

Guglielma Caterina Palamara¹

Ricerca Psicoanalitica, 2009, anno XX, n°1, pp. 73-90

LA COSCIENZA NELLA PROSPETTIVA DELLE NEUROSCIENZE

SOMMARIO

L'autore presenta gli studi sulla coscienza più accreditati dal punto di vista delle neuroscienze. In particolare vengono illustrate le ipotesi di Antonio Damasio e Gerald Edelman per i quali la coscienza è la conseguenza di un principio evolutivistico che ha forgiato nel corso dei millenni il sistema nervoso dei vertebrati. Secondo tale principio la formazione di un senso di sé e la costruzione della memoria attraverso processi cerebrali che coinvolgono l'organismo, l'oggetto e la relazione tra essi, sono la base imprescindibile dei fenomeni coscienti. Viene, inoltre, discussa la formazione della coscienza nucleare o primaria e la coscienza estesa o di ordine superiore e il ruolo che questi processi hanno nell'esistenza dell'individuo.

SUMMARY

The Consciousness according to neurosciences

The author presents the most highly-regarded studies about consciousness from a neuroscientific point of view. Specifically, the theories of Antonio Damasio and Gerald Edelman are outlined, for the two authors consciousness is a consequence of an evolutionary principle which forged the nervous system over the course of millennia. According to this principle the fundamental basis of consciousness is the formation of a sense of self and the construction of memory, through cerebral processes which involve the organism, the object and their inter-relationship. The formation of primary and extended consciousness and their role in the existence of the individual are also discussed.

Quello della mente e della sua natura è senza dubbio il mistero più affascinante che si pone all'uomo fin dall'alba dei tempi. Esso è stato al centro di meditazioni e controversie per pensatori e filosofi di tutte le culture per oltre 2000 anni: non c'è stato filosofo che non si sia cimentato coi dilemmi dell'anima, dell'intelligenza, della ragione e in ultima analisi della conoscenza. Si può dire che la storia delle idee e del pensiero ha rappresentato anche il corso delle innumerevoli risposte al problema della mente.

I tentativi fatti nei secoli, di avvicinarsi alla natura della sfera mentale hanno, tuttavia condotto a scontrarsi con l'evanescenza dell'identità della mente cosciente, che non sembra facilmente riconducibile ad elementi materiali.

¹ Guglielma Caterina Palamara è analista didatta e supervisore della Società Italiana di Psicoanalisi della Relazione (S.I.P.Re.). Email: gc.palamara@libero.it

Anche la tradizione filosofica moderna e contemporanea ha avuto difficoltà ad accettare l'origine fisica dei processi mentali e coscienti. Per molti filosofi è impossibile accettare che entità mentali, apparentemente così sfuggenti alla spiegazione scientifica, siano esistenti allo stesso modo degli oggetti che ci circondano. Se anche se ne riconosce l'esistenza, cosa che né il filosofo né lo scienziato può negare, il problema è individuare quali sono le strategie e i meccanismi che gli consentono di esistere in quel particolare sistema fisico che è il cervello. In che modo e a che livello la mente dipende o fa parte dell'estensione fisica e biologica dell'essere umano?

Poter pensare ed essere coscienti ci consente di conoscere i fenomeni della realtà: la percezione del mondo dipende infatti dalle caratteristiche peculiari della mente. Dobbiamo pensare, quindi, che se la natura ha prodotto un dispositivo biologico rivelatosi efficace per l'adattamento ambientale e la conservazione della vita, il suo ruolo nella evoluzione deve avere una importanza cruciale. Diventa quindi indispensabile per la scienza rispondere alla domanda definendo lo *status* e il funzionamento di tale dispositivo. Rispondere alla domanda significa chiarire l'annosa questione del rapporto mente-corpo e quindi individuare i processi che regolano la soggettività.

I vari tentativi di rispondere alla domanda fino ad oggi si possono inquadrare in due punti di vista sostanzialmente differenti: il punto di vista materialista e il punto di vista dualista. La visione materialista del problema riconosce soltanto fenomeni materiali: tutti i fenomeni mentali possono essere ricondotti alla loro condizione fisica. Non esistono stati soggettivi come gli stati di coscienza o consapevolezza di sé qualitativamente differenti rispetto al mondo fisico. Questa prospettiva nega quindi i vissuti soggettivi come dolore, gioia, paura, ecc..

Secondo un punto di vista dualistico, più attuale di quello cartesiano che si rifà, cioè, al dualismo delle proprietà piuttosto che a quello delle sostanze, esisterebbero due mondi paralleli e distinti, uno mentale e uno fisico, ognuno con le proprie leggi e con le proprie peculiarità. I due mondi devono perciò essere studiati e definiti con linguaggi differenti, psicologico per il mentale e biologico per il mondo fisico. Un esempio di tale impostazione ci è offerta dalla teoria psicoanalitica di Freud. Il problema emerge in tutta la sua complessità, quando bisogna rendere conto dell'interazione tra i due mondi. L'enigma dell'interazione mina sul nascere, oggi, più che ai tempi di Cartesio, ogni tentativo di spiegazione dualista.

La questione del dualismo si continua a porre perché si perde di vista un fatto fondamentale: la tradizione filosofica ha definito "convenzionalmente" i termini, mentale e fisico, come autoescludentesi.

Ed è appunto questa "convenzione" che impedisce di prendere atto che il mondo funziona in modo tale, per cui, alcuni processi biologici, quindi fisici, si presentano sotto forma di sensazioni qualitative, si esprimono in prima persona e possono essere descritte e riconosciute solo dal soggetto che le sperimenta. In realtà la mente cosciente è il risultato di processi cerebrali che si realizzano nel sistema nervoso come proprietà di livello più alto, essa è un fenomeno di un sistema che riguarda l'intero organismo. Si tratta cioè di una proprietà biologica analoga a qualsiasi altro processo fisiologico organico, come la digestione, la secrezione della bile, ecc. (Searle, 1998; 2004).

Per approfondire scientificamente la questione è necessario quindi rivolgere l'attenzione allo studio e all'organizzazione del cervello e della relazione tra organismo e ambiente. È proprio in questa direzione che si stanno muovendo da circa venti anni i neuroscienziati cognitivi.

Prima degli anni '90 del XX° secolo, a dispetto dei progressi avvenuti nella conoscenza del sistema nervoso, la maggior parte degli psicologi cognitivisti e degli studiosi del sistema nervoso ignoravano il problema della coscienza. Esso era sentito come puramente filosofico o troppo sfuggente per essere indagato sperimentalmente. Le peculiarità delle manifestazioni coscienti hanno generato spesso un timore reverenziale paralizzante e la convinzione che la coscienza sia al di là di una possibile spiegazione scientifica.

Gran parte della virata di interessi che ha mosso scienziati di varie discipline verso lo studio della coscienza agli inizi degli anni '90 sembra dover essere attribuito a Francis Crick - premio Nobel insieme a James Watson per la scoperta della doppia elica del DNA - dedicatosi solo recentemente allo studio della neurofisiologia.

È lui a legittimare la coscienza come oggetto di studio scientifico agli inizi degli anni '90 del secolo scorso (Horgan, 1994). Da allora molti sono stati gli incontri e i convegni che hanno avuto come oggetto la coscienza, e altrettanto numerosi sono stati gli studi e le riviste ad essa dedicate.

Crick (Crick e Koch, 1992) parte dalla convinzione che se si riesce a conoscere nei dettagli il funzionamento del cervello si può arrivare a capire come la coscienza non sia nulla di esotico e sfuggente, ma una proprietà specifica delle reti neuronali che lavorano in connessione tra loro. Pur ritenendo che una spiegazione della coscienza che si rispetti debba tenere conto di tutte le modalità e sfumature attraverso le quali essa si manifesta, egli si occupa principalmente della coscienza visiva aprendo la strada a quello che può essere considerato un approccio particolaristico ai fenomeni coscienti. La coscienza visiva non è sicuramente una questione semplice, ma si conosce molto di più del senso della vista che degli altri sensi e ciò può facilitare l'indagine. Egli ritiene che una volta approfondito il segreto di questa forma di coscienza, si potrà essere vicini a capire tutte le forme di coscienza, ovvero come gli eventi fisici che accadono nel nostro cervello, mentre agiamo e pensiamo, siano correlati alle nostre sensazioni soggettive e quindi alla nostra mente cosciente.

Crick individua come correlato neuronale della coscienza visiva una scarica talamo-corticale, caratterizzata mediamente da oscillazioni di 40 cicli al secondo, meglio conosciuta come onda a 40 *hertz*, che coinvolge entrambi gli emisferi e si diffonde dalle aree cerebrali più profonde alle regioni corticali superiori. Al momento del passaggio della scarica a 40 *hertz*, i profili di attivazione della categorizzazione visiva implicita si collegano reciprocamente e danno vita a quello che appare come un flusso continuo di esperienza cosciente. Ciò dovrebbe spiegare come il fenomeno della coscienza si manifesti con un senso di continuità a partire da processi rappresentazionali in realtà discontinui, come immagini, suoni, pensieri e sensazioni somatiche.

L'ipotesi di Crick rimane tuttavia a livello d'ipotesi tutta da verificare. Egli lascia intatto il problema di spiegare attraverso quali strade e quali meccanismi i processi fisici cerebrali diano come risultato i fenomeni coscienti, ovvero come il cervello, transcendendo l'elettrochimica, ci permette di provare sensazioni coscienti.

Questa è la parte difficile del problema mente-corpo, risolta da Crick con la semplice affermazione che la coscienza è causata dai processi cerebrali e che essa stessa è una caratteristica emergente del cervello (Searle, 1998).

L'espressione "problema difficile" fu introdotta al grande pubblico da David Chalmers, filosofo australiano, ed è la più recente designazione del vecchio problema che riguarda la spiegazione delle qualità sensoriali definite dai filosofi "*qualia*" (Damasio, 2000).

Al contrario di Chalmers, Searle (1998), Damasio (2000) ed Edelman (Edelman e Tononi, 2000) sostengono che il problema dei *qualia* è il problema della coscienza; non ci sono altre sfumature, perché non c'è nulla nei fenomeni coscienti che non sia sensazione qualitativa, sia che essa riguardi il mondo esterno, sia che riguardi le nostre rappresentazioni interiori. In ogni caso la sensazione che siamo noi a conoscere è sempre presente o, almeno, dovrebbe esserlo.

"Ogni stato di coscienza è uno stato qualitativo e il termine "*qualia*" è solo un nome equivoco per la coscienza di tutti gli stati coscienti" (Searle, 1998, p. 39).

Un altro problema che presenta l'impostazione di Crick e di chi come lui affronta lo studio della coscienza parcellizzandolo, è che se si rimane nell'ambito di un'unica modalità sensoriale si perde di vista il fatto fondamentale che una teoria della coscienza deve spiegare come si acquisisce il senso di sé e, inoltre,

che per una spiegazione del senso di sé non si può tenere conto solo del cervello o solo dell'attività di coordinazione dei neuroni, ma si deve tenere conto anche di tutta quella parte dell'organismo che noi chiamiamo corpo.

La spiegazione del sé è un punto critico per la coscienza, anche se la comprensione dei fenomeni coscienti non può essere demandata esclusivamente alla ricerca di un sé. Risolvere il problema della coscienza significa chiarire come si costruisce "il film nel cervello", con tutte le tracce sensoriali implicate e, come, parallelamente, si genera il senso che il film appartenga a chi lo osserva, ovvero come si crea la "presenza" soggettiva in una particolare relazione col mondo.

Solo attraverso un senso di sé è possibile inferire che i pensieri della nostra mente sono creati dalla nostra prospettiva individuale, che ne siamo i proprietari, che possiamo agire su di essi e che il protagonista della relazione con gli oggetti è il nostro organismo (Damasio, 2000).

Per risolvere il problema del sé bisogna quindi spiegare come si costituiscono le configurazioni mentali che trasmettono in modo automatico un senso di sé nell'atto del conoscere un oggetto che ha rilevanza per l'organismo.

Purtroppo le proprietà soggettive dei fenomeni neuronali non possono essere lette direttamente nelle funzioni dei neuroni, esse emergono come proprietà cognitive particolari che coinvolgono il funzionamento di tutto il sistema nervoso. La loro comprensione diventa possibile quindi solo se studiati in stretta correlazione con gli eventi fisici del cervello. Ciò che si deve indagare, è la struttura cerebrale nel suo complesso e la natura esatta dei processi che emergono dalle complesse dinamiche non lineari delle reti neuronali. Nel caso specifico della coscienza si tratta di individuare quali sono le caratteristiche generali del suo manifestarsi fenomenico e metterle in relazione con le caratteristiche fisiche e funzionali del cervello (Edelman e Tononi, 2000).

Una prima considerazione è che la coscienza non è una sostanza o una condizione statica, ma un processo continuo che coinvolge l'intero organismo. Gli stati di coscienza sono fenomeni transitori che continuamente sorgono e tramontano, e, cosa più importante, si presentano sempre incarnati, ovvero si presentano all'interno di un campo di sensazioni che si rivelano al livello dell'organismo e che danno l'impronta e il significato all'intera esperienza. Le qualità sensoriali sono un fenomeno privato che sorge dalle funzioni cerebrali e corporee di un individuo, per cui ogni storia di esperienza cosciente è unica e non può essere condivisa direttamente con altri.

È importante sottolineare con Damasio (2000) ed Edelman (Edelman e Tononi, 2000) che, seppure si manifesta all'interno di un organismo privato, la coscienza è sempre associata ad un certo numero di fenomeni osservabili. È possibile quindi stabilire dei collegamenti tra le manifestazioni esteriori della coscienza, come per esempio lo stato di veglia, le emozioni di fondo, l'attenzione ed alcuni comportamenti specifici, con le manifestazioni interne del soggetto e correlare, inoltre, le stesse manifestazioni interne con quelle che noi, come osservatori, possiamo verificare in noi stessi quando ci troviamo in situazioni simili a quelle dell'individuo osservato. La coscienza produce effetti sul comportamento. Ciò permette di fare inferenze ragionevoli sugli stati privati basandoci sui comportamenti esteriori. Riconoscere che i fenomeni soggettivi hanno conseguenze esteriori individuabili è un dato fondamentale per l'approccio scientifico di tali fenomeni, perché contrasta l'idea diffusa in molti ambiti che i fenomeni soggettivi non siano indagabili scientificamente.

La coscienza ha la particolarità di non avere sempre bisogno di una relazione con l'esterno: il pensiero, l'immaginazione e i sogni ci permettono di costruire scene coscienti anche in assenza di stimoli esterni. Nella sua forma più elevata, prerogativa dell'uomo, essa è quindi una finestra privilegiata sul mondo interno dell'individuo. Gli esseri umani si riconoscono come tali proprio per la loro esclusiva prerogativa di autosservazione e consapevolezza di sé. È curioso come questa particolarità umana sia stata ignorata per lungo tempo dalla psicologia; se si escludono i tentativi, bocciati sul nascere, degli introspezionisti di fine

'800, la psicologia accademica ha sempre considerato la coscienza come una spina nel fianco da eliminare, piuttosto che da indagare.

L'esperienza cosciente è altamente integrata, dato che ogni stato di coscienza comprende una singola scena che non può essere ridotta in elementi indipendenti. Essa è anche altamente differenziata, nel senso che si possono esperire un numero immenso di differenti stati di coscienza nel giro di un breve lasso di tempo. In quanto differenziata la coscienza discrimina tra miliardi di situazioni differenti, ognuna delle quali può generare differenti comportamenti o conseguenze e, in tal senso, essa è estremamente informativa per l'organismo.

La coscienza è quindi un processo privato, selettivo, quindi differenziato, continuo e, nello stesso tempo, continuamente mutevole. L'unità, la coerenza e la privatezza sono i caratteri fenomenologici generali della coscienza, già messi in evidenza da William James negli anni a cavallo tra l'800 e il 900 del XX° secolo (Damasio, 2000; Edelman, 1993; Edelman e Tononi, 2000).

Inoltre la coscienza non si presenta come un unico blocco, ma vi sono differenti gradi e livelli del fenomeno. In generale si possono distinguere due gradi di coscienza, e c'è accordo unanime tra gli scienziati rispetto a tale distinzione: la coscienza primaria e la coscienza di ordine superiore secondo la terminologia di Edelman o rispettivamente coscienza nucleare e coscienza estesa se si preferisce la definizione di Damasio. Tra i due gradi di coscienza c'è uno stacco naturale, esse sono due cose diverse anche se la coscienza estesa o superiore poggia naturalmente le sue fondamenta sulla coscienza nucleare o primaria.

Per rispondere alla complessità delle caratteristiche della coscienza Edelman ha ipotizzato una spiegazione in termini evuzionistici che rende conto dell'importanza che la coscienza ha avuto nell'evoluzione della specie e per la sopravvivenza dell'organismo.

La teoria di Edelman, conosciuta in letteratura come Darwinismo neuronale, vede la coscienza come il risultato dell'evoluzione, nell'arco dei millenni, del sistema nervoso dei vertebrati; si presuppone perciò che essa abbia un'importanza cruciale per la sopravvivenza dell'organismo che vive in un ambiente complesso in cui le informazioni non si presentano sottoforma di categorie discrete, ma devono essere elaborate e codificate.

Secondo la teoria di Darwin, le variazioni tra gli individui di una specie sono a fondamento della selezione naturale nella lotta per l'esistenza. La selezione naturale favorisce la riproduzione degli individui aventi in media un'idoneità superiore: questo è il principio popolazionistico. Tale principio guida anche i processi di selezione somatica ai quali è soggetto, fra gli altri, il sistema nervoso nel corso del suo sviluppo.

In funzione del principio popolazionistico, il cervello si evolve nel corso della sua esistenza selezionando i gruppi neuronali più idonei e forti. Durante lo sviluppo embrionale, cioè prima che esso abbia esperienza, la selezione avviene all'interno degli andamenti di scarica determinate in parte dai geni, in parte dalle particolarità funzionali del sistema nervoso. In sostanza i neuroni che scaricheranno insieme si cableranno insieme e saranno più strettamente interconnessi tra loro che con gli altri gruppi neuronali. Questo significa che il cervello si sviluppa in modo selettivo eliminando alcuni gruppi neuronali e rafforzandone altri.

Con l'inizio della vita extrauterina, quindi dalla nascita in poi, la selezione dei gruppi neuronali prosegue, questa volta mediata dall'esperienza. Per esempio, l'ampiezza e la complicità dei segnali tattili nel cervello dipenderà dall'uso che faremo delle nostre dita: maggiore è l'uso, più ampie saranno le aree che rappresenteranno le loro funzioni.

La selezione somatica ha prodotto inoltre quello che viene considerato il meccanismo più importante della teoria di Edelman: il "rientro", ovvero un processo deputato alla sincronizzazione a livello talamo-corticale dell'attività di gruppi neuronali appartenenti a mappe cerebrali differenti. Esso è il risultato dell'evoluzione avvenuta nel passaggio dal cervello primitivo a quello dei mammiferi. Il "rientro" è una sorta di retroazione positiva tipica dei sistemi selettivi in cui l'informazione in entrata non è specificata a

priori. Esso può essere locale, interno, cioè ad una mappa o globale, tra mappe di interesse regioni cerebrali. Il "rientro" dovrebbe risolvere il problema del collegamento per l'unificazione e l'integrazione della scena cosciente e nello stesso tempo "elevare" i processi fisici cerebrali a processi mentali.

Una conseguenza della selezione dei gruppi neuronali riguarda due aspetti fondamentali: la plasticità cerebrale, ovvero quella che Edelman definisce la capacità degenerativa del sistema nervoso, e i sistemi di valore, cioè la capacità del nostro cervello di costruire significati, nella relazione con l'ambiente, a partire da sistemi di regolazione innati.

Sia la degenerazione plastica sia i sistemi di valore sono necessari all'organismo, proprio in virtù della complessità dell'ambiente con cui esso si "accoppia".

La degenerazione è la capacità del sistema nervoso di generare numerose strutture non identiche, ma aventi funzioni simili; tali strutture accrescono la robustezza delle reti biologiche e la loro adattabilità agli eventi imprevedibili. In virtù della sua capacità plastica il cervello espande di continuo la complessità delle sue connessioni e degli elementi interagenti al suo interno; infatti, non solo l'informazione viaggia incessantemente da una mappa all'altra del cervello, ma mentre lo fa modifica le mappe dei circuiti in cui passa.

Un vantaggio della plasticità del cervello è che spesso lesioni neurologiche anche importanti, hanno conseguenze minime, soprattutto in ambienti familiari e se tali lesioni sopraggiungono in età precoce.

Per quanto riguarda il valore, l'organismo è dotato di sistemi di valore di diverso tipo. Quelli fenotipici e i riflessi condizionati sono i primi a determinare la struttura del sistema nervoso. La conformazione dei nostri organi di senso e come essi collegano il cervello al corpo, rappresentano vincoli per lo sviluppo cerebrale, così come la conformazione dei nostri arti, l'articolazione della testa, ecc.. Essi sono prefissati evolutivamente, ma possono essere troppo rigidi per guidare l'azione necessaria ad uno stimolo ambientale imprevedibile. Per tale motivo sono stati selezionati dall'evoluzione i sistemi di valore neuronali. Questi costituiscono un repertorio di risposte chimiche, neurali e comportamentali calibrate per segnalare all'interno del cervello e nel corpo la presenza di eventi importanti per l'organismo. Di essi fanno parte le emozioni, i processi biologici legati al piacere-dispiacere, la motivazione e la regolazione del metabolismo. I valori neuronali segnalano all'organismo quello che sta accadendo al suo interno e perciò sono inseparabili dall'idea di ricompensa o punizione, avvicinamento o allontanamento, vantaggio o svantaggio personale.

Per Antonio Damasio fra i sistemi di valore di cui è dotato l'organismo, le emozioni occupano un posto privilegiato. Dal suo punto di vista la coscienza è necessaria per conoscere l'emozione: conoscere l'emozione è stato evolutivamente vantaggioso per la specie. Per cui, è dal rapporto che ha l'emozione col corpo e col sistema nervoso che nasce il senso di sé e di conseguenza la coscienza. Il dolore, il piacere-dispiacere, così come la regolazione del metabolismo non sono emozioni, ma sono ad esse intimamente legati; essi sono, come le emozioni, sistemi di regolazione, ma servono a scopi differenti.

Il legame con le emozioni è dovuto al fatto che, nel momento in cui si manifestano, essi suscitano, fra le altre reazioni specifiche, anche risposte emotive. C'è, quindi, una netta distinzione tra il dolore, la fame e la sete e gli affetti che da essi originano. Sono questi affetti o emozioni ad avere conseguenze per la formazione della coscienza e del sé. Da queste considerazioni emerge che la regolazione della vita e la coscienza sono indissolubilmente legati. La coscienza è ciò che permette all'organismo dotato di sistemi di regolazione innati di diventare un organismo orientato dalla mente e modellato sulla preoccupazione mentale per la vita dell'organismo stesso.

Particolarmente importanti sono, secondo Damasio, le emozioni di fondo in quanto, a differenza di quelle primarie ed acquisite, nascono da processi fisiologici in corso o dall'interazione dell'organismo con l'ambiente. Essi dirigono la loro azione più all'interno che all'esterno e a differenza delle altre emozioni nascono direttamente dallo stato del *milieu* interno e viscerale; sono, quindi, vicinissime alla vita e consentono di provare sentimenti di fondo quali rilassamento, tensione, affaticamento, benessere o

malessere, eccitazione, soddisfazione, ecc.. Esse definiscono lo *stato* del corpo momento per momento ed hanno una duplice funzione biologica: produrre una risposta specifica ad una situazione induttrice e, nello stesso tempo, regolare lo stato interno dell'organismo preparandolo alla reazione stessa. "L'emozione è critica per orientare l'attenzione nella direzione corretta, poiché fornisce automaticamente un segnale riguardo alle esperienze passate dell'organismo con certi oggetti e quindi fornisce una base per dare o negare attenzione ad un oggetto" (Damasio, 2000, p. 329).

I sentimenti di fondo differiscono notevolmente da quelli suscitati dalle emozioni primarie come rabbia, paura, ecc.. A differenza di questi ultimi, i sentimenti di fondo sono appena percepibili e seppure ne siamo solo debolmente consapevoli, influenzano ogni aspetto della nostra vita costituendo la musica di fondo che ci accompagna nel viverla.

È necessario sottolineare che l'importanza che Damasio attribuisce alle emozioni non è arbitraria né è un'ipotesi speculativa. Al contrario essa si basa su anni di osservazioni e studi sperimentali con pazienti affetti da lesioni critiche per le manifestazioni coscienti. Un'ampia letteratura conferma lo stretto rapporto tra emozione e coscienza. Laddove non c'è emozione non c'è coscienza, né primaria né estesa e, dove la coscienza primaria o nucleare è compromessa, sono compromesse sia le manifestazioni emotive sia la coscienza estesa.

Le emozioni influenzano sia il corpo, sia le modalità di funzionamento cerebrale; sono, perciò, responsabili dei cambiamenti tanto nel corpo che nel cervello. I cambiamenti del corpo registrati al livello cerebrale costituiscono il substrato della configurazione neurale da cui origina il sentimento. Il sentimento è, quindi, il risultato della registrazione neurale dei cambiamenti avvenuti al livello del *milieu* interno, e inizialmente può essere percepito solo a livello inconscio. È attraverso i sentimenti interni che le emozioni, dirette verso l'esterno, iniziano ad avere effetto sulla mente, ma per poter avere piena consapevolezza dei sentimenti sono necessari la coscienza ed il senso di sé, perché è solo attraverso un senso di sé che l'individuo può conoscere i sentimenti che ha. La coscienza ci permette di conoscere l'emozione tramite il sentimento, così come ogni altro oggetto che entri nella sfera mentale accrescendo, di conseguenza, la capacità dell'organismo di reagire all'ambiente.

La coscienza si origina, quindi, dall'interazione dell'organismo con l'oggetto e si ha per effetto del fatto che l'introduzione dell'oggetto nella sfera interattiva produce un cambiamento nell'organismo; tale cambiamento non è, però sufficiente perché si realizzi la coscienza: si è coscienti solo quando si costruiscono le mappe neurali rappresentative dell'organismo, dell'oggetto e della relazione tra essi. La formazione di tali mappe costituisce la memoria individuale. La memoria è l'elemento chiave della coscienza, la quale è, inevitabilmente, legata al senso di continuità temporale, ma anche al senso di stabilità che l'organismo offre attraverso il senso di sé.

I processi fondamentali attraverso cui si struttura la memoria valore-categoria sono la degenerazione plastica e il valore. Essendo la conseguenza dell'interazione di differenti sistemi e meccanismi modulatori al livello cerebrale e corporeo, la memoria rappresenta la storia personale dell'organismo nei suoi rapporti col mondo e con sé stesso. Essa è fondata su mappe neurali ampiamente distribuite nel cervello e che si collocano a differenti livelli.

La categorizzazione è un primo livello di memoria, essa è, con il movimento, il processo fondamentale del sistema nervoso dei vertebrati, in quanto consente di suddividere i segnali provenienti dall'ambiente e dal corpo in categorie utili all'apprendimento selettivo di risposte specifiche. La categorizzazione avviene simultaneamente e in parallelo per le differenti modalità e sottomodalità riguardanti sia il corpo sia l'oggetto esterno; per esempio per la vista, la categorizzazione consisterà nell'attivazione di varie mappe riguardanti il colore, la forma, l'orientamento, ecc.. Nello stesso tempo vengono registrati anche gli aggiustamenti motori compiuti per ottimizzare la percezione.

Questo processo è messo in atto parallelamente per tutti i canali sensoriali. Le mappe rappresentative che risultano dalle registrazioni dell'oggetto e dell'organismo si definiscono mappe di primo ordine. Ciò che guida la categorizzazione percettiva è il valore, ovvero l'importanza che ha per l'organismo un determinato oggetto o evento. A livello delle mappe di primo ordine la categorizzazione è ancora inconscia. La memoria cosciente sarà possibile, quando la ri-rappresentazione della categorizzazione di primo ordine sarà modificata dalla percezione in corso di un oggetto, cioè quando saranno rappresentate insieme alle mappe dell'oggetto e dell'organismo anche le mappe modificate della relazione tra essi.

Gli aggiustamenti motori e i valori implicati nel processo di categorizzazione percettiva variano da individuo ad individuo. Quindi le immagini di una scena o oggetto osservato non sono copie esatte, ma immagini create dall'interazione tra l'oggetto e l'organismo. Non c'è una relazione punto a punto tra la percezione dell'oggetto e la sua rappresentazione, ma una serie di corrispondenze tra le caratteristiche fisiche e le modalità di reazione dell'organismo in base ai quali si costituisce una immagine interna. Il cervello costruisce, quindi, creativamente configurazioni dell'ambiente servendosi dei propri parametri e delle proprie strutture interne. Per tale motivo il nostro rapporto con la realtà esterna è un processo selettivo che implica una "scelta" continua, sia in entrata nella selezione dell'oggetto, sia in uscita nel decidere la risposta appropriata.

In virtù della sua plasticità e quindi della complessità delle sue interazioni il cervello non crea i ricordi in modo lineare, ma in mappe largamente distribuite a diversi livelli della struttura cerebrale. Come suggerisce Damasio (2000, p. 266), il ricordo di un martello non si trova in un punto preciso del sistema nervoso con, accanto, la parola martello seguita da una chiara definizione di cosa esso sia. Ci sono al contrario una serie di registrazioni che corrispondono a diversi aspetti della nostra interazione passata con i martelli. Ci sono, quindi tante diverse interazioni di un oggetto quante sono le interazioni che con esso abbiamo avuto. Le rappresentazioni di tali interazioni costituiscono configurazioni neuronali distinte appartenenti a mappe distinte: lo schema motorio che ci guida nel muovere un martello dipende da mappe neurali differenti da quelle responsabili della visione del martello.

La continua registrazione delle nostre interazioni con gli oggetti consente, in virtù della plasticità cerebrale, un riaggiustamento continuo della categorizzazione: ogni esperienza non è stabilita definitivamente, ma si riallaccia alla precedente; si formano così categorie e si compiono generalizzazioni attraverso cui si costituiranno gradualmente i concetti. I dispositivi della memoria rimangono aperti tutta la vita rendendola disponibile ad espansioni e ricombinazioni continue per effetto delle nuove esperienze. Per tale motivo, il richiamo di un ricordo è sempre un'attività nuova e non una replica rigidamente codificata.

La memoria, implicando l'attività motoria è sempre di natura procedurale ed essendo basata su meccanismi di categorizzazione associativa continua, implica una rilettura e una revisione incessante delle varie tracce mnestiche. In effetti, quando un atto si ripete, viene evocata una fra le tante configurazioni neurali di risposte possibili, non una singola sequenza o dettaglio specifico (Damasio, 2000; Edelman e Tononi, 2000).

La formazione di generalizzazioni concettuali garantisce la stabilità della prestazione mnemonica e la possibilità di adattarsi a situazioni differenti. La memoria cambia continuamente sotto l'influenza di contesti che cambiano, e, nello stesso tempo, cambiano anche le strutture e la dinamica dei gruppi neuronali coinvolti nella categorizzazione percettiva.

Tra le primissime dimensioni e discriminazioni registrate a livello cerebrale vi sono quelle che riguardano il corpo, mediate dalle strutture profonde del tronco encefalico. Esse rappresentano lo *stato* del corpo e le sue relazioni con l'ambiente interno ed esterno.

Mentre vengono elaborati e categorizzati, a differenti livelli cerebrali e in diversi siti, i dati provenienti da oggetti esterni e dal movimento compiuto per ottimizzare la percezione, altre regioni cerebrali rappresentano lo *stato* dell'organismo attraverso i tre settori somatosensoriali: il settore viscerale del

milieu interno, il settore vestibolare e muscoloscheletrico e il settore del tatto fine. Per la sopravvivenza dell'organismo è necessario che il numero possibile di stati entro cui può trovarsi la rappresentazione del corpo sia limitatissimo in quanto lo stato interno del corpo deve rimanere abbastanza stabile nei confronti delle continue variazioni dell'ambiente esterno.

L'interazione che si crea tra i mappaggi dei tre sistemi somatosensoriali, ognuno dei quali anatomicamente e funzionalmente autonomo, dà come risultato il proto-sé, una sorta di precursore biologico del sé, comune a tutti gli esseri viventi. Esso è il prodotto di segnali neurali e chimici tra insiemi di regioni la cui registrazione è individuabile in molti siti cerebrali a differenti livelli, dal tronco encefalico alla corteccia cerebrale (Damasio, 2000; Edelman e Tononi, 2000).

Il proto-sé è una sorta di modello del corpo nel cervello che mantiene l'omeostasi, attraverso meccanismi di regolazione innati guidati dall'emozione.

Mano a mano che i segnali viaggiano lungo le vie neuronali e del flusso sanguigno, lo stato del corpo va modificandosi continuamente inducendo variazioni anche a livello cerebrale. Attraverso questo processo, corpo e cervello, formano un'unità indissolubile e l'organismo che ne scaturisce interagisce con l'ambiente come un tutt'uno, ricevendo segnali che influenzano sia il corpo sia il cervello.

Il proto-sé modificato dal primo oggetto diventa la base inaugurale per un nuovo oggetto che, a sua volta, sarà inaugurale per un altro oggetto ad un livello diverso e via di seguito all'infinito. Si crea così una continua generazione d'impulsi di coscienza data dall'incessante elaborazione di miriadi di oggetti che lo modificano. Attraverso la ri-rappresentazione continua del livello precedente delle configurazioni che rappresentano tutti i canali sensoriali, si creano mappe di secondo ordine ampiamente distribuite a vari livelli del cervello. Tali mappe descrivono il proto-sé che subisce mutamenti, mentre viene rappresentato l'oggetto che li causa. Si avrà coscienza nucleare o primaria quando, attraverso il processo di sincronizzazione si collegheranno eventi e segnali del mondo con il sistema di memoria categorizzato.

Non solo gli oggetti esterni, ma anche quelli della nostra immaginazione generano coscienza nucleare. La ricostruzione mentale degli aggiustamenti necessari per percepire l'oggetto in passato e le nostre reazioni emotive ad esso modificano il proto-sé segnalando rilevanza per l'organismo più o meno come quando percepiamo l'oggetto direttamente. Anche queste immagini creano mappe del secondo ordine che rappresenteranno sia le azioni attuali sull'oggetto sia la pianificazione di azioni future.

Riassumendo, l'interazione con l'oggetto avrà come prima conseguenza la formazione di categorizzazioni in mappe di primo ordine che rappresenteranno il proto-sé e l'oggetto attraverso tutti i canali sensoriali necessari. Quando, in momenti successivi la ri-rappresentazione del proto-sé susciterà un mutamento nell'organismo in virtù di una percezione in corso e tale mutamento si legherà alle immagini categorizzate, si avrà da una parte un continuo ampliamento della categorizzazione, dall'altra, il sentimento dell'emozione ovvero la sensazione cosciente di essere noi a conoscere. Questo significa che conosceremo le nostre emozioni quando nella nostra mente si creerà un senso di sé che sente, cioè quando si saranno create le mappe di secondo ordine. Dalle conseguenze che l'oggetto ha sul proto-sé nasce il sé nucleare.

Le mappe neurali del secondo ordine che danno vita alla coscienza nucleare registrano a livello cerebrale la storia non verbale dell'organismo nell'atto dei cambiamenti del proprio *stato*, mentre è occupato a rappresentare qualcos'altro; vale a dire, il soggetto, che coglie l'atto del conoscere, viene creato nel momento in cui si narra la relazione con l'oggetto da conoscere. Questa è la prima base dell'io cosciente ed è un sentimento che nasce dalla ri-rappresentazione del proto-sé non cosciente che viene modificato nell'ambito di un'esperienza che è causa della modifica. Attraverso la continua attivazione della coscienza nucleare, il cervello costruisce un senso di sé momento per momento.

Nei momenti in cui sentiamo di essere noi a conoscere scopriamo la nostra esistenza. Questo stato di cose insieme al conoscere viene affidato alla memoria e categorizzato. Si creeranno, quindi, continue registrazioni di chi siamo fisicamente e mentalmente e nello stesso tempo anche di chi prevediamo

vorremmo essere in futuro. Queste registrazioni, che rappresentano la memoria autobiografica, sono soggette inevitabilmente a cambiamenti e variazioni nel corso della vita.

Quando queste immagini vengono ricostruite e messe in evidenza dall'attenzione cosciente si dà origine al sé autobiografico. Esso si costituisce come un processo di attivazione coordinata e di esibizione di ricordi personali basati su una rete composita di siti cerebrali.

L'attivazione di tali siti, per avere immagini coordinate e coerenti, è effettuata a livello talamo-corticale da un processo di sincronizzazione che per Edelman coincide col "rientro". Il sé autobiografico è l'oggetto privilegiato della coscienza nucleare; esso è infatti conoscibile quando per ogni suo contenuto avrà luogo una nuova formazione del sé nucleare.

È importante sottolineare che la memoria autobiografica è collegata neuralmente e cognitivamente al proto-sé corporale non cosciente, da una parte, ed al sé nucleare cosciente che emerge in ogni istante della vita, dall'altra. Si creerà, così, da una parte una coscienza nucleare transitoria e dall'altra una schiera sempre più ampia di ricordi stabili e strutturalmente inamovibili associati alla storia e alle caratteristiche costanti dell'individuo.

Il sé autobiografico è evolutivamente più tardo ed emerge con il crescere dell'esperienza, ma i suoi contenuti sono conoscibili solo se, per ognuno di essi, ha luogo una nuova costruzione del sé nucleare e del conoscere. In quanto oggetti, i ricordi del sé autobiografico possono riattivare la coscienza nucleare o primaria ed essere perciò conosciuti.

La coscienza estesa dipende dal dirigere l'attenzione, per intervalli di tempo considerevoli, sulle configurazioni neurali che descrivono la storia dell'organismo e dei suoi mutamenti. La possibilità di mantenere le immagini abbastanza a lungo perché possano essere manipolate in maniera intelligente è offerta dalla memoria operativa. Vi è quindi coscienza estesa quando la memoria operativa tiene attivi sia un oggetto particolare sia il sé autobiografico, vale a dire, quando sia gli oggetti dell'autobiografia sia un oggetto particolare generano coscienza nucleare.

Mentre la coscienza nucleare è legata al senso di sé che si crea nell'atto del conoscere, la coscienza estesa o di ordine superiore permette l'attenzione ad un più vasto repertorio d'informazioni provenienti sia dall'individuo che dall'ambiente. Le immagini del conoscere possono, a questo livello, essere elaborate dal ragionamento che, insieme all'elaborazione mnemonica, crea il senso della prospettiva, per cui, se siamo noi a percepire, le immagini ci appartengono e possiamo quindi agire sull'oggetto che le ha causate. È così che nasce, secondo Damasio, la soggettività; essa corrisponde alla creazione di una coscienza di sé nel momento stesso in cui si ha coscienza del mondo e coscienza di stare reagendo ad esso.

Per Damasio né la coscienza nucleare o primaria né la coscienza estesa hanno a che fare con il linguaggio. Esso è un codice di lettura utilizzato dalla coscienza estesa, ma la coscienza di per sé non lo implica. Del resto, se la coscienza fosse subordinata al linguaggio le persone prive di linguaggio avrebbero soltanto coscienza primaria ed è evidente che non è così, non si perde la coscienza solo perché si è muti o si sta in silenzio.

Per Edelman, al contrario, si ha coscienza di ordine superiore solo quando i concetti di passato e futuro possono essere connessi al pensiero e al linguaggio dando luogo a nuove immagini. Il sé, che secondo il suo punto di vista, si sviluppa solo a partire dalle interazioni sociali, viene collegato alle esperienze simultanee della coscienza primaria e alle immagini concettuali e simboliche di livello più elevato. Ciò permetterà di essere coscienti di essere coscienti. Quindi l'autocoscienza è strettamente vincolata al linguaggio, cioè al momento in cui l'individuo si può autodefinire attraverso il racconto verbale.

Una considerazione finale merita il concetto di "rientro" proposto da Edelman. Che nel sistema nervoso agisca un processo di sincronizzazione e che questo avvenga a livello talamo-corticale è riconosciuto da tutti i neuroscienziati. Solo un tale processo può spiegare come sia possibile che un insieme disomogeneo di aggregati neuronali dia origine ad una scena cosciente integrata. Il "rientro" di Edelman, l'onda a 40 hertz

di Crick, la retroattivazione con sincronizzazione proposta da Damasio, così come le ipotesi proposte da altri autori, possono essere tutti processi plausibili e forse rimandano ad un unico processo visto da occhi diversi. Tuttavia il nodo da sciogliere per tutte le proposte è sempre lo stesso: *come* avviene e quali sono i percorsi attraverso i quali la sincronizzazione, mentre correla nel tempo le varie mappe distribuite nel sistema nervoso, produce la “sublimazione” dei processi fisici facendoli divenire processi mentali? Solo quando questo nodo sarà sciolto il mistero della coscienza si potrà considerare risolto.

Molte ipotesi qui presentate sono state confermate sia da lavori sperimentali sia dall’osservazione clinica; altre rimangono ancora speculative. Fino a venti anni fa solo l’idea di occuparsi dei fenomeni soggettivi era impensabile. Oggi le neuroscienze ci propongono nuove scoperte e ipotesi sempre più realistiche e vicine alla nostra esperienza. Forse possiamo cominciare a sperare che, prima o poi, i fenomeni coscienti perderanno del tutto l’aura di mistero e di insormontabilità conoscitiva che li contraddistingue.

BIBLIOGRAFIA

- Carli E. (1997) *Cervelli che parlano* Bruno Mondadori, Milano, 1997.
- Crick F., Koch C. (1992) *Il problema della coscienza* Le Scienze, 291, XXV, vol. XLIX: 127-136.
- Damasio A.R. (1994) *L'errore di Cartesio* trad. it., Adelphi, Milano, 1995.
- Damasio A.R. (1999) *Emozione e coscienza* trad. it., Adelphi, Milano, 2000.
- Edelman G.M. (1992) *Sulla materia della Mente* trad. it., Adelphi, Milano, 1993.
- Edelman G.M. (2004) *Più grande del cielo* trad. it., Einaudi, Torino.
- Edelman G.M., Tononi G. (2000) *Un universo di coscienza* trad. it., Einaudi, Torino, 2000.
- Horgan J. (1994) *Può la scienza spiegare la coscienza?* Le Scienze, 313, XXVII, LIII: 80-86.
- Searle J.R. (1997) *Il mistero della coscienza* trad. it., Raffaello Cortina, Milano, 1998.
- Searle J.R. (2004) *La mente* trad. it., Raffaello Cortina, Milano, 2005.
- Tononi G. (2003) *Galileo e il fotodiodo* Laterza, Bari.