



COME ALLA CORTE DI FEDERICO II

OVVERO PARLANDO E RIPARLANDO DI SCIENZA

n. 13 del 3 marzo 2016

Salvatore Cozzolino si è laureato con lode all'Università degli Studi di Napoli Federico II. Dal 2012 è Professore di Botanica e membro del Dipartimento di Biologia della Federico II dove insegna Biologia vegetale e Biodiversità. I suoi interessi scientifici sono principalmente rivolti all'evoluzione dei meccanismi di impollinazione nelle piante a fiore ed al loro impatto sulla biodiversità vegetale con particolare attenzione per le orchidee mediterranee e tropicali. Su questo gruppo di piante ha contribuito alla comprensione delle strategie di impollinazione basate sull'inganno degli insetti impollinatori e sulle cause del loro successo evolutivo. Ha partecipato a varie missioni botaniche nei tropici, collabora attivamente con diversi gruppi di ricerca stranieri ed ha avuto modo di visitare e soggiornare presso varie istituzioni estere negli USA, Regno Unito, Svizzera, Germania, Israele e Brasile. Ha tenuto svariate comunicazioni plenarie a congressi internazionali e relazioni ad invito presso numerose istituzioni straniere. Svolge attività di revisore per progetti internazionali per conto varie agenzie estere tra cui la *Finnish Academy of Science*, NSF (USA), SNF (Svizzera), FWF (Austria) e per la Comunità Europea dal 2011. È membro dell'*European Society of Evolutionary Biology*, dell'*International Organization for Plant Systematics* e vicepresidente della Società Botanica Italiana. È autore di circa 140 pubblicazioni su riviste internazionali, la maggior parte con coautori stranieri.



frutti, verdi quando immaturi e vivacemente colorati quando maturi e pronti per la dispersione, rappresenta un segnale che le piante indirizzano agli animali per invitarli a raccogliere la ricompensa (il frutto) e disperderne il contenuto (i semi) nel momento più opportuno. Alcune piante hanno evoluto anche forme di comunicazione acustica: le piante impollinate dai chiropteri hanno sviluppato strutture fiorali che riflettono fortemente il loro segnale di eco localizzazione indirizzandoli così verso i propri fiori.

I segnali che utilizzano le piante sono segnali "onesti", cioè costituiti da un'associazione diretta tra il segnale e la ricompensa (nettare o frutto). A volte però gli stessi segnali sono utilizzati dalle piante in modo "disonesto" come nel caso delle piante carnivore che, con la colorazione delle proprie foglie modificate in trappole mortali, veicolano messaggi ingannevoli per attrarre ignari insetti visitatori. Negli anni più recenti si è compreso che la relazione tra piante ed impollinatori può essere interpretata anche in chiave conflittuale, con ciascuno dei partner che evolve strategie per ottimizzare i propri interessi anche a discapito della controparte. Infatti, l'interesse della pianta è quello di essere impollinata e di investire il minimo possibile nella ricompensa perché questa ha un costo elevato in termini energetici. D'altro canto, l'interesse primario di un impollinatore è quello di produrre il minimo sforzo per ottenere la ricompensa. Le api, ad esempio, smettono di visitare determinati fiori, se l'energia che consumano per spostarsi tra questi fiori è maggiore di quella che ricevono sotto forma di ricompensa. Nelle orchidee si sono evolute peculiari strategie di impollinazione basate sull'inganno dell'insetto impollinatore e sull'assenza di una ricompensa. Molti fiori di orchidee sono privi di nettare ma presentano tutti i segnali visivi che di norma un insetto associa alla presenza di nettare (colori contrastanti, guide del nettare, etc) inducendolo quindi alla visita per poi fargli scoprire solo dopo l'impollinazione l'assenza di ricompensa. Alcune orchidee prive di nettare "mimano" nella forma e nei colori i fiori di altre piante che forniscono nettare ed in tal modo ingannano gli impollinatori che non sono in grado di distinguere il mimo privo di nettare dal modello con ricompensa. Il caso più estremo di inganno florale però è senza dubbio quello basato sull'attrazione sessuale dell'insetto pronubo. Il fiore di alcune orchidee assomiglia nella forma e soprattutto nell'odore alla femmina dell'insetto ed in tal modo attira ingannevolmente insetti maschi in cerca di partner che, nel goffo tentativo di accoppiarsi con il fiore, ne favoriscono l'impollinazione. Anche in questo caso, questi fiori hanno evoluto segnali visivi e olfattivi "disonesti" per sfruttare a proprio fine la comunicazione tra animali senza alcun beneficio, anzi con uno svantaggio, per quest'ultimi. Insomma, sembra proprio che le piante non siano proprio dei "vegetali" come spesso inteso nell'accezione comune del termine!

Cosa dicono i fiori

di **Salvatore Cozzolino** - Professore di Botanica
Università degli Studi di Napoli Federico II

La comunicazione tra organismi diversi è un requisito fondamentale per le interazioni biologiche. Le piante non rappresentano un'eccezione ed hanno evoluto una serie di strategie comunicative per interagire tra loro e con gli altri organismi viventi, finalizzate ad ottimizzare il proprio successo riproduttivo. Essendo organismi privi di movimento, le piante, per poter facilitare il movimento dei propri gameti e quello dei semi utilizzano spesso vettori animali. Così, per favorire il prelievo del proprio polline ed il deposito del polline di altri fiori, la maggior parte delle piante si avvale del contributo inconsapevole di animali che visitano i loro fiori in cambio di una ricompensa, di solito rappresentata dal

nettare. Anche il frutto rappresenta una ricompensa che le piante offrono agli animali in cambio della dispersione dei semi che esso contiene. Per segnalare agli animali la presenza di una ricompensa, le piante hanno dovuto evolvere dei segnali di comunicazione basati su stimoli visivi ed olfattivi che siano percepiti dal mondo animale. Però più che trattarsi di una coevoluzione di segnali comunicativi tra piante ed animali si è trattato dell'adozione da parte delle piante di segnali legati a comportamenti innati già presenti nel regno animale. Ad esempio, le guide del nettare, punteggiature e strisce di colore che convergono verso il centro del fiore, corrispondono a segnali che gli insetti impollinatori istintivamente associano al riconoscimento del proprio nido e per orientarsi nell'atterraggio. Anche il cambio di colore dei

COME ALLA CORTE DI FEDERICO II

OVVERO PARLANDO E RIPARLANDO DI SCIENZA

PROSSIMO APPUNTAMENTO

21 APRILE 2016 - ORE 20.30

SUPER ATLETI? MA QUANDO!

Luigi Frati

SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

AULA MAGNA CENTRO CONGRESSI - VIA PARTENOPE, 36

Come alla Corte di Federico II
F2 Cultura

Come alla Corte di Federico II

AllaCorteFedericoll
@AllaCorteFeder2

Il naturale colore dell'esistenza

di **Gianfranco Pecchinenda** - Professore di Sociologia dei processi culturali e comunicativi
Università degli Studi di Napoli Federico II

Le prime forme di vita apparse sul nostro pianeta sono state le piante, *organismi clorofilliani* la cui sopravvivenza è garantita dall'energia che la clorofilla trae direttamente dal sole. La clorofilla è un pigmento di colore verde.

Gli organismi clorofilliani rivestono la terra in lungo e in largo e contengono gli elementi nutritivi che sono alla base della nostra catena alimentare. L'onnipresenza del verde impone ai nostri organi visivi di saper distinguere con grande accuratezza le diverse tonalità di questo colore, in modo da poter avere maggiori possibilità di sopravvivenza.

Dal punto di vista evolutivo è possibile affermare che gli uomini che non sono stati in grado di sviluppare gli strumenti percettivi adatti a poter cogliere i messaggi che la "natura" trasmetteva (in questo caso attraverso la vista del colore), si siano estinti. I sopravvissuti, invece, hanno poi ulteriormente affinato la capacità percettiva dei loro organi. Pare siano state identificate circa 5.000 possibili mutazioni per gli aminoacidi necessari a realizzare i cambiamenti genetici per il passaggio dalla visione del solo ultravioletto alla visione tricromatica (rosso, blu e verde), mutazioni che hanno avuto bisogno di un periodo di tempo che varia tra i 90 e i 30 milioni di anni fa. Negli organismi che figurano più in basso nella scala dei viventi, le azioni volontarie, quelle che sembrano possedere un certo livello di consapevolezza, sono tutte azioni che tendono a procurare la sopravvivenza. Se non vediamo una certa gamma di colori e non udiamo determinati suoni, è perché tutti gli altri che riusciamo a percepire ci sono sufficienti per sopravvivere nell'ambiente in cui ci troviamo. Da questo punto di vista i nostri sensi sono degli apparati di semplificazione che eliminano dalla realtà circostante (quella che si dice "oggettiva") tutto ciò che non ci è necessario conoscere per poter sopravvivere. Nella totale oscurità,

l'animale che riesce a sopravvivere diventa progressivamente cieco. Così come fanno i parassiti, che nelle viscere di altri animali vivono dei succhi nutritivi già elaborati da questi.

Quando Eva allungò la mano per strappare la celeberrima mela, violando così l'interdetto divino, si produsse probabilmente il primo atto comunicativo specificamente umano. È sempre opportuno, infatti, distinguere tra una conoscenza necessaria soltanto alla sopravvivenza e una conoscenza orientata invece al piacere del sapere fine a se stesso (dettata dalla curiosità, dall'ansia per l'ignoto o dal desiderio di provare "il frutto proibito"). La prima è una sorta di istinto che condividiamo praticamente con tutti gli organismi viventi; la seconda è invece soltanto umana. Si tratta di una conoscenza riflessiva, di un sapere di conoscere. Potrebbe anche trattarsi – considerata la delicatezza della questione, il condizionale è d'obbligo – di quel tipo di conoscenza che si colloca all'origine stessa della coscienza umana, quel tipo particolare di consapevolezza che, in ultima analisi, ci distingue da tutti gli altri animali. La ragione, il desiderio di conoscere per conoscere, la coscienza stessa, emergerebbero insomma solo dopo che sia stato soddisfatto lo stomaco. Anche la cosiddetta curiosità intellettuale non sarebbe altro, paradossalmente, che una conseguenza inintenzionale del bisogno di conoscere per sopravvivere. Non a caso qualcuno ha ipotizzato che l'emergere della coscienza possa essere visto come un banale "errore evolutivo", una sorta di "malattia": la malattia di questo curioso organismo consapevole, che pretende non solo di potersi conservare, riprodurre, sopravvivere, ma anche di Essere, di vivere imponendo caparbiamente i colori dell'esistenza alla grigia monocromia della natura. Uno strano animale, l'uomo, che vuole ostinatamente Esistere.



Interazioni multitrofiche tra gli insetti e le piante

di **Maria Cristina Digilio** - Professoressa di Entomologia generale e applicata
e **Francesco Pennacchio** - Professore di Entomologia generale e applicata
Università degli Studi di Napoli Federico II

L'evoluzione della fitofagia negli insetti, ovvero dell'uso alimentare delle piante, è certamente la forma di parassitismo più diffusa, che ha generato una grande diversità di strategie adattative, condizionando profondamente la struttura e il funzionamento degli ecosistemi terrestri.

Gli insetti fitofagi vivono, per tutta la loro vita o solo in alcune fasi, a spese delle piante, sia spontanee, sia coltivate, mostrando un livello di specializzazione molto vario, la cui evoluzione è stata guidata dall'esigenza di superare il notevole arsenale di difese che questi organismi sessili hanno sviluppato.

I composti ad attività antixenotica ed antibiotica coinvolti spesso fungono anche da segnali di riconoscimento per chi ha imparato a superare queste barriere, e sono percepiti grazie a sofisticati organi di senso capaci di captare anche sostanze presenti in concentrazioni molto basse.

Ad esempio, le Crucifere contengono glucosinolati, che le mettono al riparo da molti attacchi, ma non da quelli sferrati da insetti che si sono specializzati a carico di questa famiglia, come la farfalla cavolaia, o l'afide ceroso, i quali utilizzano l'odore caratteristico di questi composti solforati come indicatore per trovare le loro piante preferite. Queste barriere di difesa costitutive sono integrate da altre inducibili, la

cui attivazione viene promossa dall'attacco da parte di determinati insetti: una pianta di tabacco, sotto attacco, aumenta la quantità di nicotina prodotta, mentre il pomodoro, se un bruco ne mangia le foglie, innesca un percorso metabolico a seguito del danno cellulare provocato dalla masticazione, che porta ad un'aumentata produzione di molecole dannose per l'insetto.

Quindi, le piante, anche se non possono scappare, si difendono attivamente con meccanismi sia fissi che modulabili. Oltre all'azione di difesa diretta, che colpisce direttamente i fitofagi, le piante sono in grado di richiamare insetti antagonisti degli stessi fitofagi.

Infatti, la reazione della pianta all'attacco di un insetto, oltre a indurre la produzione di sostanze che interferiscono con lo sviluppo, la riproduzione e la sopravvivenza dei fitofagi, porta alla produzione di composti volatili, estremamente specifici, che orientano il volo dei nemici naturali precisamente verso la pianta attaccata.

Con una visione antropomorfa, si può immaginare un vero e proprio "grido di aiuto" da parte della pianta, che consente di richiamare gli insetti antagonisti dei fitofagi, capaci di esercitare una benefica azione di contenimento naturale di questi ultimi. Queste interazioni sono immerse in un conte-



sto di reti trofiche estremamente complesse, in cui si intrecciano meccanismi regolativi che coinvolgono anche altre entità biologiche. Basti pensare al ruolo dei complessi microbiomi associati ad insetti e piante che ne condizionano in modo profondo le funzioni e la

capacità di interazione reciproca e con altri organismi. Per esempio, sono noti microrganismi del suolo, funghi e batteri associati all'apparato radicale, in grado di modulare crescita e metabolismo delle piante, condizionando le loro risposte di difesa diretta a patogeni e parassiti, così come la capacità di attrarre i loro antagonisti naturali (difese indirette). Le forme di associazione simbiotica fra insetti e microrganismi vanno al di là di qualsiasi immaginabile poliedricità biologica e consentono lo sfruttamento di innumerevoli nicchie ecologiche, attraverso complementazioni funzionali e la produzione di segnali regolativi estremamente complessi.

Aromi delle piante e cieli azzurri

di **Silvia Fineschi** - Ricercatrice Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante
CNR - Firenze

Le piante producono migliaia di composti organici, alcuni dei quali sono stati subito considerati indispensabili per la crescita e la produttività delle piante stesse (es. acidi grassi, aminoacidi, nucleotidi). Altre molecole sono state a lungo incomprese dai biologi vegetali e sono stati definiti genericamente 'metaboliti secondari' perché ritenuti non essenziali per la vita della pianta.

Fin dalla metà del diciannovesimo secolo questi metaboliti secondari sono stati però studiati dai chimici organici; infatti sono alla base di importanti prodotti come le gomme, le fibre, gli olii, le cere, i profumi. Solamente un secolo più tardi i biologi vegetali hanno cominciato a chiarire le funzioni di alcuni metaboliti secondari come antibiotici, insetticidi, erbicidi, e ancora più recentemente è stato dimostrato il loro coinvolgimento nelle relazioni e nelle comunicazioni tra organismi diversi, per esempio tra piante e piante, o tra piante e animali.

Tra i principali metaboliti secondari delle

piante, alcuni sono raggruppati sotto il nome di composti organici volatili (VOC, dall'inglese *Volatile Organic Compounds*). Questi composti, descritti per la prima volta dai chimici dell'atmosfera negli anni '50, hanno interessanti caratteristiche dovute alla loro natura volatile. Innanzitutto si scoprì che i VOC più numerosi in atmosfera (gli isoprenoidi), interagendo con alcuni dei componenti atmosferici, possono dare origine a particolari forme di inquinamento; la prima descrizione dei VOC non fu fatta in ambiente urbano ma in un'area forestale a seguito della formazione di quella che fu definita 'nebbia blu'.

Anche ora possiamo osservare queste tipiche nuvole azzurrine in ambienti che non esitiamo a definire (troppo entusiasticamente, ma erroneamente) 'incontaminati' solo perché lontani da insediamenti urbani o industriali. Si scoprì poi che questi stessi VOC possono proteggere le piante da stress ambientali.

Questo spiega perché le piante si permettono il lusso di buttare via così tanto carbo-

nio, invece di conservarlo e farne sostanza organica per crescere e riprodursi. In pratica, la stessa reattività che può provocare inquinamento in atmosfera, fa dei VOC degli ottimi spazzini dei composti ossidanti che si creano in ogni occasione di stress (veri e propri antiossidanti *ante litteram!*). Infine gli isoprenoidi e altri VOC svolgono funzioni di grande importanza dal punto di vista ecologico. Per esempio l'emissione di un *blend* odoroso di VOC da parte dei fiori consente la comunicazione tra le piante e gli impollinatori. A volte queste emissioni sono così abbondanti che le possiamo letteralmente 'sentire' (si pensi per esempio alle resine del legno o, appunto, al profumo dei fiori).

Altre sostanze, prevalentemente emesse dalle foglie, non sono di solito così cospicue; noi non le sentiamo, ma sono facilmente recepite dagli insetti e da altri piccoli organismi che interagiscono con la pianta. Come nel caso dei VOC emessi dai fiori, anche nel caso delle foglie i VOC funzionano come un 'linguaggio' mediante



il quale le piante comunicano tra loro e con gli altri organismi. Li usano gli erbivori per trovare e riconoscere le piante da attaccare. Li usano le piante attaccate dagli erbivori per attrarre altri insetti, carnivori questa volta, che agiscono come vere e proprie 'guardie del corpo' a difesa delle foglie, predando o parassitizzando l'erbivoro. Li usano ancora le piante per avvisarsi di uno stress sopravveniente e per armare per tempo il loro arsenale di difese. Quanto sono affascinanti queste 'relazioni multitrofiche' e quanto ancora dobbiamo imparare per capire il mondo delle piante e usarle con giudizio.