

## L'immortalità si propaga

Per vivere, le api traggono energia e materia dall'ambiente e li riorganizzano in maniera da garantire alle colonie le condizioni migliori per propagarsi.

Questa è un'osservazione sul comportamento delle api essenziale per comprendere il successo e le eccezionali prestazioni di questa specie.



Riproduzione e sessualità sono due processi distinti e sostanzialmente indipendenti. La riproduzione può avvenire senza atto sessuale, e l'atto sessuale senza riproduzione. Riproduzione è duplicazione, e la forma più semplice in cui si verifica è la divisione cellulare. Al contrario, la sessualità si basa sulla fusione delle cellule germinali provenienti da due individui di sesso diverso. Il risultato è un aumento della diversità di una popolazione. Tale diversità è importante, in quanto offre alla selezione naturale un'ampia gamma di possibilità tra cui scegliere per indirizzare, e conservare, la progressione evolutiva. Le mutazioni all'interno del genoma hanno lo stesso effetto, ma non possono essere indotte, e avvengono in momenti e in posizioni casuali. La sessualità, invece, non dipende da questa casualità e produce con certezza individui con nuovi caratteri a ogni fecondazione.

Di regola, gli animali più evoluti si riproducono attraverso l'accoppiamento sessuale, e di conseguenza sessualità e riproduzione non possono essere indipendenti. Tuttavia, rapporti sessuali senza riproduzione sono praticati dalle forme di vita unicellulari: due organismi unicellulari si fondono tra loro, si scambiano materiale genetico, e poi si separano. Da questa fusione risultano ancora una volta due organismi unicellulari, e di conseguenza non avviene nessun tipo di riproduzione, ma a causa dello scambio di materiale genetico, si creano individui geneticamente nuovi. Il risultato è un aumento nella diversità nella popolazione.



## Riproduzione e sessualità

Le insolite procedure riproduttive e sessuali delle colonie di api mellifere e di api prive di pungiglione tropicali le collocano in una posizione unica nel regno animale. Di regola, gli animali che si riproducono attraverso rapporti sessuali si accoppiano e concepiscono una prole che, nelle dovute condizioni, si accoppierà a sua volta, dando origine alla generazione successiva.

Il comportamento delle api, invece, è differente.

Vi proponiamo un esperimento di facile realizzazione con un pensiero astratto: se tutti gli individui sterili all'interno di una colonia di api scomparissero all'improvviso alla nostra vista, ciò che rimarrebbe nell'arnia sarebbe solo un unico individuo femmina, la regina. Una volta l'anno, vedremmo questa femmina allevare tre figlie che, un anno dopo, si propagherebbero allo stesso modo, nella solita arnia o in un luogo diverso. Ogni estate, farebbero la loro comparsa migliaia di individui maschi, o fuchi, che poi lascerebbero l'arnia per accoppiarsi con le giovani regine delle arnie circostanti (**Fig. 2.1**).

Da questo punto di vista, il comportamento sessuale e la propagazione delle api non sarebbe particolarmente eccezionale, se non fosse per il numero insolitamente ridotto di femmine riproduttrici, e per il fatto che queste femmine vivono per molti anni, mentre i maschi rimangono in vita solo per un breve periodo, e per l'estremo squilibrio esistente tra femmine e maschi. Un altro fatto degno di nota è che generazioni successive di femmine riproduttrici sono separate da un'alternanza di periodi di tempo brevi e più lunghi.

Un numero di figlie pari a due o tre per ogni periodo di riproduzione è davvero limitato, se paragonato ad altri insetti la cui unica femmina può produrre fino a 10.000 discendenti fecondi, divisi più o meno equamente in maschi e femmine. Gli individui femmina sono chiaramente più preziosi rispetto ai maschi nel processo riproduttivo. Questi ultimi, infatti, sono la fonte di cellule spermatiche di poco valore e prodotte in massa, mentre le femmine producono un numero relativamente basso di preziose cellule uovo. Da un punto di vista puramente tecnico, un numero molto ridotto di maschi all'interno di una popolazione sarebbe sufficiente per fecondare tutte le femmine.



**Fig. 2.1** Se facessimo diventare di colpo invisibili tutte le api sterili all'interno del nido, rimarrebbero solo la regina e, alle volte, alcuni fuchi, come in questa immagine

Questo rende ancora più sorprendente la situazione che riscontriamo nelle api, che presentano un numero così ridotto di femmine rispetto a un numero così vasto di maschi. La condizione contraria sarebbe facile da comprendere, poiché un numero scarso di maschi sarebbe in grado di produrre sperma in quantità sufficiente per la fecondazione di tutte le cellule uovo. La successione regolare di periodi lunghi e brevi tra una nascita e l'altra di femmine fertili, le regine, è un altro motivo di sorpresa. In un dato periodo di tempo, la maggior parte degli animali accumula tante generazioni quante ne permettono la loro fisiologia e l'ambiente. Perché, allora, le api hanno scelto questa strada così singolare?

La nascita di così poche figlie femmine è, per molti aspetti, estremamente rischiosa. Secondo Charles Darwin, la sovrapproduzione di molti e differenti discendenti è un requisito importante per l'evoluzione. Al contrario, nelle api la procreazione è molto limitata. La conseguenza è che esiste

34



IL RONZIO DELLE API

soltanto una gamma limitata di variazioni all'interno della specie delle api, e il processo di selezione naturale si trova ad avere un numero ridotto di possibilità tra cui scegliere. Inoltre, se i pochi discendenti esistenti venissero sterminati, i loro geni scomparirebbero dal serbatoio genetico.

Solitamente, le specie animali che si occupano intensivamente della propria prole, e che quindi le garantiscono inizialmente una vita in un ambiente protetto, generano però un numero ridotto di figli. In casi ottimali, la cura da parte dei genitori si protrae fino alla maturità sessuale dei giovani. Messi al sicuro e costantemente protetti, i figli si fanno portatori di geni di generazione in generazione con una certezza maggiore rispetto a quanto avviene quando la prole è lasciata in balia dell'ambiente. Sarà utile ricordare qui le gravidanze dei grandi mammiferi, che di solito portano alla nascita di uno o due individui. In questo caso, i figli ricevono cure costanti per un lungo periodo. Quanto più ridotto è il numero di figli, tanto più lunghe e costanti sono le cure che ricevono.

Questo sistema è paragonabile a quello utilizzato dalle api. Questa specie, infatti, ha sviluppato un sistema ottimale di cure di lunga durata per le sue giovani femmine feconde.

Ma torniamo al nostro esperimento astratto: se ora facessimo comparire tutte le api sterili nella colonia, l'arnia ci apparirebbe improvvisamente popolata da molte migliaia di femmine sterili (**Fig. 2.2**).

## Colonie figlie

Le numerose api femmina sterili forniscono alla regina un ambiente protetto e offrono in dote a ogni giovane regina l'intera colonia quando la vecchia regina lascia il nido assieme a circa il 70% delle api operaie. La giovane regina che rimane nell'arnia, la figlia riproduttrice dell'anziana e ormai diventata regina, riceve in dono non solo un terzo delle api operaie, ma anche favi pieni di miele, polline e di larve in sviluppo. Non si potrebbe immaginare un inizio migliore per la vita di un'ape regina.

Una colonia di api può produrre più di uno sciame. Dopo l'allontanamento dello sciame primario, nel nido rimane spesso un numero sufficiente di api tale da permettere un'ulteriore suddivisione tra due giovani regi-



**Fig. 2.2** I "mattoni" del superorganismo della colonia delle api sono costituiti dalla regina fertile, da numerose api operaie sterili e, nel periodo dell'accoppiamento, da una grande quantità di fuchi

36



IL RONZIO DELLE API

ne. Nel caso in cui ciò avvenga, gli sciami secondari che si riuniscono attorno a una regina, non raggiungono le dimensioni dello sciame primario. Le loro capacità di sopravvivenza dipendono dalla dimensione; le probabilità che sciami secondari di dimensioni molto ridotte hanno di sopravvivere sono scarse.

La formazione di un numero molto ridotto di femmine riproduttrici si riflette nella divisione dell'arnia in poche colonie figlie, ognuna di esse raggruppata attorno alla propria nuova regina.

La riproduzione attraverso la costituzione di un'intera colonia figlia è una strategia alquanto insolita, e fra gli insetti è nota soltanto nelle api mellifere, nelle api prive di pungiglione (che ai tropici assumono il ruolo delle api mellifere), e in alcune formiche in cui la riproduzione coincide con la divisione del nido.

La sciamatura avviene nel periodo compreso tra aprile e settembre, in base alla latitudine geografica. Le nuove regine vengono generate quando lo sviluppo dei singoli membri nell'arnia ha raggiunto un picco e la covata è abbastanza grande da riuscire a compensare la perdita di adulti nella colonia originaria in seguito all'allontanamento dello sciame primario. I preparativi per la sciamatura iniziano da due a quattro settimane prima della partenza di massa: appaiono, infatti, le cellette delle regine che sporgono dal bordo inferiore del favo come piccole protuberanze (**Fig. 2.3**).

La colonia può presentare queste particolari celle per lunghi periodi, ma le uova vi vengono deposte solo durante il periodo subito precedente la sciamatura. All'interno di una colonia si possono trovare fino a 25 celle di questo tipo contenenti potenziali regine, ma la maggior parte delle larve presenti non sopravvive. Il momento della sciamatura arriva quando la prima di queste larve è sufficientemente grande e le operaie possono chiudere la sua cella, per farla progredire alla fase di pupa. La regina anziana lascia il nido alcuni giorni prima che la nuova regina emerga nell'oscurità dell'arnia.

Subito prima della partenza, le operaie destinate ad accompagnare la regina anziana riempiono le proprie sacche melarie con il miele prelevato dalle riserve del nido (**Fig. 2.4**). Questa provvista dura al massimo dieci giorni, un periodo di tempo durante il quale è necessario trovare un nuovo sito per il nido, e ristabilire una vita regolare per la colonia.





Poco prima di abbandonare l'arnia, le api sciamanti corrono tutt'intorno in un movimento febbrile, producono segnali attraverso vibrazioni ad alta frequenza, e stimolano la regina sciamante mordendole e tirandole zampe e ali. Un flusso torrenziale di api comincia a volare via dall'arnia (**Fig. 2.5**), riempiendo l'aria attorno al nido con il proprio brusio durante la formazione di un grande grappolo nelle vicinanze (**Fig. 2.6**). Esso servirà come base di partenza per la ricerca di una nuova casa. Il grappolo dello sciame è costituito da uno spaccato degli individui appartenenti all'arnia originaria, in cui vengono lasciate le api più giovani e quelle più anziane.

Nel caso in cui l'arnia originaria, contenente la nuova regina, non sia abbastanza grande da produrre ulteriori divisioni dopo la partenza dello sciame primario, le api operaie distruggono le rimanenti celle delle regine, comprese le larve. Quando l'arnia avrà ristabilito le proprie dimensioni, le api ricominceranno ad allevare nuove larve nelle celle delle regine.



**Fig. 2.3** La costruzione di nuove cellette per le regine è il primo passo della colonia nei preparativi per la sciamatura. Le cellette per le regine sono situate lungo il bordo inferiore dei favi



La riproduzione per mezzo di poche, ma completamente efficienti, colonie figlie ha conseguenze importanti sull'intera vita delle api. Questo processo conferisce loro una potenziale immortalità, e permette la diffusione nell'ambiente di intere colonie che costituiscono delle "copie immortali".

Le colonie figlie non possono però considerarsi delle "copie genetiche" della colonia originaria. Ciascuno dei nuovi superorganismi possiede la propria struttura genetica. Gli individui all'interno di una colonia sono tutti figli della stessa madre. Solo i geni di cui la madre è portatrice – contenuti nelle uova o nello sperma maschile conservato nella ghiandola spermatica che essa possiede – possono essere presenti nella progenie che costituisce il profilo genetico della colonia. Anche se le nuove regine fossero gemelle omozigoti, non potrebbero produrre colonie con la stessa struttura geneti-



**Fig. 2.4** Le api operaie riempiono le proprie sacche melarie con il miele prima della sciamatura. Lo sciame dovrà trovare una nuova casa e occuparla prima di esaurire queste riserve





ca, perché il comportamento suicida dei maschi, che muoiono dopo essersi accoppiati una volta (Cap. 5), garantisce che la prole di due regine non sia mai la stessa.

La parte della colonia che rimane dopo la sciamatura è, naturalmente, identica a quella che se n'è andata, poiché tutti gli individui discendono dalla stessa madre che ha lasciato il nido. Però questa situazione è destinata a mutare nel momento in cui la nuova giovane regina comincia a deporre le proprie uova. Quando tutti gli individui originari saranno morti, il ricambio genetico sarà completato. Una colonia di api che occupi lo stesso nido per un periodo di tempo prolungato si trasforma, come un "camaleonte genetico", con ogni nuova regina. Il superorganismo è sempre lo stesso, ma in realtà diverso.



**Fig. 2.5** Le api sciamanti "si riversano" letteralmente fuori dal nido

40

IL RONZIO DELLE API



**Fig. 2.6** Lo sciame si insedia vicino al vecchio nido e invia delle esploratrici a cercare una nuova casa

Lo sciame primario della vecchia regina conserva, a sua volta, il proprio patrimonio genetico fino alla sostituzione della regina.

## Il ciclo di vita del superorganismo

Ogni generazione di organismi pluricellulari ha un ciclo di vita che comprende quattro fasi. Il ciclo comincia con la fase unicellulare, solitamente rappresentata dalla cellula uovo fecondata, seguita da una seconda fase di crescita e sviluppo. La terza fase comincia con l'arrivo della maturità sessuale. L'ultima fase, che spesso coincide con la terza, è il periodo della riproduzione. Le quattro fasi costituiscono una generazione. Tra le specie anima-



li, la durata di una generazione può variare. Le singole fasi, infatti, dipendono dall'ambiente. Le stagioni, e le relative condizioni climatiche, con le loro influenze dirette e indirette, sono un fattore importante nella determinazione della durata di una generazione.

La durata di una generazione di un'ape regina, a partire dallo sviluppo embrionale dell'uovo fino all'accoppiamento, è al massimo di un mese. Ma questo non significa che una nuova generazione di api regine venga prodotta ogni quattro settimane. Il periodo della generazione si complica con la divisione in fasi alterne di diversa durata: una fase iniziale di un mese e una seconda fase con una durata di quasi un anno. Un mese non è altro che la durata della generazione dalla deposizione dell'uovo destinato a produrre la nuova regina fino al momento del suo accoppiamento. La seconda fase della generazione, che dura quasi un anno, termina quando questa regina depone un uovo che diventerà la nuova regina, da cui si svilupperà la generazione successiva. In questo modo, viene stabilito un ritmo per cui generazioni successive di regine sono separate da periodi di durata molto diversa fra loro.

Questa sequenza di durate diverse di generazioni è una strategia possibile solo nei superorganismi: la regina produce continuamente uova che producono api femmine, destinate a rimanere sterili. Api femmine feconde vengono prodotte solo al bisogno, grazie a una dieta speciale fornita dalle operaie alle larve allevate nelle cellette delle regine. Le operaie possono allevare individui riproduttori sostanzialmente in qualsiasi momento poiché, eccetto alcune settimane durante l'inverno, ci sono sempre larve presenti nell'arnia. Le nuove regine vengono normalmente allevate una volta l'anno, e dopo il breve sviluppo, dall'uovo all'accoppiamento, depongono uova per tutta l'estate.

Le api operaie nella colonia determinano quindi la dinamica delle generazioni successive, manipolandole attivamente la cadenza temporale, ed estendendo la struttura temporale della breve generazione fisiologica della regina fino a un anno. Questa manipolazione permette alle api di far combaciare la durata della generazione degli individui riproduttivi con il ritmo della divisione e separazione della colonia attraverso la sciamatura. La divisione in colonie figlie coinvolge l'intera colonia e conduce a un ciclo diverso e semplificato rispetto a quello dei singoli individui. La



colonia elude la fase unicellulare e non presenta nemmeno una vera e propria fase di crescita. Solo la dimensione della colonia subisce cambiamenti nel corso delle stagioni associabili a un aumento o decremento individuale del numero dei suoi membri: un'intensificazione degli individui in primavera, un (grande) calo durante la sciamatura all'inizio dell'estate, e una moria di individui in inverno. In teoria, la colonia è sempre in grado di affrontare una divisione, ma sono necessari alcuni preparativi per intraprendere questo passo.

Perché gli altri animali pluricellulari non fanno la stessa cosa? Perché non si dividono come fanno gli organismi unicellulari?

Lo sviluppo e la differenziazione degli elementi nell'organismo pluricellulare, a partire dalla fase unicellulare, è un processo dispendioso e complesso. Raggiungere l'immortalità attraverso la semplice e uniforme divisione di singoli componenti cellulari altamente specializzati non assomiglia per niente alla suddivisione che avviene in un'arnia tra api sostanzialmente simili e fisicamente separate. In natura non esistono "felini immortali" capaci di dividersi in tanti esemplari, creati per eludere le complicate procedure sessuali, poiché sarebbe tecnicamente troppo difficile.

La genetica è in grado di spiegare la generale preferenza verso un ciclo di vita a quattro fasi. Come abbiamo già spiegato, l'associazione della riproduzione a un atto sessuale contribuisce ad aumentare la diversità all'interno di una popolazione, una condizione essenziale per l'evoluzione, come già teorizzato da Darwin. La sessualità, e la predisposizione di alcune cellule del corpo alla propagazione in organismi pluricellulari, implica la morte delle altre cellule che compongono il corpo. La divisione dei compiti tra le cellule germinali e le cellule del corpo, che ritroviamo negli organismi pluricellulari, ha introdotto il principio della morte nella storia della vita, non per casualità o per sventura, ma come principio programmato e generale (**Fig. 1.1**).

Le api hanno trovato una strada a loro confacente in questo difficile panorama evolutivo. Hanno conseguito un vantaggio senza perderne un altro, riproducendo l'intera colonia attraverso la semplice divisione (sciamatura) e allevando allo stesso tempo individui riproduttori con generazioni la cui durata è sincronizzata con il ciclo di tale divisione. Attraverso



la conservazione degli individui riproduttori, esse hanno preservato la possibilità della variabilità genetica. Le api si avvalgono quindi di un ricambio continuo di cellule germinali, come fanno tutti gli altri animali e piante che si riproducono sessualmente (**Fig. 1.1**). A differenza di altri animali multicellulari, esse conservano queste linee immortali di cellule germinali in un superorganismo anch'esso immortale, la colonia. La strategia della riproduzione della colonia attraverso la divisione, di conseguenza, finisce col semplificare il suo ciclo di vita e lo rende, in teoria, immortale.

Il principio dell'immortalità raggiunta attraverso la fissione binaria si trova, pertanto, nelle forme di vita più elementari, gli organismi unicellulari, così come in quelle più complesse, i superorganismi.

## Morte e immortalità

Noi esseri umani possiamo vantarci dell'antica origine delle nostre città: alcune hanno una storia plurimillenaria, altre festeggiano il loro cinquecentenario. Ovviamente, le case e le strade originarie non esistono più, e nemmeno gli abitanti non sono gli stessi. Invece lo sono gli insediamenti e la posizione geografica che sono stati occupati costantemente come unità. Allo stesso modo, le colonie di api rappresentano unità costanti.

L'eternità di una colonia di api è resa possibile da una sostituzione costante dei propri membri. Le operaie vengono sostituite in un periodo variabile compreso tra quattro settimane e dodici mesi, in base alla stagione, e le regine ogni tre-cinque anni. La vita dei fuchi, così come quella di molte operaie, dura solo due-quattro settimane. Una colonia composta da 50.000 api presenta un tasso di mortalità giornaliero di 500 individui, pari a un ricambio dell'1% al giorno e un ricambio completo della colonia, a eccezione della regina, in un periodo di circa quattro mesi. Questo ricambio costante non concorre all'alterazione dell'identità genetica della colonia.

La struttura genetica della colonia muta completamente, però, quando una nuova regina diventa responsabile della nuova discendenza. Questo passo è l'inizio della "morte genetica" che pervade la colonia in





questa fase. Le nuove regine, con le proprie uova e con lo sperma dei fuchi con cui si sono accoppiate, sono dotate di un nuovo corredo genetico e questo vale per tutta la loro prole, che nel tempo va a popolare la colonia e a sostituire le api originarie. Tale avvicendamento avviene regolarmente con la nascita di una nuova regina e la divisione della colonia attraverso la sciamatura. Lo stesso rinnovamento genetico e la ricostituzione della colonia si può svolgere anche quando, in caso di emergenza (per esempio, la morte accidentale della regina), la colonia è costretta ad allevare una nuova regina a partire dalle larve disponibili (**Fig. 2.7**). Questo sistema di riserva consente anche alla colonia di sostituire una vecchia regina, diventata inefficiente, con una nuova regina che, durante il volo di accoppiamento, raccoglierà nuovo sperma e comincerà ad allevare api operaie. Una colonia di api che risiede in un'unica località, e che cambia regina ogni anno attraverso il naturale procedere della sciamatura, cambia il proprio "colore" genetico ogni anno. La potenziale immortalità delle colonie a fissa residenza potrebbe rappresentare un problema per le colonie di nuovo insediamento in un'area, dove potrebbero non trovarvi uno spazio adeguato. Nella pratica, tuttavia, questo problema non sussiste. Malattie, parassiti, predatori, carestie, scarsità di acqua o catastrofi quali un incendio in una foresta hanno un effetto regolatore, che spesso conduce alla fine di un'esistenza potenzialmente infinita, e contribuisce a creare lo spazio necessario ai nuovi arrivati. La probabilità di sopravvivere non è molto alta nemmeno per gli sciame che abbandonano una colonia. Quasi tutti gli sciame secondari non riescono a fondare una colonia, in particolare nel caso in cui si tratti di uno sciame debole e quando trovano cattive condizioni atmosferiche (**Fig. 2.8**). Gli sciame che sopravvivono alla prima stagione, tuttavia, hanno buone probabilità di perpetuare la propria esistenza.

### L'organizzazione dei materiali e dell'energia

La colonia originaria, in ogni caso, deve pagare il suo prezzo dovuto al lento, ma costante, abbandono di un grande numero di colonie figlie completamente autonome.



**Fig. 2.7** In risposta a un'emergenza, vengono costruite in poco tempo nuove cellette per le regine all'interno del nido di covata

46

IL RONZIO DELLE API



**Fig. 2.8** Questo sciame non ha trovato una casa nuova in tempo per sfuggire a un temporale

La creazione di colonie figlie non è per le api una faccenda secondaria: la loro intera biologia si basa sullo sfruttamento di materiale ed energia tratti dall'ambiente, e sulla loro manipolazione allo scopo di produrre colonie figlie della migliore qualità. Si tratta di un concetto fondamentale per comprendere la natura delle abilità e delle prestazioni delle api.

Le api si lasciano alle spalle l'autosufficienza e la protezione dei propri nidi per raccogliere materiale ed energia per mantenersi in vita, e per prepararsi e attuare la divisione annuale della colonia.

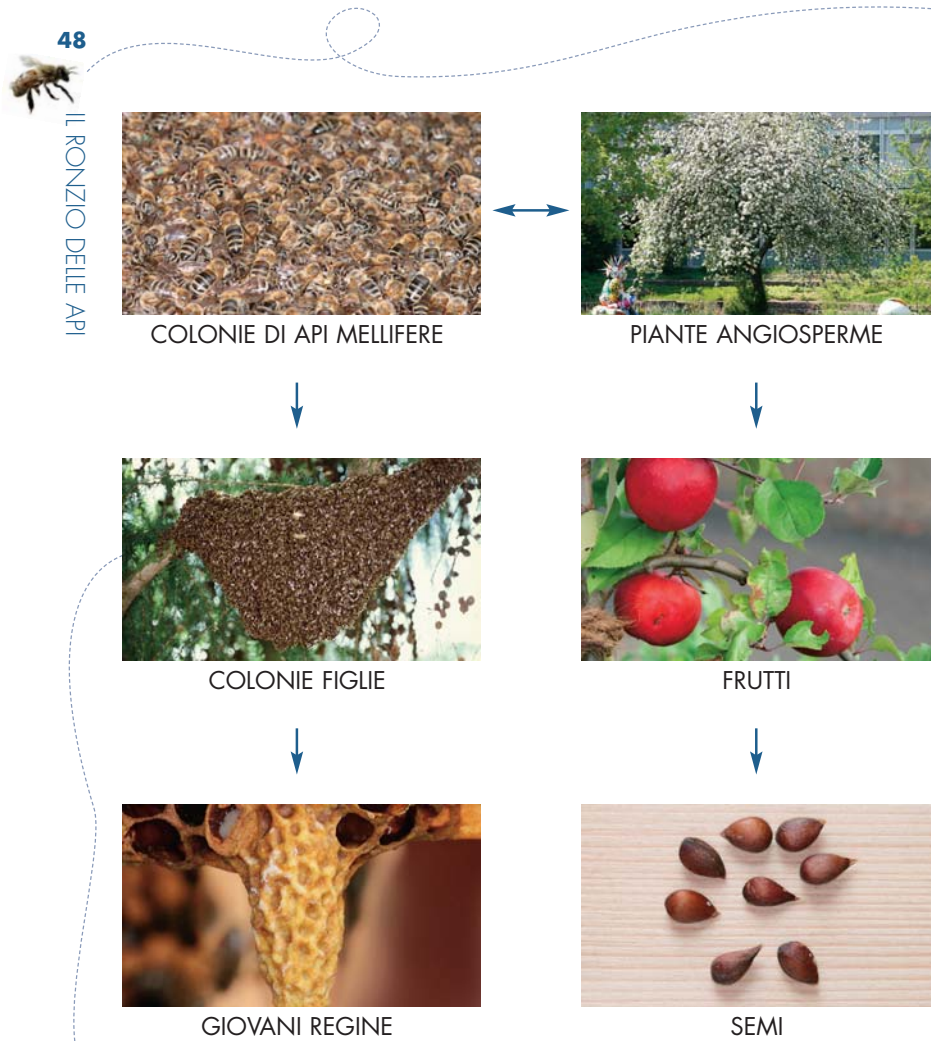




**Fig. 2.9** Il miele è la fonte di energia solare nell'oscurità dell'arnia. L'energia solare è catturata dalle piante, e trasformata chimicamente nello zucchero contenuto nel nettare. Le api mellifere trasportano il nettare all'interno del nido e accumulano l'energia solare chimicamente convertita sotto forma di miele

Come fanno le api a gestire il flusso di questo materiale ed energia attraverso una colonia?

Il sole regola la vita sulla terra: consente alle piante di catturare e fissare l'energia che emana e di sintetizzare materia organica. Il materiale vegetale che ne risulta, assieme all'energia conservata in esso, viene poi utilizzato dagli animali. Questo è particolarmente vero per la manutenzione di una colonia di api, e per la produzione delle colonie figlie. Per questo motivo, le api sono completamente dipendenti dalle angiosperme (**Fig. 2.9**).



**Fig. 2.10** La biologia delle colonie di api e quella di molte piante angiosperme sono strettamente legate. Le colonie di api producono colonie figlie con giovani regine portatrici delle cellule germinali femminili. Le angiosperme producono frutti contenenti semi. Il flusso ininterrotto di materiale ed energia dai fiori alla colonia di api permette la sostituzione costante dei membri della società e quindi l'esistenza di una "colonia eterna" che crea la sequenza perpetua di colonie figlie





Lo sfruttamento delle angiosperme da parte delle api non è unilaterale. Pianta angiosperma e api si sostengono a vicenda nel più importante compito degli esseri viventi, quello della propagazione. Visitando i fiori, le api trasportano il polline da uno all'altro, e quindi si fanno esecutrici dello scambio sessuale necessario ai fiori per sviluppare i frutti contenenti i semi. Le colonie figlie sono il "frutto" della colonia di api, la cui produzione dipende dal nettare e dal polline raccolti. Per continuare questa analogia con le piante, ovviamente molto semplificata, gli individui riproduttori contenuti nelle colonie figlie sono i "semi" delle api (**Fig. 2.10**).



Il ronzio delle api

Tautz, J.

2009, XVIII, 302 pagg., Softcover

ISBN: 978-88-470-0860-1