

# Livelli di emozioni

*Silvano Tagliagambe*

*English title* Levels of emotions

*Abstract* Damasio considers emotions to be the end result of a process which realizes a neural and mental configuration made of, an almost instantaneous unity, of three specific configurations: the configuration related to the object, the configuration tied to the globalism of the body of a living organism and the configuration relative to the relationship between the prior two. This process is a sort of wordless second order description since it's based on neural configurations that become images. It tells the story of a cultured organism during it's own state mutations as it interacts with the external world. Somatic markers are associated to the interaction which recall either positive or negative emotions. In this essay instead, I discuss the study of only those emotions that are the outcome of what's being observed by the body. The body becomes an observing system of one of it's parts as if it was detached or even a refused part because it causes pain in consequence of a disease. In this case the emotions are the result of a two level body articulation (the observing and observed system) and of a meta-communication process that channels messages which are largely implicit. It therefore becomes of high interest to study the incidence and the effect of these messages during the course of the disease.

*Keywords* metacommunication, self-observation, semantic body, hypnosis, echography.

*Da un livello all'altro*

Proviamo a impostare il discorso sulle emozioni applicando anche a esso quell'articolazione in livelli che possiamo esemplificare riferendoci a Gregory Bateson, "padre" delle terapie sistemico-relazionali, il

quale ha esplorato, in particolare, quella sorta di “cortocircuito” tra comunicazione e metacomunicazione, senza il quale particolari forme di espressività, come il gioco e il rituale, non sarebbero realizzabili.

Egli cita, a questo proposito, una sua esperienza diretta allo zoo di San Francisco:

Vidi due giovani scimmie che *giocavano* cioè erano impegnate in una sequenza interattiva, le cui azioni unitarie, o segnali, erano simili, ma non identiche, a quelle del combattimento. Era evidente, anche all'osservatore umano, che la sequenza nel suo complesso non era un combattimento, ed era evidente all'osservatore umano che, per le scimmie che vi partecipavano, questo era “non combattimento”. Ora questo fenomeno, il gioco, può presentarsi solo se gli organismi partecipanti sono capaci in qualche misura di metacomunicare, cioè di scambiarsi messaggi che portino il messaggio.<sup>1</sup>

Per lo più questi messaggi metacomunicativi rimangono impliciti: e, «specialmente durante le sedute psichiatriche, interviene un'altra classe di messaggi impliciti, concernenti l'interpretazione dei messaggi metacomunicativi di amicizia e ostilità».<sup>2</sup>

Il riferimento alla metacomunicazione fa entrare in gioco, come componente imprescindibile del processo comunicativo, l'incidenza del contesto, chiamando in causa quello che può essere chiamato l'“effetto cornice”:

La cornice di un quadro dice all'osservatore che nell'interpretare il quadro egli non deve impiegare lo stesso tipo di ragionamento che potrebbe impiegare per interpretare la carta da parati esterna alla cornice”. Questa distinzione sta a significare che nel rapporto tra il quadro e la sua cornice “l'inquadramento stesso diviene parte del sistema delle premesse. O l'inquadramento, come nel caso del gioco, è implicato nella valutazione dei messaggi che contiene, oppure semplicemente assiste la mente dell'osservatore nella comprensione dei

<sup>1</sup> G. Bateson, “Una teoria del gioco e della fantasia”, in Id., *Verso un'ecologia della mente* (1972), trad. it. G. Longo, Adelphi, Milano 1985, p. 219.

<sup>2</sup> Ivi, p. 217.

messaggi contenuti, ricordandogli che questi messaggi sono mutuamente rilevanti e che i messaggi fuori di quell'inquadramento possono essere ignorati.<sup>3</sup>

Tradotto nel linguaggio degli schemi inferenziali di tipo abduttivo ciò significa la capacità, da parte delle due scimmie, di cogliere l'analogia positiva tra combattimento e gioco, cioè gli aspetti di similarità, insieme a quella negativa, cioè le caratteristiche in virtù delle quali la sequenza interattiva messa in atto nel comportamento ludico differiva dalla lotta, pur essendo simile a essa, e di fare oggetto del loro scambio comunicativo anche il messaggio di secondo ordine relativo a queste due differenti tipologie di analogia. Solo incorporando all'interno del complesso della comunicazione questo "metamessaggio" risulta possibile trasferire analogicamente al gioco le sequenze di azioni e reazioni tipiche della lotta, senza attivare l'impulso aggressivo che è componente imprescindibile di quest'ultima.

Questo tipo di spiegazione è interessante e merita di essere approfondito in quanto il passaggio di livello con il riferimento ai messaggi e alle proprietà di secondo ordine, di cui parla appunto Bateson per dar conto delle specifiche caratteristiche del gioco, caratterizza anche l'approccio seguito da Alfred Tarski per impostare la teoria semantica della verità in una forma significativamente diversa da quella classica.

Per cercare di capire in che cosa consista questa novità e cogliere la specificità di questa prospettiva rispetto a quanto era stato anticamente affermato da Platone e Aristotele, è necessario tener conto del fatto che Tarski propone di valutare la verità degli enunciati facendo ricorso a un linguaggio esterno (*metalinguaggio*), di livello superiore rispetto a quello in cui sono espressi gli enunciati in oggetto (*linguaggio oggetto*).

Questa "mossa" consente di venire a capo con successo di un celebre *insolubile* della storia della filosofia: il paradosso del mentitore, la cui formulazione si deve a Eubulide, il quale, nel IV secolo a. C., fu famoso in tutta l'antichità per i suoi «argomenti dialettici», nei quali faceva grande uso di una tecnica confutatoria diretta a mostrare le lacune degli dottrine trionfanti di Platone e Aristotele, e specialmente contro i loro presupposti che il linguaggio fosse sempre in grado di tradurre in

<sup>3</sup> Ivi, pp. 229-230.

enunciati scientifici la realtà e che di una proposizione ben formulata fosse sempre possibile stabilire se essa fosse vera o, al contrario, fosse falsa. A quest'ultimo presupposto, in particolare, Ebulide oppose la seguente antinomia: «Un uomo dice: “Io sto mentendo”. Mente o dice il vero?».<sup>4</sup> Questa proposizione, palesemente, è vera se e solo se è falsa e falsa se e solo se è vera. Questo paradosso fu ripreso e riformulato in varie forme: valga per tutti l'esempio di Cicerone che ne fornì la seguente versione: «*Se tu dici di mentire e dici che questo è vero, menti o dici il vero?*».<sup>5</sup>

Nell'approccio di Tarski al problema della verità questo tipo di antinomia viene risolta in quanto si evita, con l'utilizzo di un linguaggio superiore, il meccanismo dell'autoriferimento causa del sorgere della difficoltà. Dislocare la proposizione in questione su due livelli, quello del linguaggio oggetto e quello del metalinguaggio, permette infatti di trasformarla in un'enunciazione del tutto innocua, depurata cioè della difficoltà precedente, e precisamente: “Io dico di me stesso che sto mentendo”. Il germe della contraddizione esemplificata nella «antinomia del mentitore» viene così identificato nel fatto che il linguaggio ordinario è *semanticamente chiuso*, con la conseguenza di dover contenere anche i nomi delle espressioni e i termini semantici riguardanti le espressioni del linguaggio stesso.

La riformulazione tarskiana della *verità* modifica pertanto la concezione adeguazionista nella forma secondo la quale «l'enunciato (detto)  $p$  è vero se  $p$ ». Questo vuol dire che è possibile attribuire valori di verità soltanto se l'enunciare si svolge in una maniera che lo consenta. Così l'enunciato  $p$  sarà vero se, e solo se, si dà (nella realtà esterna)  $p$ , ossia se la realtà è come dice  $p$ . Resta, comunque, che la *verità* costituisce una relazione tra un rappresentante e un rappresentato o tra verificante e verificato che in tanto “adeguano” in quanto appartengono a piani diversi tra i quali non c'è interferenza né possibilità d'esser compresi in un unico livello. Il problema che va a questo punto affrontato e risolto è quello di stabilire come debbano esser fatti i due piani affinché la relazione di verità abbia senso e significato. Nelle teorie tarskiane e post tarskiane il linguaggio è definito come contenente non un sem-

<sup>4</sup> Ebulide, 330 a.C.

<sup>5</sup> Cicerone, *Academica priora*, II, 20.

plice insieme ma una successione ordinata di nomi (termini denotanti cose). In questo modo, le cose si adeguano all'intelletto in quanto vengono disposte in ordine (in serie) mediante nomi che le denotano e per poterne parlare è necessario che siano disposte in serie. L'essere delle cose, in altri termini, non consiste solo nel loro essere percepite, ma anche nel "modo" in cui le cose sono percepite. Così, la proposta, o la concezione, tarskiana della verità assume, appunto, il suo aspetto caratteristico in forza del quale un enunciato vero è quello che *dice* che lo stato di cose è questo-e-questo e lo stato di cose è proprio questo-e-questo", per esempio l'enunciato  $p$  è vero se, e soltanto se,  $p$ ; l'enunciato "la neve è bianca" è vero "se la neve è bianca".

Dalle cose dette risulta evidente che il problema della verità in Tarski rimanda alla definizione aristotelica del "vero" e, in modo ancora più preciso, a quella della verità come adeguazione già stabilita da Tommaso, per il quale, com'è noto, la verità viene definita quale conformità (*adaequatio*) dell'intelletto e della cosa (*intellectus et rei*). La problematicità di posizioni come questa, dal punto di vista logico ed epistemologico, va fatta risalire alla circostanza che esse si basano sulla definizione ma lasciano nel *definiendum* un senso residuo che non si trova nel *definiens*. Infatti, l'intelligibile è nell'intelletto, la cosa-stessa è nella realtà ma il *fatto della loro adeguazione non appartiene né all'uno né all'altra*.

Per capire ancora meglio il senso dell'approccio di Tarski occorre riferirsi alla sua idea che la verità possa essere catturata dal principio di devirgolettamento: " $p$ " è vero se e solo se  $p$ , cioè dalla trasformazione di un enunciato citato in una dichiarazione reale che si ha con la *disquotation*, l'inversione del processo di quotazione o citazione, cioè con l'eliminazione dell'esplicita citazione di un enunciato. Egli non considera il principio di devirgolettamento, noto anche come *schema di Tarski* o *schema T*, una teoria in sé adeguata, ma solo una specificazione di cosa dovrebbe comportare ogni definizione adeguata. Il suo sistema mostra come dare una definizione esplicita della verità per tutti gli enunciati di certi linguaggi formali a partire dai referenti dei loro nomi e predicati primitivi. Si tratta della cosiddetta *teoria semantica* della verità.

Per capire perché, a suo giudizio, il principio del devirgolettamento (*disquotation*) catturi la verità bisogna partire dal fatto che le occorrenze tra virgolette non sono in generale referenziali, cioè non dicono nulla di

ciò a cui si riferiscono. Per esempio l'asserzione "Cicerone" contiene otto lettere, non dice nulla di Cicerone e non regge al criterio di Frege per la sostituibilità dell'identità. Infatti, pur essendo Tullio=Cicerone, per cui tutto ciò che è vero di Cicerone è vero *ipso facto* di Tullio, sostituendo Tullio a Cicerone nella proposizione virgolettata abbiamo "Tullio" contiene otto lettere, che è una falsità.

Le virgolette sono dunque il contesto referenzialmente opaco per eccellenza. La citazione è non-estensionale, non possiamo sostituire liberamente verità a verità e falsità a falsità all'interno di una citazione senza che ne risenta il valore di verità dell'enunciato più ampio di cui la citazione costituisce una parte, come si evince chiaramente dall'esempio relativo a Cicerone e a Tullio.

Nel caso della citazione le virgolette possono essere eliminate passando alla compitazione. In tal caso invece di: "Eraclito disse «πάντα ῥεῖ»", possiamo dire, seguendo Tarski: "Eraclito disse pi-alfa-nu-tau-alfa-spazio-ro-epsilon-iota". Sfruttando i nomi delle lettere insieme al trattino inteso come segno di concatenazione.

Ora, mentre la versione virgolettata (") esibiva un enunciato (un enunciato greco) inserito in un enunciato più ampio, non così la versione basata sulla compitazione: qui perciò la questione dell'estensionalità non si pone più. Questa sostituzione rende chiaro che la citazione riferisce un evento esterno, di fonazione e di scrittura, mediante una descrizione oggettiva della forma scritta osservabile o del suono pronunciato. È una descrizione che non è referenziale, che è tutta interna al linguaggio, alla sua struttura e a i suoi meccanismi, come risulta evidente dalla sostituzione della citazione con la compitazione, per cui questa descrizione è semanticamente vera se e solo se il filosofo greco, vissuto a Efeso tra il VI e il V secolo a.C., ha effettivamente sostenuto che «πάντα ῥεῖ».

Diverso dalla citazione è il discorso indiretto, che è più seriamente non estensionale: "Eraclito disse che tutto scorre". Come rileva Willard Van Orman Quine:

questo non è, come nel caso della citazione, un enunciato circa una forma linguistica specifica e denominabile. Forse, contrariamente alla linea seguita nel caso della citazione, dobbiamo accettare che il discorso indiretto comporti un'occorrenza irriducibilmente non estensionale di un enunciato in un altro.

(...) Se è così, è interessante allora riflettere sul fatto che il discorso indiretto non si accorda comunque alla caratteristica obiettività della scienza. È una costruzione soggettiva che (...) riferisce un evento piuttosto in termini di proiezione soggettiva di sé stessi nella situazione mentale immaginata del parlante o dello scrivente in questione. Il discorso indiretto è la citazione meno l'oggettività e la precisione. Esibire l'evidenza per il discorso indiretto significa ritornare alla citazione. È significativo che i limiti della parafrasi ammissibile nel discorso indiretto non siano mai stati fissati; ed è ancora più significativo che si avverta così raramente il bisogno di fissarli. Fissarli sarebbe una mossa scientifica, ma scientificamente immotivata in quanto il discorso indiretto tende ad allontanarsi da quella stessa oggettività che la scienza ha invece di mira. Il discorso indiretto, nella forma standard "dice che", è il capo di una famiglia che comprende anche "crede che", "dubita che", "è sorpreso che", "desidera che", "si sforza di fare in modo che" e simili. La soggettività notata nel caso di "dice che" è condivisa in maniera doppia da queste altre costruzioni; poiché quello che esse descrivono in termini di una proiezione soggettiva di sé stessi non è neppure il comportamento verbale del protagonista, ma la sua condizione soggettiva.<sup>6</sup>

### *Il corpo e le proprietà di secondo ordine*

Questo riferimento ai livelli delle realtà e del linguaggio è interessante e merita di essere approfondito in quanto i messaggi e le proprietà di secondo ordine vengono sempre più spesso chiamati in causa per descrivere il funzionamento dei processi corporei, e in particolare (ma non solo) di quelli cerebrali. Questi ultimi, normalmente, coinvolgono gruppi di neuroni anche molto distanti tra loro e collocati in aree diverse (corticali e sottocorticali) i quali vengono reclutati nel circuito entrando in risonanza, e cioè "scaricando" (attivandosi) alle medesime frequenze elettriche e nel medesimo tempo. Questa *sincronizzazione* di gruppi o mappe neurali differenti è indispensabile per capire come, pur

<sup>6</sup> W. Van Orman Quine, "La portata e il linguaggio della scienza", in Id., *I modi del paradosso e altri saggi*, a cura di M. Santambrogio, il Saggiatore, Milano 1975, p. 299.

senza la presenza di una “cabina di regia” centrale, i neuroni costituiscono vere e proprie popolazioni cellulari organizzate in mappe e in insiemi di mappe. Alla base di questa modalità di aggregazione vi sono colonne funzionali, le cosiddette colonnine di Mountcastle, dal nome di chi le ha individuate, la cui scoperta è stata di grande rilevanza per la ricerca neurologica, in quanto ha, tra l’altro, evidenziato come sistemi d’integrazione corticale e sottocorticale svolgano sia funzioni altamente localizzate che solo alcuni aggregati di cellule sono capaci di eseguire, sia funzioni integrate che richiedono l’attività simultanea di numerose aree corticali separate tra loro.

Le prime prove sperimentali dell’organizzazione colonnare della neocorteccia sono state ottenute grazie alle indagini elettrofisiologiche, condotte da Vernon B. Mountcastle nel 1957 e due anni dopo da quest’ultimo e da Thomas P.S. Powell su singoli neuroni della corteccia somatosensoriale (giro postcentrale) in gatti e scimmie anestetizzati. I microelettrodi, introdotti perpendicolarmente alla superficie esterna del cervello e attraverso l’asse verticale della corteccia, incontrano in ogni strato cellulare neuroni aventi proprietà simili in termini di responsività a stimoli tattili. Il termine ‘responsività’ è impiegato in questo contesto con un significato particolare, per descrivere, cioè, la natura di determinati stimoli e il livello di adattamento a stimoli costanti. I microelettrodi incrociano zone di tessuto della dimensione di 300÷500 µm, in ognuna delle quali si incontrano neuroni con proprietà identiche. Ogni neurone riceve informazioni tattili soltanto da una specifica porzione periferica del corpo, possiede cioè un campo recettivo, ovvero un’area della cute o dei tessuti profondi che, se stimolata per esempio con una puntura di spillo o dalla pressione, determina l’attivazione elettrica (potenziale d’azione) in quel dato neurone.

L’organizzazione colonnare è di natura dinamica. In alcune aree corticali le proprietà di definizione delle colonne sono quasi totalmente stabilite da informazioni tattili provenienti dalla cute e dai tessuti; in altri casi predominano le proprietà indotte dall’elaborazione intracorticale. Il grado delle proprietà di definizione colonnare definito dal flusso afferente di entrata o dalle costruzioni intracorticali varia in rapporto alle aree corticali. Soltanto in una regione, quale la corteccia dell’area 3b, predominano le proprietà statiche stabilite dal flusso di entrata. Per esempio, le colonne direzionalmente selettive delle aree 1

e 2 sono prodotte dalla combinazione di proprietà statiche di spazio e di modalità con la selettività direzionale, un prodotto dell'elaborazione intracorticale. Un'importante scoperta è stata l'individuazione, nel giro postcentrale dei Primati, di quattro mappe somatotopiche separate della forma del corpo, distribuite nelle aree 3a, 3b, 1 e 2. Inoltre, le mappe corticali della superficie del corpo non consistono di rappresentazioni continue ma di insiemi di regioni, ognuna delle quali è deputata a un flusso afferente di entrata proveniente da una zona del corpo. Mentre la mappa disegna la sequenza generale del corpo, alcune regioni corticali adiacenti rappresentano zone del corpo molto distanti tra loro e alcune zone adiacenti del corpo sono rappresentate in zone corticali separate.

Le osservazioni di Mountcastle sono state confermate in tutti i tipi di corteccia cerebrale esaminati e in diverse condizioni sperimentali. Un notevole contributo alla definizione del concetto di organizzazione colonnare è stato fornito dagli studi neuroanatomici. Dapprima, David H. Hubel e Torsten Wiesel hanno dimostrato che le fibre talamocorticali sono organizzate in fascicoli funzionalmente omogenei che terminano in maniera colonnare; successivamente, l'organizzazione colonnare è stata confermata nelle proiezioni corticocorticali e mediante studi funzionali. Anche lo studio degli eventi che si verificano durante lo sviluppo della corteccia cerebrale ha fornito importanti dati in favore dell'organizzazione colonnare. L'ipotesi colonnare postula che l'unità elementare della corteccia sia la minicolonna, una stretta catena di neuroni che si estende verticalmente attraverso gli strati II-VI; ogni minicolonna contiene ca. 80÷100 neuroni (con l'eccezione dell'area 17, in cui il numero è maggiore) ed è prodotta dalla divisione iterativa di un piccolo gruppo di cellule progenitrici del neuroepitelio. In ogni colonna sono presenti i principali tipi cellulari, densamente connessi lungo l'asse verticale. Secondo quest'ipotesi una minicolonna rappresenta la più piccola unità di elaborazione della corteccia. Questa versione dell'ipotesi colonnare è leggermente diversa da quella originaria, se non altro per le dimensioni delle colonne. Questa considerazione offre lo spunto per sottolineare che l'organizzazione colonnare basata sulle minicolonne è ancora un'ipotesi, anche se di grande valenza euristica. Il largo seguito che essa ha avuto e ha tuttora è da spiegare con il fatto che risulta utile sia in chiave filogenetica, per spiegare l'aumento dello sviluppo della corteccia cerebrale e delle capacità cerebrali, sia in termini

operativi, proponendo un modello semplificato che si presta a studiare il flusso di informazioni nella corteccia.

Anche da ipotesi euristiche come questa è scaturito un modello reticolare della struttura e dell'organizzazione interna del cervello, alla cui elaborazione ha fornito un apporto determinante Albert-László Barabási, al quale si deve l'introduzione, nel 1999, del concetto di reti a invarianza di scala (*scale-free network*), cioè reti naturali o create dall'uomo, da quelle sociali a quelle concettuali di citazioni di una ricerca in altri articoli scientifici sino allo stesso *web*.

È interessante ripercorrere le tappe principali attraverso le quali Barabási è pervenuto a mettere a punto il suo modello.

Lo studio delle reti ha avuto un importante punto di avvio nel 1959, quando due matematici ungheresi, Paul Erdős e Alfred Rényi, hanno proposto una tecnica basata sull'idea di fissare un certo numero di nodi, e poi connetterli tra loro in modo casuale fino a raggiungere un numero prefissato di collegamenti. A questo tipo di rete fu dato il nome di *rete casuale*. A partire da queste semplici premesse Erdős e Rényi furono in grado di dimostrare diversi teoremi importanti, tra cui la presenza di una soglia critica dipendente dal numero dei nodi e dei collegamenti tra di essi. Supponendo per esempio di partire con un numero di cento nodi e di aggiungere collegamenti tra di essi in modo casuale, all'inizio si formeranno grafi tra loro disgiunti. Superato, però, un certo numero di collegamenti (la soglia critica di cui si diceva) si riscontra una vera e propria transizione di fase in seguito alla quale la maggior parte dei nodi risultano connessi tra loro in una sorta di *cluster gigante*. Se cioè il numero dei collegamenti casuali nel grafo è al di sotto della soglia critica si ottiene quasi sempre un insieme di grafi disgiunti, mentre se la si supera si perviene a un cluster gigante.

A questo primo risultato se ne aggiunse un altro scaturito, alla fine degli anni '60, dai primi studi quantitativi sulle reti sociali. In questo contesto i nodi rappresentano le persone e il collegamento la conoscenza dei due individui. Lo psicologo Stanley Milgram negli USA escogitò un esperimento che permettesse di rivelare la rete di conoscenze "navigando" tra i vari nodi: inviò a un certo numero di persone che vivevano sulla costa orientale delle lettere chiedendo di spedirle a loro volta a dei conoscenti in modo che queste lettere arrivassero a Chicago attraverso una catena di amici di amici. Il risultato fu sorprendente, in quanto no-

tò che la maggior parte delle lettere passava attraverso sei persone prima di arrivare a dei conoscenti a Chicago. È quello che si chiama “effetto piccolo mondo” (*small world network*). Pur essendo costituita da milioni di nodi, la distanza tra due nodi qualsiasi è molto piccola e praticamente indipendente dalla grandezza della rete. L’esperimento ebbe una certa eco nei media, e s’iniziò a parlare di sei gradi di separazione per sottolineare quanto piccolo, in fondo, fosse il mondo.

Sulla base di questo risultato il sociologo americano Mark Granovetter nel 1973 approfondì il concetto di rete, distinguendo, all’interno di essa, due diversi tipi di legame: quelli *forti*, tipici delle relazioni di parentela o di amicizia strette, e quelli *deboli*, riguardanti i rapporti di pura conoscenza. I primi tendono a creare “isole” di relazioni, in cui è probabile che tutti conoscano tutti: sono i rapporti in virtù dei quali la rete sociale acquista un coefficiente di clustering elevato. I secondi tendono a formare “ponti” tra isole sociali anche molto distanti tra loro: sono pertanto questi a evitare che la rete delle relazioni interpersonali si frammenti in sotto-reti totalmente disgiunte.

Si poneva, a questo punto, la domanda relativa al numero di legami deboli occorrenti per fare in modo che una rete diventi di piccolo mondo, presenti cioè i sei gradi di separazione verificati sperimentalmente da Milgram. La questione fu affrontata nel 1988 dai due matematici americani Duncan Watts e Steve Strogatz, i quali cominciarono col prendere in esame una rete “circolare”, in cui ogni nodo è connesso direttamente ai due nodi che si trovano alla sua destra e ai due alla sua sinistra. Questa soluzione crea gruppi di cinque nodi connessi. Il diametro della rete, così come il grado medio di separazione, è tuttavia elevato. La scoperta di Watts e Strogatz consiste nel fatto che aggiungendo solo 2 connessioni ogni 10.000 possibili, il grado medio di separazione diventa 8. Con 3 connessioni ogni 10.000 possibili questo grado scende a 5. L’aspetto rilevante di questo risultato è che le connessioni aggiunte abbassano di pochissimo il coefficiente di clustering. In sostanza, la rete conserva la sua proprietà di essere fortemente raggruppata (in senso locale), ma ne acquista un’altra notevole: quella di essere, appunto, una rete di piccolo mondo.

Ed è qui che s’innesta la ricerca di Barabási, particolarmente interessato ad appurare cosa abbiano in comune le proteine del nostro corpo, la struttura topologica del *web*, una collezione di atomi: venne così

a scoprire che l'aspetto che li lega è la presenza di nodi strategici con un enorme numero di collegamenti, che intrattengono relazioni a lungo raggio, garantendo l'interconnessione complessiva della rete (*hub*). Grazie alla funzione di questo tipo di nodi e di relazioni tutti gli elementi del sistema possono comunicare vicendevolmente in un numero molto ristretto di passi, attraverso un numero molto ridotto di intermediari. Per esempio se prendiamo in esame la struttura del *web* notiamo che essa si articola in un "corpo centrale", che è facile da navigare perché molto interconnesso. Esso contiene i grandi connettori come i motori di ricerca (Google, per esempio) e i grandi siti altamente "linkati" e visitati. Il secondo, detto "continente in", è più arduo da navigare in quanto consente di muoversi verso il "corpo centrale", ma non viceversa. Allo stesso modo, il terzo continente (detto "continente out") è raggiungibile dai nodi del corpo centrale, ma una volta usciti da questa zona non ci sono *link* per tornare indietro (esso contiene prevalentemente siti aziendali). Il quarto continente è fatto di isole separate, gruppi di pagine collegati tra loro ma non al "corpo centrale".

Concentrandosi sul "corpo centrale" Barabási, grazie alla collaborazione del fisico e informatico coreano Hawoong Jeong, ricavò dati estremamente significativi riguardanti la struttura di questo corpo centrale. Attraverso un *web crawler*, un programma o uno *script* automatico che esplora il *World Wide Web* metodicamente, calcolò che questa struttura è di piccolo mondo, con un diametro pari a circa diciannove, il che significa che questo è il numero massimo di clic necessari per raggiungere un qualunque sito da qualunque altro seguendo i collegamenti. Un tale risultato non può essere ottenuto né con le reti casuali di Erdős e Renyi, né con le reti di piccolo mondo di Watts e Strogatz. Nel caso delle prime, infatti, i gradi dei nodi si distribuiscono statisticamente come curve a campana (distribuzioni di Poisson) nelle quali esiste un valore medio (la media della distribuzione) che è anche il valore più probabile: spostandosi da esso, le probabilità diminuiscono rapidamente fino ad azzerarsi del tutto.

Misurando la distribuzione dei gradi nel *web*, Barabási e Hawoong Jeong si resero conto che essa non segue un andamento a campana, bensì un andamento descritto da una legge di potenza (*power law-form*), in virtù della quale i nuovi collegamenti avvengono su base preferenziale, cioè più un nodo è collegato e più è probabile che il suo nu-

mero di collegamenti tenda ad aumentare nel tempo. Considerando insieme sempre più numerosi di pagine *web* scopriamo infatti che la media del numero di collegamenti che vi troviamo cresce (statisticamente) con il loro numero.

Neppure la rete di Watts e Strgatz può avere una distribuzione dei gradi dei nodi in grado di spiegare questa legge di potenza. In questo caso, infatti, si parte, come si è visto, da una rete in cui tutti i nodi contigui sono connessi tra loro. Esisterà quindi un valore minimo dei gradi: aggiungendo pochi collegamenti a caso, il grado di alcuni nodi crescerà di poco. Il fatto che i nuovi collegamenti vengano scelti in modo casuale esclude la possibilità che si formino degli *hub*.

Sulla base di questi risultati Barabási fu in grado di costruire un modello matematico di rete a legge di potenza soltanto modificando l'assunto di partenza che accomuna il modello di Erdős e Renyi e quello di Watts e Strogatz: egli dovette cioè ricorrere a un meccanismo *dinamico*, in cui si prende in considerazione la crescita continua della rete.

I presupposti di questo modello sono i seguenti:

- i nodi vengono aggiunti uno per volta;
- ogni volta che si aggiunge un nodo, si crea un numero fisso di collegamenti tra il nuovo nodo e quelli preesistenti. Questo avvantaggia i nodi vecchi, che hanno una probabilità maggiore di essere collegati;
- i collegamenti avvengono a caso, ma non in modo uniforme, in quanto la probabilità che un certo nodo preesistente venga collegato a un nodo nuovo è proporzionale al numero dei collegamenti associati al nodo vecchio.

Il terzo presupposto, detto *collegamento preferenziale*, è ovviamente quello che garantisce l'effettiva generazione di una rete a legge di potenza. Se associato al secondo esso sembrerebbe impedire ai nodi recenti di diventare essi stessi degli *hub*, esito, questo, contraddetto da ciò che è realmente avvenuto nel caso del *web* dove, com'è noto, il maggiore *hub* oggi esistente, cioè Google, è arrivato quando già numerosi altri motori di ricerca erano in funzione ed esercitavano il ruolo di centri propulsivi principali della rete. Per spiegare questo effetto reale è sufficiente introdurre, accanto ai tre precedenti, un quarto presupposto:

- i nodi possiedono un grado variabile di *fitness* (attrattiva), per cui la probabilità che un nodo nuovo si connetta a un certo nodo pre-esistente non è legata semplicemente al numero di collegamenti di questo nodo, ma al prodotto del numero dei collegamenti per la sua *fitness*.

Il riferimento a questo quarto presupposto è corroborato dalla dinamica delle reti reali, che mostra come il successo di un nuovo *hub* (Google, per riprendere l'esempio fatto) è dovuto alla maggiore potenza del suo motore di ricerca rispetto a quelli in precedenza disponibili, che ha indotto gli utenti a sceglierlo in numero crescente e preferenziale proprio per la maggiore qualità che gli viene riconosciuta, e quindi per la sua maggiore attrattiva.

Questo meccanismo del *preferential attachment* era del resto già ben noto e accreditato dalle ricerche in biologia, dove veniva utilizzato per spiegare la distribuzione delle specie viventi all'interno delle grandi suddivisioni del regno animale (*phyla*). Gli zoologi, per esempio, sapevano da tempo che il numero di specie afferenti ai diversi *phyla* è distribuito statisticamente in base alla legge di potenza. Supponendo che la probabilità che una specie già esistente ne generi una nuova, per mutazione genetica o altro, non dipenda dalla specie considerata, è chiaro che più un *phylum* è ricco di specie, più probabilmente ne genererà di nuove.

Il caso più citato di meccanismo di preferential attachment è però quello evidenziato all'inizio del secolo scorso dall'economista Vilfredo Pareto, noto come regola 80/20, secondo la quale il 20% delle cause produce l'80% degli effetti. Per esempio, il 20% della popolazione inglese detiene l'80% delle ricchezze del paese, il 20% dei clienti genera l'80% del fatturato e, ancora, il 20% delle giacenze di magazzino costituisce l'80% del suo valore, o, ancora, l'ultimo 20% di un lavoro è quello che richiede l'80% del tempo e via enumerando ed esemplificando. Pareto, in sostanza, aveva individuato un meccanismo generale, che caratterizza le situazioni economiche reali, in seguito al quale il potere di attrazione di un particolare attore è proporzionale alla capacità attrattiva che egli è già riuscito a esercitare: esattamente quello che si verifica per i nodi di rete del modello di Barabási.

A partire dai quattro presupposti elencati lo stesso Barabási, in collaborazione con Réka Albert, ricercatrice nel campo della fisica e del-

la biologia, che insieme al già citato Hawoong Jeong costituiva il nucleo centrale del suo *team*, ha proposto un modello di reti (il modello Barabási-Albert, appunto) che si autoorganizzano in uno stato privo di scala (da cui la definizione *scale-free network*). Questa specifica modalità di autoorganizzazione è dovuta al fatto che, a differenza delle reti *random*, ma a struttura regolare, che sono formate instaurando collegamenti casuali tra nodi esistenti, per cui un vertice viene scelto con uguale probabilità rispetto a un altro possibile, in questo tipo alternativo di reti la generazione di un collegamento tra un nuovo nodo e uno vecchio segue la legge di potenza, la quale rimane inalterata aumentando il numero di nodi nella rete, ovvero risulta indipendente dalla grandezza o scala della rete (*scale-free*, appunto).

Un'altra differenza rispetto alle reti *random* è che mentre in queste ultime i collegamenti casuali creano scorciatoie tra nodi "lontani" nel grafo, contribuendo a diminuire la distanza media delle connessioni, che è infatti generalmente bassa, nelle reti *scale-free* ci sono invece, come si è visto, nodi principali, gli *hub*, con una connettività molto alta e che stabiliscono collegamenti anche "a lungo raggio". Lo si può ben comprendere guardando, per esempio, la mappa dei collegamenti aerei di un paese nel quale ci sono pochi aeroporti che fungono da *hub* centralizzato di quasi tutti i voli. Questi nodi centrali garantiscono collegamenti rapidi ed efficaci fra elementi anche distanti e assicurano l'integrazione dell'intero sistema.

Particolarmente significativo per i riflessi che ebbe nel campo delle neuroscienze fu un articolo pubblicato nel 2000 dal trio Albert, Jeoy e Barabási («Nature» 2000), in cui si dava conto dei risultati ottenuti costruendo una rete a invarianza di scala di 40.000 nodi interconnessi e procedendo successivamente a rimuoverne a caso alcuni.

Ciò che si riscontrava, di fronte ad attacchi deliberati, era che mentre la rimozione di una quantità anche elevata di nodi non provocava alcun effetto significativo, l'eliminazione di un numero ridotto di *hub* causava un danno enorme alla rete.

Questo esito ha grande rilievo per gli studi sul cervello nel quale sono presenti pochissimi *hub*. Se prendiamo uno di questi, fondamentale per la memoria, e cioè l'ippocampo, è ampiamente dimostrato che un suo danno anche lieve è responsabile del morbo di Alzheimer, mentre danni molto più estesi in altre aree cerebrali non provocano questa sintomatologia.

Per capire come gli *hub*, con i relativi nodi interconnessi, comunichino attraverso un reclutamento rapido ed efficace è stato inizialmente proposto un modello di connessione gerarchica basata sulla teoria dei neuroni “gnostici”, del fisiologo e neuropsicologo polacco Jerzy Konorski. Questi neuroni erano del tutto simili a quelle che di lì a poco sarebbero divenute note come “cellule della nonna”, da allora al centro di un acceso dibattito. Il nome deriva da una storiella che Jerry Lettvin, allievo e collaboratore del cibernetico e neurofisiologo McCulloch, raccontò a un uditorio di studenti al MIT nel 1969, per illustrare l’idea assurda che diciottomila neuroni potessero formare la base di qualsiasi esperienza cosciente, pensiero o ricordo di un familiare o di qualunque persona o cosa si possa incontrare nella vita. Protagonisti della parabola il brillante neurochirurgo russo Akakievič e un giovane ossessionato dalla figura materna, Alexander Portnoy, il protagonista del romanzo di Philip Roth *Lamento di Portnoy*, che si rivolge a lui perché lo aiuti:

Nei lontani monti Urali vive il mio secondo cugino, Akakij Akakievič, un grande neurochirurgo, per quanto sconosciuto. Convinto che le idee si trovino in specifiche cellule, aveva deciso di scovare quelle della sostanza più primitiva e onnipresente: la madre...

E individuò circa diciottomila neuroni che rispondevano unicamente a una madre in qualunque modo rappresentata, animata o imbalsamata, vista di fronte o di schiena, a testa in giù o in diagonale, attraverso una caricatura, una fotografia o un’astrazione.

Doveva mettere insieme tutti i dati raccolti e stava preparando l’articolo, pregustando già il premio Nobel, quando entrò nel suo ufficio con passo incerto Portnoy, famoso in tutto il mondo per il suo *Lamento*. Sentendo la storia, mio cugino si fregò le mani di gioia e condusse Portnoy al tavolo operatorio, assicurando lo sciocco ossessionato dalla madre che si sarebbe sbarazzato del suo problema.

Con grande precisione asportò uno a uno i diciottomila neuroni e attese che Portnoy si riprendesse. Dobbiamo ora immaginarci il dialogo nella stanza del risveglio:

“Portnoy?”

“Sì”.

“Ricordi tua madre?”

“Eh?”.

(Akaki Akakievič riesce a stento a trattenersi. Avrebbe osato portare Portnoy con lui a Stoccolma?).

“Ricordi tuo padre?”.

“Ah, certo”.

“Con chi era sposato tuo padre?”.

(Portnoy guarda nel vuoto).

“Ricordi un vestito rosso che si muove per la casa con delle pantofole al di sotto?”.

“Oh certamente”.

“Allora, chi le indossava?”.

(Guarda nel vuoto).

“Ricordi di esser stato sgridato per esserti gingillato con donne non ebre?”.

“Dio, è stato orribile”.

“Allora, chi ti ha sgridato?”.

(Guarda nel vuoto).

E così di seguito: Comunque lo si interrogasse, Portnoy non aveva alcuna madre. “Madre” poteva comprenderlo – era generico... “Mia madre” no, era specifico. Akakievič allora si mise alla ricerca anche dei ...neuroni della nonna.

Questa parabola è tratta in forma riassuntiva da una lettera indirizzata dallo stesso Lettvin nel 1995 a Horace Barlow,<sup>7</sup> il neurofisiologo che per primo aveva descritto i “rilevatori d’insetti” nella retina della rana, a cui si era ispirato Lettvin nel suo memorabile articolo, in collaborazione con altri, *Che cosa l’occhio della rana comunica al cervello della rana*.<sup>8</sup> Barlow nel 1972 suggerì che i concetti specifici legati alla nostra esperienza non potevano basarsi sull’attività di una singola cellula “pontificale” (come l’ipotetica cellula della nonna), ma doversero venire più democraticamente rappresentati dall’attività di gruppi di cellule “cardinalizie”.

<sup>7</sup> H.B. Barlow, “The neuron in perception”, in M.S. Gazzaniga (a cura di), *The cognitive neurosciences*, The Mit Press, Cambridge (MA) 1995, pp. 415-434.

<sup>8</sup> J.Y. Lettvin, H.R. Maturana, W.S. McCulloch, W.H. Pitts, “What the frog’s eye tells the frog’s brain”, in «Proceedings of the IRE», 47(11), 1959 November, pp. 1940-959.

La teoria della singola cellula pontificale era basata sul presupposto che le reti neurali agissero trasmettendo a piccoli nuclei di cellule (al limite a una sola) informazioni sempre più sofisticate. Si tratterebbe, in pratica, di un sistema *feedforward* con precisa localizzazione, cioè di un sistema di controllo in cui la perturbazione viene rilevata dal sensore prima che induca i suoi effetti sullo stato del sistema. Ciò significa che il controllore deve essere in grado di calcolare gli effetti che la perturbazione indurrà sulla variabile regolata. Questo tipo di sistemi ha il grande vantaggio di poter evitare che la perturbazione eserciti i propri effetti, prevenendo quindi la necessità di interventi correttivi. Poiché i sistemi di controllo fisiologici sono quasi sempre non lineari e dinamici (ovvero variano con il tempo), e poiché molti potenziali disturbi dovrebbero essere rilevati per poter predire l'effetto sulla variabile controllata, ne consegue che i sistemi a *feedforward* richiedono complessi meccanismi predittivi.

Il difetto di un modello di questo genere è che esso manca di una scala temporale che possa assicurare un trasferimento d'informazione discreto e temporalmente efficace da uno stadio all'altro. In mancanza di esso non si capisce come un impulso in entrata potrebbe essere collegato a un *output* utile nel mondo esterno.

Inoltre un modello totalmente *feedforward* come quello dei neuroni gnostici è essenzialmente un integratore sequenziale privo però di qualsivoglia capacità di includere nuove rappresentazioni da collegare alle conoscenze semantiche acquisite, nel caso in cui, per esempio, si stia parlando di immagini e di loro correlazioni e caratteristiche.

Infine un modello del genere dovrebbe postulare, in caso di danni, una malattia neurologica tale che, per l'estrema convergenza delle integrazioni e per la successiva divergenza estesa degli *output*, dovrebbe comportare lesioni simultanee della percezione e del movimento: uno stato patologico di cui non c'è traccia in alcun trattato di neurologia clinica.

L'alternativa a questo modello, basato sul connessionismo gerarchico, è quella, come sostiene appunto Barlow, di postulare una soluzione più "democratica", che faccia riferimento, anziché a una singola cellula "pontificale", a gruppi di cellule "cardinalizie". In questo caso le operazioni di interscambio vengono operate sulla base della coerenza temporale. In un contesto del genere ciò che conta non è la

connettività fisica di contiguità, bensì la sincronizzazione temporale tra neuroni che rappresentano i vari attributi di un determinato oggetto. Per esempio, nel caso di una palla colorata in movimento, tra i neuroni che rappresentano, rispettivamente, la forma della palla, il suo colore e il suo movimento: le relative mappe si attivano all'interno di quella che possiamo chiamare una "finestra temporale", che dà l'illusione di una contiguità spaziale.

La differenza più rilevante e stringente tra il modello gerarchico a *feedforward* e il modello di sincronia temporale è data dal fatto che il primo richiede sempre una sequenza causale di eventi, mentre nel secondo caso è sufficiente postulare che gli eventi occorrano simultaneamente senza relazioni di causa-effetto tra i differenti attributi e caratteristiche di ordine superiore nel modello medesimo.

È interessante ricordare che l'idea di riferirsi a una simile soluzione di legame temporale può legittimamente essere fatta risalire al principio di sincronicità,<sup>9</sup> formulato, come si è visto, da Carl Gustav Jung come relazione acausale tra stati psichici interni ed eventi esterni. Dopo questa prima proposta del fondatore della psicologia analitica, condivisa da Wolfgang Pauli, il quale metteva l'accento più sulle coincidenze come relazioni non causali verificabili scientificamente, e per questo mostrava di preferire il termine *Sinnkorrespondenzen* (corrispondenze significative), ci sono voluti anni di discussioni per approdare, anche nell'ambito delle neuroscienze, a un concetto di sincronicità come "coincidenza nel tempo di due o più eventi non correlati causalmente, coincidenti nel tempo e che presentano gli stessi significati o significati simili".

La soluzione al problema delle operazioni di comunicazione e di interscambio in questo caso è rappresentata dalla sincronizzazione attraverso oscillazioni rappresentate, nel normale elettroencefalogramma, dalla composizione armonica delle frequenze di vario ordine e grado.

Di particolare interesse, in questo contesto, è l'articolo pubblicato nel 2009 su «Nature» da un gruppo di ricercatori norvegesi e olandesi – prima firmataria Laura L. Colgin, allora ricercatrice dell'Istituto

<sup>9</sup> Sulla formulazione del principio di sincronicità da parte di Jung e sull'apporto di Pauli si veda S. Tagliagambe, A. Malinconico, *Pauli e Jung. Un confronto su materia e psiche*, Raffaello Cortina, Milano 2011.

di neuroscienza dei sistemi e il Centro per la biologia della memoria dell'Università norvegese per la scienza e la tecnologia, ora professore di neuroscienze all'Università del Texas ad Austin<sup>10</sup> – che fa riferimento a un meccanismo che permette al cervello di differenziare i diversi tipi di informazioni. In questo loro contributo gli autori descrivono il modo in cui le onde gamma – onde cerebrali specifiche che si ritiene contribuiscano alla percezione cosciente – operano a diverse frequenze, a seconda del tipo di informazione che trasportano.

I ricercatori hanno misurato le onde cerebrali dei topi, concentrando l'attenzione su tre diverse parti dell'ippocampo, l'area del cervello ampiamente responsabile, come si è visto, della memoria a lungo termine e della navigazione spaziale. L'esito è stato la scoperta di onde gamma lente e onde gamma veloci provenienti da diverse aree del cervello, proprio come le stazioni radio trasmettono su frequenze diverse.

Il meccanismo di connessione l'una all'altra delle cellule cerebrali è quindi basato, come si diceva, sulla sincronizzazione della loro attività. Esse si sintonizzano – letteralmente – l'una sulla lunghezza d'onda dell'altra. Sono in particolare le onde gamma a risultare coinvolte nella comunicazione tra gruppi di cellule nell'ippocampo. Le frequenze più basse sono utilizzate per trasmettere memorie di esperienze passate e le frequenze più alte sono usate per convogliare gli eventi del luogo dove ci si trova in quel momento.

Questo meccanismo facilita la comunicazione con gruppi di cellule distribuiti che elaborano le informazioni correlate, evitando così la possibile confusione tra le varie tipologie di informazioni.

Mentre le cellule sembrano in condizione di modificarsi rapidamente e sintonizzarsi sulle onde lente o veloci, gli autori dell'articolo ritengono che esse non siano in grado di elaborare contemporaneamente le due diverse tipologie di onde. Lo stesso avviene quando si ascolta la radio e ci si sintonizza su una frequenza che è a metà tra due stazioni radio: è impossibile distinguere qualcosa, si sente solo rumore. Analogamente, nel caso del cervello, la percezione che si ha di un luogo si confonderebbe con le memorie passate di quello stesso luogo.

<sup>10</sup> L.L. Colgin, T. Denninger, M. Fyhn, T. Hafting, T. Bonnevie, O. Jensen, "Frequency of gamma oscillations routes flow of information in the hippocampus", in «Nature», 462 (7271), 2009, pp. 267-269.

Durante le oscillazioni dei vari ritmi cerebrali le alternanze dei diversi agglomerati neurali possono sincronizzarsi in cicli successivi attraverso un meccanismo di “Time Division Multiplexing” (TDM, Accesso multiplo a ripartizione nel tempo), una tecnica di multiplazione, ovvero di condivisione di un canale di comunicazione, che elabora informazioni di diversi trasmettitori successivamente in segmenti di tempo definito per la trasmissione sul canale in questione, in modo che quest’ultimo possa essere usato a turno in esclusiva da ogni dispositivo ricetrasmittente per il breve lasso di tempo che gli è stato assegnato. Vi sono due tipi di multiplazione a divisione di tempo: a divisione di tempo sincrono, o quantizzato, che prevede che ogni dispositivo abbia a disposizione un’identica porzione di tempo, e il *multiplexing statistico*, che si differenzia dal precedente per il fatto che ai dispositivi che non devono trasmettere dati non viene assegnato il controllo del canale di trasmissione. La prima procedura sarebbe in grado di disambiguare immagini sovrapposte contro sfondi.

Se si confondono diversi tipi di onde gamma, è possibile soffrire di disordini e anomalie mentali. Non si è ancora in grado di dire con certezza se sia questo passaggio di frequenza a non funzionare, ma quello che si sa senza ombra di dubbio è che le onde gamma sono anormali nei soggetti schizofrenici. La percezione che lo schizofrenico ha del mondo che lo circonda è confusa, come una radio bloccata tra due stazioni.

Il presupposto assunto precedentemente dai ricercatori era che la gestione delle informazioni nel cervello seguisse strade predefinite. Lo studio della Colgin e dei suoi colleghi sembra suggerire una maggiore flessibilità del cervello. Tra le migliaia di stimoli in arrivo a una singola cellula cerebrale, la cellula può scegliere di ascoltarne alcuni e ignorare il resto, e la scelta degli *input* è in costante cambiamento. In questo modo il passaggio delle onde gamma viene assunto come un principio generale di funzionamento, utilizzato in tutto il cervello per aumentare la comunicazione interregionale. Esso appare dunque cruciale per capire il legame delle attività integrative orchestrate dal cervello: questo passaggio, che emerge in piccole parti di corteccia come un’attività localizzata in varie “isole” di tessuto, occasionalmente sincronizza in ampie aree corticali.

Gli *hub* del cervello, cioè i nodi fondamentali che normalmente coinvolgono gruppi di neuroni anche molto distanti tra loro e collo-

cati in aree diverse (corticali e sottocorticali), vengono reclutati nel circuito entrando in risonanza, e cioè “scaricando” (attivandosi) alle medesime frequenze elettriche.

L'elevata integrazione del sistema, garantita da questa specifica struttura, ci fa capire perché settori un tempo ritenuti “bassi”, in quanto rientranti nel confine strettamente motorio, possano diventare sorprendentemente parti di attività “superiori” e di strategie che, nate per la sopravvivenza, si sono poi sviluppate in altro modo o mostrano un aspetto “dormiente”. Spesso la fMRI (Risonanza Magnetica Funzionale) ha permesso di svelare certi aspetti di queste strutture.

Il complesso di contributi e acquisizioni qui sinteticamente ricostruito conferma dunque che nel cervello abbiamo funzioni che, sebbene definite al livello di descrizione delle proprietà di base delle componenti (essere dotati di funzioni di scarica), assumono proprietà di secondo ordine, come appunto quella di scaricare in maniera sincrona, che può essere intesa come una proprietà che soddisfa una condizione ulteriore rispetto a quella di base: sotto certe condizioni un neurone entra in sincronia con gli altri neuroni producendo una determinata configurazione neurale con caratteristiche funzionali emergenti. Già a livello puramente corporeo si manifestano dunque proprietà di proprietà, interamente determinate da micro-costituenti neuro-chimici, ma sensibili al cambiamento che avviene nelle relazioni tra questi micro-costituenti.

La compresenza di diversi ordini causali di proprietà al medesimo livello di descrizione non è un'eccezione, perché si manifesta in molti altri casi. Prendiamo, per esempio, i neuroni specchio, così chiamati perché “scaricano” non solo quando è coinvolta una attività corporea di tipo motorio ma anche quando è in gioco una attività visiva di tipo osservativo. Se si ipotizza che le scariche neurali possano essere interpretate come funzioni, tali che ogni qualvolta vengano attivate esse giocano un determinato ruolo causale, nel caso di questi neuroni siamo in presenza, ancora una volta, di una duplice attività funzionale, la quale presiede alla formazione di circuiti e schemi che entrano in gioco non solo quando si compiono direttamente azioni motorie, ma anche quando si guarda un altro compiere le medesime azioni motorie.

Questa duplicità legittima l'idea che a livello di base sia già presente una preliminare attività rappresentativa e semantica che non ha biso-

gno di un livello superiore di descrizione per essere spiegata. Si tratta di un'attività tutt'altro che grezza, espressione della capacità di esprimere non solo una funzione motoria, ma anche quella di anticipazione cognitiva del movimento da attuare mediante la visione. In tal senso, è come se la funzione visiva – che è identica all'attività di scarica durante l'azione motoria – a sua volta “stia per” una funzione di anticipazione, che indica la disponibilità alla costruzione di uno schema cognitivo e al successivo movimento corporeo a esso correlato. Sembra allora lecito asserire che tale funzione assolva a un ruolo causale di secondo ordine perché soddisfa l'ulteriore condizione di servire alla costruzione di uno schema cognitivo, o attività rappresentativa, atto a simulare il movimento, anche se ciò avviene mediante la visione, e pur se tale funzione si pone al medesimo livello di spiegazione di base, ovvero quello dell'attivazione neurale preposta all'azione motoria.

*Livelli di emozioni*

Applichiamo allora questa articolazione in livelli che caratterizza l'organizzazione interna del cervello anche al complesso delle emozioni.

Secondo Damasio la sede delle emozioni primarie è il tronco encefalico, l'architettura più antica del cervello, quella che mette in connessione la materia cerebrale con il resto del corpo. La corteccia è la sede dei processi mentali più sofisticati. Il talamo è il ponte che connette tronco encefalico e corteccia. Queste tre strutture del cervello sono il frutto dell'evoluzione biologica. Che, come sosteneva François Jacob, è un *bricolage*, che lavora per sommatoria, aggiungendo quasi sempre pezzo a pezzo, lavorando sulla materia a disposizione, senza progettare mai *ex novo* una struttura, per quanto complessa essa sia. Il percorso attraverso il quale “il Sé viene alla mente”,<sup>11</sup> come recita il titolo dell'opera di Damasio specificatamente dedicata a questo tema, si presenta dunque come un processo pienamente darwiniano, a seguito di una lunga storia, quella della vita, con i suoi cambiamenti, le sue contingenze, i

<sup>11</sup> A. Damasio, *Self Comes to Mind: Constructing the Conscious Brain*, Pantheon Books, New York 2010, trad. it. *Il sé viene alla mente. La costruzione del cervello cosciente*, Adelphi, Milano 2012.

suoi “accidenti congelati”. Il tronco encefalico, il talamo, la corteccia sono, appunto, “accidenti congelati”. Che l’evoluzione non ha cancellato, ma su cui ha scritto nuove storie.

Ecco perché non abbiamo un unico sé, ma almeno tre diversi sé: il primo – anche in ordine di comparsa nel lungo processo dell’evoluzione biologica – è il *proto-sé*, quello che produce i sentimenti primordiali; il secondo è il *sé nucleare*, quello che è in grado di mettere in relazione l’organismo e un oggetto esterno; l’ultimo in ordine di apparizione è il *sé autobiografico*, quello che integra nel tempo le relazioni tra l’organismo e gli oggetti con cui entra in rapporto e consente, finalmente, al sé di venire compiutamente alla mente.

Questi tre modi di essere dell’identità sono fortemente integrati: seppure con intensità diversa, essi sono presenti in tutte le strutture cerebrali. Il sé autobiografico non può quindi prescindere né dal sé nucleare, né dal proto-sé ed esso viene alla mente, proprio per questo, come integrazione multipla di processi mentali diversi che avvengono in luoghi diversi del cervello. Un’integrazione che coinvolge necessariamente, in un’unità inestricabile, emozione (percezioni, proto-sentimenti, sentimenti) e ragione.

Questo quadro evidenzia come alla base della coscienza nucleare di un qualsiasi soggetto vi sia una configurazione neurale a larga scala che coinvolge e collega tra loro l’attività di due insiemi di strutture: l’insieme la cui attività di segnalazione incrociata con altre regioni genera il proto-sé e le mappe del secondo ordine; e l’insieme la cui attività di segnalazione incrociata con altre regioni genera la rappresentazione dell’oggetto. Quest’ultima, a sua volta, retroagisce e incide sul proto-sé, modificandolo, al punto che si può dire che le strutture del secondo ordine descrivono l’organismo colto nell’atto di rappresentare i mutamenti del proprio stato mentre interagisce con un oggetto esterno ed è occupato a rappresentarselo. Siamo dunque in presenza di un processo che realizza una configurazione neurale e mentale che riunisce, all’incirca nello stesso istante, la configurazione relativa all’oggetto, quella relativa all’organismo e *quella relativa alla relazione tra i due*. Il fatto che l’insieme delle strutture che genera il proto-sé e che è alla base del suo meccanismo venga modificato dall’intensificazione dell’immagine di un oggetto e, parlando in generale, dall’interazione con un dato ambiente, dimostra la plasticità delle strutture che, fin dai primi passi

dell'esperienza di ogni singolo individuo, si affiancano alla sua organizzazione, la rendono via via più complessa e coordinata, facendo in modo che l'organismo divenga capace di assumere quella gamma di variabilità degli stati interni, alla quale ci si riferiva come a una delle specifiche essenziali per la sopravvivenza.

La radice neurale del proto-sé è costituita da un sistema di monitoraggio, che funziona come un insieme di rilevatori, situati nel tronco encefalico, nell'ipotalamo e nel prosencefalo basale, ai quali arrivano per via nervosa e biochimica i segnali, che consentono di controllare, momento per momento, lo stato dell'organismo. Questo sistema non è localizzato, come si è visto, in una sorta di "cabina di regia" centrale, ma è il prodotto dell'interazione di segnali neurali e chimici tra insiemi di regioni cerebrali ed è definito come una collezione coerente e capillarmente diffusa di configurazioni neurali, che formano istante per istante le mappe dello stato della struttura fisica dell'organismo nelle sue numerose dimensioni. Queste basiche reti neurali costituiscono le radici del qualcosa-cui-è-attribuito il conoscere, su cui costruiscono il sé nucleare e il sé autobiografico.

Quando questo sistema entra in contatto con un oggetto esterno, l'interazione che ne deriva attiva le porzioni di corteccia, in cui vengono elaborati i segnali provenienti dai canali sensoriali, ma provoca anche delle modificazioni nel corpo (per esempio aggiustamenti somatoscheletrici per migliorare la visione, modificazioni viscerali e vestibolari, risposte emotive...), la cui percezione implica sempre una modificazione del proto-sé. Ciò rende possibile l'emergere della coscienza nucleare, che si avrà quando i dispositivi cerebrali di rappresentazione generano una descrizione non verbale, per immagini, del modo in cui lo stato dell'organismo viene modificato dall'elaborazione di un oggetto da parte dell'organismo stesso e quando tale processo intensifica l'immagine dell'oggetto causativo, mettendolo in posizione saliente in un contesto spaziale e temporale. Si ha così una sorta di "rispecchiamento" delle immagini dell'oggetto e delle modificazioni nel proto-sé, rese da mappe del primo ordine, da parte di mappe di secondo livello, che narrano per immagini quanto sta accadendo tra l'organismo e l'oggetto. Questa descrizione di secondo ordine narra pertanto la storia dell'organismo colto nell'atto di rappresentare i mutamenti del proprio stato nel rappresentare l'oggetto:

La narrazione senza parole che propongo si basa su configurazioni neurali che diventano immagini, e le immagini sono la stessa valuta fondamentale utilizzata per la descrizione dell'oggetto che causa la coscienza. Il punto più importante è che le immagini che costituiscono la storia sono incorporate nel flusso dei pensieri. Le immagini nella narrazione della coscienza fluiscono come ombre insieme alle immagini dell'oggetto al quale stanno fornendo un involontario e non richiesto commento. Per tornare alla metafora del "film nel cervello", sono immagini che stanno *dentro* il film. Non vi sono spettatori esterni.<sup>12</sup>

La conseguenza di questa meta-rappresentazione è duplice: emerge il Sé nucleare nella percezione del sentimento del conoscere e viene reso saliente l'oggetto, messo in risalto rispetto a tutto ciò che non viene selezionato. L'essenza della coscienza nucleare consisterebbe, dunque, nella ri-rappresentazione del proto-sé non cosciente mentre viene modificato.

La conseguenza di questa meta-rappresentazione è duplice: emerge il Sé nucleare nella percezione del sentimento del conoscere e viene reso saliente l'oggetto, messo in risalto rispetto a tutto ciò che non viene selezionato. L'essenza della coscienza nucleare consisterebbe, dunque, nella ri-rappresentazione del proto-sé non cosciente mentre viene modificato.

Qui è lampante la costituzione duale del corpo, la sua capacità di osservarsi e di registrare i mutamenti del proprio stato mentre è occupato a rappresentare un oggetto esterno, ma anche a concentrare tutta la propria attenzione sul mondo interno, come fa il Default-Mode Network (DMN), una rete neurale distribuita in diverse regioni corticali e sottocorticali, che viene generalmente attivata durante le ore di riposo e di attività "passive". Questa rete si attiva proprio quando il lavoro della mente non è rivolto a stimoli esterni ma verso il mondo interno. Pur non occupandosi delle usuali faccende quotidiane il metabolismo del cervello è intenso, cioè la corteccia consuma una gran quantità di energia e sono all'opera diverse componenti del sistema cerebrale: il lobulo parietale inferiore, la corteccia cingolata posteriore, la corteccia prefrontale ventro-mediale e la formazione dell'ippocampo. È un sistema di aree cerebrali dense e fitte di connessioni. Questa rete è associa-

<sup>12</sup> A. Damasio, *Emozione e coscienza* (1999), trad. it. Adelphi, Milano 2000, p. 208.

ta a processi mentali definiti “immagini e pensieri non correlati a un compito” e si attiva, per esempio, quando gli individui pensano al loro futuro costruendo una “scena mentale” basata sulla memoria episodica. Alcune sue componenti forniscono quindi informazioni provenienti da esperienze pregresse sotto forma di ricordi e associazioni che costituiscono i mattoni della simulazione mentale e dell’immaginazione.

Il Default-Mode Network è pertanto fondamentale per utilizzare le esperienze passate al fine di progettare il futuro, individuare le interazioni sociali e massimizzare l’utilità dei momenti in cui ciascuno di noi non è direttamente impegnato nel mondo esterno e la sua attività mentale, come si diceva, è diretta verso i canali interni. In queste fasi non si ha un pensiero ordinato e organizzato, ma piuttosto un agglomerato di istanti e di frammenti di esperienza interiori, miscugli saltuari fatti di sogni a occhi aperti, di fantasticherie, di monologhi interiori vaganti, di immagini vivide che contribuiscono molto alla formazione e al benessere della persona umana. Questo circuito spiega quindi alcune condizioni neuropsicologiche importanti ed evidenzia la funzione fondamentale del “sogno a occhi aperti”, di quella sorta di mondo intermedio tra il sogno vero e proprio e il momento introspettivo, come se si fosse svegli ma non davvero presenti a sé stessi, mondo nel quale cominciano tuttavia a emergere e a prender forma le visioni orientate al futuro e i relativi progetti.

Il riferimento a questa rete evidenzia l’importanza dei risultati della psicoanalisi e della psicologia analitica. In particolare delle riflessioni di Sigmund Freud sulla condensazione come strumento privilegiato di organizzazione interna e di espressione del linguaggio onirico e sul sogno come traduzione di avvenimenti che si svolgono ai margini dell’attenzione in immagini visive, che espandono improvvisamente, in senso positivo o negativo, il campo della coscienza. Dunque *condensando* si può *espandere*, tant’è vero che nel sogno non ci sono solo ricordo e previsione, ma anche la possibilità di porsi nei riguardi dell’esistenza in modo nuovo; in un modo che può definire, modificandola, la struttura stessa dell’esistenza e ampliarne gli orizzonti e le prospettive. Altrettanto fondamentali e lungimiranti appaiono le considerazioni di Jung sull’immaginazione – si potrebbe anche dire creatività – come risultato della tenacia “reattiva” con cui l’inconscio rivendica il suo diritto a manifestarsi, nonostante le “ragioni” della

coscienza. L'immaginazione e i suoi prodotti sono pertanto, a suo giudizio, il luogo privilegiato del rapporto con l'inconscio, che si modula, si coniuga, si declina soprattutto attraverso un pensiero che impara e riesce a farsi figurativo, a drammatizzarsi, a mettersi in scena e rappresentarsi, producendo concetti, come quei grandi archetipi – Puer, Senex, Animus, Ombra e il Sé – capaci di essere “visti” nella mente, oltre che compresi nella loro forza di potenti astrazioni. Questo tipo di pensiero immaginante è lo strumento più efficace del dialogo e della comunicazione tra le funzioni superiori e quelle inferiori della psiche e di mediazione tra la coscienza e l'inconscio. L'integrazione tra questi opposti può darsi solo sul piano psichico che si manifesta come attività immaginativa creatrice. Proprio per questo le immagini e i simboli frutto di questa attività costituiscono gli strumenti insostituibili di quell'autentica conoscenza di sé che scaturisce dalla tendenza al superamento dell'inconscio inteso riduttivamente come territorio esterno ed estraneo, come non-conscio.

Questo articolato processo di osservazione e di auto-osservazione nel quale il corpo è costantemente impegnato lascia in esso tracce ben precise, misurabili e documentabili oggettivamente, come per esempio l'alterazione della conduttanza cutanea utilizzata come elemento altamente discriminante nella nota “macchina della verità”. Damasio chiama “marcatore somatico” l'insieme di queste tracce, prodotte da un meccanismo di attribuzione di valore e di previsione, che si struttura sulla base dell'esercizio delle emozioni primarie (felicità, tristezza, paura, rabbia, ripugnanza) e della loro progressiva specificazione in emozioni secondarie e sentimenti. La corteccia pre-frontale categorizza le relazioni con situazioni, persone, eventi e oggetti, ma anche, è importante ribadirlo, con il proprio universo interiore, nei termini della loro conseguenza somatica ed emozionale. Si va così strutturando un intero archivio di nessi emozionalmente marcati, fissati nella memoria del vissuto, tra stati del corpo positivi o negativi ed eventi, accadimenti, scenari, situazioni, esiti, in grado di anticipare le risultanze emozionali di una eventuale interazione con tutto ciò che in passato le ha già provocate. Il processo di reazione di cui il marcatore somatico è l'esito, importante per orientare le scelte che, a livello moto elementare e di base, ogni soggetto compie, è generalmente implicito e non conosciuto. L'elenco di ciò che comprende è sbalorditivo:

- tutte le immagini pienamente formate cui non badiamo;
- tutte le configurazioni neurali che non si traducono mai in immagini;
- tutte le disposizioni acquisite attraverso l'esperienza che sono latenti e possono non diventare mai una configurazione neurale esplicita;
- tutto il tranquillo rimodellamento di tali disposizioni e delle loro reti di connessioni, che possiamo non arrivare mai a conoscere in modo esplicito;
- tutta la segreta saggezza e il sapere che la natura ha incorporato nelle disposizioni omeostatiche innate.

Per quanto non conosciuto o implicito, anche se non necessariamente, in quanto vi sono alcune sue componenti di cui siamo perfettamente consapevoli, questo accumulo di stimoli somaticamente marcati, che viene acquisito nella primissima infanzia e nell'adolescenza, ma prosegue per tutta la vita e si configura come un processo continuo, ha sue specifiche modalità di espressione linguistica, che si realizzano a livello presimbolico della comunicazione, ovvero laddove le potenzialità definitorie del linguaggio simbolico non possono falsificarle.

In una recente opera Gian Paolo Scano ha acutamente messo in rilievo e analizzato la grammatica e la sintassi di questo linguaggio:

La sintassi, che regola la costruzione delle frasi di questa lingua emozionale, si è costruita dalla grammatica elementare delle emozioni, con la specificazione delle regole, che governano la declinazione del linguaggio emozionale nell'ambito del rapporto tra il singolo individuo e gli altri membri a lui prossimi della specie. Tali regole coordinano il significato emozionale e corporeo del soggetto con la corrispettiva dinamica emozionale degli altri soggetti nell'ambito e nell'esercizio di scene e canovacci relazionali, determinati dalla struttura elementare della socialità umana, preformata dalla biologia sociale della specie, ma formattata nella cultura complessiva, in cui si svolgono le interazioni specifiche di quel soggetto. I due sistemi di regole agiscono diversamente anche se sono profondamente embricati tra loro: il primo sistema – diciamo la grammatica – è di marca corporea e auto-centrica e determina vincoli nell'anticipazione di significato in termini di peso e valore di uno stimolo o di un *pattern* relazionale, determinati dalla diretta e semplice marcatura corporea; la seconda, invece, – diciamo la sintassi – risulta dal confronto tra il peso e valore attribuito da un soggetto e quello attribuito dagli altri soggetti, con cui

si trova a contatto e in cui, dunque, l'attribuzione del significato corporeo deve inserirsi in canovacci e scene accettate, per evitare che la frase, che si costruisce – l'azione che si propone, – venga considerata dall'altro erronea e punita con un peso e un valore negativi, che potrebbero contraddire la semplice marcatura emozionale diretta. Si potrebbe dire che, nel primo sistema di regole, si tratta di narrazioni, in cui soggetto, predicato e complementi riguardano sempre esclusivamente l'organismo, mentre, nel secondo, l'azione dell'organismo si inserisce in racconti, in cui è sempre presente l'altro come soggetto (attivo o passivo) o come complemento. I due sistemi fortemente embricati costituiscono il cardine della regolazione del *me* (*self-regulation*) nella regolazione del *noi* (*interpersonal-regulation*).<sup>13</sup>

Da questo quadro generale escono potenziati il ruolo e l'importanza del linguaggio delle immagini, per il fatto che, come si è visto, le basi embrionali di quella che possiamo chiamare la coscienza funzionano sulla base di una narrazione senza parole che si basa su configurazioni neurali che diventano immagini, su una descrizione non verbale del modo in cui lo stato dell'organismo viene modificato dall'elaborazione di un oggetto da parte dell'organismo stesso, e quindi in definitiva su un linguaggio primario, di cui ciascun uomo dispone e che è attivo già prima che egli cominci a pronunciare qualche parola. Non si tratta, pertanto, di rappresentazioni astratte, ma di immagini che fin dall'inizio sono legate da una parte al corpo, dall'altra al contesto in cui è immerso e agisce, sono quindi intrinsecamente contrassegnate dalla loro collocazione, da un "dove" e da un "come", e che si caricano poi via via dei significati del vissuto, dei "marcatori somatici" che a esso vengono associati, delle emozioni sottese che questi marcatori richiamano ogni volta.

Questo modo di intendere il linguaggio primario orienta verso l'idea che la mente non sia nella testa, chiusa all'interno della nostra scatola cranica, ma sia invece un'istanza che si manifesta nella *relazione* tra ambiente esterno e mondo interiore, relazione che si estrinseca in primo luogo sotto forma di immagini del corpo che risponde alla realtà

<sup>13</sup> G.P. Scano, *La mente del corpo: intenzionalità e inconscio della coscienza. L'azione umana tra natura e cultura*, Franco Angeli, Milano 2015, pp. 266-267.

che lo circonda e in cui è immerso e alle modificazioni che essa provoca nella sua organizzazione interna e che, nell'ambito di quest'ultima, regola lo stato delle componenti in cui si articola. Da queste immagini primordiali trae origine la parola, che assume poi un ruolo così descritto da Pavel Florenskij:

È come prima del temporale: la parola è il lampo che straccia il cielo da est a ovest e rivela in *sensu incarnato*: nella parola vengono compensate e unite le energie accumulate. La parola è un *lambo*, non è l'una o l'altra energia, ma un nuovo fenomeno energetico, costituito da due unità, una nuova realtà nel mondo: un *canale di collegamento* tra ciò che finora era separato. La geometria insegna che per quanto breve sia la distanza tra due punti nello spazio, può essere stabilito un collegamento in cui la distanza equivale a *zero*. La linea di tale collegamento è il cosiddetto *isòtropo*, Stabilendo un rapporto isotropico tra due punti, questi vengono direttamente in contatto l'uno con l'altro. Il pronunciare la parola può essere così paragonato a un contatto del conoscente con ciò che deve essere conosciuto nell'isòtropo: seppur separati l'uno dall'altro nello spazio, si rivelano uniti. La *parola* è un *isòtropo ontologico*.<sup>14</sup>

In quanto isòtropo ontologico essa conferisce concretezza alla linea, a un tempo di separazione e di collegamento, tra mondo interno e mondo esterno, le dà sostanza e corposità, la trasforma via via in spazio intermedio tra i due protagonisti della relazione. Emerge così e si sviluppa un *paesaggio interno*, simbolico e culturale, che ovviamente risente dell'impronta del paesaggio esterno, a cui si devono le alterazioni della rappresentazioni primordiali del corpo, proprio perché le immagini, le rappresentazioni interne e quelle di sé stesso che il cervello costruisce nel momento in cui è intento a tracciare le mappe del suo paesaggio interiore sono basate sui cambiamenti che hanno luogo nel corpo e nel cervello medesimo durante l'interazione fisica con il contesto ambientale. Lo "sguardo dal di fuori" dello spazio esterno, ridotto alla sola visione, percezione, interpretazione, rappresentazione si trasforma

<sup>14</sup> P.A. Florenskij, *Imjaslavie kak filosofskaja predposylka* (1920-1922), trad. it. "La venerazione del nome come presupposto filosofico", in D. Ferrari-Bravo, E. Treu, *La parola nella cultura russa tra '800 e '900. Materiali per una ricognizione dello slovo*, Tipografia Editrice Pisana, Pisa 2010, p. 447.

così, a questo livello più elevato di consapevolezza, in simbiosi, in partecipazione, in coevoluzione, in quell'assunzione di responsabilità che deriva dalla piena coscienza che non è possibile tirarsi fuori da quello che facciamo accadere con la nostra presenza e le nostre azioni nell'ambiente in cui viviamo.

Il passo ulteriore che possiamo compiere, giunti a questo punto, è chiederci e cercare di appurare come cambi il paesaggio interno così configurato in seguito a mutamenti dovuti non alla relazione con il paesaggio esterno e con gli oggetti e i processi in cui si articola, ma ad alterazioni significative dello stesso sistema corporeo, come una malattia, o eventi traumatici come il trapianto di un organo.

Mi varrò, per cercare di rispondere a questa domanda, dei risultati dell'esperienza terapeutica sviluppata all'ospedale Brotzu di Cagliari dal dottor Danilo Sirigu, che riguarda il trattamento prima con l'ipnosi clinica, e poi con la visualizzazione ecografica, sia della sindrome dell'intestino irritabile (SII), un complesso sintomatologico che comprende dolore addominale e irregolarità dell'alvo, dovuto ad alterazioni motorie funzionali del colon che costituisce senza dubbio la più frequente causa di ricorso al medico per patologia gastroenterologica, sia il morbo di Crohn (MC).

Quest'ultimo è una patologia caratterizzata da una infiammazione cronica transmurale dell'intestino che può interessare qualunque segmento gastrointestinale. Si classifica sulla base della localizzazione (ileo terminale, colon, ileo e colon, tratto gastroenterico superiore), del "pattern" della malattia (infiammatorio, fistolizzante o stenosante) e dell'età di insorgenza. I tratti intestinali colpiti si presentano infiammati, ulcerati con lesioni che possono interessare a tutto spessore la parete intestinale.

La malattia si manifesta clinicamente con dolore addominale, calo ponderale, alterazione dell'alvo generalmente di tipo diarroico, talora febbre e perdita di sangue con le feci e può complicarsi con la formazione di stenosi, ascessi e fistole intra-addominali o perianali.

È caratterizzata da periodi di remissione clinica alternati a periodi di ricaduta. Tuttavia, anche durante i periodi di remissione, ci può essere evidenza endoscopica, radiologica e/o sierologica di infiammazione persistente che provoca un danno intestinale progressivo nel tempo che può necessitare di chirurgia che a sua volta porta alla disa-

bilità. La malattia di Crohn può quindi essere identificata come una malattia infiammatoria cronica, progressiva, distruttiva e, in ultima analisi, invalidante.

Il suo decorso è influenzato da numerosi fattori ambientali, tra cui lo stress psicologico, che favorisce la riacutizzazione infiammatoria. Gli stimoli stressanti (stressori) sono percepiti ed elaborati a livello cerebrale prevalentemente su aree limbiche come l'insula (Ins), l'amigdala (Amy), e l'ippocampo (HC), che possono essere evidenziate con studi di risonanza magnetica funzionale (fMRI).

La ricerca ha lo scopo di valutare l'efficacia terapeutica di una nuova tecnica che associa la tradizionale ipnosi clinica all'ecografia nel trattamento di questa malattia attraverso:

- dimostrazione di una riduzione/modulazione dell'infiammazione (valutazione ematica di citokine, pcr, TNF) e riduzione della perfusione intraparietale delle anse intestinali infiammate (CEUS);
- verifica con fMRI cerebrale di un'eventuale ristrutturazione in alcune aree cerebrali attraverso una modifica di circuiti neuronali che si attivano nell'elaborazione della risposta verso stimoli stressogeni.

Il suo cardine è costituito dalla relazione esistente fra stress ed infiammazione.

L'associazione fra esacerbazioni infiammatorie e periodi particolarmente stressanti è un dato ormai ampiamente confermato dall'esperienza clinica dei pazienti e documentato in diversi lavori scientifici.

Recenti studi di *neuroimaging* funzionale hanno dimostrato il coinvolgimento di diversi centri nervosi nella risposta allo stress: le regioni limbiche dell'amigdala, dell'ippocampo, la corteccia cingolata e la corteccia prefrontale sono infatti fortemente coinvolte nell'elaborazione nervosa degli stimoli stressori.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> J.C. Pruessner, K. Dedovic, S.J. Lupien, C. Lord, C. Buss, L. Collins *et Al.*, "Stress regulation in the central nervous system: evidence from structural and functional neuroimaging studies in human populations", in «Psychoneuroendocrinology», 35 (1), 2009, pp. 179-191.

Dopo che è stato elaborato a livello del SNC, lo stress può influenzare i processi infiammatori periferici attraverso tre vie effettrici interconnesse:

1. il sistema nervoso simpatico;
2. il sistema nervoso parasimpatico;
3. la via neuroendocrina che coinvolge l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene.

I mediatori delle vie effettrici controllano la produzione delle citochine infiammatorie, legandosi direttamente ai recettori specifici esposti dai macrofagi, granulociti, linfociti e altre cellule immunitarie.

*Il Sistema Nervoso Simpatico* raggiunge le cellule immunitarie sinapticamente, non sinapticamente e per via umorale.

*Il Sistema Nervoso Parasimpatico* coinvolge il Nervo Vago, attraverso la via metabolica colinergica anti-infiammatoria che inibisce la produzione da parte dei macrofagi di citochine: l'attività efferente del nervo vago, rilascia acetilcolina che interagendo con le sub-unità alfa 7 dei recettori nicotinici per ACh, inibisce il rilascio di citochine da parte dei macrofagi.

*La Via Neuroendocrina* coinvolge l'asse ipotalamo – ipofisi – surrene, che culmina con il rilascio da parte del surrene di cortisolo, potente immunomodulatore.

Questi concetti ci permettono di capire come i grossi sistemi biologici (sistema nervoso centrale e periferico, sistema endocrino, sistema immunitario), siano legati tra loro in un network di informazioni e di comunicazioni in senso bidirezionale che dialoga con il linguaggio dei neuropeptidi.

Gli stessi neuropeptidi e i loro recettori sono a tutti gli effetti la chiave biochimica delle emozioni.

Negli ultimi anni i ricercatori nell'ambito delle neuroscienze hanno formalizzato questo concetto in un grande numero di pubblicazioni scientifiche e hanno dimostrato che così come nella elaborazione e nella gestione dello stress, le aree in cui sono mediate le emozioni sono proprio a livello del sistema limbico.

Finora gli sforzi scientifici si sono concentrati sulla dimostrazione di come fattori stressanti e le emozioni negative correlate possano essere associati a conseguenze negative sulla salute, come l'indebolimento della risposta immunitaria e l'insorgenza di sintomi e malattie infiammatorie fino alle malattie neoplastiche.

Sarebbe altrettanto importante dimostrare, ed è questo appunto il senso della ricerca di Sirigu, come, al contrario, eventi ed emozioni piacevoli, positive, possano contribuire al mantenimento della salute o alla guarigione da patologie, svolgendo un'attività antinfiammatoria.

L'ipotesi da verificare è dunque che il rilassamento, la tranquillità, emozioni di benessere possano contribuire alla prevenzione e/o guarigione da malattie infiammatorie e immuno-mediate.

L'ipnosi clinica, attraverso quella particolare condizione di coscienza modificata rivolta verso uno stato particolarmente recettivo a ristabilire un equilibrio psicofisico, può rappresentare un mezzo particolarmente utile a questo scopo. L'ipnosi ha un effetto indiscutibile sul comportamento e sul cervello. Diversi studi hanno attestato che la suggestione ipnotica è in grado di indurre cambiamenti nell'attività cerebrale correlata alla memoria, alla percezione del dolore, alla gestione dello stress, ai movimenti volontari attraverso processi che mediano il controllo esecutivo e l'attenzione. L'ipnosi clinica, nella sua complessa fenomenologia, è in grado di attivare-disattivare diverse aree cerebrali, tra cui il sistema limbico, generando dissociazioni e nuove associazioni, amplificando o deamplificando specifici elementi esperienziali, attraverso la creazione o modulazione di emozioni – neuropeptidi, capaci di ripristinare un equilibrio omeostatico intrinseco a ogni individuo, indirizzato verso una condizione di benessere e di salute.

È noto il ruolo che l'ipnoterapia svolge nella gestione dello stress.<sup>16</sup> Alcuni studi hanno dimostrato che l'ipnosi con immaginazione immuno-diretta può essere un modulatore cellulare nella disregolazione immunitaria durante lo stress acuto,<sup>17</sup> uno dei più importanti fattori che possono causare la ricorrenza della malattia in pazienti con IBD.<sup>18</sup>

<sup>16</sup> R.O. Stanley, T.R. Norman, G.D. Barrows, "Hypnosis in the Management of Stress and Anxiety Disorders", in «International Handbook of Clinical Hypnosis», Published Online: 28 dec. 2001.

<sup>17</sup> J. Gruzelier, J. Levy, J. Williams, & D. Henderson, "Self-hypnosis and exam stress: comparing immune and relaxation-related imagery for influences on immunity, health and mood", in «Contemporary Hypnosis», 18(2), 2001, p. 73.

<sup>18</sup> R.G. Maunder, S. Levenstein, "The role of stress in the development and clinical course of inflammatory bowel disease: epidemiological evidence", in «Current Molecular Medicine», 8(4), 2008, pp. 247-252.

L'obiettivo della ricerca è di dimostrare che l'ipnosi clinica, oltre a migliorare la qualità di vita dei pazienti affetti da Malattia di Crohn, è in grado di ridurre l'attività infiammatoria, specialmente se affiancata dalla visualizzazione ecografica degli organi ammalati. La combinazione di questi due trattamenti è l'aspetto innovativo del percorso seguito, che si lega strettamente alle considerazioni fatte sul corpo semantico, sulla sua natura duale, sul linguaggio delle emozioni, sul ruolo della metafora narrante o inconscia.

L'ecografia è tradizionalmente una metodica diagnostica molto importante nella valutazione dello studio della parete intestinale e nell'inquadramento diagnostico delle malattie croniche infiammatorie.

I progressi tecnologici e l'impiego dei mezzi di contrasto ecografici permettono di valutare il grado di flogosi e lo stato di attività di malattia attraverso un'analisi qualitativa e quantitativa di perfusione delle pareti intestinali.

L'abbinamento proposto tra ecografia e ipnosi permette all'indagine ecografica di essere contemporaneamente una metodica:

- diagnostica (valutazione dello stato della malattia);
- terapeutica (abbinamento dell'immagine simbolica e profonda, incontrollata come le immagini inconscie e narranti, che emerge dall'ipnosi, con l'immagine reale, risultato della visualizzazione ecografica dei propri organi interni);
- di verifica di efficacia terapeutica (valutazione delle modifiche di perfusione parietale intestinale).

L'elemento di contatto fra l'ipnosi e l'ecografia è costituito dalla relazione fra l'immaginazione, fatta emergere dalla prima, e l'immagine, che è il prodotto della seconda.

Ciò è di particolare interesse alla luce del quadro generale proposto in precedenza, dal quale scaturisce, come si è visto, l'idea che il linguaggio primario del cervello sia centrato sull'immagine. Il ricorso a essa rappresenta infatti il modo più economico che il cervello dei mammiferi ha per far passare rapidamente informazioni tramite varie interfacce cerebrali. Nell'immagine c'è pertanto un'informazione sintetica capace di attivare vari circuiti che collegano il sistema limbico con le aree corticali elaborative ed esecutive.

La decodificazione dell'immagine chiama in causa il ruolo centrale della memoria, che permette di paragonare la rappresentazione mentale disponibile ad altre già codificate che fanno parte della memoria medesima. Le immagini che attivano modelli interpretativi e di comportamento sono legate al contesto e sono quindi necessariamente personali. L'obiettivo che il trattamento si pone è quello di evitare che le persone rimangano prigioniere delle metafore dalle quali sono governate e dalle immaginazioni che ne scaturiscono, e di conseguenza bloccate nelle situazioni in cui si trovano a vivere passivamente e incapaci di reagire a esse, fornendo loro l'opportunità di costruire nuovi contesti rappresentazionali più favorevoli e adeguati a una condizione di equilibrio e di benessere e nella quale, soprattutto, ciascun paziente riesca a recuperare il proprio spirito di iniziativa e a rendere fluide e dinamiche le immagini del proprio corpo, governandole anziché esserne governato.

L'ipnosi esprime la potenzialità dell'immaginazione, rendendo flessibile una rappresentazione mentale attraverso il monoideismo plastico. Con essa ci si "immagina" di interagire col proprio corpo e ci si forma una rappresentazione basata su questa specifica immagine mentale: l'ecografia trasforma l'immaginazione in "visualizzazione" guidata verso l'organo bersaglio.

La suggestione ipnotica viene condotta con visualizzazione degli organi bersaglio per via ecografica attraverso una sorta di "viaggio interiore" che permette una maggiore consapevolezza somatica e una migliore connessione psiche-soma, facendo acquisire al paziente un più elevato ed efficace controllo delle proprie esperienze interne sotto forma sia di dolore, sia di qualsiasi altro sintomo.

Nell'atto creativo indotto da questa inedita alleanza di ipnosi ed ecografia, il rapporto immaginazione-immagine può trasformarsi in atto terapeutico: l'interazione tra l'immaginazione e l'immagine genera nel paziente una potenza dinamica che si riflette sulla cascata emozionale, neuro-immuno-endocrino correlata.

Il ruolo dell'ecografia è quindi quello di utilizzare direttamente le immagini del proprio corpo, evocando attraverso l'ipnosi classica risposte psichiche-somatiche-viscerali in un circuito virtuoso e terapeutico fra corpo che osserva e corpo osservato.

L'effetto positivo è duplice: da una parte si rafforzano le capacità del paziente di mobilitare le proprie risorse interiori, riorganizzandole e

orientandole a scopo terapeutico; dall'altra parte si valorizza una nuova responsabilità del paziente verso la propria malattia. Egli, come detto, non è più uno spettatore passivo nei confronti di essa, non delega più totalmente il suo problema al medico e/o ai farmaci, ma diventa il protagonista proattivo dell'atto terapeutico, invertendo il tradizionale rapporto secondo il quale è la malattia ad aggredire il paziente. In questo caso avviene esattamente il contrario.

La risposta dei pazienti a questa combinazione di ipnosi ed ecografia, di immaginazione e descrizione, di rappresentazione mentale e immagine, secondo il resoconto che essi stessi ne danno, consiste nel rendersi pienamente conto della natura duale del loro corpo, che "si sdoppia" in soggetto osservante e oggetto osservato. La loro identità viene così a collocarsi in un "centro decentrato", in un territorio di frontiera, in uno spazio intermedio tra il dentro e il fuori, nel quale il confine tra "esterno" e "interno" diventa a tal punto poroso da vanificare la distanza convenzionale. Questo confine da linea di demarcazione si trasforma così in uno "spazio intermedio", in una zona cuscinetto di contatto, diventando l'analogo di ciò che in geometria sono le rette isotropiche, rette (immaginarie) passanti per i punti ciclici, che godono di molte proprietà caratteristiche, quali per es. di essere ortogonali a sé stesse, e, soprattutto, di essere linee di lunghezza nulla, tali cioè che la lunghezza di ogni loro segmento sia zero, con la conseguenza che, per quanto breve sia la distanza tra due punti nello spazio, può essere stabilito un collegamento in cui la distanza equivale a zero. Stabilendo un rapporto isotropico tra due punti, questi vengono direttamente in contatto l'uno con l'altro, proprio come accade nelle situazioni di cui stiamo parlando alla relazione tra soggetto osservante e sistema osservato, che, per poter svolgere le loro rispettive funzioni, devono necessariamente essere distinti e separati, ma entrano in una relazione così profonda da entrare in stretto contatto reciproco.

Il "fuori", l'oggetto osservato, in questo caso l'intestino ammalato (sia nella sindrome dell'intestino irritabile, sia nelle malattie croniche infiammatorie), inizialmente viene visto con distacco, come una sorta di "altro da sé", in cui si localizzano e si concentrano tutta la carica negativa e tutti gli aspetti deteriori della malattia. Poi, in seguito al percorso seguito dal paziente con il ricorso combinato all'ipnosi e alla visualizzazione ecografica, questo "fuori" si interiorizza, viene colto

nella sua fluida vitalità, intercettandone il pulsare e il ritmo nascosti. A sua volta, il “dentro” si esteriorizza, e l’intero corpo coi suoi organi e distretti, viene visualizzato e percorso immaginativamente da cima a fondo come un territorio.<sup>19</sup>

La duplicità del corpo di cui parlavamo, e nella quale risiede la sua natura di “sistema semantico”, consiste dunque nel fatto che esso appare *intrinsecamente doppio* al proprio interno, in quanto è, al contempo, *soggetto e oggetto*, soggetto che scaturisce dall’oggetto e assume quest’ultimo come “bersaglio” del suo sguardo e della sua descrizione. L’immagine che ne risulta, proprio in virtù della collocazione dell’identità personale non più soltanto e totalmente dalla parte di una delle due componenti in gioco, in questo caso il soggetto osservante, ma, come si è detto, nello spazio intermedio e nell’interfaccia tra di esse, non appare però il prodotto di una semplice comunicazione e scambio di informazioni, o di un processo unidirezionale di conoscenza, bensì diventa il risultato di una sorta di *κοινωνία*, che è unione e partecipazione, e dunque coinvolgimento reciproco. Proprio questo coinvolgimento avvia e attiva il prendersi cura di sé, in questo caso dell’organo, che precedentemente non solo veniva visto con distacco, ma era addirittura considerato qualcosa di estraneo e di ostile, dal momento che si concentrava in esso tutta la carica di negatività che in qualche modo ci si rifiutava di associare al proprio sé, e dunque al proprio corpo. Proprio questo “prendersi cura” stimola e favorisce, come risulta dalle testimonianze dirette di alcuni dei pazienti del dott. Sirigu sottoposti al trattamento descritto, il processo di guarigione.<sup>20</sup>

L’intestino cessa così di essere un oggetto fisico da osservare e descrivere con distacco, una mera determinazione spaziale, passivamente collocato nell’ambiente circostante, oggetto dello sguardo e della

<sup>19</sup> Si veda, su questo aspetto, due incisivi lavori di G. Marchianò: “La mente naturale”, in *Terra Natura Storia. Scritti filosofici*, a cura di G. Marchianò, Rubbettino, Soveria Mannelli 1996; e Id., “Il confine spiritualmente valicabile tra dualismo e unità della mente-cuore”, in «Arte e Spiritualità», fascicolo speciale, 2, 2014.

<sup>20</sup> Queste testimonianze sono riportate nel mio volume *Il nodo Borromeo: Corpo, mente, psiche*, Aracne, Roma 2015, in cui viene ampiamente analizzato e discusso il complesso dei problemi sinteticamente riassunti in questa sede.

focalizzazione dell'attenzione: ridiventa invece parte del corpo colto nella duplicità, che riflette il rapporto con sé stesso nella propria imprescindibile relazione tra interno ed esterno, avvertendosi come limite e interfaccia tra questi due estremi, un qualcosa che si rapporta a questo limite avvertendolo come un proprio carattere, una sua specifica proprietà intrinseca.

Per tutte queste ragioni il corpo non può essere ridotto a una semplice ed esclusiva spiegazione fisicalistica: essendo qualcosa che in sé traduce il carattere intrinsecamente cosciente/intenzionale delle rappresentazioni percettivo-motorie non concettuali, esso non può essere adeguatamente compreso senza tenere conto della dimensione riflessiva di cui è espressione, del suo esibire, intrinsecamente, le proprietà della coscienza corporea, sia in quanto manifestazione della relazione tra corpo e mondo, che diviene oggetto intenzionale in sé medesimo, sia in quanto manifestazione della posizione anomala che il corpo percettivo e senso-motorio intrattiene rispetto a sé stesso.

Questa dimensione riflessiva genera, come si è visto, emozioni di secondo livello rispetto a quelle prese in considerazione da Damasio nella sua analisi che si occupa in particolare del processo nel corso del quale il corpo, nella sua globalità, viene modificato dall'interazione con la realtà esterna e registra questi mutamenti, facendone oggetto di specifica osservazione. In questo caso siamo invece, come si è ripetutamente sottolineato, in presenza di un corpo che si articola e si sdoppia in un sistema osservante e in un sistema osservato e che contrassegna con specifiche reazioni emotive di rifiuto e rigetto o, al contrario, di accettazione e di riconoscimento come parte propria, il risultato di questo processo.

Per comprendere fino in fondo la rilevanza di queste reazioni emotive possiamo fare riferimento agli autentici traumi di tipo psicologico che si possono registrare in seguito al trapianto di organi particolarmente significativi e rilevanti sotto il profilo delle rappresentazioni simboliche a essi associate, come il cuore, per esempio. Sarebbe interessante valutare, attraverso un'apposita ricerca, quanto possano incidere queste reazioni nei casi di *rigetto*, allorché cioè il sistema immunitario di un paziente che è stato sottoposto a trapianto attacca il nuovo organo, riconoscendolo come non-self, con progressiva perdita della struttura e funzione dell'organo trapiantato.

È infatti noto come gli allotrapianti possano essere rigettati attraverso una *reazione immunitaria cellulo-mediata* o *umorale* del ricevente contro gli antigeni di trapianto (di istocompatibilità) presenti sulle membrane delle cellule del donatore. Il ruolo degli anticorpi umorali nel rigetto dei trapianti è evidente quando il ricevente sia stato presensibilizzato (dalla gravidanza, da trasfusioni di sangue o da precedenti trapianti) agli HLA (Human leukocyte antigen, antigene umano leucocitario, cioè il complesso maggiore di istocompatibilità della specie umana) presenti nell'organo trapiantato. In queste circostanze il trapianto porta quasi invariabilmente al *rigetto iperacuto* mediato da anticorpi, che provoca la distruzione dell'organo trapiantato nel volgere di poche ore o addirittura minuti dopo la sua rivascularizzazione. Questa reazione di rigetto è caratterizzata dalla trombosi dei piccoli vasi e l'infarto del trapianto non risponde alle terapie immunosoppressive conosciute. I trapianti di fegato sembrano essere meno suscettibili a questa forma di rigetto iperacuto mediato da anticorpi. Gli anticorpi umorali hanno probabilmente un ruolo di rilievo anche nella distruzione più tardiva del trapianto, ma esso è ancora poco chiaro.

Se dalla ricerca ipotizzata, condotta su vasta scala e con rigorosi criteri scientifici, dovesse emergere una riduzione non trascurabile del numero di rigetti negli allotrapiantati in seguito a un trattamento terapeutico come quello qui descritto, basato sulla combinazione di ipnosi clinica e di ecografia, si potrebbero fare rilevanti passi avanti nella comprensione del sistema complessivo delle emozioni, del suo rapporto con le funzioni percettive e cognitive e, più in generale, delle relazioni tra la mente e il corpo.

### *Conclusione*

Nella parte iniziale della nostra analisi abbiamo sottolineato, sulla scia di Quine, come il discorso indiretto, nella forma standard “dice che”, associata a “crede che”, “desidera che”, “teme che” e simili, costituisca un ostacolo per una teoria scientifica, nella sua forma generalmente recepita, in quanto «riferisce un evento piuttosto in termini di proiezione soggettiva di sé stessi nella situazione mentale immaginata

del parlante e delle scrivente in questione”, per cui esso “è la citazione meno l’oggettività e la precisione”.

Credo non sia improprio considerare la relazione tra il corpo come sistema osservante e un suo organo malato, basata sul rigetto e sul rifiuto di quest’ultimo come parte estranea in quanto causa del dolore e della sofferenza, l’espressione di un’analoga chiusura soggettiva su sé stessi, nella situazione mentale determinata da metafore profonde non governate e dalle quali si è invece dominati. Se questa analogia non è priva di significato possiamo dire che ciò che il trattamento terapeutico basato sulla combinazione di ipnosi clinica e di ecografia produce è proprio l’uscita da questa chiusura nella situazione mentale immaginata e un passaggio a una descrizione controllabile, che non sia soltanto l’espressione di una reazione emotiva, ma il risultato di quella convergenza e unità inestricabile di emozione (percezioni, proto-sentimenti, sentimenti) e ragione di cui parla Edoardo Boncinelli nel passo seguente:

La percezione è sempre finalizzata all’azione, ma l’azione non ci può essere senza una motivazione o un’aspettativa positiva. La percezione e la mente cognitiva ci suggeriscono ‘come’ compiere un’azione; l’emotività ci dà una ragione per compierla e ci spinge a farlo. La cognizione e la ragione si comportano come gli argini di un fiume in piena, ma l’affettività è la gravità della sua massa d’acqua. Noi siamo prima di tutto il fiume e secondariamente gli argini, anche se la nostra evoluzione culturale ha teso a richiamare la nostra attenzione più su questi ultimi, non fosse altro perché le loro vicende si prestano meglio a essere raccontate e tramandate. Noi esseri umani abbiamo sviluppato molto il nostro lato cognitivo, arrivando a coltivare la ragione se non una razionalità spinta, ed è giusto che prendiamo tutto ciò molto sul serio. Occorre però ricordare che la ragione ci aiuta a vivere, ma non ci motiva a farlo. Nessuno di noi vive per motivi razionali bensì perché siamo... ‘portati’ a vivere... e per vivere bisogna voler vivere... E questo la mente computazionale e la ragione non lo possono garantire. Vale anche la pena di sottolineare che abbiamo individuato diverse aree cerebrali impegnate nella gestione dell’ affettività, ma nessuna devoluta alla razionalità: è questo in sostanza il “corpo estraneo” – e nuovo – presente in noi, non le emozioni.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> E. Boncinelli, *Mi ritorno in mente. Il corpo, le emozioni, la coscienza*, Longanesi, Milano 2010, pp. 81-82.

Vale allora la pena di esplorarlo questo mondo delle emozioni, in tutte le sue espressioni e nella sua intrinseca complessità, proprio perché esso non solo predispone la nostra esistenza nel mondo, incidendo in maniera significativa sulla relazione tra la nostra soggettività e la realtà esterna, ma – come abbiamo cercato di evidenziare qui, nei suoi vari livelli di espressività e nelle sue differenti articolazioni, di cui occorre tenere adeguatamente conto – è un fattore imprescindibile del rapporto che intercorre tra quota corporea e vita della mente.

*Riassunto* Damasio considera le emozioni il risultato di un processo che realizza una configurazione neurale e mentale che riunisce, all'incirca nello stesso istante, la configurazione relativa all'oggetto, quella relativa al corpo di un organismo vivente nella sua globalità e *quella relativa alla relazione tra i due*. Questo processo è una sorta di descrizione di secondo ordine, senza parole, in quanto si basa su configurazioni neurali che diventano immagini, che narra la storia dell'organismo colto nell'atto di rappresentare i mutamenti del proprio stato dovuti all'interazione con il mondo esterno. A questa interazione vengono associati dei "marcatori somatici" che richiamano ogni volta le emozioni, positive o negative, provocate da essa. In questo saggio vengono prese in considerazione le emozioni che sono invece il risultato dell'osservazione compiuta dal corpo come sistema osservante nei confronti di una sua parte oggetto di distacco o addirittura di rifiuto in quanto causa di dolore in seguito a una malattia. Si tratta in questo caso di emozioni che costituiscono l'esito di un'articolazione del corpo in due livelli (sistema-osservante e sistema-osservato) e di un processo di metacomunicazione che veicola messaggi, che per lo più rimangono impliciti, di cui è interessante studiare l'incidenza e l'effetto nel decorso della malattia.

*Parole chiave* metacomunicazione, auto-osservazione, corpo semantico, ipnosi, ecografia.

*Silvano Tagliagambe* È stato professore di Filosofia della scienza presso le Università di Cagliari, Pisa, Roma "La Sapienza" e Sassari, ed è membro del Collegio dei docenti del Máster en Comunicación Social dell'Universidad Complutense de Madrid e del Consiglio Consultivo Centro de Investigación en Ciencia Política, Seguridad y Relaciones Internacionales dell'Universidad Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa e dell'Universidad Lusófona de Porto. È direttore delle collane "Filosofia della scienza" dell'Aracne editrice e "Didattica del progetto" dell'editore Franco Angeli. Ha al suo attivo più di duecentosessanta lavori pubblicati, l'ultimo dei quali, sul tema trattato in questo articolo, è *Il nodo Borromeo. Corpo, mente, psiche* (Aracne, Roma 2015).