

Pesci e api danzanti

Sandro Zucchi

2016-2017

Sistemi di segnalazione degli animali

- ▶ In questa lezione, iniziamo ad analizzare alcuni sistemi di segnali che gli animali usano in natura.
- ▶ Questo ci aiuterà a delineare certe caratteristiche che distinguono i linguaggi umani dai linguaggi degli animali.

I pesci combattenti siamesi



Nel pesce combattente i colori non sono sempre così splendidi: il pesciolino grigio bruno che se ne sta lì nell'angolo dell'acquario con le pinne ripiegate non lascia intravedere nulla di speciale, e solo quando un altro pesce, a tutta prima non meno scialbo, gli si avvicina e i due si guardano, esplose questo incredibile splendore... Segue poi una danza di passione ardente, una danza che non ha nulla di giocoso... Infatti, stranamente, all'inizio non è chiaro se la danza prelude al corteggiamento... o se debba invece evolvere in una lotta cruenta: i pesci combattenti non riconoscono il sesso di un loro simile a prima vista, ma solo dal modo in cui questo risponde ai movimenti di danza, che si svolgono secondo un rigido rituale istintivo ed ereditario.

K. Lorenz (1967) *L'anello di re Salomone*

Comunicazione a colori

- ▶ Potremmo descrivere la scena raccontata da Lorenz dicendo che, quando due pesci combattenti siamesi (*Betta splendens*) si incontrano, cambiano colore per comunicare l'uno all'altro che si riconoscono come appartenenti alla stessa specie (un messaggio che potremmo tradurre come "hey, siamo dello stesso sangue tu ed io!").
- ▶ I movimenti di danza sarebbero invece un modo per comunicare il sesso di appartenenza (messaggi che potremmo tradurre come "sono un maschio" oppure "sono una femmina").

È corretto parlare di comunicazione?

- ▶ Non c'è niente di sbagliato nel descrivere il cambiamento di colore e i movimenti di danza dei *betta* come segnali che *comunicano* qualcosa.
- ▶ È importante però comprendere che il modo in cui noi comunichiamo dicendo “siamo dello stesso sangue tu ed io”, oppure dicendo “sono un maschio”, può essere molto diverso dal modo in cui i *betta* comunicano tra loro quando cambiano colore ed eseguono le loro danze.
- ▶ Facciamo un esempio per illustrare la differenza.

Arrossire

- ▶ Io ho una certa tendenza ad arrossire quando sono in imbarazzo.
- ▶ Senza dubbio, quando arrossisco comunico qualcosa, il fatto che sono in imbarazzo appunto.
- ▶ Ma, quando mi capita di arrossire, non ho alcuna intenzione di comunicare questa informazione, anzi preferirei evitarlo. Il mio arrossire, per quanto sia un segnale che comunica qualcosa, è una reazione del tutto involontaria: non scelgo mai di arrossire.

Segnali biologicamente determinati

- ▶ Per quel che ne sappiamo, i segnali dei pesci combattenti potrebbero essere simili all'arrossire.
- ▶ Il loro cambiamento di colore, benché comunichi qualcosa, potrebbe essere una risposta coatta a uno stimolo esterno, il contatto con un membro della stessa specie. Forse, il pesce combattente non *sceglie* di cambiare colore: il suo corpo è “programmato” per reagire così al contatto con un altro pesce combattente.
- ▶ E la femmina che risponde eseguendo dei movimenti di danza da femmina (o il maschio che risponde eseguendo dei movimenti di danza da maschio), pur comunicando un'informazione attraverso la danza, potrebbe non avere scelta: potrebbe non essere in grado di eseguire una danza diversa.

Comunicazione linguistica tra esseri umani

intenzione comunicativa

- ▶ Invece, se un essere umano proferisce una frase come “sono una femmina” in risposta a una richiesta di informazioni riguardo al sesso, solitamente ha effettuato una scelta: poteva decidere di rispondere dando un'informazione corretta, oppure di rispondere dando un'informazione errata, oppure di non rispondere affatto.
- ▶ Di solito (non sempre), quando trasmettiamo certe informazioni attraverso il linguaggio, lo facciamo perché abbiamo *l'intenzione* di comunicare qualcosa, non semplicemente a causa di un riflesso istintivo. Per questo aspetto, la comunicazione tra i *betta* potrebbe differire in modo radicale dal modo in cui noi comunichiamo.

Un sistema diverso

- ▶ Passiamo ora ad un altro sistema di segnalazione animale.
- ▶ Per introdurlo, leggiamo prima un passo di un libro di Marc Hauser, *The Evolution of Communication* (1997).

Dov'è un buon ristorante?

Una delle buone proprietà del linguaggio umano è che, se sono affamato e voglio l'indirizzo di un buon ristorante, posso fermare qualcuno per strada e chiedere delle indicazioni. Se la persona conosce la zona, lui o lei potrebbe dire

*c'è un delizioso ristorante francese a dieci minuti di strada. Va fino al primo semaforo, gira a destra, poi continua a camminare per trecento metri finché vedi un calzolaio sulla sinistra. Il ristorante, che si chiama *La Vie et la Bouffe*, ha una facciata bianca e rossa e un'ampia vetrina piena di bottiglie di *bordeaux*, di salami e cestini di *baguettes*.*

Queste istruzioni danno delle informazioni esplicite sulla posizione del ristorante, su quanto è lontano, e sulla sua qualità. Alcuni esseri umani che stanno gettando uno sguardo sul mondo animale non umano si volterebbero sicuramente per dire: "Prova a fare di meglio se ci riesci! Nessun animale può comunicare con un tale potere espressivo." A mio parere, si sbaglierebbero, almeno in parte.

*Da M. Hauser, *The Evolution of Communication*, 1997.*

Il linguaggio delle api

- ▶ Nel passaggio precedente, Hauser suggerisce che nel regno animale esista un linguaggio in cui, come nel linguaggio umano, è possibile dare informazioni circostanziate sulla posizione, la distanza, e la qualità di una fonte di cibo.
- ▶ Il linguaggio a cui Hauser pensa è quello delle api.

Le danze delle api



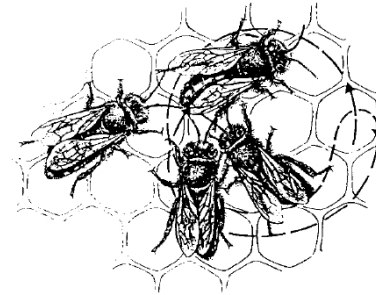
- ▶ Le danze delle api sono state studiate da Karl von Frisch, che nel 1973 ha condiviso il premio Nobel in fisiologia e medicina con gli etologi Konrad Lorenz e Nikolaas Tinbergen.
- ▶ Secondo von Frisch, le api che ritornano all'alveare dopo aver individuato una fonte di cibo eseguono due tipi fondamentali di danza con funzione comunicativa:
 - la danza tonda (*round dance*),
 - la danza a sculettamento (*waggle dance*).

La danza tonda

filmato

La danza tonda

schema



L'ape gira in tondo una volta a destra e una volta a sinistra [sulla parete dell'alveare], ridescrivendo questi cerchi più volte e con grandissimo impegno. (von Frisch 1973)

Funzione comunicativa della danza tonda

Secondo von Frisch, quando l'ape ritorna all'alveare dopo aver individuato una fonte di polline e nettare, l'ape esegue la danza tonda se il cibo si trova in un raggio compreso tra i cinquanta e i cento metri dall'alveare.

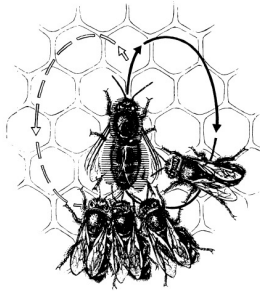
La danza a sculettamento

filmato

La danza a sculettamento

schema

[Le api] percorrono rapidamente un breve tratto in linea retta [sulla parete dell'alveare] dimenando l'addome a destra e a sinistra con grande frequenza; quindi eseguono un'evoluzione circolare completa di 360 gradi a sinistra, corrono in avanti in linea retta ancora una volta, poi eseguono l'evoluzione rotatoria a destra ripetendo questo schema generale per molte volte. (von Frisch 1973).



Funzione comunicativa della danza a sculettamento

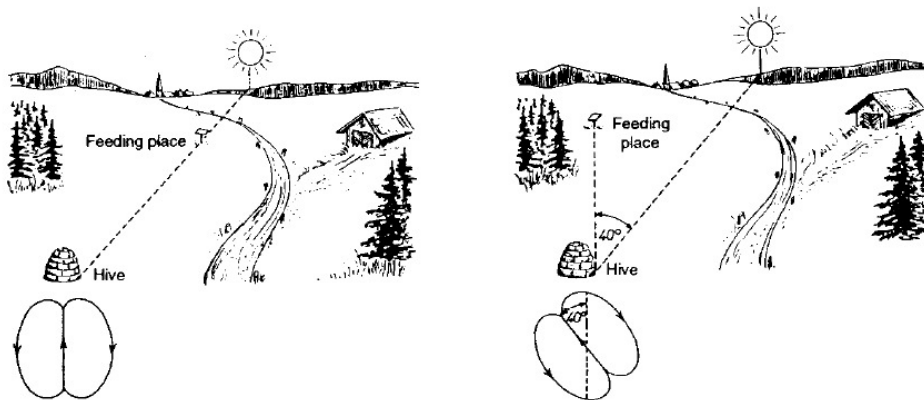
posizione del cibo

- ▶ Come ha osservato von Frisch, quando l'ape torna all'alveare dopo aver individuato una fonte di cibo a una distanza di più di cento metri dall'alveare, l'ape esegue la danza a sculettamento.
- ▶ Se il tratto in linea retta viene eseguito parallelamente all'asse di gravità dal basso verso l'alto, questo indica che il cibo è nella direzione del sole (il sole non è visibile dall'interno dell'alveare).
- ▶ Se il tratto in linea retta viene eseguito parallelamente all'asse di gravità dall'alto verso il basso, questo indica che il cibo è nella direzione opposta a quella del sole.
- ▶ Se il tratto in linea retta viene eseguito dal basso verso l'alto a un angolo di n gradi a destra (o a sinistra) rispetto all'asse di gravità, la direzione in cui si trova il cibo è verso il sole ad un angolo di n gradi a destra (o a sinistra) del sole.
- ▶ Se il tratto in linea retta viene eseguito dall'alto verso il basso a un angolo di n gradi a destra (o a sinistra) rispetto all'asse di gravità, la direzione in cui si trova il cibo è opposta a quella del sole ad un angolo di n gradi a destra (o a sinistra) del sole.

Funzione comunicativa della danza a sculettamento

distanza e abbondanza del cibo

- ▶ La danza a sculettamento non dà solo informazioni relative alla direzione in cui si trova una fonte di cibo che dista più di cento metri dall'alveare.
- ▶ La danza a sculettamento dà informazioni ulteriori sulla distanza della fonte di cibo dall'alveare e sull'abbondanza di questa fonte.
- ▶ La vivacità con cui l'ape sculetta è proporzionale alla ricchezza della fonte di cibo.
- ▶ Il tempo della danza, il numero di coppie di evoluzioni circolari complete eseguite in una data unità di tempo, indica la distanza. Per esempio, in un esperimento, una fonte di cibo messa dagli sperimentatori a trecentotrenta metri dall'alveare era indicata da quindici coppie di evoluzioni circolari complete in trenta secondi. Quando la fonte veniva spostata a settecento metri di distanza, soltanto undici coppie di evoluzioni circolari complete venivano eseguite in trenta secondi.



Funzione comunicativa della danza a sculettamento

altre informazioni

- ▶ Michelsen (1994) riporta infine che la danza a sculettamento viene usata dalle api anche per altri scopi. Per esempio:
 - per indicare la direzione e la distanza dell'acqua,
 - per indicare la direzione e la distanza di luoghi adatti per l'insediamento di nuove colonie durante la sciamatura,
 - per indicare la direzione e la distanza della resina, usata per la produzione del propoli, con cui le api rivestono le pareti dell'alveare.

Come fanno le api a percepire le danze?

- ▶ Nei filmati, l'area in cui l'ape esegue la danza è illuminata artificialmente e noi vediamo l'ape dall'alto. Questo rende possibile osservare la danza senza troppe difficoltà.
- ▶ Ma l'interno dell'alveare solitamente è piuttosto scuro. Inoltre, come si è visto dal filmato, l'area in cui l'ape esegue la sua danza è piuttosto affollata.
- ▶ Mettetevi dunque dal punto di vista di un'ape che sta all'interno dell'alveare e che deve ricevere l'informazione trasmessa dalla danzatrice. Come fa l'ape a seguire la danza?
- ▶ Come fa a capire quale danza l'ape danzatrice sta eseguendo? Come fa a capire in che direzione l'ape danzatrice si muove quando esegue la parte in linea retta della danza a sculettamento?

Tre ipotesi

Sono state fatte tre ipotesi su come fanno le api a percepire la danza:

- ▶ durante la danza, l'ape danzatrice emette dei suoni; i suoni della danza potrebbero dar luogo a delle vibrazioni sulla parete dell'alveare, che vengono trasmesse alle api seguaci, le quali potrebbero identificare le proprietà della danza attraverso queste vibrazioni;
- ▶ durante la danza, le api seguaci attivamente coinvolte, toccano la danzatrice con le antenne; le proprietà rilevanti della danza potrebbero essere inferite attraverso il contatto con la danzatrice;
- ▶ intorno alla danzatrice esistono dei campi tridimensionali di intense correnti di aria; le api seguaci potrebbero identificare le proprietà della danza per mezzo di organi recettori sensibili a queste correnti d'aria.

Problemi per l'ipotesi delle vibrazioni

- ▶ L'ipotesi che le api percepiscano la danza attraverso vibrazioni dell'alveare causate dai suoni che emette la danzatrice va incontro ad almeno due problemi:
 - non è chiaro come queste vibrazioni potrebbero trasmettere alle api seguaci delle informazioni su certi aspetti rilevanti della danza. Per esempio, come fanno le vibrazioni a trasmettere informazioni sulla deviazione rispetto all'asse di gravità nella danza a sculettamento?
 - la comunicazione attraverso la danza avviene anche in sciame senza alveare.

Problemi per l'ipotesi del contatto

- ▶ L'ipotesi del contatto afferma che le api seguaci inferiscono le proprietà rilevanti della danza attraverso il contatto delle antenne con la danzatrice.
- ▶ Di nuovo, non è chiaro come tutte le proprietà rilevanti della danza possano essere inferite così. Se l'ape seguace sta di lato alla danzatrice, il fatto che la danzatrice si dimeni violentemente rende difficile ottenere informazioni relative alla posizione della danzatrice (Michelsen 1999).

Problemi per l'ipotesi delle correnti d'aria

- ▶ L'ipotesi che le api seguaci identifichino le proprietà della danza percependo le correnti d'aria intorno alla danzatrice è la più accreditata al momento.
- ▶ Il campo tridimensionale di correnti d'aria intorno alla danzatrice dovrebbe dare in formazioni sufficientemente esatte sulla posizione della danzatrice.
- ▶ Quello che non è chiaro è come le api seguaci percepiscano in modo sufficientemente preciso queste correnti d'aria.

Una pausa di riflessione

- ▶ Attraverso le loro danze, le api riescono a trasmettere informazioni dettagliate sulla posizione, la distanza e la ricchezza delle fonti di cibo.
- ▶ Ora che abbiamo visto come funzionano queste danze, facciamo qualche riflessione sulle proprietà generali di questo linguaggio.

Riferimento a entità remote

- ▶ Le danze delle api nell'alveare danno informazioni circostanziate su un oggetto, la fonte di cibo, che non è presente nell'alveare e che dunque non è immediatamente percepibile dalle api che seguono la danza.
- ▶ Questa proprietà rende le danze delle api diverse dallo sfoggio di colori e dalle danze dei *beta splendens*, che invece trasmettono informazioni su individui che sono presenti nel contesto in cui sfoggio e danze vengono eseguiti.
- ▶ Le lingue umane condividono con le danze delle api questa capacità di riferirsi a entità remote. In italiano, possiamo facilmente fare riferimento a entità che non sono presenti nel contesto in cui si svolge la conversazione ("oggi fa freddo a Pechino"). Non si conoscono lingue naturali umane che non permettano di fare questo.

Risposte coatte?

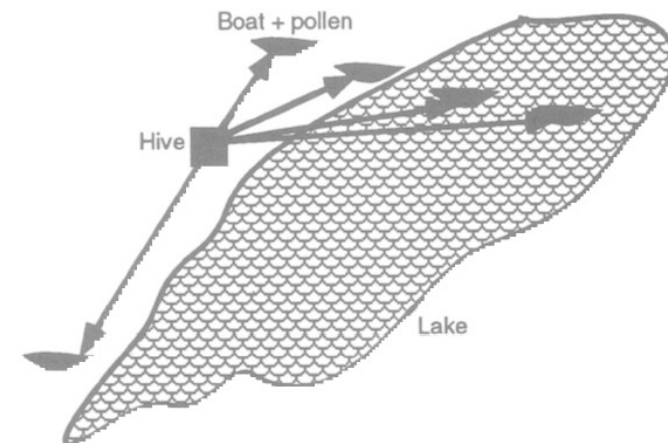
- ▶ Abbiamo detto che, nel caso dei pesci combattenti siamesi, il cambiamento di colore e le danze potrebbero essere risposte a uno stimolo esterno rigidamente determinate dall'istinto: è possibile che il pesce non scelga di cambiare colore o di eseguire la danza, ma che sia semplicemente 'programmato' per reagire in un certo modo al contatto con altri membri della sua specie.
- ▶ È così anche per le danze delle api?
- ▶ L'ape che torna all'alveare dopo aver trovato una fonte di cibo è semplicemente programmata in modo tale da dover eseguire la danza appropriata?
- ▶ E le api che seguono la sua danza devono rispondere dirigendosi nella direzione indicata dalla danza?

Scetticismo delle api

- ▶ Nel caso delle api, la risposta all'informazione trasmessa attraverso le danze non è determinata in modo così rigido: in qualche caso le api che seguono la danza ignorano l'informazione che gli viene trasmessa.
- ▶ In particolare, Gould (1990) ha mostrato che le api reagiscono talvolta 'scetticamente' alle informazioni trasmesse dall'ape che danza, come se mettessero in dubbio l'accuratezza di queste informazioni.

Il polline in mezzo al lago

- ▶ Gould ha preso dall'alveare un gruppo di api deputate alla ricerca del cibo e le ha spostate su un appezzamento di terra dove era parcheggiata una barca che conteneva del polline di buona qualità.
- ▶ A poco a poco, la barca è stata spostata sempre più lontano dall'alveare con le api cercatrici che la seguivano facendo scorta, senza però che gli fosse permesso di tornare all'alveare.
- ▶ Infine, la barca è stata spostata in mezzo al lago. Dopo che le api avevano ancora una volta fatto scorta di cibo, Gould gli ha permesso di tornare all'alveare e di danzare.



L'effetto della danza

- ▶ Con la loro danza, le api cercatrici non sono riuscite a convincere nessuna delle api che le osservavano a volare verso la barca.
- ▶ L'ipotesi di Gould è che le api che osservavano la danza avessero reagito scetticamente all'informazione che una ricca fonte di buon cibo era situata in mezzo al lago: "non è possibile che ci sia del polline in mezzo al lago!" Per questa ragione, le api che osservavano la danza non hanno seguito le indicazioni delle api cercatrici.
- ▶ Se questa ipotesi è corretta, la risposta all'informazione trasmessa attraverso le danze non è determinata in modo univoco: le api sono in grado di valutare se la danza trasmette informazioni attendibili e, se le informazioni trasmesse contrastano con le loro conoscenze, possono decidere di ignorarle.

L'ambito della conversazione

- ▶ Le api sono in grado di dare informazioni assai dettagliate sulla posizione del cibo.
- ▶ Possiedono anche segnali di altro tipo?
- ▶ A quanto pare, le loro capacità di conversazione sono piuttosto limitate. I pochi altri segnali che possiedono sono assai meno specifici in contenuto informativo di quelli che riguardano il cibo.

Carattere continuo dei segnali delle api

- ▶ Infine, un tratto rilevante del linguaggio delle api è il seguente.
- ▶ Nella danza a sculettamento, a ogni variazione di grado dell'angolo che il percorso in linea retta forma rispetto all'asse di gravità corrisponde una direzione diversa della fonte di cibo rispetto al sole. Il numero di queste variazioni è in linea di principio infinito.
- ▶ La distanza dall'alveare viene segnalata dal movimento: più piccola è la distanza, maggiore è il movimento. Di nuovo, in linea di principio, il numero di variazioni della quantità di movimento è infinito.
- ▶ Dunque, il linguaggio delle api ha un numero infinito di segnali.

Lingue naturali umane e infinitezza

- ▶ Anche le lingue naturali degli esseri umani hanno un numero infinito di segnali. In queste lingue, il numero delle frasi che è possibile formare combinando delle parole tra loro è infinito.
- ▶ Ad esempio, data la frase (1) dell'italiano è sempre possibile generare un'altra frase dell'italiano più lunga, premettendo a (1) un'espressione della forma in (2):

(1) Maria è assonnata

(2) x sa che...

- Gianni sa che Maria è assonnata
- Piero sa che Gianni sa che Maria è assonnata
- Gianni sa che Piero sa che Gianni sa che Maria è assonnata
- ecc.

Infinitezza discreta

- ▶ Notate che, benché sia il linguaggio delle api sia il linguaggio umano abbiano un numero infinito di segnali, esiste una differenza importante tra il modo in cui questo numero infinito di segnali viene generato nelle due lingue.
- ▶ Il linguaggio umano è in grado di generare un numero infinito di segnali (gli enunciati) partendo da un numero finito di elementi (le parole).
- ▶ Questo è ciò che N. Chomsky intende quando dice (riprendendo un detto di von Humboldt 1836) che le lingue naturali umane fanno un *uso infinito di mezzi finiti*. Chomsky chiama questa proprietà delle lingue naturali umane proprietà dell'*infinitezza discreta*.
- ▶ Il linguaggio delle api, invece, ha un numero infinito di segnali, senza però che questi segnali siano formati a partire da un numero finito di elementi. In questo senso, il linguaggio delle api non ha la proprietà dell'*infinitezza discreta*.