

GIORGIO CELLI, PAOLA ANGELINI, LORELLA CENSI  
Istituto di Entomologia «Guido Grandi» dell'Università di Bologna

## Contributi all'etologia dell'ape in serra

4.

Su di un caso di condizionamento inverso e di ragionamento astratto in *Apis mellifera* L.

(Hymenoptera Apidae)\*

(Nota preventiva)

### INTRODUZIONE

Gli scopi pratici di questa serie di contributi sull'etologia dell'ape in ambiente confinato sono stati ampiamente discussi in due pubblicazioni precedenti (Celli, 1985; Celli, Angelini 1987) e rimandiamo a queste il lettore desideroso di maggiori notizie in merito. Ci limitiamo a riferire qui, in sintesi, che stiamo cercando di migliorare l'entrata e l'uscita delle bottinatrici di *Apis mellifera* L. in colture protette mediante il ricorso a segnali visivi con effetto orientante. Tuttavia, prima di passare a esperienze dirette si è ritenuta necessaria la rivisitazione sperimentale delle possibilità di percezione visiva dell'imenottero, per saggiare l'attendibilità dei risultati, ma soprattutto dei metodi, di autori che hanno operato diversi anni, se non decenni, fa.

In Celli, Angelini (1987) si accennava anche al progetto di estendere l'indagine da talune forme normali — quadro, triangolo, ecc. — ad altre evocatrici di effetti illusori. Abbiamo così deciso di cominciare col sottoporre all'insetto una figura scelta nel gruppo delle immagini a contorni cosiddetti immaginari, studiate estesamente da Kanizsa (1976, 1980), e sottoposte in seguito a discriminazione critica e sperimentale da parte di diversi psicologi. Queste figure, di cui offriamo una serie al lettore (fig. I), hanno la singolare proprietà di venir percepite come quadrati, triangoli, ecc., senza che i loro contorni siano stati tracciati, formandosi, per dir così, spontaneamente. I sostenitori della psicologia della forma, non è compito nostro formulare giudizi, hanno pensato che l'effetto ottico, in sé abbastanza misterioso, sia dovuto a quella tendenza a completare, a chiudere le immagini, insita nella nostra organizzazione percettiva.

\* Un riassunto di questo lavoro è stato presentato al II Convegno della Associazione Italiana per lo Studio degli Artropodi Sociali e Presociali svoltosi a Perugia il 15-16 maggio 1987.



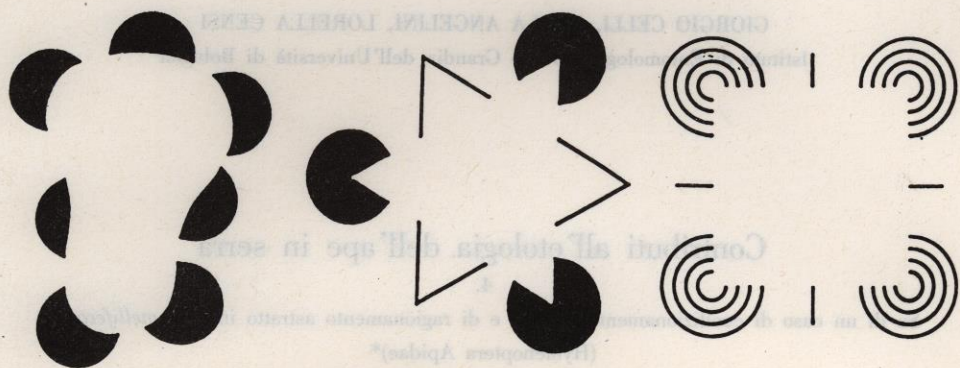


Fig. 1 - Esempi di figure a contorno soggettivo (da Kanizsa, 1976).

La figura da noi scelta per le esperienze con le api è stata l'ultima a destra della fila offerta al lettore, un quadrato che non esiste, se non per virtù di percezione, elaborato, e studiato da Varin (1971). Se, come suona la nostra ipotesi, anche l'ape si mostra soggetta a questo tipo di illusione ottica significa che l'occhio «a camera» dell'uomo e quello «a mosaico» degli insetti, e che il sistema neurologico di interpretazione di ambedue, funzionano in maniera simile. Un accertamento che, al di là dei risultati pratici di sondare le possibilità percettive dell'ape per orientarla ad hoc, presenta taluni risvolti teorici di non trascurabile importanza.

#### MATERIALI E METODI

Nel giardino sperimentale dell'Istituto di Entomologia in cui operiamo si è provveduto a sistemare, su di un tavolo posto ad una decina di metri da quattro alveari, una scatola di metallo (fig. II). Nella parte superiore del marchingegno c'erano dei forellini che consentivano alla ligula di un'ape di pescare in provette ricolme di acqua o di una soluzione zuccherina al 50%. Sul coperchio piano della scatola venivano sistemate, di volta in volta, dei fogli con figure, al centro delle quali un forellino, fatto combaciare con quelli della lastra di metallo sottostante, permetteva all'ape in visita alla figura di prelevare il suo premio, oppure di suggerire l'acqua.

L'ape impara ben presto a collegare il cibo con una certa figura e a scegliere la più frequentemente.

Premetto subito che delle esperienze con api condizionate prima e poste successivamente di fronte al congegno innescato solo con provette ad acqua, ci hanno consentito di escludere l'intervento di un fattore olfattivo, per lo meno nella fase di scelta — atterraggio, che si addizionasse o sostituisse del tutto la discriminazione visiva.

Le figure esposte alle api sono state dapprima un quadrato ed una stella, che evocano nell'insetto una ben diversa preferenza (vedi anche: Giordani e altri, 1987). Difatti, nel lontano 1929, la Hertz aveva dimostrato che le api



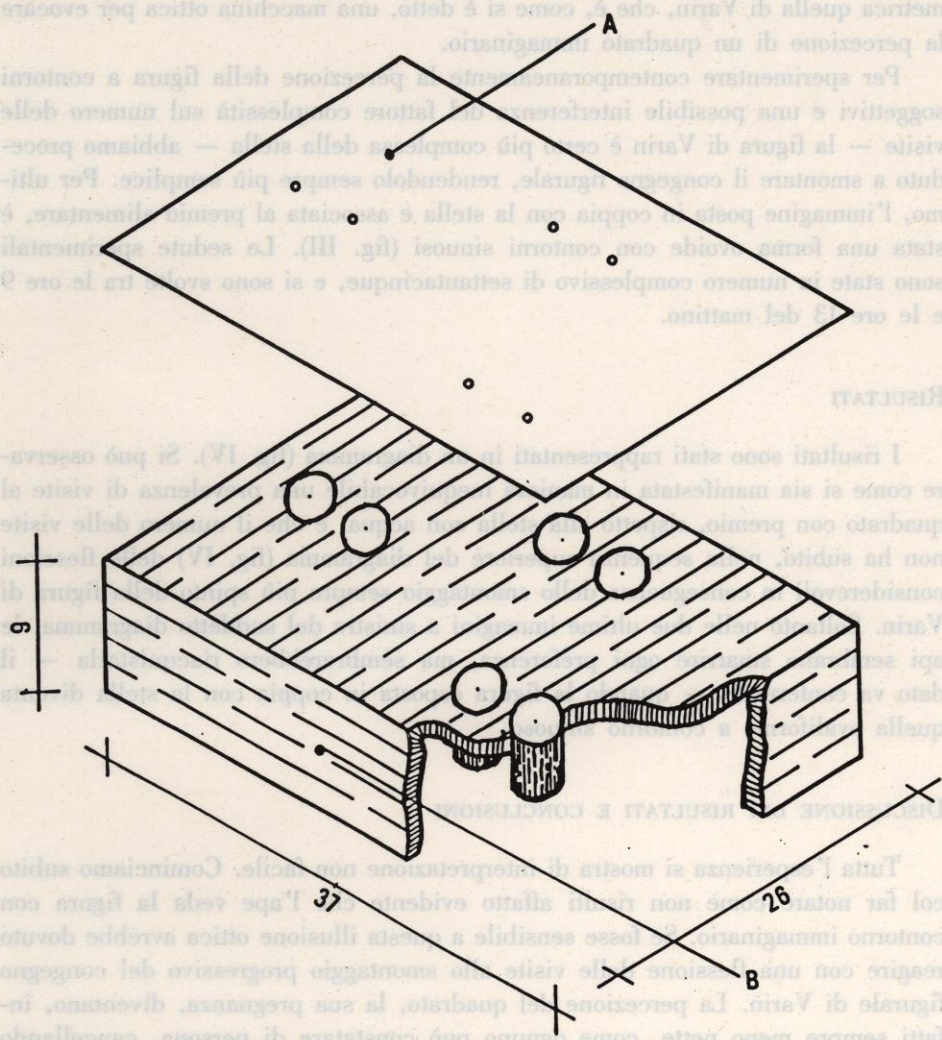


Fig. II - Marchingegno sperimentale: (A) lamina di metallo su cui vengono appoggiati i fogli su cui sono disegnate le varie figure; (B) scatola contenente le provette.

sanno distinguere perfettamente un quadrato da una stella; Zerrahn (1933) e poi Wolf, Zerrahn-Wolf (1934) avevano constatato come le figure con un contorno più frastagliato sono preferite rispetto ad altre con un contorno più semplice, e che a perimetri uguali corrisponde un egual numero di visite.

Si è dato, dunque, inizio all'esperienza esibendo alle api delle coppie di figure: l'una era un quadrato, meno preferito, ma con accesso a una soluzione zuccherina, l'altra una stella a dodici punte, più gradita, ma con acqua.



In seguito, effettuato il condizionamento, quando le api hanno dimostrato di scegliere con maggior frequenza il quadrato, si è sostituito a questa figura geometrica quella di Varin, che è, come si è detto, una macchina ottica per evocare la percezione di un quadrato immaginario.

Per sperimentare contemporaneamente la percezione della figura a contorni soggettivi e una possibile interferenza del fattore complessità sul numero delle visite — la figura di Varin è certo più complessa della stella — abbiamo proceduto a smontare il congegno figurale, rendendolo sempre più semplice. Per ultimo, l'immagine posta in coppia con la stella e associata al premio alimentare, è stata una forma ovoide con contorni sinuosi (fig. III). Le sedute sperimentali sono state in numero complessivo di settantacinque, e si sono svolte tra le ore 9 e le ore 13 del mattino.

### RISULTATI

I risultati sono stati rappresentati in un diagramma (fig. IV). Si può osservare come si sia manifestata in maniera inequivocabile una prevalenza di visite al quadrato con premio, rispetto alla stella con acqua, e che il numero delle visite non ha subito, nella sequenza superiore del diagramma (fig. IV) delle flessioni considerevoli in conseguenza dello smontaggio sempre più spinto della figura di Varin. Soltanto nelle due ultime immagini a sinistra del suddetto diagramma, le api sembrano smarrire ogni preferenza, ma sembrerebbero riacquistarla — il dato va confermato — quando la figura esposta in coppia con la stella diventa quella ovaliforme a contorno sinuoso.

### DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Tutta l'esperienza si mostra di interpretazione non facile. Cominciamo subito col far notare come non risulti affatto evidente che l'ape veda la figura con contorno immaginario. Se fosse sensibile a questa illusione ottica avrebbe dovuto reagire con una flessione delle visite allo smontaggio progressivo del congegno figurale di Varin. La percezione del quadrato, la sua pregnanza, diventano, infatti sempre meno nette, come ognuno può constatare di persona, cancellando via via le strutture sussidiarie che ne determinano l'apparizione.

Anche il fattore complessità risulta a sua volta spiazzato dalla non reazione alla suddetta semplificazione della figura bersaglio.

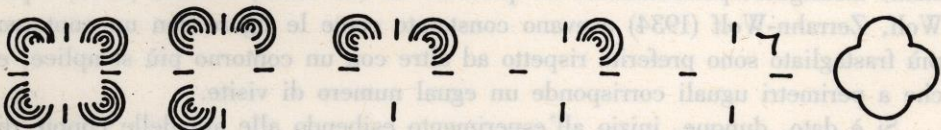


Fig. III - Serie di figure presentate alle api in sostituzione del quadrato contrapposto alla stella a 12 punte.



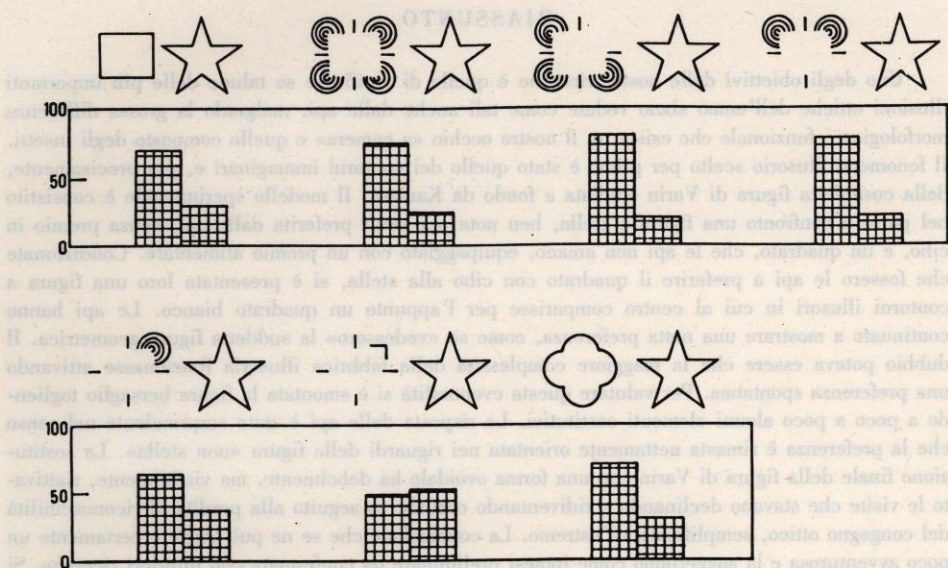


Fig. 4 - Diagramma illustrante la percentuale di visite (in ordinata) sulle figure impiegate nell'esperimento. (Nel diagramma la stella ha solo 5 punte per motivi grafici). Sopra, da sinistra verso destra, le 4 figure presentano, tra le 2 serie numeriche, una differenza statisticamente significativa ( $P < 0,5\%$ ). Sotto: la prima figura a sinistra presenta a sua volta una differenza significativa ( $P < 2,5\%$ ). Le ultime due figure non presentano differenze significative anche se l'osservatore ha notato una certa ripresa di interesse per la forma ovoidale irregolare.

Nel caso delle due ultime immagini che, da sinistra verso destra, troviamo nella fila inferiore del diagramma (fig. IV) e che tendono ad evocare una distribuzione nuovamente casuale delle visite, possiamo supporre che la loro semplificazione sia stata portata troppo avanti e che le api si trovino di fronte ad un segnale visivo tanto debole da non evocare in loro delle risposte di sorta.

Il fatto, invece, che l'insetto abbia dato qualche segnale di rispondere, seppure debolmente, all'ultima figura esposta ci fa nascere un sospetto.

Tutta l'esperienza acquista una singolare coerenza se ammettiamo che l'ape si comporta come se «avesse capito» che tutte le figure che «non sono la stella» indicano un premio possibile e la stella no. Il condizionamento si sarebbe verificato sul «non fare» invece che sul «fare».

La difficoltà vera consiste nel dover attribuire ad un insetto con poco meno di un milione di neuroni la capacità di formulare una vera e propria astrazione del tipo «tutte le figure che non sono». D'altra parte, non si saprebbe come interpretare diversamente il suo comportamento.



RIASSUNTO

Uno degli obiettivi delle nostre ricerche è quello di verificare se talune delle più importanti illusioni ottiche dell'uomo siano vedute come tali anche dalle api, malgrado la grossa differenza morfologica e funzionale che esiste tra il nostro occhio «a camera» e quello composto degli insetti. Il fenomeno illusorio scelto per primo è stato quello dei contorni immaginari e, più precisamente, della cosiddetta figura di Varin studiata a fondo da Kanizsa. Il modello sperimentale è consistito nel porre a confronto una figura a stella, ben nota per venir preferita dalle api, senza premio in cibo, e un quadrato, che le api non amano, equipaggiato con un premio alimentare. Condizionate che fossero le api a preferire il quadrato con cibo alla stella, si è presentata loro una figura a contorni illusori in cui al centro comparisse per l'appunto un quadrato bianco. Le api hanno continuato a mostrare una netta preferenza, come se «vedessero» la suddetta figura geometrica. Il dubbio poteva essere che la maggiore complessità della fabbrica illusoria funzionasse attivando una preferenza spontanea. Per valutare questa eventualità si è smontata la figura bersaglio togliendo a poco a poco alcuni elementi costitutivi. La risposta delle api è stata sorprendente nel senso che la preferenza è rimasta nettamente orientata nei riguardi della figura «non stella». La sostituzione finale della figura di Varin con una forma ovoidale ha debolmente, ma visibilmente, riattivato le visite che stavano declinando e ridiventando casuali, in seguito alla perdita di riconoscibilità del congegno ottico, semplificato all'estremo. La conclusione che se ne può trarre è certamente un poco avventurosa e la suggeriamo come ipotesi preliminare da confermare con ulteriori ricerche. Si potrebbe pensare che le api non vedano la figura di Varin, ma piuttosto obbediscano ad una logica di questo tipo: «ogni figura che non sia la stella è da preferire perché probabilmente indica del cibo». La difficoltà è che formulare il concetto «ogni figura» significa compiere un'astrazione e non si credeva che le api ne fossero capaci.

SUMMARY

Studies on ethology of Honeybee in greenhouse

4.

A Case of Reverse Training and Abstract Reasoning

Our research aimed to verify whether some of the most significant optical illusions in man are also perceived as such by bees, in spite of the relevant morphological and functional differences between our «chamber» eye and the insects' compound eye.

The first illusion chosen concerns image contours, and, more specifically, the so-called Varin's image which was studied in depth by Kanizsa. The experimental compares: (a) one star-shaped figure — well known to be a bee's favorite — with no food prize, and one square figure — not so favoured by bees — with a food prize.

Once the bees were conditioned to choose the square with the food rather than the star without, a figure with illusory contours in whose center a white square appears, as if they «saw» the square. The doubt arose that the greater complexity of the illusion-making process might activate a spontaneous preference.

In order to evaluate this possibility, the target figure was disassembled by removing some of its components piece by piece. The final substitution of the Varin's figure with an ovoidal one increased the number of bees visiting this figure. Before this substitution the visits' distribution was becoming casual because the optical device has been made too simple. The bees' response was a surprise. Remarkably, the bee's choice remained directed towards the non-starshape. Preliminarily and tentatively, this might suggest an hypothesis for further research: that bees do not see the Varin-Kanizsa's figure, but rather follow a logical idea that «each figure different from the star must be chosen because, probably, it indicates food». The point is that the formulation of the concept «each figure» entails a process of abstract thought, something that is not expected of bees.



BIBLIOGRAFIA CITATA

- CELLI G., 1985. - Contributi all'etologia dell'ape in serra, 1. Food-games con le api. - *Atti XIV Congr. naz. Ent., Palermo*, 1985, 673-680.
- CELLI G., ANGELINI P., 1987. - Contributi all'etologia dell'ape in serra, 2. Ricerche sulla percezione visiva di *Apis mellifera* L. (Hymenoptera Apidae) in rapporto all'interazione tra forma e colore degli zimbelli. *Boll. Ist. Ent. «Guido Grandi» Univ. Bologna*, 41: 147-157.
- GIORDANI G., CELLI., ANGELINI P., 1987. - Contributi all'etologia dell'ape in serra, 3. Preferenze figurali in *Apis mellifera* L. (Hymenoptera Apidae) e possibilità di favorire ed incentivare, mediante segnali, la sua visita alle colture protette. *Boll. Ist. Ent. «Guido Grandi» Univ. Bologna*, 41: 377-386.
- HERTZ H., 1929. - Die Organisation des optischen Feldes bei der Biene I. *Z. Vergl. Physiol.* 8: 693-748.
- HERTZ H., 1929. - Die Organisation des optischen Feldes bei der Biene II. *Z. Vergl. Physiol.* 11: 107-145.
- KANIZSA G., 1976. - Contorni soggettivi - *Le scienze Ed. Italiana di Scientific American*, 96: 30-36.
- KANIZSA G., 1980. - Grammatica del vedere. Ed. Il Mulino, Bologna.
- VARIN D., 1971. - Fenomeni di contrasto e diffusione cromatica dell'organizzazione spaziale del campo percettivo. Ed. dell'Istituto di Psicologia dell'Università di Milano.
- WOLF E., ZERRAHN-WOLF G., 1935. - The effect of light intensity, area and flicker frequency on the visual reactions of the honeybee - *J. Gen. Physiol.*, 18: 853-863.
- ZERRAHN G., 1933. - Formdressur und Formunterscheidung bei der Honigbiene. *Z. Vergl. Physiol.*, 20: 117-150.