La coscienza degli

Può un insetto avere consapevolezza di sé? La domanda sembra assurda, ma vale la pena prenderla sul serio. Perché, anche se siamo ancora lontani da una risposta definitiva, indagare in questa direzione può dirci molto sui meccanismi della coscienza

di Massimo Sandal

Il bombo sa che i fiori di plastica contengono nettare, ma come raggiungerli, bloccati come sono sotto una lastra trasparente? Lo scienziato gli dà una dritta: ciascun fiore è legato a un filo. Tirando il filo, il fiore esce e l'insetto può suggere il nettare. Il bombo osserva il ricercatore, pian piano capisce, e con un po' di pratica ce la fa. Più tardi un altro bombo, dietro a un vetro, osserva il primo estrarre i fiori. Senza un essere umano a guidarlo, apprende la lezione dal suo compagno. I suoi compagni della colonia impareranno a loro volta, e perfino dopo la sua morte si trasmetteranno l'un l'altro il segreto dei fiori col filo.

Sembra un'inezia, ma gli esperimenti di Sylvain Alem, Lars Chittka e colleghi alla Queen Mary University di Londra hanno rivelato che gli insetti possono avere una cultura. Ovvero, i bombi hanno imparato un comportamento non naturale, e lo trasmettono l'uno all'altro. Un lusso per cervelli raffinati, come quello dell'uomo, dei primati, dei

insetti

L'intelligenza del bombo.
Diversi studi hanno mostrato che il bombo è in grado di apprendere un comportamento non naturale e di insegnarlo ai suoi compagni.

Solo una mosca.
Noi esseri umani siamo spesso portati ad antropomorfizzare fin troppo il comportamento animale, ma quando si tratta della coscienza facciamo quasi sempre un passo indietro.

delfini e al limite di alcuni uccelli, come i corvi. È un comportamento che implica capacità di astrazione: il bombo allievo deve dedurre il senso e lo scopo delle azioni del bombo «maestro», proiettarle su di sé, pianificare. Dovrebbe, in qualche modo, essere consapevole di quello che fa. Ma può un insetto essere cosciente? La domanda, un tempo considerata assurda, inizia a essere presa sul serio.

▶ Essere una mosca nel mondo

Il filosofo Thomas Nagel ha definito che un organismo è cosciente se si prova qualcosa a essere quell'organismo. Alla domanda «che cosa si prova a essere un insetto?», fino a poco tempo fa la risposta era una sola: niente. Gli insetti erano e sono tuttora spesso ritenuti degli automi biologici. Come un telefonino, che fa calcoli complessi e magari parla con noi, ma non ha un'esperienza soggettiva, non esiste (che si sappia) un «come ci si sente a essere un iPhone». La mosca vive, ma non sa di vivere.

È strano: noi esseri umani siamo spesso portati ad antropomorfizzare fin troppo il comportamento animale, ma quando si tratta della coscienza facciamo un salto indietro. Crediamo che la coscienza richieda un sistema nervoso estremamente complesso. La maggior parte dei neurobiologi concorda che i mammiferi e gli uccelli sono probabilmente coscienti. I cefalopodi (polpi, seppie, calamari) sono molto diversi da un vertebrato, ma sembrano ottimi candidati.

Per gli insetti, invece, c'è un problema. Un'ape o uno scarafaggio hanno circa un milione di neuroni, contro i quasi 100 miliardi di un essere umano: un fattore 100.000 di differenza. Se la coscienza è una funzione superiore, è difficile pensare che un insetto o un crostaceo possano essere coscienti. Ma forse questo dogma non vale.

▶ Evolvere una realtà virtuale

Per quale motivo si è evoluta la coscienza? Siamo lontani dall'avere certezze, ma un'ipotesi stimolante è stata proposta dal neurobiologo Björn Merker a partire dal 2005. Secondo Merker la coscienza è un metodo per semplificare e dare un senso al marasma di messaggi sensoriali ricevuti da un organismo. Lungi dall'essere una misteriosa proprietà metafisica, è quindi una soluzione a un problema molto concreto.

Consideriamo un animale che corre qua e là: una lucertola, o una formica. L'informa-

image2roman/iStock; Hajakely/iStock (pagine precedenti)

E se fossero coscienti anche i robot?

Nella turbolenta discussione seguita alla pubblicazione dell'ipotesi di Barron e Klein si è aperta un'ulteriore questione: se gli insetti sono coscienti, rischiano di esserlo anche vari automi con analoghe capacità. In particolare secondo Holk Cruse e Malte Schilling, dell'Università di Bielefeld, che sono anche gli autori di reaCOG, un software concepito proprio per investigare certi aspetti della coscienza, capace di pilotare un robot simile a un insetto stecco. Il software reaCOG ha una rappresentazione interna di sé e del mondo, che usa per pianificare le proprie azioni; inoltre può descrivere il suo stato interno, di cui ha quindi una «consapevolezza». Se la teoria della coscienza degli insetti fosse vera allora reaCOG, pur essendo un robot, potrebbe avere una forma di coscienza.

zione – visiva, olfattiva, tattile, di equilibrio – deve tenere conto dei movimenti e della posizione dell'animale stesso, compensare le distorsioni che dipendono da questo moto e separare i segnali reali da quelli spuri. In più bisogna distinguere questo movimento dal moto di oggetti esterni, per esempio un predatore che si avvicina. Quando tutti questi segnali devono essere valutati in fretta per coordinare un comportamento complesso, la questione si complica. Ciascun segnale andrebbe considerato separatamente, tenendo conto della diversa collocazione dei vari organi di senso, e insieme andrebbero soppesati delicatamente per agire in una frazione di secondo. Come si fa?

C'è una via d'uscita. Invece di valutare e districare di volta in volta un nugolo di informazioni separate, i vari segnali sensoriali possono essere integrati in un modello del mondo circostante. Quelli discordanti, come le immagini generate da ciascuno dei due occhi, vengono assemblati in uno scenario. Gli input che non servono a prendere una decisione (per esempio la regolazione autonoma del battito cardiaco) vengono nascosti. Viene generato un quadro armonioso – un mondo – che può essere interpretato rapidamente.

E se la coscienza fosse «solo» un meccanismo di astrazione che consente di dare un senso ai tanti messaggi sensoriali ricevuti da un organismo?

Ignorando quanto può essere gestito «in automatico» (respirazione, funzioni fisiologiche, interferenze dei propri movimenti e così via). Questa sarebbe la coscienza: un meccanismo di astrazione. Come gli utenti di un computer interagiscono con icone e finestre, dimenticando la complessità interna che vi sta sotto, così possiamo prendere decisioni all'interno della rappresentazione cosciente.

Un sistema del genere è utile a qualsiasi animale mobile e attivo che deve orientarsi nello spazio e prendere decisioni flessibili ma rapide, indipendentemente dalle abilità cognitive. Merker infatti, e con lui altri neurobiologi come Antonio Damasio, individua il correlato neurologico della coscienza non nella corteccia cerebrale, come dato per scontato, ma in una rete di regioni subcorticali, più antiche, con al centro il mesencefalo. Con particolare attenzione al cosiddetto tetto del mesencefalo, quello che negli esseri umani si chiama collicolo. Il tetto/collicolo è coinvolto nell'integrazione dell'informazione sensoriale, ed è necessario per dirigere i propri comportamenti verso un oggetto: i due ruoli base che Merker assegna alla coscienza. Una proposta assai dibattuta, visto che finora si riteneva la corteccia essenziale per la coscienza: ma

Memoria raffinata.
Gli insetti che mostrano gli indizi più intriganti di una coscienza sono le api, che contano su una raffinata memoria spaziale ottenuta integrando le informazioni spaziali in una rappresentazione astratta.

è possibile che negli esseri umani e nei mammiferi superiori la corteccia abbia acquisito e raffinato ruoli che in altri animali potrebbero essere gestiti da parti del cervello più antiche.

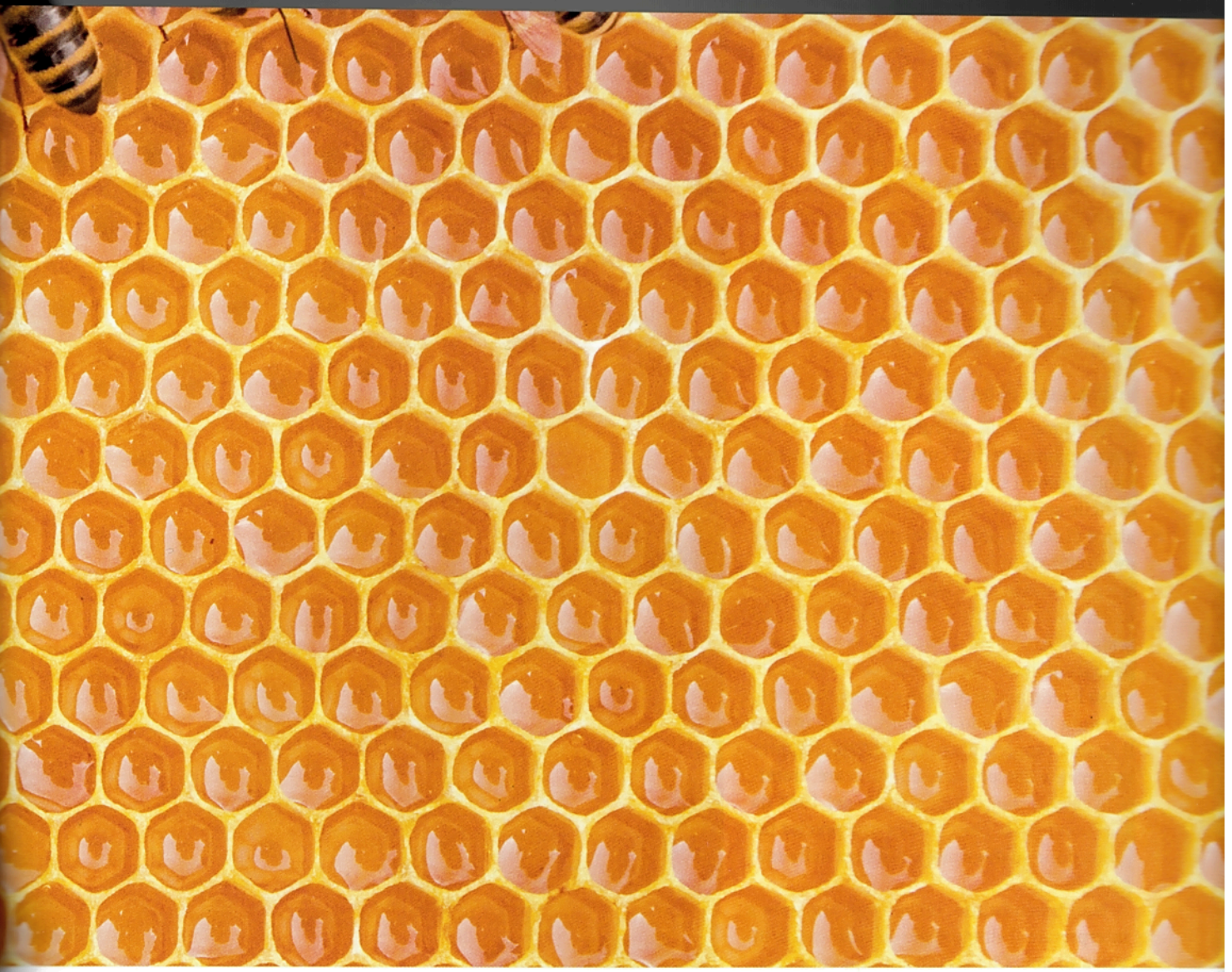
▶ Un complesso molto centrale

Merker si è sempre limitato a parlare di vertebrati. Ma se la coscienza è una funzione legata alla mobilità e alla necessità di assemblare i sensi in un quadro coerente, allora insetti, ragni e crostacei ne hanno altrettanto bisogno. Devono anch'essi gestire un flusso di informazione visiva, olfattiva e spaziale tridimensionale che muta con enorme rapidità. Partendo da questa intuizione, Andrew B. Barron e Colin Klein, il primo neurobiologo e il secondo filosofo, entrambi alla Macquarie University di Sydney, hanno proposto nel 2016 un caso neurobiologico dettagliato per la coscienza negli insetti.

Espandendo l'ipotesi di Merker, Barron e Klein si chiedono se gli insetti abbiano una struttura che integri le sensazioni in un quadro coerente del mondo, analoga quindi al mesencefalo dei vertebrati. E la trovano nel cosiddetto complesso centrale, una piccola regione localizzata, come fa intendere il nome, al centro del cervello degli insetti. Come dicono Barron e Klein: «Il complesso centrale del cervello degli insetti sembra specializzato per elaborare l'informazione spaziale e l'organizzazione del movimento [...] e svolge un ruolo chiave nell'elaborare varie sorgenti di informazione spaziale ricavate da sensi differenti [...]. Una delle funzioni cruciali del complesso centrale è generare una simulazione neurale dello stato dell'insetto in moto nello spazio».

In più, il complesso centrale sembra essere all'origine di tutte le decisioni comportamentali dell'insetto. Lo dimostra la vespa parassitoide *Ampulex compressa*. La femmina di *Ampulex* è celebre per la strategia con cui cattura e piega al proprio volere la vittima, di norma uno scarafaggio, da usare come cibo fresco per la prole. Per farlo, *Ampulex* pratica una sofisticata chirurgia cerebrale: inietta una neurotossina precisamente nel piccolissi-

Jag cz/iStock



Non è solo una questione di neuroni

Due domande a Giorgio Vallortigara, neuroscienziato dell'Università di Trento ed esperto di cognizione animale. Tra i suoi libri, *La mente che scodinzola. Storie di animali e di cervelli* (Mondadori, Milano, 2011) e, con Lisa Vozza, *Piccoli equivoci tra noi animali. Siamo sicuri di capirci con le altre specie?* (Zanichelli, Bologna, 2015).

Che cosa pensa dell'ipotesi di una coscienza negli insetti?

L'idea di base è che strutture sottocorticali, anziché corticali, sarebbero responsabili della coscienza nella sua forma più basilare (nel senso cioè di avere «esperienze») nei vertebrati. È un'idea che trovo assai condivisibile, e non credo che per avere coscienza servano cervelli con un gran numero di neuroni. Solo, non sappiamo abbastanza su quali strutture nervose supportino la coscienza.

Posso immaginare facilmente un organismo che ha nel sistema nervoso una rappresentazione simulata del suo ambiente senza che per questo debba avere «esperienza» del suo ambiente. Possiamo avere infatti capacità cognitive anche molto sofisticate senza alcuna esperienza cosciente (vale per le nostre attività mentali nella gran parte dei casi: noi non siamo consapevoli di quel che accade quando risolviamo problemi complicati, lo siamo solo dell'esito finale). Quindi osservare prestazioni cognitive complicate negli altri animali, che siano moscerini o scimpanzé, non costituisce una prova che siano coscienti. D'altra parte in genere siamo disposti a riconoscere che i neonati o le persone con gravi handicap mentali possano per esempio provare dolore – e quindi avere esperienze – anche in assenza di capacità cognitive pienamente sviluppate.

In questa incertezza generale sulla coscienza animale, come dovremmo agire dal punto di vista etico?

In generale, ovviamente, con un principio precauzionale. Ma questo non deve significare l'impossibilità di certe azioni o comportamenti da parte dell'uomo. Dobbiamo o non dobbiamo usare gli insetti (o altri animali) come fonti di nutrimento? Possiamo o non possiamo usare gli insetti (o altri animali) per la sperimentazione animale? Si tratterà di capire caso per caso e di valutare i pro e i contro, perché non c'è una risposta bianco-nero per certe questioni.

mo complesso centrale dello scarafaggio. In quel momento lo scarafaggio perde ogni volontà. Non è paralizzato: è perfettamente capace di camminare e muoversi in modo coordinato, e perfino di volare. Ma diventa uno zombie, che segue docilmente la vespa nella tana quando questa lo tira per l'antenna come un cagnolino al guinzaglio.

▶ Memorie di un'ape

Abbiamo visto all'inizio come i bombi possano imparare un comportamento osservando i propri simili, un compito che sembra difficile spiegare senza un modello della realtà e di sé. Ma probabilmente gli insetti che mostrano gli indizi più intriganti di una coscienza sono le api. Contano su una raffinata memoria spaziale – una capacità nota dai tempi di Aristotele – che include una mappa dell'ambiente circostante, così da ritornare verso il nido anche quando non è più in vista, ottenuta integrando le informazioni spaziali in una rappresentazione astratta. Rappresentazione che possono comunicare, tramite la celebre danza decodificata nel 1947 da Karl von Frisch, che codifica una precisa informazione su direzione e distanza della sorgente di cibo.

Non è solo istinto: un'ape può imparare a interpretare il «linguaggio» di una specie diversa di ape. Che si tratti di una vera capacità concettuale lo dimostrano esperimenti in cui le api riconoscono il concetto astratto di «sopra» e «sotto». Le api, inoltre, tengono conto del proprio grado di incertezza quando devono prendere una decisione, dimostrando un'introspezione cognitiva confrontabile con quella dei primati. Ci sono anche indizi che le api abbiano stati emotivi. Dopo uno stress, infatti, interpretano gli stimoli successivi in modo più «pessimista», analogamente ai mammiferi in preda all'ansia o alla paura.

Caso chiuso, allora? Tutt'altro. Gli insetti – e gli altri artropodi – sono davvero diversi da noi, e ogni analogia è per forza fragile. Nel celebre articolo *Considera l'aragosta*, lo scrittore David Foster Wallace si tormentava chiedendosi se un'aragosta bollita viva provasse dolore o meno. Non lo sappiamo ma, se provano dolore, gli artropodi lo fanno in modo diverso da noi. Certamente quasi tutti gli insetti, come anche i crostacei, rispondono a stimoli nocivi. Questo però non significa percepire l'esperienza soggettiva del dolore. Perfino noi, quando ci scottiamo un dito, rispondiamo allontanando di scatto il braccio tramite un riflesso inconscio: solo dopo iniziamo a percepire il dolore. Di questa percezione soggettiva gli insetti non danno alcun indizio; più incerto il caso dei crostacei.

Una domanda ancora aperta. Sappiamo che negli insetti ci sono analogie con strutture che nei vertebrati sono correlate alla coscienza. Ma per il momento non possiamo dire di più.

Gli insetti possono subire danni corporei atroci senza mutare il loro comportamento: continuano a nutrirsi e ad accoppiarsi come prima, e non fanno alcun tentativo per non sforzare un arto danneggiato. Di più, gli insetti hanno un sistema nervoso decentrato; non meno importanti del cervello sono i gangli disseminati lungo il corpo che controllano numerosi comportamenti complessi. Un sistema nervoso così sparpagliato contrasta però con la strettissima integrazione dei dati sensoriali necessaria per la coscienza. Il corpo di un insetto decapitato è capace di imparare a evitare uno stimolo nocivo.

▶ Sicuro che non sei uno zombie?

Resta un confine invalicabile tra assumere un modello della realtà nel cervello e dimostrare una vera esperienza cosciente, ciò che il filosofo australiano David Chalmers ha

frank600/iStock

definito il problema difficile della coscienza. Nulla impedisce una spiegazione meccanicistica di come l'informazione sensoriale venga integrata in un modello, generi stati mentali, guidi la nostra attenzione o il nostro comportamento. È un problema immenso ma, in linea di principio, affrontabile. Ciò di cui non abbiamo la minima idea è come da questo sorga la nostra esperienza soggettiva. Nessuna descrizione del sistema visivo ci sa spiegare perché la percezione soggettiva del rosso sia quella che è, o perché abbiamo un'esperienza soggettiva in generale.

In teoria potremmo fare tutto senza esserne consapevoli, come degli zombie. A dimostrarlo almeno in parte sono alcuni pazienti con lesioni alla regione V1 della corteccia visiva. Queste persone sono affette da visione cieca (*blindsight*), ovvero vedono, ma non si rendono conto di vedere alcunché: ritengono di essere cieche. Eppure possono rispondere in modo sensato a stimoli visivi, per esempio evitando gli ostacoli lungo un percorso. Come facciamo a dimostrare che un insetto non si comporti allo stesso modo? Sappiamo che negli insetti ci sono analogie con strutture che nei vertebrati sono correlate alla coscienza. Sappiamo che in alcuni casi si comportano come se fossero coscienti, e in altri no. Non possiamo dire di più.

Tutto questo giro e ne sappiamo quanto prima? Non proprio. Avere in mano dati e analogie sposta l'onere della prova. Il dubbio che gli insetti abbiano una coscienza ci fa riflettere su come questa possa essere in realtà una proprietà più fondamentale di quanto pensiamo, e quindi, potrebbe essere un processo di cui tenere conto fino a prova contraria. Se qualcosa «genera», in qualsiasi modo, l'esperienza cosciente in noi, l'ipotesi che un sistema analogo in un altro organismo faccia lo stesso, per quanto difficile da dimostrare, deve essere presa sul serio e considerata. Forse non capiremo mai che cosa vuol dire essere un bombo che impara a tirare un filo, ma rifletterci non è un passatempo ozioso. È una delle strade da intraprendere per avvicinarci alla soluzione del mistero della coscienza. ■

IN PIÙ

ALEM S. e altri, *Associative Mechanisms Allow for Social Learning and Cultural Transmission of String Pulling in an Insect*, in «PLoS Biology», Vol. 14, n.12, e1002589, 2016.

CRUSE H. e SCHILLING M., *Mental states as emergent properties. From walking to consciousness*, in «Open Mind», Vol. 9, pp. 1-38, 2015.

PERRY C.J. e BARRON A.B., *Honey bees selectively avoid difficult choices*, in «PNAS», Vol. 110, n. 47, pp. 19155-19159, 2013.