

Le api: un modello di società sostenibile. Capacità cognitive, bilancio energetico, servizi ecosistemici



Bettina Maccagnani
Centro per le Comunità Solari Locali

bettina.maccagnani@gmail.com

www.comunitasolare.eu



Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00



Le api animali sociali

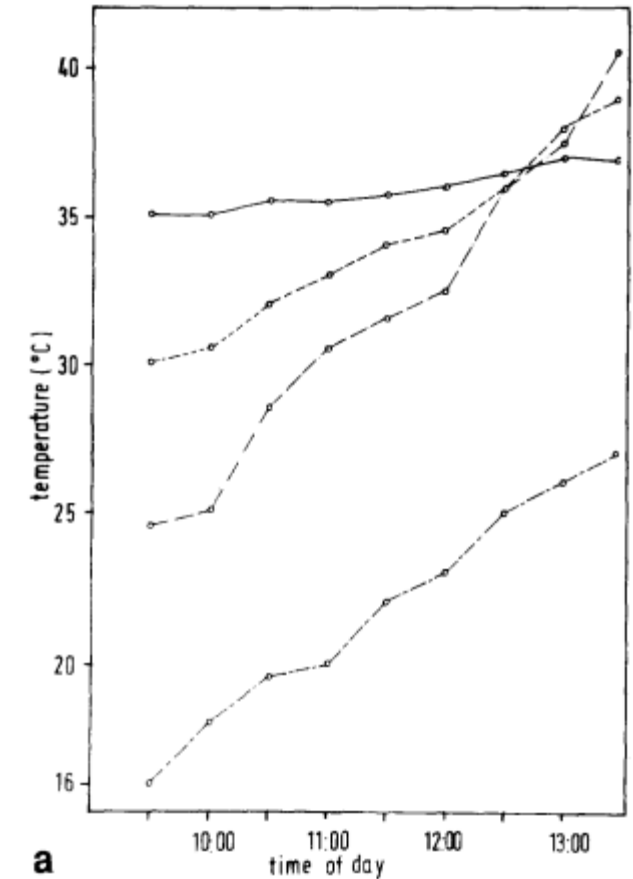
Le api sono animali sociali

Vivono in una società strutturata che prevede suddivisione di tutti i compiti, compreso quello riproduttivo, affidato ad un'unica femmina, che chiamiamo regina



Animali a sangue freddo?

- Le api individualmente sono certamente animali a sangue freddo, come tutti gli insetti
- Tuttavia la grande capacità di termoregolazione consente alla società nel suo insieme di mantenere stabile la temperatura del centro del nido ed un nucleo caldo anche d'inverno
- Sono quindi gli unici insetti sociali dei climi temperati a conservare un certo livello di attività anche d'inverno



Implicazioni di tipo energetico

- Necessità di produrre ampie scorte energetiche per l'inverno
- Necessità di un buon livello di alimentazione proteica per far fronte allo stress invernale
- Necessità di raggiungere una popolazione sufficientemente numerosa per poter contenere il livello del metabolismo individuale (gruppi molto numerosi di api consumano meno ossigeno per mantenere una certa temperatura rispetto a gruppi piccoli)

Comparative energy balance in groups of africanized and european honey bees: Ecological implications. 1997. [Southwick](#), [D.W Roubik](#), [J.M Williams](#)

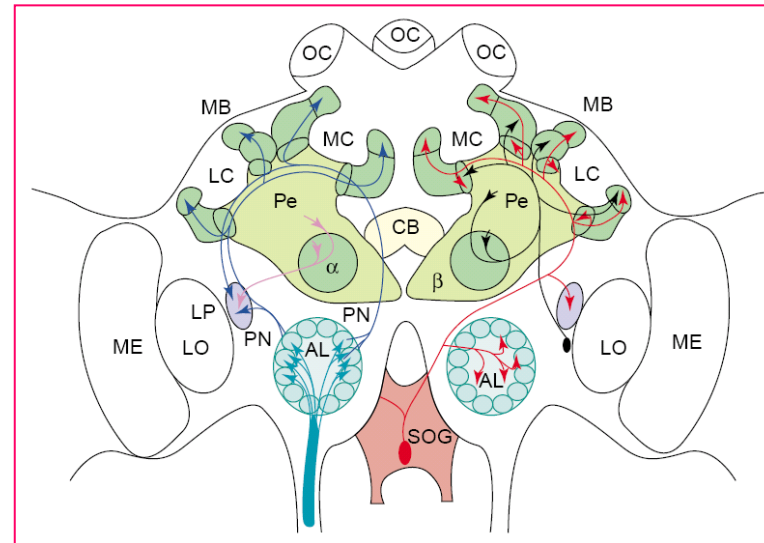
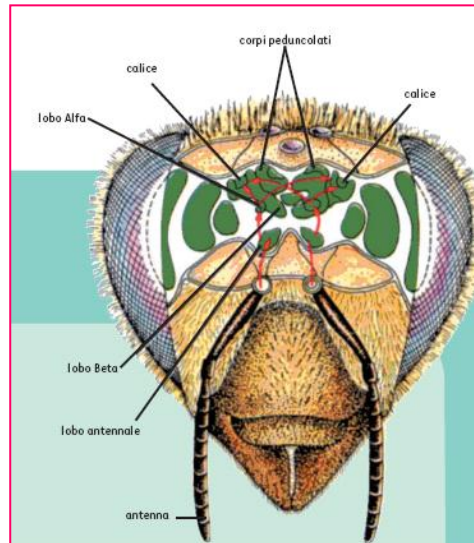


Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00



Una sfida evolutiva

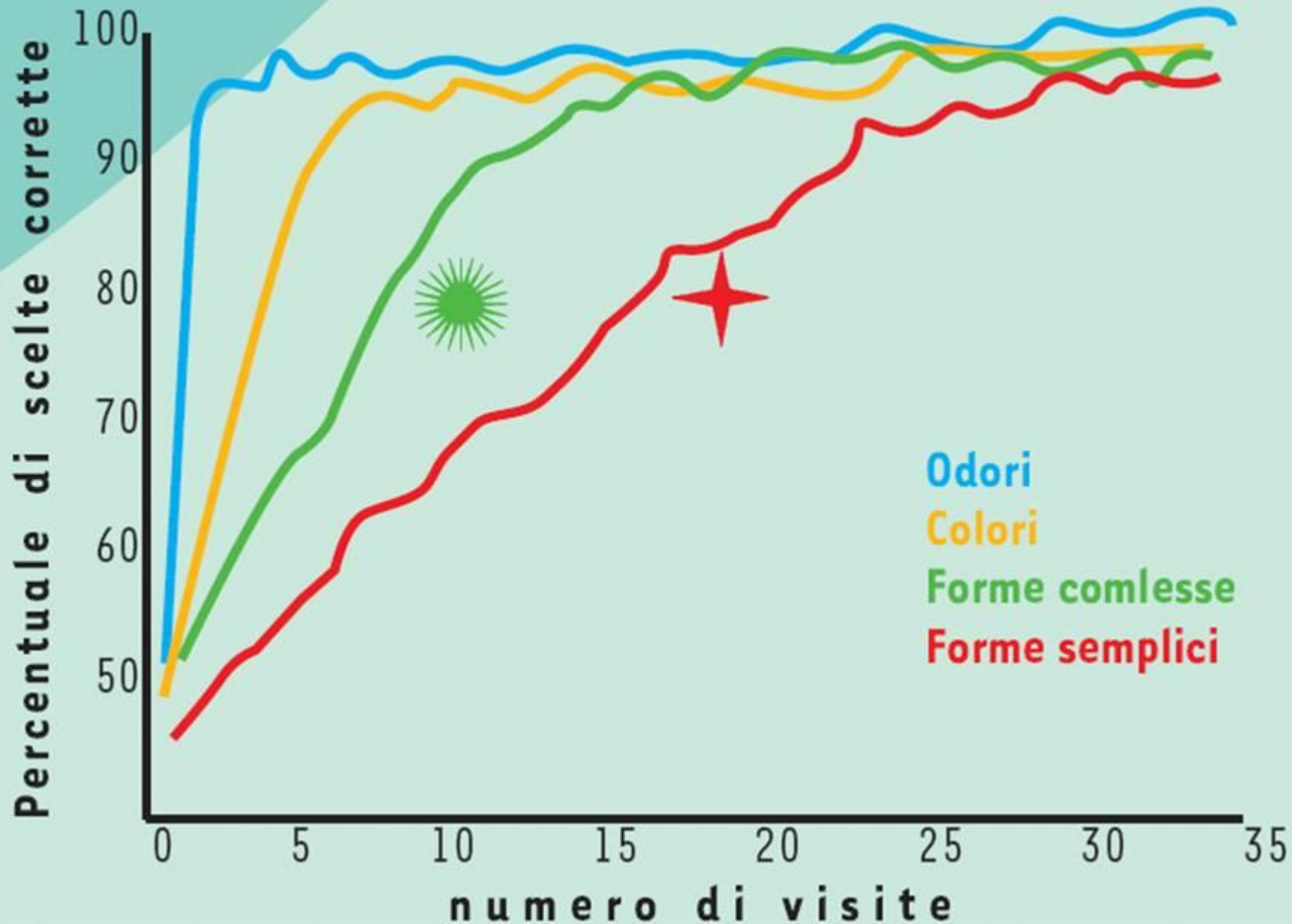
- La grande sfida evolutiva delle api si è giocata sul piano dello sviluppo delle abilità percettive e delle capacità cognitive: comunicazione, memoria



ori,

Curve di apprendimento

Associazione dello stimolo ad una ricompensa zuccherina



Apprendimenti complessi

- LE API hanno cervelli piccoli, ma repertori comportamentali enormemente complessi
- La complessità comportamentale nell'ape non può essere spiegata come la somma di funzioni indipendenti (cosidette “verticali”)
- E' necessario ipotizzare un livello di integrazione “orizzontale” a livello centrale

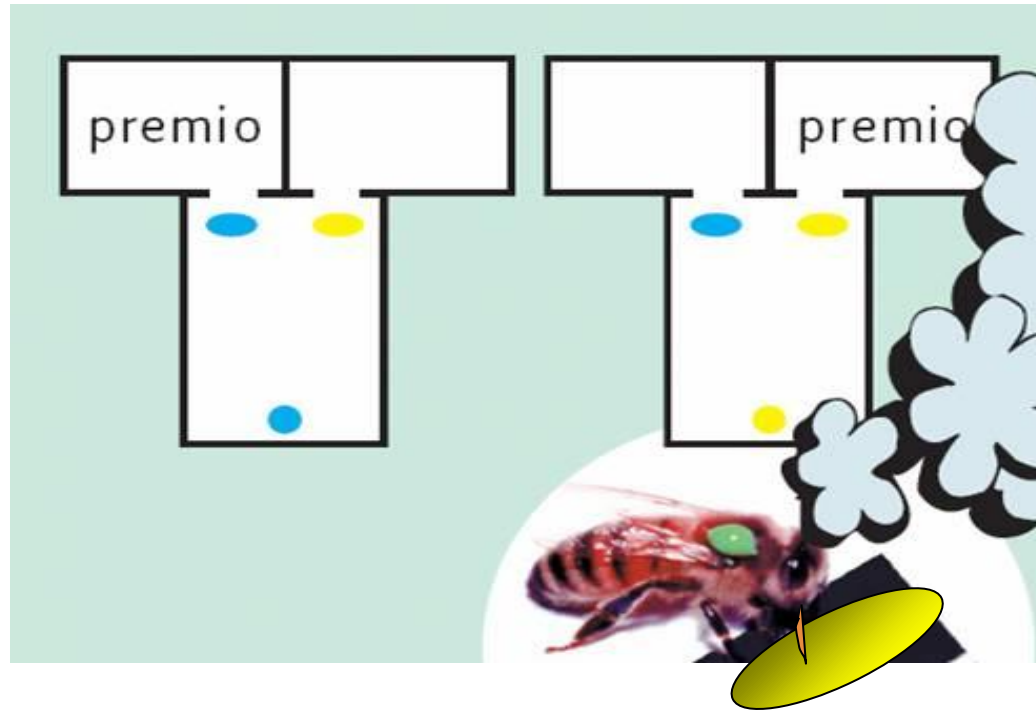


Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00



IL CONCETTO DI «SIMILITUDINE O DIFFERENZA»

TRAINING sui colori

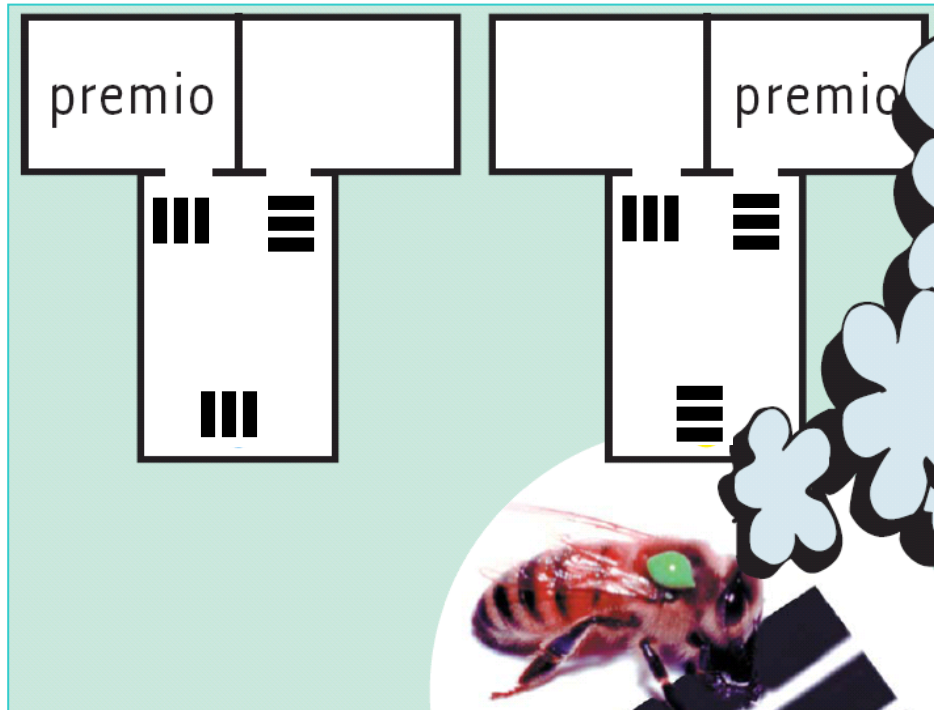


La finalità dell'esperimento non è sulla capacità di associare un colore alla ricompensa, compito molto facile per un'ape, ma quello di verificare se le api possono compiere una generalizzazione sul concetto di SIMILE o DIVERSO.

L'Ape deve comprendere che quello che conta per raggiungere la ricompensa non è il colore (che può essere indifferentemente giallo o blu) ma che sia lo stesso colore all'ingresso o al termine del labirinto ad Y

*Giurfa et al., 2001 – The concept of sameness and difference in an insect - **Nature***

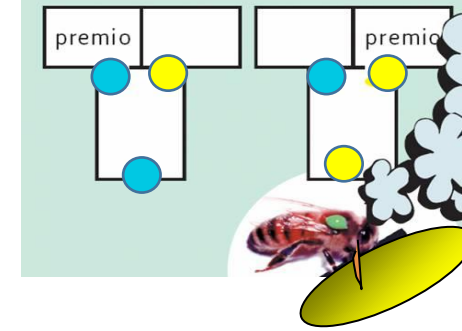
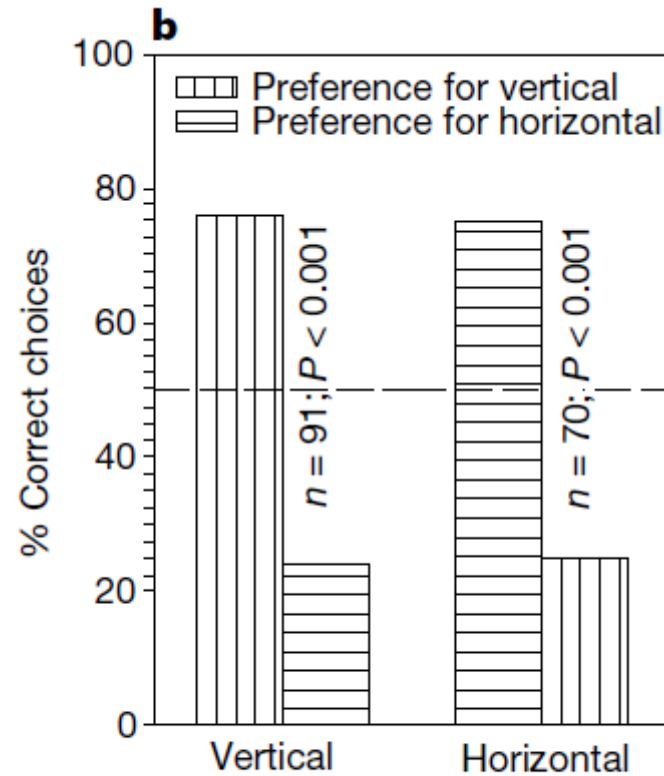
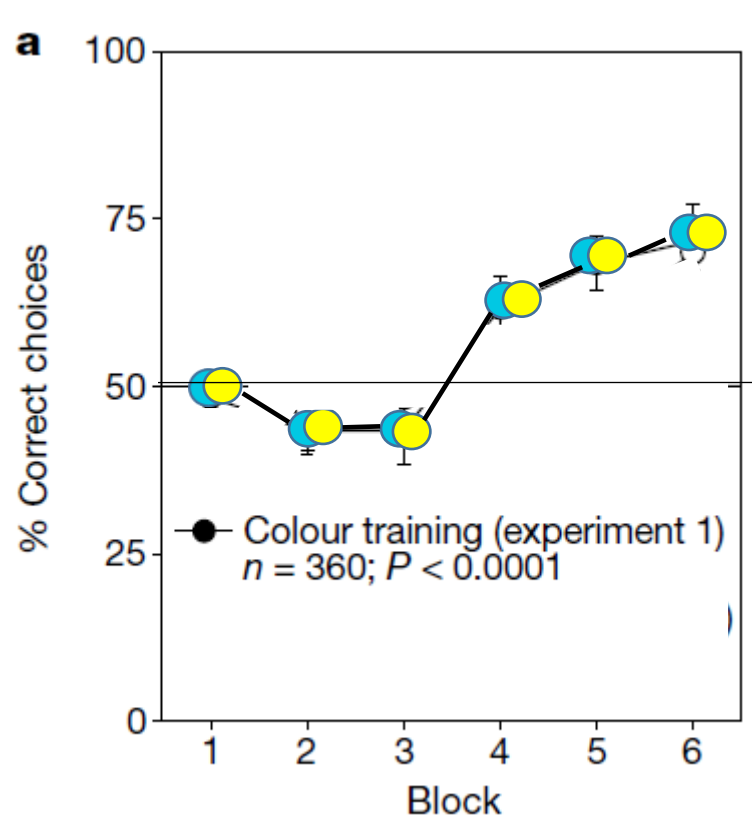
TEST sull'orientamento delle figure



Durante un test in cui alle api addestrate sui colori venivano presentate figure con barre verticali e orizzontali, le api hanno dimostrato di **saper trasferire il concetto** di generalizzazione SIMILE o DIVERSO, elaborato sui colori anche alle forme.

*Giurfa et al., 2001 – The concept of sameness and difference in an insect - **Nature***

Performance di apprendimento



Mostrata all'ingresso la barra verticale, le api dovevano scegliere quella verticale, se mostrata quella orizzontale dovevano sceglierla anche alla biforcazione.

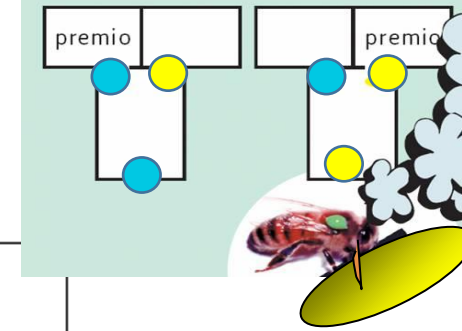
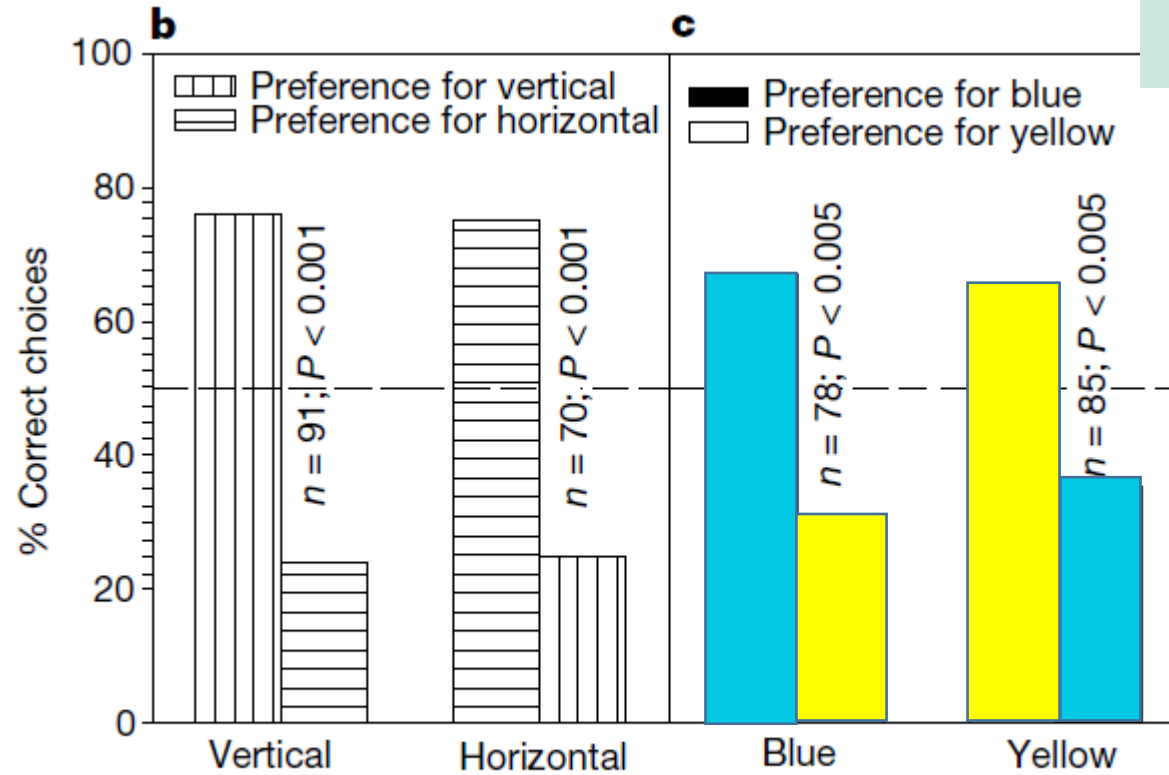
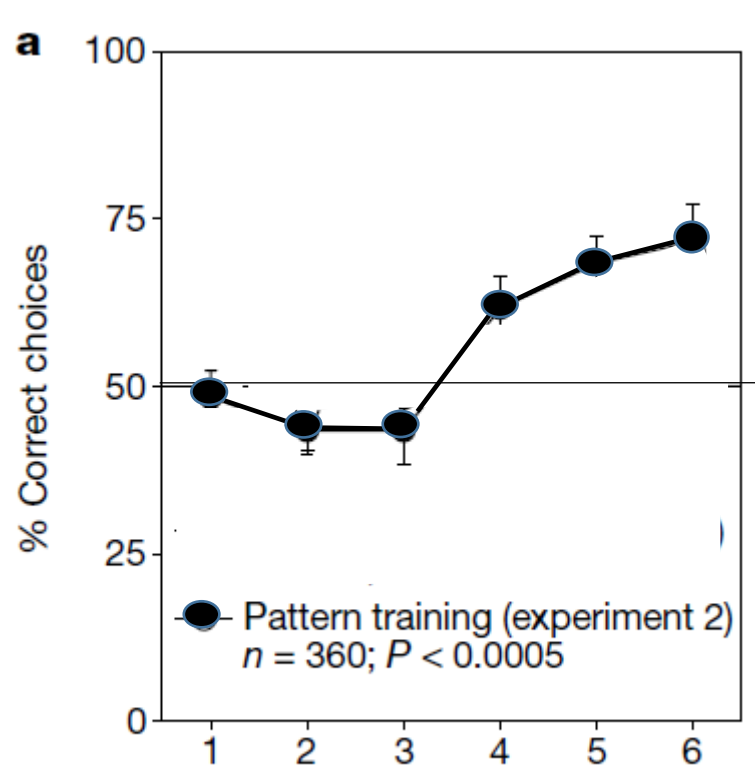
Giurfa et al., 2001 – The concept of sameness and difference in an insect - Nature



Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00



Performance di apprendimento



Nel training le api sono state addestrate a scegliere lo stesso orientamento della figura (verticale o orizzontale)

Durante il test all'ingresso le api vedevano un colore, e dovevano scegliere lo stesso colore alla biforcazione

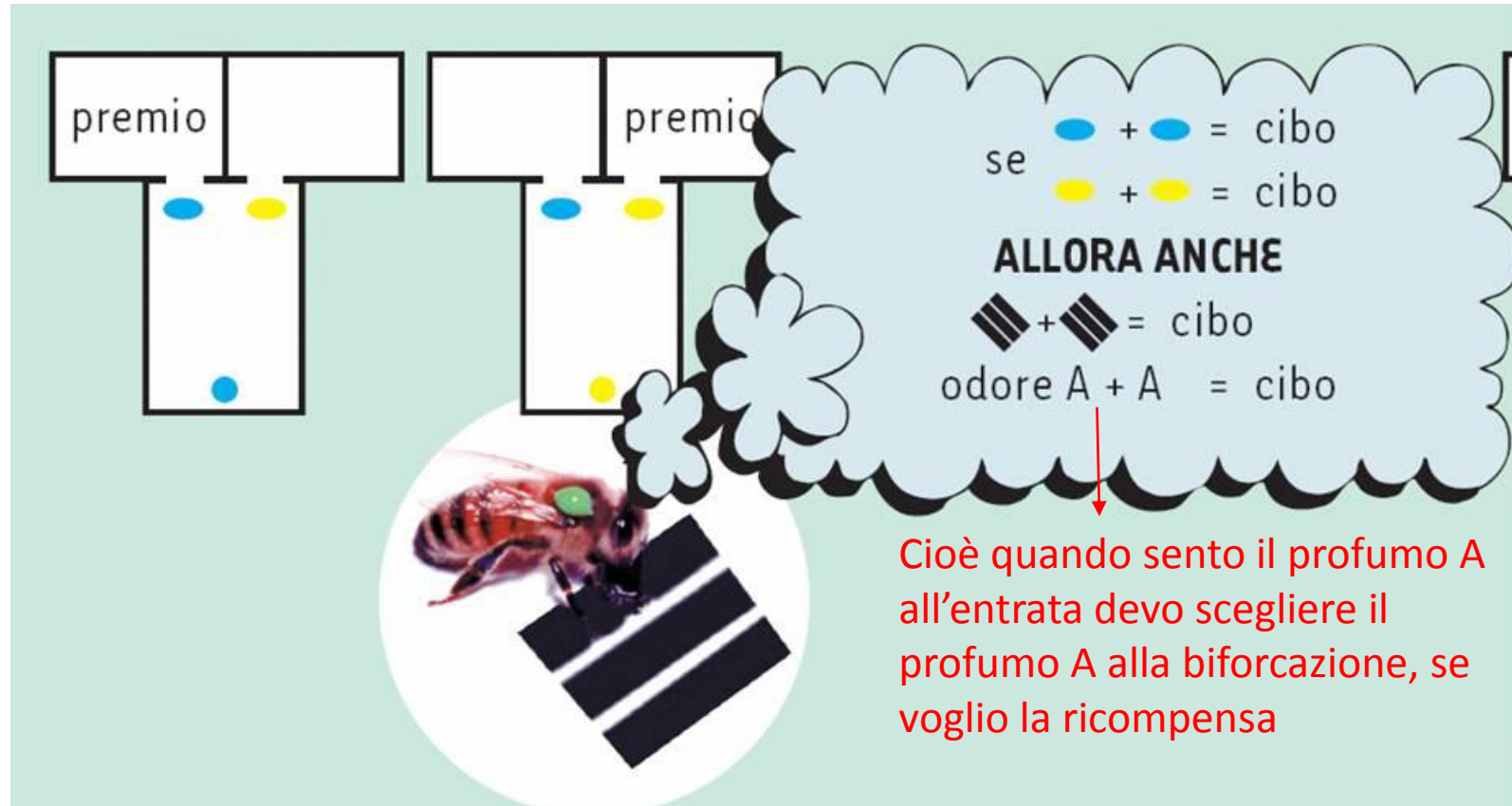
Giurfa et al., 2001 – The concept of sameness and difference in an insect - Nature



Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00



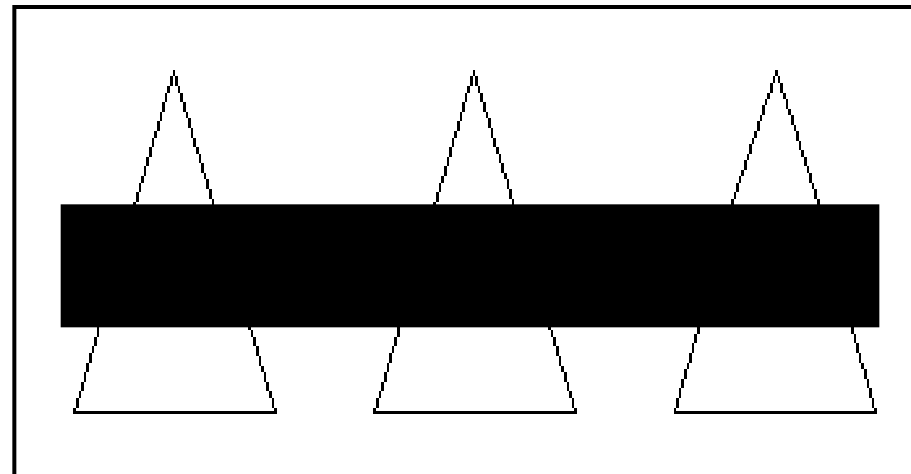
TRANSFER TEST addirittura sugli odori



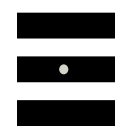
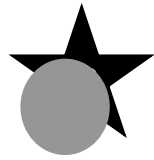
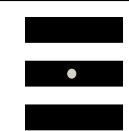
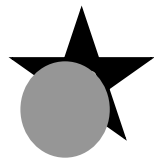
La portata di questo tipo di generalizzazione è notevole perché avviene tra sistemi sensoriali diversi: il concetto extrapolato sulla base di un apprendimento complesso visivo viene applicato ad un contesto sensoriale olfattivo

Il completamento amodale

- Uno dei meccanismi che rendono possibile la percezione delle figure a margine soggettivo è quello del *completamento amodale*.
- I meccanismi basilari di questo fenomeno dipendono dai principi di organizzazione percettiva, che agiscono in modo indipendente dalla nostra esperienza.



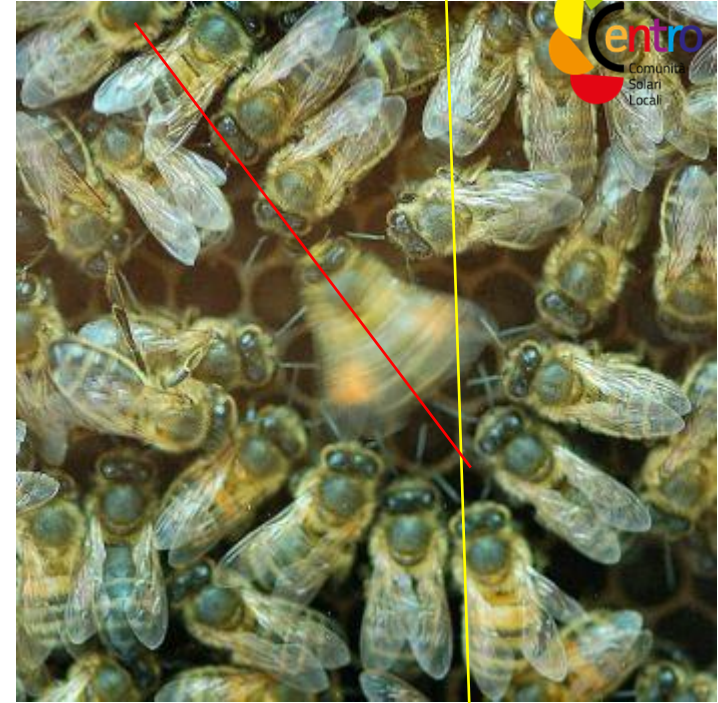
Protocollo sperimentale

Fase	n° visite	Figure (Ø 13 cm)	Dati e comportamenti rilevati
Addestramento	30	 	% atterraggi su stella
Test 1	6	 	Durate delle esplorazioni in volo, antennale e all'atterraggio
Rinforzo	6	 	% atterraggi su stella
Test 2	6	 	Durate delle esplorazioni in volo, antennale e all'atterraggio

- Figure alternate a destra e a sinistra in modo non regolare,
- Mai più di due ripetizioni successive della stessa figura per braccio
- Le figure sono equipartite tra i due bracci nel totale delle visite
- I fogli con le immagini sono rinnovati ogni 5 visite

La danza

- La capacità di rappresentazione di situazioni non presenti al momento in cui se ne parla è una delle espressioni delle nostre capacità cognitive...
- Evidentemente non solo umane, ma condivise con altre specie animali, tra le quali l'ape.
- Questa danzatrice sta dicendo alle compagne:
«uscite, guardate dove si trova il sole, il prato fiorito si trova a 30° a sinistra della proiezione del sole sull'orizzonte. Per la distanza contate quante volte muovo l'addome in un secondo»



Da Individuo a Superorganismo

- La grande capacità di comunicazione, in tutte le sue forme (prima di tutto chimica, tattile, e gestuale) la cui portata forse non è ancora del tutto compresa, fa delle api quasi un corpo unico, in cui le capacità funzionali di ognuna vengono messe in rete
- L'output che l'insieme è in grado di produrre in termini di capacità decisionale, flessibilità, efficienza è ben maggiore di quanto potrebbe fare un singolo cervello



L'ottimizzazione dello sforzo collettivo

Il territorio di una colonia di api si può estendere fino a 10 chilometri di raggio intorno al nido e in molte direzioni contemporaneamente

Lo scopo è raccogliere nettare, polline da molte fonti diverse (prati fioriti)

Una piccola frazione della colonia ha il compito di cercare continuamente nuove fonti, sono le api scout

Esse si muovono a caso nell'ambiente, valutando quanto si può ottenere in termini energetici da ogni nuova risorsa

Quando tornano al nido, le scout depositano il raccolto e danzano per comunicare ad altre bottinatrici dove si trova la risorsa, che possono condividere con la scout il suo sfruttamento

Poiché la durata della danza dipende da quanto la scout ha valutato sia ricca la risorsa trofica, più lo è maggiore è il numero di bottinatrici che vengono reclutate per bottinare nella risorsa migliore.

Dopo la danza la scout ritorna al campo fiorito che aveva scoperto, e finché continuerà a fornire abbondante cibo, le scout continueranno a reclutare nuove api verso il suo sfruttamento

Le reclute possono a loro volta danzare, ed il numero delle api indirizzate verso le fonti più ricche di cibo continuano ad aumentare.

È un processo autocatalitico, che consente alle api di spostarsi rapidamente da una fonte di cibo ad un'altra sempre alla ricerca di quelle più vantaggiose.



Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00



Chi decide cosa?

Un esempio

- Le scout hanno trovato una fonte ricca di nettare e reclutato molte operaie che rientrano con un bottino molto zuccherino
- Ma è estate e la temperatura sale molto: le operaie del nido hanno bisogno di acqua per poter raffreddare i favi. Che fanno?
- Smettono di ricevere il cibo offerto dalle api rientrate con nettare ricco di zuccheri
- Le bottinatrici, se non vengono «ricevute» e non riescono a svuotarsi nel giro di pochi secondi ricevono un feedback negativo sul loro operato e si adattano alle nuove esigenze della colonia seguendo la danza delle scout che hanno trovato l'acqua.



Tradotto nel nostro linguaggio la società delle api è...

- Rapidamente flessibile, ovvero capace di decisioni che rispondano al contesto molto velocemente (partecipazione democratica attiva ed efficiente)
- Risponde ai bisogni della collettività
- A chilometro 0: vale il bilancio tra l'energia spesa per raggiungere e ottenere nettare e quello ottenibile dallo sfruttamento della risorsa
- Sostenibile: lo sfruttamento delle piante non è a senso unico. I fiori esistono per piacere alle api (e agli altri impollinatori).



Il rapporto tra fiori e impollinatori

E' un rapporto di libero commercio, in cui ognuno cerca di trarre il massimo vantaggio personale

- Se l'insetto può non faticare per raggiungere i nettarii o il polline lo farà senz'altro
- Se la pianta potrà gettare il proprio polline sull'insetto senza dargli ricompensa lo farà: ciò capita spesso nelle specie che crescono in gruppi molto numerosi o nelle piante con infiorescenze, in cui alcuni esemplari o diversi fiori dell'infiorescenza non producono nettare, ma si avvantaggiano dell'attrazione esercitata dalle piante vicine (o dal fiore attiguo dell'infiorescenza) che invece paga il giusto prezzo per il servizio.



Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00



Il rapporto tra fiori e impollinatori

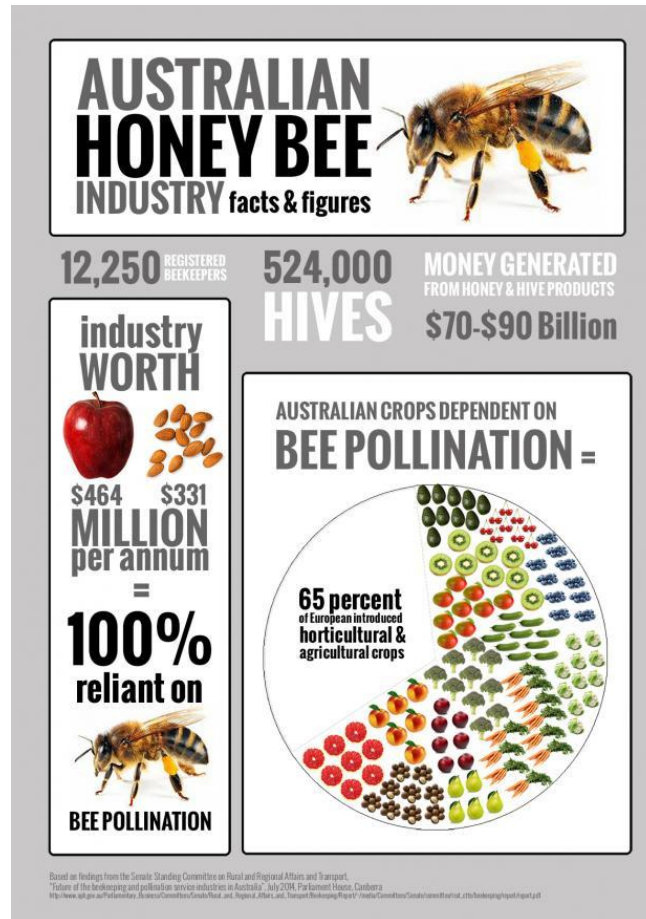
Tuttavia, la sfida evolutiva, ancora in corso, ha determinato un rapporto che mediamente possiamo definire equilibrato, sotto lo stretto controllo delle capacità cognitive soprattutto degli apoidei, in grado di modificare le loro scelte quando la fonte energetica non corrisponde alle aspettative.



Servizi ecosistemici e produzioni agricole



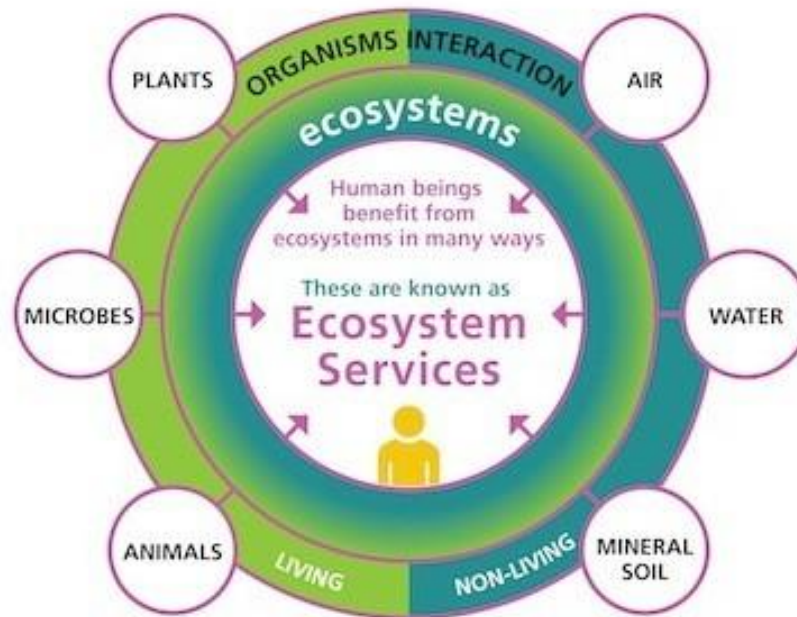
Servizi ecosistemici e produzioni agricole



L'80% delle piante dipende dall'impollinazione tramite insetti, e le api spiccano per efficienza e plasticità. **Circa 1/3 di frutta e ortaggi** dipendono dall'impollinazione operata dalle api. L'Europa ha un **deficit di 13,4 milioni di alveari** per garantire un adeguato servizio di impollinazione. **In Italia, 1.100.000 alveari** (la terza apicoltura su scala europea) **aumentano la Produzione Lorda Vendibile di frutta e sementi di 2.500 milioni di Euro** (la PLV del miele si attesta sui 25 milioni di euro).

Servizi ecosistemici e produzioni agricole

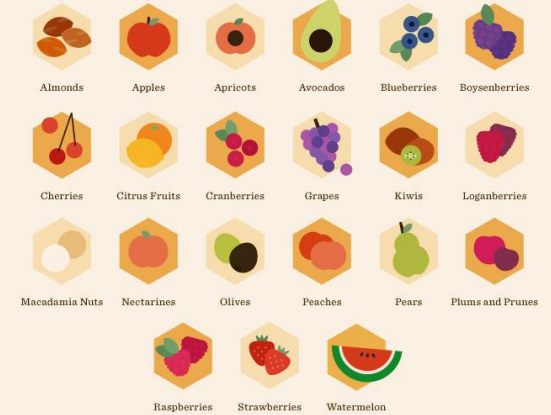
Pollination ◀
 Pest and disease management ◀
 Fresh water, food, fibre, habitat and genetic resources ◀
 Recreation and tourism ◀
 Spiritual health, cultural identity ◀



- ▶ Erosion prevention
- ▶ Protection from natural disasters
- ▶ Carbon sequestration and storage
- ▶ Air and water pollution control
- ▶ Nutrient cycling and soil fertility


 1/3 of our food supply,
 or 100+ crops,
 are linked to pollination.

Fruits and Nuts



Vegetables



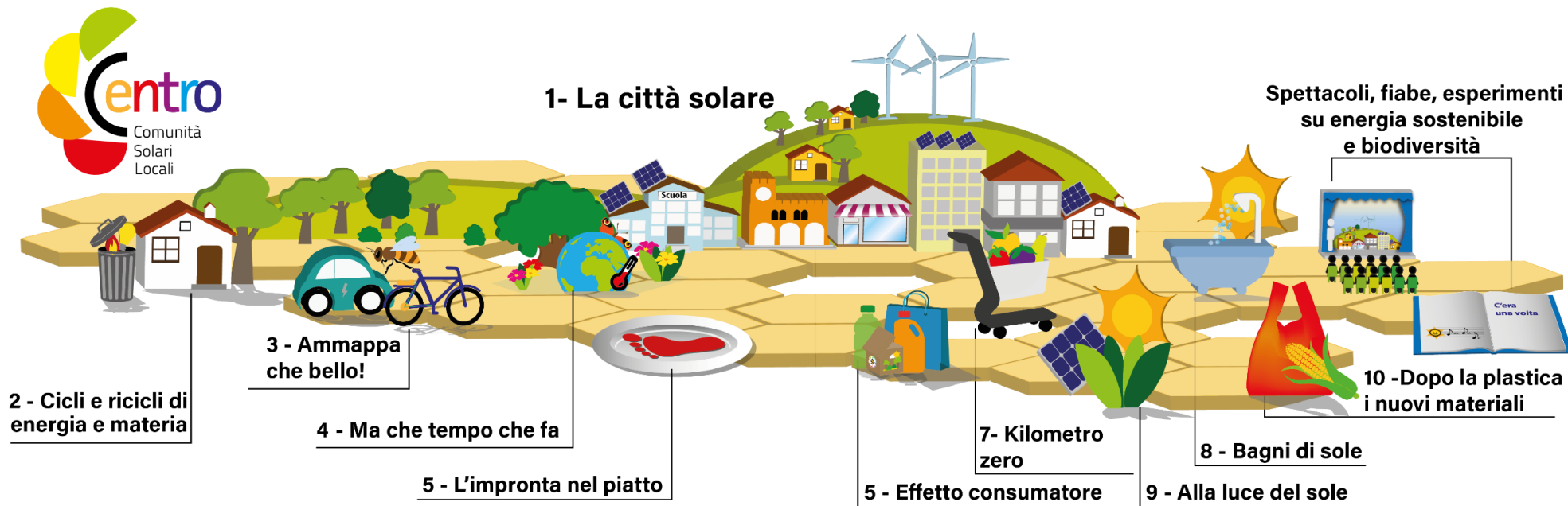
Field Crops



Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00



A scuola dalle api per una città energeticamente sostenibile



www.comunitasolare.eu/didattica



Uno sguardo entomologico e naturalistico sull'apicoltura
EntoModena 46^a MODENA, 17 Settembre 2016, ore 15.00

