

La coscienza è localizzata e possiamo scoprire dove

intervista a Christof Koch¹ a cura di Andrea Lavazza²

¹Christof Koch, 44 anni, insegna Computation and Neural Systems al California Institute of Technology di Pasadena. Ha appena pubblicato *The Quest for Consciousness. A Neurobiological Approach* (Roberts&Company Publishers, 2004) nel quale sintetizza anni di ricerche sperimentali, avviate con il premio Nobel Francis Crick, sulle basi neurofisiologiche della coscienza.

²a.lavazza@avvenire.it

Lei adotta una definizione 'vaga' della coscienza come oggetto di indagine scientifica. Può spiegare che cosa è per lei la 'coscienza' in questo senso e per quale motivo ha adottato tale definizione?

"Nella prima fase della ricerca scientifica su un dato fenomeno è un errore capitale cercare di definirlo in modo troppo specifico. I filosofi, negli ultimi 2500 anni, hanno tentato senza molto successo di stabilire che cosa sia la coscienza. Chi riesce a leggere queste righe di testo è cosciente. In senso operativo, al livello minimo, un soggetto cosciente - che sia persona o animale - deve essere in grado di prestare attenzione selettiva agli eventi del mondo, acquisire e conservare per almeno un breve periodo di tempo l'informazione rilevante in ordine al proprio comportamento, in particolare per compiti non routinari. Nel mio libro uso consapevolezza e coscienza come sinonimi, o, per dirla con Searle, coscienza sono gli stati di veglia senziente che si interrompono con il sonno, il coma o la morte".

Qual è l'assunzione di base (l'ipotesi) che guida la sua ricerca sulla coscienza?

"L'assunto fondamentale è che abbiamo a disposizione strumenti e tecniche per cercare i meccanismi neuronali minimi congiuntamente sufficienti per qualunque esperienza cosciente, i cosiddetti correlati neuronali della coscienza (neural correlates of consciousness, NCC). Benché rimanga una questione aperta se la scoperta e la precisa caratterizzazione dei correlati neuronali sarà sufficiente a comprendere la struttura, la funzione e l'origine della coscienza, la ricerca dei NCC costituisce un passo necessario".

Una prima sintesi della ricerca condotta con Francis Crick è stata esposta in un assai citato e discusso articolo su *Nature Neuroscience* ('A framework for consciousness', febbraio 2003). Quali sono i punti cardine?

"Per prima cosa abbiamo preso la coscienza sul serio, come un fatto che va spiegato. La prospettiva di prima persona, le sensazioni, i qualia, le esperienze fenomeniche - le si chiami come si preferisce - sono fenomeni reali che sorgono da certi specifici processi cerebrali.

In secondo luogo, ci siamo concentrati sui correlati molecolari e neuronali della coscienza. Gli NCC sono l'insieme minimo degli eventi neuronali che danno vita a

<http://www.dif.unige.it/epi/networks>

Networks 3-4: 65-70, 2004

© SWIF - ISSN 1126-4780

<http://www.swif.uniba.it/lei/ai/networks/>

La coscienza è localizzata e possiamo scoprire dove

specifici aspetti di percezione cosciente. Siamo giunti a pensare che gli effettivi NCC siano espressi soltanto da un piccolo aggregato di neuroni (in competizione con altri), in particolare quelli che proiettano dalla parte posteriore della corteccia a quelle parti della corteccia frontale che non sono esclusivamente motorie e che da tale zona ricevono feedback. Comunque, vi è molta attività neuronale che porta a e che sostiene gli NCC, e che va ugualmente studiata".

Il primo obiettivo della sua ricerca sono quindi i correlati neuronali della coscienza. Che cosa sono esattamente? A quale stadio dell'indagine si è arrivati?

"Nel caso della percezione visiva cosciente, è noto che i neuroni della retina non fanno parte degli NCC. Ovvero, non si vede con gli occhi, ma con il cervello propriamente detto. Se i neuroni della retina sono necessari per le normali forme della visione (ma non per l'immaginazione o per l'esperienza visiva tipica del sogno), la loro "scarica" non corrisponde al modo in cui noi vediamo. Tutto ciò è ben acclarato. Quello che resta più controverso è l'ipotesi avanzata dieci anni fa da Francis Crick e da me: l'attività neuronale nella corteccia visiva primaria - la zona d'arrivo del flusso informativo che giunge dalla retina, e la prima regione corticale deputata alla visione - non viene rappresentata nella coscienza visiva. Cioè, i neuroni dell'area V1 non fanno parte degli NCC. Tuttavia, nel tempo si stanno accumulando prove a favore di questa tesi.

Ciò è significativo per due ragioni. In primo luogo, dimostra che non tutta l'attività neuronale della corteccia cerebrale contribuisce al sorgere della coscienza. Lo fanno soltanto alcune specifiche attività neuronali. Questo è un elemento che va contro le concezioni olistiche della coscienza, le quali sostengono che essa emerge dall'intero cervello e che non può essere strettamente legata soltanto ad alcune parti dell'encefalo. In secondo luogo, la nostra ipotesi dimostra che è possibile compiere veri progressi in questo difficile campo.

I programmi di ricerca di molti neuroscienziati in tutto il mondo si rivolgono a vari aspetti dei correlati neuronali: quali neuroni o quali aree del cervello sono specificamente coinvolte nel rappresentare quali aspetti dell'esperienza cosciente. La ricerca degli NCC è un campo ormai aperto, chiaramente definito e porterà a un attacco scientifico concertato".

Focalizzarsi sulla percezione visiva aprirà la strada alla soluzione dell'intero problema della coscienza?

"E' probabile che tutti i diversi aspetti della coscienza - sensoriale, percettivo, introspettivo, emotivo, di auto-coscienza... - condividano una o più caratteristiche fondamentali. Ed è probabile che, una volta comprese le basi fisiche di uno di tali aspetti, avremo fatto un balzo nella comprensione anche di molti altri. In altre parole, crediamo che quando si sarà capito in che modo il cervello è in grado di produrre specifici stati di coscienza visiva, saremo molto avanti anche nella spiegazione di come lo stesso cervello possa dare origine alla sensazione di 'essere me' o di 'essere irato'. Lavorare sulla percezione visiva offre numerosi vantaggi.

Due i principali. Gli psicologi hanno perfezionato una varietà di tecniche e di illusioni che permettono di manipolare le relazioni tra uno stimolo fisico e la percezione

Cristof Koch

visiva cosciente che vi è associata. Ad esempio, si può guardare qualcosa ma non vederlo (la cecità provocata dal movimento; la cecità provocata dal cambiamento, la cecità da disattenzione; tutti esperimenti condotti da Koch con immagini al computer, *ndr*). Oppure, si può guardare a un input che non muta e avere alternativamente due percezioni differenti (come nel caso del cubo di Necker e della rivalità binoculare). Ciò permette di seguire il percorso della coscienza nel cervello.

Il sistema visivo delle scimmie è molto simile a quello umano. Le scimmie, inoltre, possono essere addestrate a compiere molti degli esperimenti che gli psicologi eseguono con gli uomini. Ciò permette ad audaci neuroscienziati di esplorare le basi neuronali della percezione visiva in modo invasivo; cosa che non sarebbe possibile sull'uomo".

Lei ritiene - come ha già affermato - che possa essere progettato e costruito un misuratore della coscienza che stabilisca chi o cosa è cosciente? Quanto tempo ci vorrà? Pensa, quindi, che vi sarà un experimentum crucis, un test operativo che risolva il problema della coscienza?

"Sì, un tale coscienzaometro darà la possibilità al personale medico di valutare la presenza di coscienza in bambini prematuri e negli infanti, nei pazienti affetti da forme acute di autismo o demenza senile e in malati così gravi da non poter parlare o dare alcun segnale esterno. Permetterà agli anestesisti di svolgere meglio il proprio lavoro. Comprendere le basi cerebrali della coscienza consentirà poi agli scienziati di determinare quali specie siano senzienti. I primati hanno tutti esperienza visiva e acustica del mondo? E anche tutti i mammiferi? E gli organismi multicellulari? Questa scoperta è destinata a influenzare profondamente il dibattito sui diritti animali, dato che specie prive di NCC possono essere considerate come fasci di circuiti sensorio-motori stereotipati, senza esperienze soggettive; ovvero come zombie. A tali organismi potrebbe essere concessa minore tutela rispetto agli animali che manifestano correlati neuronali della coscienza sotto certe condizioni. Non ho idea di quanto tempo ci vorrà per arrivare a un misuratore della coscienza: probabilmente qualche decennio. Infine, non conosco alcun singolo esperimento dirimente in alcuna scienza, il quale possa dimostrare o falsificare un'intera teoria. E' la natura cumulativa di molti esperimenti a convincere della bontà di una teoria".

Quali sono attualmente i più importanti riscontri empirici su cui si fonda l'idea di coscienza in termini di NCC?

"Il mio ultimo libro riassume tutti i risultati clinici e di laboratorio che sono rivelanti per la comprensione delle basi neuronali della coscienza. E sono più di 300 pagine.

I più importanti fatti empirici nel dibattito, che è sempre in evoluzione, vengono dall'analisi dell'attività elettrica delle singole cellule nervose delle scimmie istruite a compiere semplici esperimenti percettivi. I neuroni sono le microvariabili rilevanti che sottostanno alla percezione, al pensiero e all'azione; noi dobbiamo capire come essi rispondano.

Un'altra fonte di nuovi dati, ma con una precisione spaziale e temporale molto inferiore, sono gli esperimenti con soggetti umani studiati con la risonanza magnetica

La coscienza è localizzata e possiamo scoprire dove

funzionale. Tale tecnologia ci permette di osservare l'attività cerebrale mentre le persone percepiscono o ricordano qualcosa.

Una terza fonte di informazione sono le dettagliate analisi cliniche di specifici deficit neurologici".

Si potrebbe dire che il problema della soglia e il problema di individuare i pochi specifici neuroni responsabili di una particolare situazione siano le 'incognite' del suo modello. E' d'accordo con questa lettura?

"La percezione cosciente di qualunque attributo-stimolo, ad esempio il genere (maschile o femminile) di un volto o l'abbaiare di un cane, si presenta nella forma tutto o niente. Ovvero, si vede il genere oppure non lo si vede (ovviamente, qualsiasi percepito del mondo reale ha tanti diversi attributi e ciascuno è del tipo tutto o niente). Ciò può essere più facilmente spiegato postulando che l'aggregato neuronale sufficiente per tale percepito deve stabilizzarsi per un periodo di tempo minimo. E ciò richiede che l'attività di scarica superi una certa soglia. Dove sono i neuroni che danno vita a questo aggregato? Si trovano in una regione ben definita del cervello? Vi sono uno o più elementi in comune tra i neuroni sufficienti per la percezione di una rosa 'rossa e profumata'? Sono tutti dello stesso tipo? Proiettano tutti verso la stessa area? Sono già presenti nei neonati? E così via. Sono queste le domande aperte".

Perché e in che modo la memoria a breve termine dovrebbe avere un ruolo chiave nella spiegazione della coscienza?

"Sia nelle persone sane sia in quelle malate la presenza di un certo livello di coscienza va di pari passo con la capacità di ritenere alcune informazioni non stereotipate per un breve lasso di tempo, diciamo decine di secondi. Di qui la necessità di un qualche tipo di memoria (buffer) informativa a breve termine".

Qualcuno ha sostenuto che il suo modello è troppo concentrato sui flussi informativi nel cervello e trascura completamente l'esperienza personale in quanto tale. Il punto, per come l'ha posto un suo critico, si può riassumere così: perché dovrebbe esserci "qualcuno in casa" dentro un cervello come lei lo descrive?

"Francis Crick e io abbiamo messo da parte la questione al centro del problema mente-cervello (per quale motivo l'esperienza fenomenica ci fa l'effetto che ci fa?). Abbiamo compiuto questa scelta provvisoria perché secoli di riflessioni non hanno portato ad alcuna soluzione. Una volta compresi gli NCC, il problema potrà essere ripreso in considerazione. Nel frattempo possiamo dare risposta a molte domande collegate al problema mente-cervello".

Lei ha detto che con Francis Crick avete ripreso proposte e ricerche precedenti (da autori come Dennett, Edelman, Baars...) ma che la combinazione è originale. Altri invece non sono d'accordo sulla novità dell'approccio. Come replica?

"Molte delle nostre singole idee sono state discusse negli scorsi anni da altri scienziati. Ciò che è relativamente originale è la nostra enfasi sull'importanza delle proprietà locali di sinapsi, neuroni e aree cerebrali. E, naturalmente, le nostre specifiche

Cristof Koch

ipotesi, come quella dell'area V1 discussa in precedenza. Nessuno ha proposto qualcosa di simile".

Qual è la sua reazione quando alla sua teoria vengono abbinati concetti come "monismo, materialismo, emergentismo, epifenomenalismo"?

"Io ritengo che queste categorie filosofiche siano insensate e troppo semplicistiche. Non mi sento legato ad alcuna particolare prospettiva generale; io studio il mondo naturale usando il metodo scientifico".

Quando gli NCC saranno stati individuati, sarà possibile comprendere come la coscienza sorge nel nostro cervello? E avremo le conoscenze per creare una coscienza artificiale?

"Individuare gli NCC costituirebbe un passo importantissimo sulla strada della completa comprensione della coscienza. Permetterebbe ai neuroscienziati di manipolare il substrato cellulare con interventi farmacologici e l'ingegneria genetica. Vi sarebbe la possibilità di creare topi transgenici i cui correlati neuronali della coscienza siano disattivabili e riattivabili in modo rapido e sicuro. Di quali comportamenti sarebbero portatori dei roditori zombie di quel tipo? Ne verrebbero benefici anche per la medicina: ad esempio, una migliore comprensione delle malattie mentali e la progettazione di nuovi e più efficaci anestetici, con ridotti effetti collaterali.

Infine, è necessaria una teoria che colmi il gap esplicativo, che chiarisca perché l'attività di un gruppo di neuroni sia la base di (o, forse, coincida con) una certa particolare sensazione. Tale teoria dovrebbe rendere comprensibile il motivo per cui quell'attività neuronale significhi qualcosa per l'organismo (ad esempio, perché si sente dolore?) e perché i qualia fanno l'effetto che fanno (perché il rosso ci appare in un certo modo, piuttosto diverso dal blu?). E tale teoria dovrebbe anche predire quali sistemi artificiali, Internet nel suo complesso o qualche singolo artefatto, potrebbero fare esperienza di qualcosa e avere stati coscienti (o perché ciò non sarebbe possibile)".

Qual è, oggi, il problema empirico più urgente che vorrebbe risolvere per avanzare nella sua ricerca della coscienza?

"All'interno della corteccia cerebrale vi sono assai ampie connessioni assonali, i fili che permettono agli impulsi elettrici prodotti dalle cellule nervose di viaggiare da un neurone all'altro. L'informazione fluisce non soltanto dalle regioni inferiori della corteccia verso quelle superiori, ma anche in senso inverso. Io ritengo che se tutte queste connessioni di feedback fossero temporaneamente spente, inattivate, gli stati coscienti non sarebbero più possibili. Il soggetto potrebbe ancora manifestare un comportamento dotato di significato, unicamente però in situazioni già apprese e codificate; e non avrebbe esperienza di alcunché (come gli zombie). Dati i rapidi progressi della biologia molecolare, è possibile che entro il decennio potremo eseguire simili esperimenti su topi o scimmie".

La coscienza è localizzata e possiamo scoprire dove

Qual è la relazione tra la coscienza e la mente? Nel suo modello rimane il problema dell'efficacia causale sul cervello degli stati interni della mente? Oppure scompare perché mente e cervello vengono a coincidere?

"Allo stato attuale delle conoscenze, non comprendiamo l'esatta relazione tra mente e cervello. E' evidente che senza cervello non c'è mente, e che ogni mutamento in uno stato mentale è associato a un mutamento nello stato cerebrale. Perciò non vi è dubbio che i due siano fortemente intrecciati. Non è invece chiaro, oggi, se mente e cervello, come qualcuno sostiene, siano le due facce della stessa moneta. Il carattere degli stati cerebrali e quello degli stati fenomenici sembrano troppo diversi per essere completamente riducibili l'uno all'altro. Ho l'impressione che la loro relazione sia più complessa di quanto tradizionalmente si è ritenuto".

La sua teoria della coscienza ha qualcosa da dire anche sui grandi temi del riferimento e del significato per come sono trattati dalla filosofia analitica? E quali ricadute può avere sul concetto di intenzionalità, spesso considerato la caratteristica distintiva del mentale?

"L'intenzionalità di differenti stati di coscienza, il loro significato derivano dalla 'penombra' (penumbra) dei neuroni che sono coinvolti in ciascuno stato cosciente (*Penumbra* o "frange della coscienza", nella terminologia di William James, sono tutti quegli eventi che non sono simili a tazze da caffè o a melodie musicali; si tratta di "sensazioni di sapere", giudizi estetici..., tutte esperienze difficili da caratterizzare ma che le persone possono riferire con sicurezza e accuratezza, *ndr*). Gli oggetti di cui ho sensazione, che vedo o sento nel mondo esterno non sono simboli privi di significato, al contrario mi giungono carichi di associazioni. La sfumatura azzurra di una tazza in porcellana mi riporta i ricordi dell'infanzia. So che posso prendere la tazza e versarvi il tè. Se cade a terra, andrà in mille pezzi. Queste associazioni non devono essere rese esplicite. Sono formate da innumerevoli interazioni senso-motorie con il mondo grazie alle esperienze di un'intera vita. Questo significato sfuggente corrisponde alla somma di tutte le interazioni sinaptiche dei neuroni che rappresentano la tazza di porcellana con quelli che esprimono altri concetti. Tutta l'ampia informazione è simboleggiata, in forma stenografica, dai quali associati al percolato della tazza.

'Penombra' è un termine che sta per i processi neuronali che ricevono l'input sinaptico dagli NCC, senza esserne parte essi medesimi. La penombra comprende il substrato neuronale di precedenti associazioni, le conseguenze attese e il background cognitivo del percolato cosciente (effetti sinaptici e modalità di scarica). I qualia vengono a sintetizzare tale mole di informazione, esplicita o implicita, contenuta nella penombra".