

L'APE, COMUNICAZIONE CHIMICA E PLASTICITÀ COMPORTAMENTALE

Secondo una ricerca pubblicata ad agosto di quest'anno su *Communications Biology*, il cui primo firmatario è autore anche dell'articolo che state leggendo, alcuni feromoni sarebbero in grado di facilitare o compromettere (modulare) l'apprendimento e la memorizzazione di segnali che non sono necessariamente correlati al messaggio feromonale stesso. Questo scenario introduce una nuova svolta nel concetto di feromone...

Spesso gli apicoltori sono indotti a interpretazioni estremamente semplicistiche e improvvisate dei comportamenti delle api, interpretazioni che nascono da una forse giustificata ma non sufficiente conoscenza della biologia dell'animale che viene allevato.

Questo *deficit* di conoscenze pone sovente l'apicoltore di fronte a dei veri e propri *rebus*, a comportamenti dell'alveare inesplicabili pur considerando tutti i fattori che l'apicoltore, convenzionalmente, ritiene di conoscere. In realtà, data la complessità dei comportamenti di *Apis mellifera*, specie che si trova all'apice della strutturazione sociale negli insetti, persino con le conoscenze più recenti della biologia diventa arduo dare interpretazioni corrette e certe. Così intesa l'apicoltura si riduce a un azzardo, a una sorta di divinazione in cui i segni che l'alveare fornisce vengono "indovinati" più secondo la fantasia o più spesso attraverso l'esperienza empirica che non attraverso elementi oggettivi. Tutta questa approssimazione è lontana anni luce da quanto, parallelamente, la ricerca continua a offrire in termini di nuove conoscenze. Conoscenza che va riconosciuto è ancora parziale e frammentaria, e spesso avanza grazie all'investimento nella ricerca di base, che nel medio termine fornisce indubbiamente conoscenze preziose.

Ne è un esempio lo studio che qui andremo riassumendo, il quale non solo approfondisce notevolmente, rispetto al passato, la funzione della comunicazione attraverso i feromoni nell'ape, ma aggiunge elementi radicalmente originali che cambiano lo stesso concetto di feromone in biologia. Ma andiamo con ordine.

Che cosa sono i feromoni e che cosa c'entrano con l'ape? I feromoni sono messaggeri chimici utilizzati per la comunicazione tra conspecifici e, come tali, sono estremamente diffusi nel regno animale. La loro funzione primaria è quella di trasferire informazioni da un mittente a destinatari della stessa specie, nel quale innescano

risposte adattative e specifiche al contesto. Fin dai primi studi pionieristici sugli insetti, che hanno portato alla loro scoperta circa 60 anni fa, i feromoni sono stati considerati agenti essenziali della comunicazione stereotipata, capaci di innescare risposte riflesse e/o cambiamenti fisiologici a lungo termine come la maturazione sessuale. Nulla sembra più distante dalla cognizione, dall'apprendimento e dalla memoria dello scenario della comunicazione feromonale. Se infatti la cognizione la si può definire come "il processo di acquisizione di informazioni esterne, conoscenze e comprensione attraverso i sensi e l'esperienza", una risposta riflessa e stereotipata come quella innescata



dai feromoni è geneticamente determinata, trasmessa da generazione a generazione e non è influenzata da esperienze precedenti né dall'apprendimento. Pertanto, se l'esposizione ai feromoni influisce in modo duraturo sull'apprendimento è una di quelle domande che ancora non era stata affrontata né studiata nel dettaglio.

La ricerca sui roditori e altri mammiferi ha recentemente dimostrato che alcuni feromoni possono sostituire gli stimoli di rinforzo durante il condizionamento associativo e mediare l'apprendimento di segnali contestuali. Contrariamente a questi studi, nel lavoro che illustreremo ci si è domandati se una precedente esposizione ad alcuni feromoni sia in grado di indurre un successivo e persistente cambiamento motivazionale, che influenzi il modo in cui gli animali imparano e memorizzano quando i feromoni non sono più presenti nell'ambiente.

La motivazione è fondamentale per il comportamento di tutti degli animali, uomo incluso, in quanto influenza i processi decisionali, la ricerca o l'elusione dello stimolo e, di conseguenza, ciò che gli individui apprendono e ricordano. Un esempio pratico: nessuno sarebbe motivato a risolvere un problema per avere accesso al cibo dopo aver mangiato (perché la motivazione verso la ricerca di cibo, ovvero il livello di appetito, è molto bassa), ma lo diventerebbe se l'ultimo pasto fosse avvenuto solamente il giorno prima.

Secondo una ricerca pubblicata ad agosto di quest'anno su *Communications Biology*, il cui primo firmatario è autore anche dell'articolo che state leggendo⁽¹⁾, alcuni feromoni sarebbero in grado di facilitare o compromettere (modulare) l'apprendimento e la memorizzazione di segnali che non sono necessariamente correlati al messaggio feromonale stesso.

Questo scenario introduce una nuova svolta nel concetto di feromone in quanto postula che queste sostanze agiscano come attori chiave della plasticità comportamentale e che agiscano anche quando non sono più presenti

nell'ambiente. In pratica, avvicinano per la prima volta concetti tanto lontani come risposte innate e cognizione e plasticità comportamentale.

Una specie rilevante per testare questa ipotesi è quella dell'ape da miele *Apis mellifera*, che rappresenta uno degli apici della socialità tra gli insetti. La coesione sociale, il suo stato di salute, le sue capacità produttive e l'efficienza delle colonie in generale dipendono in larga misura dai feromoni. Inoltre, le api hanno abilità cognitive e capacità di apprendimento e memoria impressionanti che possono essere studiate in laboratorio, utilizzando protocolli di condizionamento classico. Uno di questi protocolli è il condizionamento olfattivo del riflesso di estensione della proboscide (PER).

In questo protocollo l'ape viene bloccata all'interno di un supporto che le permette di muovere solo le antenne e l'apparato boccale (fig. 1).

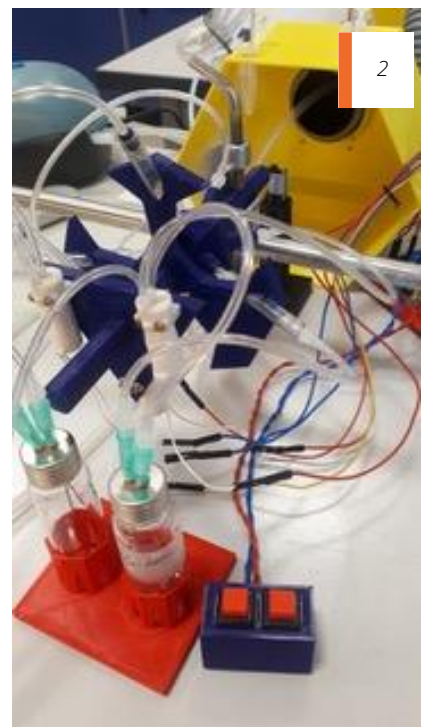
Durante l'insegnamento (fig.2), uno stimolo neutro che non evoca nessuna risposta (un odore) viene presentato immediatamente prima dello stimolo incondizionato (soluzione zuccherina sulle antenne), che provoca la risposta innata riflessa del PER (estroflessione della ligula per bere il nettare). Dopo poche presentazioni ripetute, l'odore neutro diventa stimolo condizionato (predice la ricompensa) e l'ape risponderà con il PER al solo odore, senza bisogno di percepire la ricompensa: ha imparato l'associazione.

I ricercatori hanno utilizzato questo protocollo per determinare se una precedente esposizione ai feromoni modificasse il successivo apprendimento associativo e la memoria in assenza dei feromoni. Sono stati selezionati due segnali feromonalmente di diversa "valenza": 2-eptanone (2H), che segnala una situazione di avversione (feromone di allarme), e geraniolo (GER), che attrae le api verso siti di interesse, e sono state preesposte api a questi feromoni, per determinare se influenzino apprendimento olfattivo e formazione della memoria.

Utilizzando tecniche di neuroimaging in vivo, mediante microscopia a due fotoni, è stato analizzato l'impatto di questa pre-esposizione sull'attività neuronale evocata dagli odori utilizzati nel condizionamento nei lobi antennali, i principali centri olfattivi del cervello degli insetti.

Parallelamente, mediate tecniche neurofarmacologiche, sono stati studiati se e quali circuiti aminergici fossero implicati nella modulazione appetitiva indotta dall'esposizione ai feromoni.

I risultati hanno dimostrato che i feromoni inducono una persistente modulazione dell'apprendimento e della memoria delle api, e che la direzione della modulazione (potenziamento o inibizione dell'apprendimento) dipende dalla valenza positiva o negativa del feromone. Gli esperimenti di neuroimaging *in vivo* hanno dimostrato che i feromoni non influenzano l'elaborazione olfattiva e la percezione degli odori. Al contrario, gli esperimenti farmacologici hanno dimostrato che i feromoni modulano la motivazione appetitiva, mediante l'attivazione di circuiti dopaminergici (dopamina) e octopaminergici



(octopamina) del cervello delle api. Mentre la partecipazione di octopamina nel miglioramento delle risposte appetitive era prevedibile sulla base di risultati precedenti, la scoperta che anche dopamina era in grado di avere un effetto simile rappresenta una completa novità nel caso dell'ape mellifera.

Ciò implica che la netta separazione tra segnalazione octopaminergica e dopaminergica come meccanismo di mediazione dell'appetito e la reattività aversiva nelle api, rispettivamente, debbano essere entrambe riconsiderate e chiarite da studi futuri.

Traslando i risultati ottenuti in un contesto ecologico, possiamo ipotizzare che api esposte al geraniolo impareranno in modo più efficiente e rapido le potenzialità di un sito di bottinamento o i colori e gli odori dei fiori più gratificanti. Al contrario, api esposte al 2-heptanone, che segnala eventi avversi in vari contesti, potrebbero non essere più predisposte a ricercare e memorizzare segnali alimentari, ma piuttosto focalizzarsi su altri compiti, come la difesa del nido. Lo scenario risultante è adattativo in quanto i segnali feromonalmente contribuiscono alla plasticità comportamentale, migliorano ricerca e orientamento e sintonizzano le risposte verso stimoli pertinenti.

I feromoni si sono evoluti per agire come segnali chimici, che sono efficaci perché la risposta del destinatario si è evoluta di conseguenza.

A sessanta anni dalla scoperta del primo feromone, questi risultati rivelano un nuovo importante ruolo e funzione di queste molecole che oltrepassa quello canonico della comunicazione, introducendo così una svolta concettuale.

Oltre a essere segnali chimici, i feromoni modulano l'apprendimento e la formazione della memoria in un



modo coerente con la valenza (attrazione, deterrenza) del feromone percepito.

Gli autori della ricerca suggeriscono quindi che la definizione di feromone non dovrebbe essere limitata al termine di "messaggero chimico", ma che dovrebbe al contrario incorporare la capacità di queste sostanze di agire come modulatori di processi sia motivazionali che cognitivi.

Gli spunti sul piano dell'esperienza che l'apicoltore può trarre da questo lavoro sono molteplici. Ciascuno può ad esempio richiamare alla memoria alcuni comportamenti, di primo acchito "anomali", che le api presentano in alcuni pascoli o in presenza di alcune fioriture, aumentando la propria aggressività e riducendo le capacità di bottinamento, o al contrario riducendo l'aggressività a vantaggio degli approvvigionamenti.

Questo è ancora più vero se si considera che, ad esempio, il geraniolo non è solamente un feromone, ma è un odore molto comune nelle fragranze fornite dai fiori.

Questi risultati potrebbero spiegare come mai durante la fase di sciarmatura, fase in cui il geraniolo gioca un ruolo importante, le api siano tipicamente molto docili, poco inclini ad attaccare e pungere. La conoscenza

di queste risposte adattative delle api, benché non fornisca delle indicazioni pratiche immediate, consente all'apicoltore di vedere il *rebus* che gli si presenta innanzi come un quadro dai contorni meno incerti e incomprendibili, semplicemente come uno scenario tremendamente complesso, questo indubbiamente, ma di certo non casuale ma al contrario condizionato da precisi segnali chimici e dalle relative risposte dell'ape.

◆ David Baracchi (*), Luca Tufano

* Ricercatore (RDTb)



Note

«Pheromone components affect motivation and induce persistent modulation of associative learning and memory in honey bees» di D. Baracchi, A. Cabirol, J-M Devaud, A. Haase, P. d'Ettore e M. Giurfa - *Communications Biology* - 17 agosto 2020.

La ricerca integrale al link: <https://www.nature.com/articles/s42003-020-01183-x> (accedi direttamente con il QR CODE in alto)

E LA MIA RIVISTA?



SULLA FASCETTA, APPENA SOPRA IL NOME TROVILO STATO DEL TUO ABBONAMENTO

Se il tuo abbonamento è scaduto, noi ti inviamo sempre un numero in più. Lo facciamo per cortesia e rispetto verso i nostri lettori. Ma tu non indugiare: **RINNOVA** sulla pagina Abbonamenti *. Se passi per la tua Associazione, avvertila subito per fartelo rinnovare e farci inviare la email a abbonamenti@apinsieme.it

(*) www.apinsieme.it/wp/abbonamenti



Da oltre sessant'anni, di generazione in generazione, progettiamo e costruiamo macchinari e impianti in acciaio inox per il settore dell'apicoltura. I nostri punti di forza sono la **qualità della lavorazione** e dei materiali impiegati offrendo un **prezzo competitivo** nel mercato e la **progettazione "su misura"** del cliente in base alle proprie esigenze.



ART. 120
Nuovo Deumidificatore da kg. 50
Per piccoli lotti di miele
Costruzione in acciaio inox AISI 304
Struttura su ruote girevoli con freno
Sistema di riscaldamento elettrico e riciclo interno di aria forzata
Sistema di miscelazione a dischi rotanti inox
Alim. 220V
Misure: 610x915x900 h mm



ART. 170
Dosatrice volumetrica su carrello inox
Adatta nel dosaggio di prodotti liquidi, cremosi, densi
Tramoggia da 25 lt con coperchio
Beccuccio antigoccia
Semplice da utilizzare, di facile installazione e pulizia.
*Piano regolabile in altezza
*Dosaggi da 20 cc a 800 cc
*Per il funzionamento è necessario un compressore

GIORDAN SRL - VIA LAGO D'ISEO, 1 - 36015 SCHIO (VI) - ITALY
Tel. +39 0445 540388 - Fax +39 0445 541084 - E-Mail: info@giordaninox.it - www.giordaninox.it