente" non sa catturarle nemmeno volendo.

Appare dunque che l'organizzazione neurale sia in grado di originare una soggettività e individualità personale che caratterizza la attività mentale già *ben sotto il livello di coscienza*, cosicché non occorre che l'attenzione cosciente sia capace di *rileggere* in termini soggettivi e personali le elaborazioni di circuiti neurali che lavorano nel profondo (persino nei primi stadi dell'elaborazione sensoriale) in modo freddamente matematico e oggettivo: l'attenzione cosciente ha invece a disposizione, come materiale su cui lavorare, esperienze sensoriali e tracce mnesiche che già hanno *di per sé* la forma non di dati e informazioni, ma di *vissuti personali*.

Controllo del comportamento e coscienza

I dati sensoriali vengono elaborati da regioni della corteccia incaricate di elaborare relazioni e schemi di relazioni ai fini del riconoscimento di "oggetti" (la cosiddetta "via del *what*", in aree temporali), e simultaneamente da regioni della corteccia che elaborano le relazioni spaziali tra le informazioni esperienziali (la cosiddetta "via del *where*"). Questa mappatura spaziale è eseguita dalla corteccia parietale che, nel farlo, direttamente attiva regioni di programmazione dei movimenti (frontali, *premotorie*) che propongono movimenti e azioni appropriate per entrare in contatto con lo stimolo/oggetto (ad esempio rivolgere lo sguardo verso una luce o un suono improvviso, scacciare automaticamente una zanzara che ronzia vicino all'orecchio). In particolare, nelle regioni premotorie sono stati riconosciuti neuroni (detti *canonici*) che programmano

movimenti, ovvero sequenze ordinate di attivazioni di muscoli, e altri neuroni (detti neuroni *specchio*) che programmano *azioni*, ovvero comportamenti motori con una finalità (Rizzolatti e coll., 2001). Se riconosco una maniglia o una banana nella stessa posizione, attivo gli stessi neuroni canonici (che programmano il movimento per afferrare sia l'una sia l'altra), mentre attivo diversi neuroni specchio (dato il diverso fine che caratterizzerebbe l'azione); se invece si tratta sempre di una banana, ma in posizioni diverse, attivo diversi neuroni canonici (i movimenti devono essere diversi), ma gli stessi neuroni specchio (l'azione – l'intenzione – è la stessa). Non dovrebbe sfuggire, in questa funzione dei neuroni specchio, la evidente caratterizzazione *soggettiva* e *relazionale* che caratterizza ogni processo di riconoscimento e localizzazione nello spazio di elementi rilevanti: rilevanza *per me* e *mia* possibile *relazione* con esso.

Come la corteccia parietale

è in grado di mappare la posizione di un oggetto rispetto agli occhi, al corpo, alla mano, così sa anche mappare la posizione di un oggetto rispetto agli occhi, al corpo, alla mano di un altro. Questo è il fascino ulteriore dei *neuroni specchio*: verranno attivati analogamente quando il mio cervello identifica un oggetto e programma una relazione comportamentale finalizzata con esso (*azione*) o quando il cervello identifica un oggetto e riconosce la medesima relazione comportamentale finalizzata con l'oggetto da parte di un altro.

Come accennato, a ogni riconoscimento sensoriale, richiamo mnesico, gesto immaginato o azione programmata o eseguita si associa una possibile valenza vitale, che le proiezioni dalla sostanza nera che rilasciano dopamina nei nuclei della base traducono nella guida delle funzioni di facilitazione, inibizione, scelta, che queste strutture svolgono sulle attività della corteccia. Si può facilmente compren-



dere come in questo modo venga operata in ogni momento (senza bisogno di alcun intervento cosciente) una scelta tra tutti i programmi motori che la corteccia parietale propone alle aree premotorie, in relazione ad ogni stimolo o indizio che pervenga dalla realtà esterna; tale scelta sarà basata sulla valenza gratificazionale e motivazionale che è stata associata, in base all'esperienza passata, a ogni possibile interazione comportamentale con gli oggetti riconosciuti.

Questo chiarisce come il cervello sappia operare come sistema di "pilota automatico" nel guidare il comportamento in funzione degli stimoli e indizi che provengono dalla realtà esterna, senza bisogno di un calcolo consapevole e strategico. Ciò non significa che non possiamo averne coscienza, ma che non necessariamente di tutto ciò emerge qualcosa al livello della attenzione cosciente. Questo sistema di "pilota automatico" può però tro-

varsì di fronte qualcosa di inatteso, novità, difficoltà, incoerenze, o incorrere in errori o insuccesso: ognuno di questi elementi attiva sistemi predisposti al riconoscimento di errore-difficoltà-incoerenza (nella corteccia cingolata anteriore), che suscitano emozioni – che variano dalla piacevole meraviglia, alla sorpresa, al disagio – e producono una reazione di allerta (attivazione della corteccia e aumento dell'attenzione); questo chiama in gioco i sistemi di elaborazione cognitiva consapevole (la memoria di lavoro) per rivedere la valutazione della situazione ed elaborare una strategia comportamentale alternativa per affrontarla.

Ne emerge un quadro complessivo – nel controllo del comportamento – caratterizzato da:
 – inevitabile interpretazione di ogni indizio esterno in termini di possibile interazione (*relazione soggettiva*) con esso
 – prefigurazione dell'interazione non solo in termini

di movimento ma anche in termini di *azione finalizzata*, e quindi associata con una possibile *valenza vitale-affettiva*

– scelta, guidata dall'esperienza e in base a tale valenza, ma senza bisogno di un intervento consapevole, tra i comportamenti così prefigurati (*pilota automatico*)

– monitoraggio (inconsapevole) del comportamento e *risveglio attento cosciente* a fronte di novità, inatteso, errore, difficoltà, insuccesso, incoerenza

– elaborazione consapevole di strategie comportamentali alternative, attraverso un processo immaginativo di prefigurazione di comportamenti e delle loro conseguenze, processo *creativo* centrato sulla *relazione soggettiva* con la realtà esterna

Tutto quanto detto fin qui sul controllo del comportamento (motorio) si applica essenzialmente anche al controllo del comportamento cognitivo, affettivo, e al flusso del pensiero e dell'immaginazione. Anche l'attività di prefigurazione e elaborazione stra-

tegica, sulla base di valenze vitali sia momentanee che a lungo termine, procede in buona parte sotto il livello di consapevolezza, ma occupa buona parte della attività della memoria di lavoro ed è tanto più *processo creativo* in quanto è guidata non solo da indizi esterni, ma principalmente dalla attività immaginativa endogena.

Ecco dunque che il controllo del comportamento, specialmente in relazione agli indizi esterni, è profondamente radicato in una lettura *relazionale* (come interagire con l'indizio), *soggettiva* (come vi interagisco *per me*, sulla base della *mia* esperienza, questa relazione), possibilmente carica di valenza emotiva, affettiva, motivazionale.

Modalità di elaborazione neuronale e coscienza

L'elaborazione intrinsecamente *relazionale* da parte della circuiteria neurale comporta un riconoscimento per schemi di relazioni, non per dettaglio analitico, un riconoscimento analogico, concettuale, per corrispondenza a schemi interni (operanti come "a priori"). La plasticità neurale permette la formazione e stabilizzazione di schemi relazionali (concettuali) che accrescono la ricchezza degli schemi "a priori" disponibili per elaborare in modo "trascendente" (à la Kant) nuove esperienze. La conoscenza e capacità di interpretare da parte dei circuiti neuronali è quindi intrinsecamente concettuale, rivolta alla categorizzazione dell'oggetto piuttosto che alle caratteristiche specifiche della istanza particolare di oggetto sotto esame (ciò non toglie che le particolarità del singolo oggetto, rispetto alla sua rappresentazione concettuale, possano essere riscontrate, ana-

lizzate, memorizzate per un possibile riconoscimento futuro dello specifico oggetto). Inoltre ogni riconoscimento è accompagnato dalla attribuzione e associazione di una possibile valenza vitale, emotiva, affettiva (*soggettiva*), e ogni elemento rilevante dell'esperienza viene analizzato in termini di possibile *relazione* comportamentale con esso, e di valenza affettiva di tale possibile relazione: non posso riconoscere l'oggetto senza simultaneamente immaginare la mia possibile relazione con esso e la eventuale valenza vitale di tale relazione. Di conseguenza, le regioni cerebrali che sostengono le attività cognitive (coscienti o meno) non lavorano su dati esperienziali (oggettivi) ma su una loro rappresentazione concettuale e rielaborazione attiva, contestualizzata e colorata affettivamente, che si può definire *vissuto* esperienziale (*soggettivo* e *personale*). Rispetto alla ricerca, nel funzionamento di neuroni e circuiti cerebrali, del principio di soggettività, creatività e prospettiva per-



sonale che caratterizza la coscienza, appare che una relazione chiave consista nel fatto che i sistemi di elaborazione affettiva (stato d'animo) e di elaborazione cognitiva (pensiero) lavorano non su dati ricevuti passivamente ma su una "contestualizzazione soggettiva"; un'altra relazione chiave consiste nel fatto che l'informazione in arrivo viene confrontata con produzioni endogene (creative, immaginative) per essere valutata e interpretata; un'altra ancora nel fatto che riconoscimento e interpretazione sono basati su generalizzazioni concettuali; e infine oggetti e eventi esterni reali (o immaginati) sono esaminati e interpretati in termini di *mia* possibile relazione (motoria o cognitiva) con essi e di colorazione affettiva di tale relazione (ovvero in termini strettamente soggettivi).

Lo sviluppo della coscienza estesa

Ma se tutto questo sta nel cervello, ogni animale con un cervello dovrebbe avere simili capacità: rapportarsi alla realtà esterna in termini di riconoscimento di schemi e attribuzione di significato (in senso lato, non necessariamente cognitivo) e valenza vitale, ed elaborare un comportamento guidato da tale percezione soggettiva della realtà.

Ovviamente la chiarezza, complessità e coerenza dell'immagine della realtà e di sé che ne consegue avrà gradi di complessità assai diversi. Più precisamente, e specialmente in animali evoluti, la complessità della organizzazione cerebrale indica che debba esserci una forma di coscienza in termini di percezione del proprio corpo, della posizione e delle relazioni con l'esterno, percezione di dolore e emozioni, percezione del proprio agire: una forma di coscienza (più o meno sommaria) di essere *qui ed ora*, provare

sensazioni, emozioni, agire. Possiamo chiamare questa coscienza-presenza, qui e ora, *coscienza primaria*.



Che c'è in più nell'essere umano?

Una differenza cruciale, rispetto anche agli animali più elevati nella scala evolutiva, è la gestione organica del tempo: riordinare gli eventi in sequenze temporali e causali, su diverse scale temporali. È la capacità di manipolare il tempo come fosse uno spazio, nel quale ci si può muovere avanti e indietro, e la capacità di prefigurare, grazie a questo, strategie complesse su diverse scale temporali.

A questo si associa l'acquisizione, tra i 18 e i 24 mesi (Piaget, 1973; altri ricercatori hanno suggerito che il processo sia molto più precoce), della cognizione della *permanenza degli oggetti*, ovvero il graduale passaggio da una immagine della realtà fatta di schemi, che imparo a riconoscere come oggetti e che compaiono e scompaiono casualmente, verso la convinzione che ciò che ho imparato a riconoscere come oggetto non svanisce quando non

ne ho alcuna percezione, "esiste" comunque, e la sua comparsa/scomparsa non è casuale. Si noti che fino a questa fase il bambino non ha una cognizione della esistenza *in sé* degli oggetti, ma nemmeno di *se stesso* come "oggetto" unitario persistente. Senz'altro in modo via via più preciso percepisce il proprio corpo, la sua posizione, le relazioni con l'esterno, dolore e emozioni, e i propri movimenti, *qui ed ora*, acquisisce una coscienza di essere *qui ed ora*, provare sensazioni, emozioni, agire. Solo con la acquisizione della permanenza dell'oggetto, però, diviene capace di riconoscersi allo specchio (anziché girarvi dietro in cerca del bambino che vede). E questo passaggio avviene solo in alcuni tra gli animali più "elevati".

Quando alla permanenza dell'oggetto si associa la specifica capacità umana di gestione concettuale del tempo, nasce una cognizione della realtà e di sé non più solo qui e ora. Si sviluppa una cognizione della

realtà come qualcosa che evolve nel tempo, con relazioni causali che si possono estendere anche su tempi molto lunghi, e una cognizione di sé come essere unitario e persistente nel tempo (diacronico), come *soggetto di una storia*: in altre parole si sviluppa la capacità di *narrare una storia* su di sé e sulla realtà. Questa dimensione della coscienza appare chiaramente diversa dalla coscienza primaria, qui e ora; è coscienza personale e storica, che possiamo definire *coscienza estesa*.

Perché sviluppare e usare una coscienza?

La capacità di generare una coscienza primaria, qui e ora, come rapporto relazionale soggettivo con la realtà esterna e percezione di tale relazione in termini sensoriali, emotivi e motori, appare da quanto sopra un risultato intrinseco della modalità di elaborazione da parte delle circuiterie neuronali. Prima che si acquisisca un apprendimento adeguato delle relazioni che caratterizzano la realtà e il proprio rapporto con essa, ovvero in carenza di un'adeguata complessità cerebrale, una tale "coscienza" si ferma ad una rappresentazione interna di una realtà fluttuante, abitata di oggetti che compaiono e scompaiono, con i quali si può stabilire una relazione, più o meno rilevante dal punto di vista vitale e del benessere; ciò è comunque sufficiente ad apprendere i comportamenti adatti a far sì che tali relazioni risultino gratificanti piuttosto che frustranti. Il fatto che un sistema cerebrale, grazie alla sua

organizzazione, sia in grado di generare una coscienza primaria, costituisce quindi un ovvio vantaggio evolutivo.

Con l'acquisizione della permanenza dell'oggetto e la capacità umana di manipolare il tempo su scale temporali di secondi, minuti, anni, decenni, nasce la possibilità di integrare gli oggetti relazionali complessi in immagini interiori coerenti che li vedano come soggetti di una storia, e di costruire secondo le stesse linee una immagine interna di sé unitaria, coerente e diacronica: di vedere cioè la realtà come storia, di elaborare strategie che sappiano conciliare esigenze fisiologiche momentanee con valenze affettive di oggi e di domani, con obiettivi a lungo termine e con la tutela di una immagine di sé che sia positiva e fonte di benessere oggi e nel futuro. In questo quadro l'esperienza sensoriale si contestualizza nelle sue relazioni interne e nella sua rilevanza vitale per un soggetto "sé" che la trasforma,

intersecandola con la propria produzione immaginativa – derivata dalla sua storia *passata* e proiettata in una possibile storia *futura* – in un vissuto soggettivo e personale, in un nuovo momento della propria storia. Ma da un punto di vista evolutivo, che cosa ha mosso verso un tale sviluppo del cervello, qual è il vantaggio evolutivo che ha potuto spingere il cervello umano a sviluppare questa dimensione estesa della coscienza? E in una prospettiva neoriduzionista, che cosa guida il cervello a operare in questo modo? Come può in un cervello – visto come sistema biologico – un progetto strategico prevalere su un bisogno vitale? E andando oltre in questa direzione, c'è qualche legame tra la capacità di "raccontarsi una storia sulla realtà e su di sé" e le dimensioni estetica e etica che caratterizzano la coscienza umana?

Una coscienza primaria, nella sua dimensione soggettiva, è indispensabile per una interazione positiva con

l'esterno, che permetta la sopravvivenza. D'altra parte, in ogni animale con una corteccia cerebrale un sistema di memoria di lavoro (di attenzione "cosciente") viene chiamato in causa di fronte a ogni situazione inattesa, novità, difficoltà, errore, fallimento. Questo suggerisce che la principale funzione "computazionale" dei sistemi coscienti sia quella di ritrovare una lettura *coerente* a fronte di situazioni che presentano incoerenze o contraddizioni tra osservato e atteso. Sistemi cerebrali capaci di questa funzione – la ricerca di una lettura coerente – presentano il vantaggio evolutivo di una grande malleabilità dei comportamenti, della possibilità di correggere di errori e acquisire sempre nuove strategie per affrontare le difficoltà dell'esistenza.

È come un nuovo livello dell'evoluzione, che anziché basarsi, come nei batteri che sviluppano resistenza all'antibiotico, su una continua modificazione della popolazione grazie alla morte

dei soggetti sensibili e alla crescita e moltiplicazione di quelli che per qualche mutazione risultano più resistenti, può ora basarsi sulla estrema adattabilità del *singolo* soggetto: quasi una "evoluzione comportamentale". La coscienza estesa rende possibile una ancor più efficace gestione delle strategie di sopravvivenza, e introduce un ampio margine di "evoluzione" individuale: la capacità di leggere la realtà come un processo integrato che si svolge nel tempo seguendo regole di causalità permette all'essere umano di adeguare le proprie strategie di sopravvivenza, adattandosi così ad ogni situazione.

Ma, in termini biologici, come possiamo giustificare questa spinta, per il singolo (per il cervello), a ricercare coerenza, a costo di dover in continuazione abbandonare la prospettiva considerata valida fino a ieri per rielaborare sempre nuovi sistemi di interpretazione della realtà? La spiegazione sta forse nel fatto che lo svilup-



po di questa capacità si è accompagnato ad una evoluzione anche dei sistemi di valutazione gratificazionale: risolvere un problema, accorgersi di aver individuato la strategia giusta, e persino il semplice incontrare qualcosa di particolarmente armonico sono tutti eventi che generano attivazione della via mesolimbica, con la conseguente precisa percezione di piacere (cognitivo, operativo, *estetico*); anche la soluzione di un conflitto di valori, trovando l'equilibrio più "corretto" sotto tutti i punti di vista, e l'operare secondo tale soluzione (la migliore *eticamente*) genera piacere (*etico*). In tutti questi casi appare che finché l'attività cosciente non trova modo di giustificare in modo coerente, in un quadro più completo possibile, l'esperienza e/o le conoscenze acquisite e/o le strategie comportamentali, persista un certo grado di tensione psicologica, che si risolve solo nel momento in cui la soluzione più completa, integrata e coerente viene trovata.

Alcuni soggetti, al fine di impedire il coinvolgimento di tutto il cervello in episodi epilettici, sono sottoposti a un intervento chirurgico che recide le connessioni tra i due emisferi (callosotomia). Sono stati sviluppati dei test nei quali vengono fornite informazioni diverse ai due emisferi, viene chiesta una risposta motoria (premere un pulsante) guidata dall'emisfero destro e al soggetto viene chiesto di giustificare la risposta (si ricordi che il linguaggio è gestito dall'emisfero sinistro). Per quanto all'emisfero sinistro la scelta possa risultare assurda, raramente il soggetto dirà di essersi sbagliato: in genere saprà trovare (con l'emisfero sinistro) una motivazione ragionevole per la scelta effettuata (dall'altro emisfero che aveva a disposizione informazioni diverse), suggerendo che l'esigenza di trovare una coerenza nel nostro comportamento sia estremamente potente (LeDoux e coll., 1977). Esperimenti come questo suggeriscono che due processi coscienti con un elevato grado

di autonomia reciproca si svolgano nel cervello di questi soggetti; ma ciò che qui interessa, più del paradosso di due "coscienze" in un individuo, è sottolineare come la coscienza *non si fermi davanti a nulla* pur di trovare il *bandolo della matassa*, una interpretazione coerente della realtà e più ancora del proprio comportamento, una lettura coerente della propria esperienza, del proprio vissuto, della propria storia.



Neuroni e topologia psichica – Coscienza e Psicodinamica

Da quanto discusso sulle proiezioni dopaminergiche dal tronco encefalico risulta che la via mesolimbica (via della ricompensa, dalla VTA al nucleo accumbens o striato ventrale) sia in grado di regolare il vissuto emotivo, mentre in parallelo la via nigro-striatale (dalla sostanza nera ai nuclei della base o striato dorsale) genera riscontri gratificazionali e forze motivazionali che fanno guidare, sotto il livello cosciente, buona parte dell'attività immaginativa e del comportamento.

Per molti versi, questo sistema di controllo emotivo-motivazionale ricorda da vicino l'*Es (Id)* freudiano, come struttura psichica originatrice di pulsioni primarie che regolano il vissuto affettivo e il comportamento elementare. Analogamente all'*Es*, l'operare di questo sistema non è per nulla trasparente alla attenzione consapevole, e anzi le sue dinamiche

profonde risultano nella maggior parte dei casi inaccessibili alla coscienza. Si è però osservato che questi sistemi sono – come gran parte delle reti neurali – altamente plastici, e quindi in grado di modulare la propria attività in funzione della esperienza. Anche questi processi di apprendimento, che permettono di acquisire euristiche comportamentali e cognitive efficaci, operano in buona parte in profondità, senza che il controllo cosciente possa riconoscerne contenuti e meccanismi operativi. Anche questa osservazione risulta coerente con la visione freudiana di un *Es* come struttura psichica dinamica, che presenta una sua evoluzione apparentemente indipendente dal vissuto cognitivo consapevole, quasi fosse un animale che vive dentro di noi, capace di provare emozioni e guidare la nostra immaginazione e i nostri comportamenti senza neppure che ce ne rendiamo conto.

Su questa struttura psichica, nel corso dello sviluppo

vengono ad assumere una funzione sempre maggiore di controllo la corteccia prefrontale e il sistema della memoria di lavoro. Chiamati in causa ogni volta che il “pilota automatico” incontra novità, inatteso, errori, difficoltà, contraddizioni, questi sistemi manipolano il contenuto cosciente della nostra attività psichica e permettono “di fare i conti con la realtà”, imparano a manipolare il tempo, a simulare, prefigurare, prevedere, divengono capaci di elaborare strategie complesse per conciliare esigenze materiali e affettive, presenti e future. Questi sistemi costituiscono cioè una struttura psichica che poco si discosta dalla descrizione che Freud propone per l'*Ego* (*Io*), struttura capace di raccordare le istanze inconscie della psiche e le esigenze (e pulsioni) fisiche, emotive, affettive, con la realtà esterna, le relazioni interpersonali e sociali, i limiti e le regole. A questa modalità di funzionamento restano però inaccessibili le dinamiche con le quali le risonanze delle circuiterie

neuronal, in risposta a specifici vissuti interiori o stimoli sensoriali, generano pattern di attività capaci di pervenire all'attenzione cosciente. Inoltre non è l'*Ego* né la coscienza a introdurre soggettività nel vissuto. La soggettività sta sotto: l'occhio della coscienza avverte una forza viva là in fondo, incontrollabile, che genera emozioni, spinge, vuole! Schopenhauer (1838) denunciò drammaticamente questa contraddizione tra la ragione e una forza vitale incontrollabile, la volontà: “l'individuo è libero di fare ciò che vuole, ma non di volere ciò che vuole”... E di qui Freud derivò l'idea che l'*Ego* si trovi a controllare e ridirigere le “pulsioni” che originano da una struttura psichica profonda (l'*Es*), facendo i conti con la realtà.

In una prospettiva neurobiologica, più che come una *ridirezione* di *pulsioni* questa evoluzione della psiche si può interpretare come il risultato di quanto si è discusso a proposito del piacere che il riscontro

di una coerenza sa generare (ancora una volta attraverso i sistemi dopaminergici) e della spinta motivazionale verso la conquista di una visione coerente che ogni inatteso, incoerenza o errore sa generare. Questa ricerca di *coerenza* – che permette di tener conto dei limiti imposti dalla realtà esterna – genera un *drive* altrettanto forte che può opporsi ad esigenze fisiologiche e vitali elementari, e permette, grazie a una maggiore versatilità di comportamento, di far fronte a situazioni inattese, abbandonare strategie infruttuose, correggere errori.

Come detto sopra, con la acquisizione della permanenza dell'oggetto e della capacità di manipolazione del tempo si genera una dimensione estesa della coscienza, come sguardo sulla realtà e se stessi capace di *raccontare una storia* sugli eventi, sulla propria vita, sul proprio sé. Ne deriva che vengono ad assumere rilevanza vitale, emotiva e motivazionale le possibili conseguenze – anche indi-



rette e a lungo termine – di ogni evento e azione. In questo processo di crescita dei sistemi di attribuzione di valenza vitale giocano inoltre ruoli fondamentali le regole sociali che vengono gradualmente apprese e interiorizzate, e le grandi potenzialità di apprendimento imitativo offerte dalla circuitria dei neuroni specchio: quest'ultima permette una identificazione con l'azione dell'altro, accendendo nel cervello la medesima attività di quando l'azione è svolta in prima persona, e permette di comprendere motivazioni e obiettivi dell'azione dell'altro. Dal punto di vista della struttura psichica, questo introduce un terzo livello di regolazione dei sistemi gratificazionali e motivazionali, che ora considerano anche gli aspetti interpersonali e sociali e le implicazioni indirette e a lungo termine dei comportamenti, la sensibilità estetica e la coerenza etica. Ne deriva la capacità di dilazionare la gratificazione e di trasformare una esigenza pulsionale elementare nella motivazione verso un

comportamento orientato a raggiungere, per quanto indirettamente, gratificazioni di ordine superiore (sublimazione). Si tratta di qualcosa di analogo al *Super-Ego* freudiano; se nella visione freudiana l'*Ego* sa deviare pulsioni verso il *Super-Ego*, che a sua volta può poi metterle in gioco, come struttura psichica autonoma, anche in conflitto con l'*Es*, in questa prospettiva neurobiologica questo si traduce da un lato nella capacità dei sistemi cognitivi (intenzionale) di sviluppare strategie complesse su scale temporali, e dall'altro nella incorporazione di regole e modelli imitativi, da parte dei sistemi di controllo *pre-intenzionale* del comportamento.

Più che di *ridirezione* di pulsioni si tratterebbe quindi di un arricchimento dei sistemi di attribuzione di valenza vitale, che vengono a includere una nuova dimensione (sociale e etica) di possibili gratificazioni e drive motivazionali.

A fianco di questa struttura

tripartita, nella letteratura psicodinamica si è affermato un crescente interesse verso un altro costrutto psichico, il Sé (*Self*). Mentre alcuni autori considerano questo elemento come un puro costrutto mentale, una specie di immagine interiore di sé, altri lo vedono come una quarta struttura, anch'essa in grado di muovere e indirizzare forze pulsionali. È abbastanza chiaro che questo costrutto corrisponde sommariamente all'aspetto riflessivo della coscienza estesa, ovvero alla capacità di percepire se stessi come un soggetto unitario, integro e persistente (diacronico), che ha radici nel passato e un futuro davanti, soggetto di una storia che si dipana nel tempo. L'identificazione con questa immagine di sé comporta una quarta sorgente di motivazioni e riscontri gratificazionali, in quanto la tutela di questa immagine e delle sue prospettive future di crescita, affermazione e felicità diviene obiettivo gratificazionale e motivazionale di grande valore.

Le caratteristiche di *soggettività* e *relazionalità* che abbiamo riconosciuto come implicite nella modalità di elaborazione neuronale suggeriscono una interessante prospettiva sulla importante evoluzione che Melanie Klein ha imposto alle intuizioni freudiane: la Klein, occupandosi dell'età evolutiva, colse come le dinamiche psichiche riconosciute nell'adulto non possano essere impiegate tali e quali come paradigma per l'analisi del panorama affettivo, cognitivo e immaginativo del bambino. In particolare, notava come il bambino piccolo non abbia la possibilità di relazionarsi direttamente con controparti oggettuali ("oggetti relazionali", altre persone in particolare e la mamma in primo luogo) intendendole nella loro complessità e integrità. Poiché fino alla acquisizione della permanenza dell'oggetto il mondo si presenta al bambino come un tourbillon di immagini più o meno rilevanti emotivamente che compaiono o scompaiono, egli impara a



riconoscere configurazioni sensoriali come oggetti (termini di una possibile *relazione* soggettiva con essi), cui non è in grado di attribuire una esistenza in sé. Attraverso i processi che la Klein definisce di *introiezione* e *proiezione* il bambino si appropria di una immagine dell'oggetto (prima di tutto il seno e la madre) che è in parte coincidente con l'oggetto reale e in parte frutto delle proprie attese (*proiezione*), e ancora del proprio rapporto con questa immagine modificata (*reintroiezione*) e delle proprie attese a suo riguardo (*riproiezione*).

Questo processo porta alla formazione di *oggetti interni*, che sono necessariamente, inizialmente, *oggetti parziali*, nascendo dalla fusione di un oggetto esterno con istanze endogene e modalità di relazione con le valenze gratificazionali associate: oggetti buoni caratterizzati da una relazione gratificante d'amore e oggetti cattivi caratterizzati da una relazione frustrante di odio e avversione (Klein, 1935).

In questo quadro l'*oggetto parziale* tende ad assorbire, nell'immaginario del bambino, la valenza emotiva associata alla relazione con esso. Qui nasce la difficoltà di integrare l'oggetto buono e l'oggetto cattivo in uno stesso oggetto intero. Il passaggio cruciale è infatti – attraverso l'acquisizione della capacità di esaminare schemi di relazioni via via più complessi e le relazioni stesse tra tali schemi – integrare molte entità separate, finora identificate come oggetti dotati di valenza vitale e affettiva rilevante e autonoma, a volte contrastante, in concetti unitari e integri (non più seno buono, viso corrucciato cattivo, sorriso buono, voce irritata cattiva, ecc., ma una mamma, *persona*, che può essere immensamente gratificante e fonte di grande infelicità). Perché questo processo avvenga occorre che il bambino, nella fase in cui acquisisce la permanenza degli oggetti, e grazie a questo costruisce e stabilizza l'immagine interna integrata del proprio corpo, dei genitori, di sé, riesca

a riportare correttamente l'attribuzione di valenza affettiva alla *relazione* (e non all'oggetto parziale che l'ha assorbita), in modo da poter costruire un'immagine interna degli oggetti relazionali (e di sé stesso di conseguenza) come unitari ed integri, e al tempo stesso termini possibili di *relazioni diverse*, ognuna caratterizzata da diversa valenza affettiva. Ne deriva l'importanza che le relazioni – soprattutto con le figure significative nella prima infanzia – siano caratterizzate da valenze affettive coerenti, ovvero che la gratificazione o frustrazione che il bambino riceve da una specifica relazione abbia una logica, in modo che il bambino possa attribuire ai suoi comportamenti e atteggiamenti relazionali una capacità di avviare una *relazione* gratificante o frustrante. Il processo di costruzione dell'immagine integra e coerente dell'oggetto relazionale può invece essere gravemente compromesso (con lo sviluppo di persistenti disturbi nel quadro psichico, in senso

borderline o decisamente psicotico, con frantumazione dell'io) se il bambino non può condurre a compimento questo processo, trovandosi sistematicamente ad incontrare risposte imprevedibili (ad esempio un genitore etilista che quando è sobrio "ricompensa" affettuosamente ogni approccio relazionale e invece reagisce in modo aggressivo e punitivo quando è ubriaco), che gli impediscono di costruire una immagine intera e coerente dell'altro, come capace di gratificare o frustrare non in modo casuale, ma in funzione della relazione che si instaura.

* * *

Tutto questo nel cervello. Nel cervello.

Ma se una macchina-cervello, anziché registrare dati, individua relazioni e schemi di relazioni, ne estrae un quadro interpretativo coerente e logico, vi associa una valenza emotiva e operativa personale, e simulando, prefigurando, immaginando ne deduce strategie, progetti, desideri... In altre parole, se la macchina cervello sa trasformare la percezione della realtà in una narrazione fatta di relazioni logiche, affettive, operative, non costituisce questo una elaborazione soggettiva e personale del vissuto esperienziale?

E senza voler intaccare le convinzioni di nessuno, a me viene spontaneo chiedere anche: questa capacità di *narrare* soggettivamente una storia, da parte del cervello, può bastarci, o occorre ancora qualcuno / qualcosa, esterno o superiore, comunque la si voglia chiamare, che sappia e voglia leggere questa storia?

VOCI BIBLIOGRAFICHE

Cerit H, Schuur RJ, de Bruijn ER, Van der Does W. 2015.

Tryptophan supplementation and the response to unfairness in healthy volunteers.

Front Psychol. 6:1012.

Corbetta M e Shulman GL. 2002.

Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain.

Nat. Rev. Neurosci. 3:201-215.

Hubel DH, Wiesel TN. 1977.

Ferrier lecture. Functional architecture of macaque monkey visual cortex.

Proc R Soc Lond B Biol Sci. 198:1-59.

Jones BE. 2003.

Arousal systems.

Front Biosci. 8:s438-51.

Kobatake E, Tanaka K. 1994.

Neuronal selectivities to complex object features in the ventral visual pathway of the macaque cerebral cortex.

J Neurophys 71:856-867.

LeDoux JE, Wilson DH, Gazzaniga MS. 1977.

A divided mind: observations on the conscious properties of the separated hemispheres.

Ann Neurol. 2:417-21.

Majovski LV, Jacques S, Hartz G, Fogwell LA. 1981.

Dopaminergic (DA) systems: their role in pathological neurobehavioral symptoms.

Neurosurgery. 9:751-7.

Piaget, J. 1967.

Lo sviluppo mentale del bambino e altri studi di psicologia,

Torino, Einaudi.

Rizzolatti G1, Fogassi L, Gallese V. 2001.

Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action.

Nat Rev Neurosci. 2:661-70.

Schopenhauer A. 1838.

La libertà del volere umano (trad. Italiana Laterza, Bari, 1981).

Spinoza B. 1677.

Etica (III, 2).

Tononi G, Boly M, Massimini M, Koch C. 2016.

Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate.

Nat Rev Neurosci. 17:450-61.



Riccardo Fesce



Medico, Farmacologo, Psicoterapeuta. 63 anni. Appassionato di neuroni.

Research Associate alla Rockefeller University (New York, 1983-1985), poi ricercatore CNR (Centro di Citofarmacologia, Milano); dal 2001 docente di Fisiologia presso l'Università dell'Insubria.

La sua attività di ricerca è rivolta allo studio della funzione delle cellule nervose e della comunicazione tra neuroni; si è occupato di analisi statistica e matematica dei segnali nel sistema nervoso. Seguendo il destino di molti neurobiologi, affascinato dal cervello, nell'ultimo decennio si è orientato verso le neuroscienze cognitive, interessato sempre più alle basi neuronali delle funzioni superiori.