

# Maurizio Iori

## Ascoltiamo cosa dicono le api

**L'uso della bioacustica  
per una migliore comprensione  
della vita dell'arnia**

collana Apicoltura, 06  
formato 12,5 x 19, pp. 126  
ISBN 9788898 186471

uscita: 30 aprile 2021, € 15,00



Ascoltare il suono prodotto dalla api, il ronzio dell'alveare e il canto della regina, da sempre è considerato un momento importante, strumento diagnostico per conoscere le condizioni della famiglia. E se a un livello mitico fin dall'antichità il ronzio è stato paragonato al canto delle Sirene, lo studio di apicoltori e sociobiologi negli ultimi anni vi ha individuato i diversi messaggi, non solo sonori ma più precisamente *vibroacustici*, che veicolati da questa "voce" vengono rivolti ai diversi individui che compongono il *superorganismo*, ovvero la "mente" dell'intera famiglia composta da decine di migliaia di individui.

L'autore, grazie alle sue competenze di fisico sperimentale e di appassionato apicoltore, espone da un lato le caratteristiche fisiologiche delle api collegate al suono e alla sua produzione, secondo le diverse finalità, addentrandosi in un'affascinante analisi della natura fisica del suono nelle sue componenti armoniche e vibratorie, e dall'altro ripercorre la lunga storia di uno studio iniziato secoli fa, uno studio che negli ultimi anni, grazie alle nuove tecnologie, ha potuto spiegare e interpretare fatti e meccanismi prima nemmeno immaginati.

**Maurizio Iori**, fisico sperimentale delle interazioni fondamentali della materia, ha svolto attività didattica presso l'Università La Sapienza di Roma e attività di ricerca in differenti laboratori Europei (Francia, Germania, Spagna, Svizzera) e in USA (Chicago), dedicandosi alla costruzione di prototipi di rilevatori di particelle elementari e all'analisi dei dati. Attualmente è coinvolto nella costruzione di telescopi per rilevare raggi gamma galattici.

È anche autore di articoli di divulgazione scientifica e ha tenuto seminari a carattere interdisciplinare. Da diversi anni s'interessa di biodiversità, recuperando piante autoctone e mantenendo un equilibrio ambientale in un podere in alta Toscana, definito dai colleghi '*the country experiment*'. In particolare si è dedicato alla comprensione delle api come superorganismo. Vive tra Lazio e Toscana. Ha già pubblicato: *Lo sciame intelligente*, Edizioni Nuova cultura, 2010, *Conoscere le api per una gestione naturale*, Edizioni Insedicesimo, 2016.

Maurizio Iori - Ascoltiamo cosa dicono le api

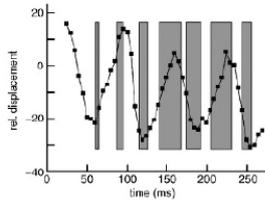


Fig. 1.10 – La curva mostra lo spostamento dell'ape durante la danza dell'addome: un giro corrisponde a un'inversione di rotta, da una parte e dall'altra parte (cfr. fig. 1.11). Le barre grigie indicano l'intervallo di tempo in cui vengono emessi i segnali sonori. Alla fine di ogni giro viene emesso un segnale acustico di differente durata, assai corto nei primi giri e crescente nei giri successivi per poi diminuire di nuovo. Ne risulta che il numero degli impulsi sonori è correlato alla distanza in cui si trova il cibo. (da Rohrseitz - Storm, in M. Hrnčir, F.G. Barth and J. Tautz, *op. cit.*).

ogni giro compiuto dall'ape danzante vengono emessi due impulsi, e il numero di impulsi al secondo è correlato alla distanza a cui si trova il cibo.

In particolare, come mostrato nella figura 1.9, sono presenti una serie d'impulsi assai brevi emessi quando l'ape esegue il tratto centrale della danza (si veda la figura 1.11), seguiti da una quasi totale assenza di suono quando l'ape danzante attraversa i tratti esterni a sinistra e a destra, A e C. Gli impulsi sonori durano circa venti millesimi di secondo e sono emessi con una frequenza compresa tra i 200 Hz e i 300 Hz (nel tratto B della figura 1.10). Nel caso mostrato in figura 1.9, l'analisi delle frequenze evidenzia un valore 264 Hz, che corrisponde alla nota di *Do*<sup>2</sup>, detto "Do centrale", e la sua prima armonica superiore, 528 Hz, *Do*<sup>3</sup>.

Il fatto che l'aspetto simbolico della danza dell'addome

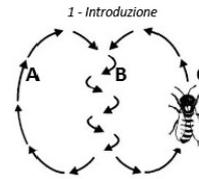


Fig. 1.11 – Descrizione della danza dell'addome (da von Frisch). Nel tratto B l'ape bottinatrice fa oscillare il suo ventre 15 volte in un secondo e contemporaneamente fa vibrare le ali.

non sia l'unico elemento a cui le api spettatrici prestano attenzione è stato studiato da Wolfgang Kirchner e Axel Michelsen in un esperimento del 2008 in cui hanno mostrato che se a un'ape veniva accorciata un'ala quando questa eseguiva la danza dell'addome le altre api non le prestavano attenzione, e doveva quindi esserci un'altra componente costitutiva del messaggio simbolico, ovvero il ronzio. Per verificare l'importanza del ronzio hanno costruito con cera e sottili ali di metallo, che potevano vibrare alla frequenza del battito dell'ape, una piccola ape-robot, rappresentata in modo stilizzato nella figura 1.12.



Fig. 1.12 – L'ape-robot dell'esperimento di Kirchner e Michelsen che dispensa dello sciroppo a un'ape che si avvicina quando la frequenza del battito delle ali è di circa 260 Hz (illustrazione di J. Rice, in [www.psd1.org/cms/lib/WA01001055/Centricity/Domain/36/SS\\_A\\_Robot\\_with\\_the\\_Right\\_Behavior.pdf](http://www.psd1.org/cms/lib/WA01001055/Centricity/Domain/36/SS_A_Robot_with_the_Right_Behavior.pdf)).

Maurizio Iori - Ascoltiamo cosa dicono le api

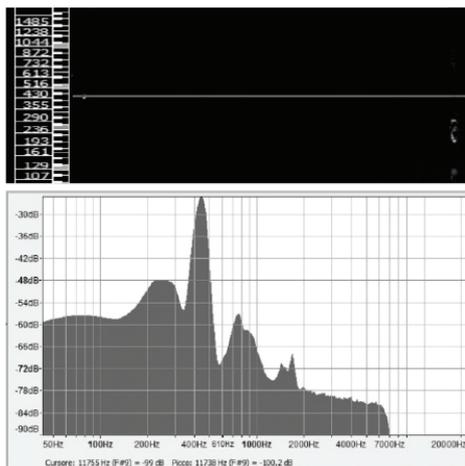


Fig. 2.3 – In alto lo spettrogramma sonoro, in basso lo spettro sonoro per la nota del *La* generata da un diapason. È ben evidente la frequenza fondamentale di 432 Hz, sia nello spettrogramma, sotto forma di linea orizzontale, sia nello spettro in basso, dove rappresentata dal picco più alto. I picchi a destra sono le armoniche superiori discusse nel testo.

Nella parte bassa della figura 2.3, è rappresentata l'intensità del suono espressa in valori di dB in funzione della frequenza, ovvero lo *spettro sonoro*. In questa figura si notano chiaramente il picco più alto, alla frequenza di 432 Hz che corrisponde alla nota emessa dal diapason,

2 - Il suono e le sue caratteristiche

e altri picchi minori a frequenze più basse e più alte, uno vicino al valore 220 Hz (è il *La* inferiore, *La*<sup>2</sup>) l'altro a circa 880 Hz (la seconda armonica, il *La*<sup>3</sup>) e infine uno a circa 1700 Hz. La coda a destra è legata alle distorsioni del suono generato dal diapason o indicano un possibile rumore di fondo.

Riproponiamo gli stessi grafici tracciati da una nota di *Do* ottenuta pizzicando una corda di chitarra. Anche in questo caso nello spettrogramma sonoro (fig. 2.4) a sinistra compare una linea continua a 260 Hz, il *Do*, a cui corrisponde a circa 516 Hz una linea parallela ma di intensità minore, quella della seconda armonica, il *Do* superiore. In questo suono però si vede che sono presenti anche altri segnali, quasi verticali, disposti su più frequenze, che sono legati alla presenza di distorsioni sonore.

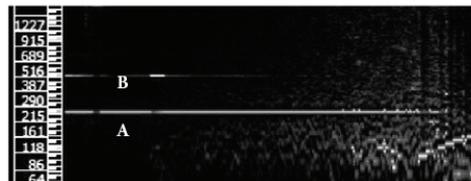


Fig. 2.4 – Spettrogramma sonoro di una nota di *Do* ottenuto pizzicando una corda di chitarra.

Consideriamo di nuovo il suono prodotto da una chitarra; in questo caso però lo strumento musicale non è stato accordato in riferimento al *La*. Nella grafica superiore della figura 2.5 della pagina seguente vediamo l'onda sonora. Nella parte in basso invece è mostrato lo

Maurizio Iori - Ascoltiamo cosa dicono le api

2.7 Analizziamo meglio il canto della regina

Ritorniamo ora al canto della regina discusso in un paragrafo precedente, per provare ad analizzarlo utilizzando questo nuovo metodo. Come avevamo visto in 1.4, nel canto della regina prevale la frequenza di 432 Hz; ci aspettiamo quindi nella nostra analisi di poter evidenziare bene questa frequenza. Ed è proprio quel che accade applicando il metodo del Cepstrum, il cui risultato è mostrato nella figura 2.11: si notano chiaramente due picchi che si staccano dal fondo, un primo picco si trova, a sinistra, a 432 Hz, mentre l'altro, a destra, è un po' più basso e corrisponde a una frequenza di 218 Hz. Il primo, che coincide con la nota di  $La^2$ , quella stessa nota che è stata presa come riferimento per tutto il nostro sistema musicale (il "La" che il maestro dà al coro), identifica la frequenza primaria del

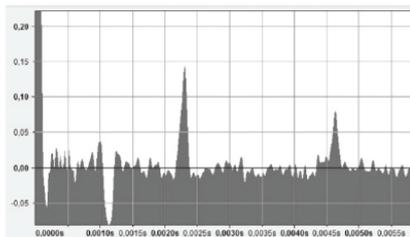


Fig. 2.11 – Cepstrum del canto della regina mostrato in fig 1.6. Sono chiaramente evidenti due picchi, il primo a sinistra alla frequenza di circa 432 Hz ( $A4, La^2$ ) e l'altro, a destra, di altezza inferiore a 218 Hz ( $A3, La^1$ ).

62

2 - Il suono e le sue caratteristiche

canto della regina, mentre il secondo è il  $La$  inferiore. Se andiamo poi a ricercare lo spettrogramma sonoro del canto dell'ape regina, nella figura 2.12, otteniamo invece una visione globale delle frequenze che entrano in gioco. Si vede una sequenza di bande orizzontali, separate tra di loro, che indicano diversi valori di frequenza. In particolare una linea spessa ben marcata in basso a circa 430 Hz, e le altre armoniche, con suoni che raggiungono valori di diverse migliaia di Hz.

Per concludere la discussione sui metodi di analisi dei suoni riprendiamo in considerazione la danza dell'addome (fig. 1.4, a p. 22), ricavandone lo spettrogramma

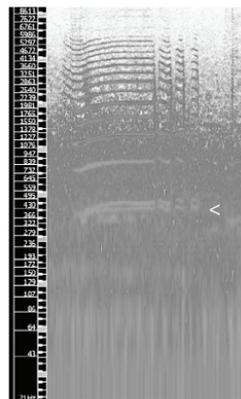


Fig. 2.12 – Spettrogramma sonoro del canto della regina. È evidente la banda a 432 Hz (al centro, indicata dal segno <) che presenta tre suoni staccati tra di loro alla fine. Le altre bande più sottili sono le altre armoniche, che arrivano fino a 5000 Hz.

63

Maurizio Iori, Ascoltiamo cosa dicono le api

Maurizio Iori - Ascoltiamo cosa dicono le api

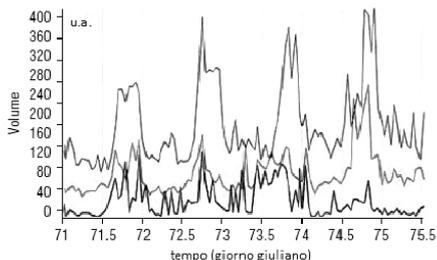


Fig. 3.7 – Intensità del suono registrato in tre arnie in una settimana del mese di Marzo. Le fasce grigie sullo sfondo indicano l'attività notturna. Le curve superiore, mediana e inferiore corrispondono rispettivamente ad arnie con 8 favi, 5 favi e 3 favi di covata. I 3 favi di covata erano infettati con il fungo *Ascosphaera* (tratto da «Spanish Journal of Agricultural Research», 7(4), 2009, pp. 824-828).

del suono diurno tra una famiglia forte e quella affetta dal fungo *Ascosphaera* è circa del 70%. Un altro gruppo di ricercatori ha condotto un esperimento analogo evidenziando lo stesso aspetto, una forte riduzione dell'attività sonora nelle famiglie non sane, come è mostrato nella figura 3.8. In questo caso, diversamente dall'analisi precedente, nel grafico è rappresentata l'intensità sonora in funzione della frequenza. Nel caso di famiglia sana sono presenti due picchi, uno a 100 Hz, uno a 285 Hz e in particolare un picco a 450 Hz, di intensità tre volte maggiore del caso in cui la famiglia non è sana. La famiglia non sana oltre a presentare un'attività sonora molto meno intensa, tre volte inferiore, presenta picchi di bassa intensità anche alle alte

80

3 - Un po' di storia dell'ascolto

frequenze di 800 Hz e 1000 Hz. Quest'ultimo risultato può essere comparato alla curva inferiore della figura 3.7, dove era presente il fungo *Ascosphaera*. Passiamo ora a un altro esempio in cui alla misura dell'intensità del suono in funzione delle frequenze è stato applicato il metodo statistico ADL precedentemente discusso a p. 77. Questo studio è stato condotto

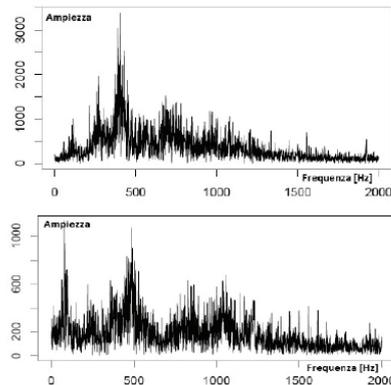


Figura 3.8 – In alto: emissione sonora in funzione della frequenza per una famiglia sana. È evidente un picco a 450 Hz. In basso: emissione sonora in funzione della frequenza per una famiglia non sana, in cui si manifestano picchi a frequenze di 800-1000 Hz. In questo caso l'attività sonora è tre volte inferiore (non inganni l'aspetto dei grafici, la scala a sinistra nel grafico sopra è tre volte maggiore) a quello della famiglia sana (Fonte: *Research in Computing Science*, 2017, 142, pp. 88-98).

81

Maurizio Iori, Ascoltiamo cosa dicono le api