

La sorprendente vita delle piante

di Stefano Mancuso

Stefano Mancuso,
LIN (Laboratorio Internazionale di
Neurobiologia Vegetale), Firenze

Gli sviluppi recenti della biologia vegetale permetteranno di studiare le piante come organismi intelligenti dotati della capacità di acquisire, immagazzinare, condividere, elaborare e utilizzare informazioni raccolte dall'ambiente circostante

A una osservazione superficiale tutte le attività tipiche delle piante, nessuna esclusa, sembrano potersi riassumere nelle tre cardinali funzioni della nutrizione, crescita e riproduzione. Questa idea ha le sue radici nella definizione secondo la quale *le piante vivono* (crescono, si nutrono e si riproducono) *ma sono prive di movimento*. L'assenza di movimento è percepita come la principale differenza fra piante e animali e *viceversa*. Ne consegue che, a causa della sua immobilità, la pianta, non ha nessuna necessità di sviluppare complicati sistemi di risposta all'ambiente data la relativa mancanza di novità o sorprese con le quali si troverà a contatto nel corso della sua esistenza.

Ma, è giustificabile questa definizione delle piante come esseri viventi privi del movimento? Tutt'altro, il movimento è una caratteristica fondamentale nella vita delle piante: dalle piante carnivore o sensitive che mostrano movimenti rapidi, nella stessa scala temporale dei movimenti animali, ai movimenti più lenti e continui di tutte le altre piante, possiamo affermare che l'unica differenza in questo senso fra animali e piante sia *quantitativa piuttosto che qualitativa*. Le due principali caratteristiche associate alle piante, immobilità e insensibilità, che si ritiene siano proprietà naturali delle piante, sono in realtà il frutto di una costruzione culturale che risale ad Aristotele. Uno dei concetti fondanti nella concezione aristotelica dei viventi è quello di "anima" il cui significato per Aristotele è essenzialmente "principio motore". Risulta, così, che i viventi sono distinti dai non-viventi grazie alla loro capacità di muoversi. Nel *De Partibus*

Animalium, Aristotele fornisce un affascinante esempio del tipo di argomentazione usata per spiegare le funzioni delle piante e degli animali. A proposito del calore naturale richiesto per i bisogni nutritivi degli organismi, piante e animali in ugual misura, Aristotele evidenzia il ruolo della bocca e dello stomaco come parte di un sistema continuo che produce l'energia naturale e i nutrienti necessari agli animali. Applicando lo stesso ragionamento alle piante scrive: "Giacché le piante si procurano il loro nutrimento dal terreno attraverso le loro radici; e questo nutrimento è già elaborato quando viene assorbito, la ragione per la quale le piante non producono escrementi risiede nel fatto che la terra ed il suo calore svolgono per loro la funzione di uno stomaco. Mentre gli animali con scarse eccezioni e specialmente tutti gli animali capaci di locomozione sono provvisti di uno stomaco che si comporta come un sostituto interno della terra". Così per Aristotele la terra e lo stomaco diventano organi analoghi di digestione, uno utilizzato dalla pianta fissa, l'altro dall'animale mobile. Aristotele contrappone ulteriormente il movimento degli animali alla fissità delle piante nella descrizione della spugna. Egli asserisce che una spugna "assomiglia in tutto ad una pianta" poiché "per tutta la sua vita resta attaccata ad una roccia e quando viene separata da essa muore". La fissità della spugna diventa una caratteristica essenziale del suo stato di pianta. Aristotele, tuttavia, ammette alcune eccezioni al principio di immobilità delle piante. In una parziale ammissione delle difficoltà che si incontrano nel voler distinguere in modo categorico gli animali dalle piante, afferma infatti che

"talvolta è dubbio se un dato organismo debba essere classificato tra le piante o tra gli animali".

L'influenza aristotelica in botanica durerà molto più a lungo che in altre scienze. Nel 1583 Andrea Caisalpino pubblica a Firenze un libro fondamentale per la storia della botanica, il *De plantis libri XVI*, che influenzerà molte generazioni a venire di studi botanici. "Poiché la natura delle piante", così si apre il libro di Caisalpino, "possiede soltanto quel tipo di anima attraverso il quale esse si nutrono, crescono e si riproducono, e non mostrano, quindi, sensibilità o movimento, che sono tipiche della natura degli animali, conseguentemente le piante hanno bisogno di un insieme di organi molto inferiore rispetto agli animali".

Questa idea riapparirà frequentemente nella storia della botanica. Per secoli biologi e botanici hanno volontariamente eluso la necessità di concettualizzare il movimento delle piante, tentando con ogni mezzo di salvaguardare la validità delle onorate categorie di "animali" e "piante", definendo "anomalie" o "variazioni aberranti" le piante che mostravano movimenti rapidi. Talvolta chiamando queste piante *zoospore*, proprio per sottolinearne la loro vicinanza al mondo animale.

La sorpresa e il divertimento che colpisce chiunque si trovi per la prima volta di fronte ai movimenti rapidi di una pianta come la *Mimosa pudica*, testimoniano della profonda convinzione che l'immobilità sia la caratteristica fondamentale che contraddistingue la pianta dall'animale. *Animale* viene dal termine *animato*, ovvero "capace di muoversi", ma anche da un più

antico significato “che ha un anima”; ne consegue che le piante, al contrario, non ne sono dotate. Tale disarmonia nella percezione degli esseri viventi è non solo occidentale, ma anche di altre culture. La tradizione mussulmana, per esempio, ammette la rappresentazione figurata delle piante, ma non quella degli animali o degli uomini,

affermando, implicitamente, che le piante non sono creature di Dio.

Alla fine del XIX secolo l'idea che piante e animali abbiano così poco in comune, comincia a vacillare. Nel 1874 Fabre dà alle stampe un celebre testo di divulgazione sulla vita delle piante, che inizia con queste parole: “La pianta è sorella dell'animale: come questo, essa vive, si nutre, si riproduce. Per comprendere la prima, spesso è molto utile consultare il secondo: come pure per comprendere il secondo, è conveniente chiedere chiarimenti alla prima”. Negli stessi anni sir Jagadis Chandra Bose (1858-1937), uno dei primi scienziati indiani moderni e figura leggendaria per la storia

contemporanea dell'India, sostiene la sostanziale identità fra piante e animali. Fisico illustre, Bose spaziò con il suo lavoro dalla fisica alla biologia, alla botanica. Il

poeta e premio Nobel Rabindranath Tagore lo descriveva come “un poeta nel mondo dei fatti”. Bose andando contro ogni convinzione del suo tempo, e basandosi su solidissime prove sperimentali, dimostrò come le piante utilizzassero segnali elettrici per la comunicazione fra i vari organi e avanzò l'idea che le piante fossero da considerarsi

esseri intelligenti, capaci di apprendere dall'esperienza e di modificare il loro comportamento in maniera adeguata. I suoi esperimenti provarono “l'unità dei meccanismi fisiologici della vita. Poiché noi abbiamo trovato nelle piante e negli animali simili movimenti contrattili in risposta agli stimoli, uno stesso meccanismo di

propagazione fra cellula e cellula, una simile circolazione dei fluidi”.

Liricamente, nel 1907 scriveva: “Questi alberi hanno una vita simile alla nostra, mangiano e crescono, affrontano la povertà, si addolorano e soffrono. Possono rubare, ma anche aiutarsi gli uni con gli altri, sviluppare amicizie, sacrificare la loro vita per i propri piccoli”.

Numerose scoperte successive confermarono questa vicinanza fra piante e animali. Gli studi riguardanti alcuni processi di base, come respirazione e crescita cellulare, si sono potuti sviluppare grazie all'uso delle piante come materiale sperimentale. Oggi è ben noto che le più importanti vie metaboliche in piante e animali sono simili e che le

piante hanno in comune con gli animali numerose attività complesse: dalla riproduzione sessuale, basata sulla fusione delle cellule spermatiche e degli ovociti,



Madonna con il Bambino, San Francesco e Santa Chiara, tempera su tavola, Pavia, Pinacoteca Malaspina.



all'uso delle medesime molecole e vie metaboliche per la regolazione dei ritmi circadiani.

Gli stessi processi appare in ambedue i regni, soltanto alcuni predominano in quello animale, altri in quello vegetale. Gli animali usano la materia e l'energia prodotta dalle piante. Queste, a loro volta, utilizzano l'energia del sole per soddisfare le proprie necessità. Gli animali dipendono dalle piante, e le piante dipendono dal sole. Si arriva, così, a una più generale concezione della vita delle piante e alla comprensione del loro ruolo nella biosfera. Esse rivestono il ruolo di *mediatori* fra il sole e il mondo animale.

Le piante, o piuttosto, i loro organuli cellulari più tipici, i cloroplasti, rappresentano il legame che unisce le attività di tutto il mondo organico, tutto quello chiamiamo vita, con il centro energetico del nostro sistema. In questo senso possiamo parlare di una funzione *universale* della pianta.

Negli ultimi anni la grande massa di dati ed evidenze accumulate dalle scienze vegetali ha accresciuto considerevolmente la nostra conoscenza della vita delle piante, permettendo la nascita di nuovi e affascinanti settori di ricerca, fra i quali, il più recente è sicuramente quello della neurobiologia vegetale.

La neurobiologia delle piante

Le piante devono continuamente decidere come rispondere all'ambiente naturale all'interno del quale vivono. Alcune di queste scelte includono come e dove trovare i nutrienti; dove trasportare nell'organismo questi nutrienti, e le molecole organiche che ne derivano; quali nuovi organi devono essere prodotti e quali, invece, rimossi; come predisporre le difese appropriate contro gli attacchi patogeni e quali segnali chimici inviare agli organismi circostanti. Tutte queste scelte, che devono essere prese nel contesto di un ambiente continuamente mutevole, richiedono una attività cellulare coordinata e la possibilità di acquisire e conservare informazioni.

Il primo a intuire che le piante possedessero qualcosa di simile a un cervello, sebbene di dimensioni estremamente ridotte, fu Charles

Darwin, il quale nel 1880, assistito da suo figlio Francis, pubblicava *The power of movement in plants*. Nelle ultime pagine del capitolo finale Darwin riflette sulle sorprendenti caratteristiche dell'apice radicale: "Non è una esagerazione dire che la punta delle radici, avendo il potere di dirigere i movimenti delle parti adiacenti, agisce come il cervello di un animale inferiore; il cervello essendo situato nella parte anteriore del corpo riceve impressioni dagli organi di senso e dirige i diversi movimenti della radice". Charles Darwin era sempre stato affascinato dalle caratteristiche dell'apice radicale. Nella sua autobiografia (1888) scrive di "sentire uno speciale piacere nel mostrare quanti e come mirabilmente ben adattati siano i movimenti posseduti dall'apice della radice". Quello che impressionava maggiormente Darwin era l'abilità delle radici nel percepire contemporaneamente molteplici stimoli ambientali, nell'essere in grado di prendere una decisione e nel muoversi in funzione di questa.

Darwin espose le radici a numerosi stimoli quali fra gli altri la gravità, la luce, l'umidità e il tocco, e si accorse che due o più stimoli applicati contemporaneamente potevano essere distinti dagli apici radicali, e che la risposta a questi stimoli era tale da presupporre che la radice fosse in grado di distinguere fra i diversi stimoli e giudicare quale fosse più importante ai fini della sopravvivenza dell'intera pianta.

A più di cento anni dalla originaria idea di Darwin, la presenza di una speciale zona sensoria e di calcolo posta nell'apice radicale è ormai un dato certo. Per il lettore che volesse approfondire l'argomento si suggerisce la lettura del libro recentemente edito dalla Springer, *Plant Communication - Neural aspect of plant life*, che tratta dettagliatamente dell'argomento.

Esistono molte buone ragioni perché nel corso dell'evoluzione le piante abbiano sviluppato i loro tessuti simil-neurali negli apici radicali, sepolti nella profondità della terra. Innanzi tutto il suolo rappresenta un ambiente più stabile in confronto a quello atmosferico sia in termini di temperatura che d'umidità; è protetto dalla predazione animale, dall'ozono atmosferico così come dalla radiazione UV

solare.

Considerando le radici come la sede di attività simil-neurale, si ha una visione della pianta assai differente da quella comunemente considerata. Le radici diventano l'organo più importante della pianta, i loro apici formano un fronte in continuo avanzamento con innumerevoli centri di comando. L'intero apparato radicale guida la pianta con una sorta di cervello collettivo o, meglio, di intelligenza distribuita su una larga superficie che mentre cresce e si sviluppa, acquisisce informazioni importanti per la nutrizione e per la sopravvivenza della pianta.

Alla luce di queste nuove scoperte, le radici da "metà nascosta", diventano il vero centro vitale della pianta. Più di quattrocento anni dopo la pubblicazione del *De plantis libri XVI*, l'idea di Cisalpino secondo la quale la radice corrisponderebbe alla bocca e debba quindi essere considerata idealmente come la parte superiore sebbene collocata nella posizione inferiore della pianta, riacquista un inaspettato valore. La pianta è come un animale posto sulla propria testa (*con la testa piantata nel terreno*) e con le parti superiori e inferiori così determinate: "Questa parte, la radice, è la più nobile ("superiore") perché è la prima ad essere originata ed affonda nel terreno; poiché molte piante vivono grazie alle sole radici dopo che lo stelo con i semi maturi è stato rimosso; il fusto riveste minor importanza ("inferiore") sebbene esso emerga dal suolo; per quanto concerne le escrezioni, qualora ve ne siano, devono essere estruse attraverso questa parte". Così Cisalpino anticipa di secoli l'odierna descrizione del corpo della pianta basata su un polo anteriore sotterraneo (le radici), specializzato nell'assorbimento di nutrienti e nella capacità di calcolo, e un polo posteriore epigeo (il fusto), specializzato nella riproduzione e nella escrezione.

Grazie all'attività "intelligente" delle radici, le piante sono in grado di rispondere a stimoli esterni, in numerosi casi aumentando l'efficienza della loro risposta in seguito a ripetute esposizioni. È fondamentale, quindi, che le piante siano in grado di archiviare delle informazioni e abbiano la possibilità di richiamarle quando se ne presenti l'occasione, anche a distanza di tempo. La questione



apparentemente paradossale dell'esistenza di attività mnemoniche nella pianta ha interessato, in realtà, un discreto numero di ricercatori negli ultimi trent'anni, grazie soprattutto all'interesse suscitato alla fine degli anni Settanta dai numerosi studi effettuati sulle abilità mnemoniche di insetti e di altri animali inferiori. Il tipo di risposta scelto per determinare le abilità mnemoniche

Stimate di San Francesco, *tempera su tavola*, Traversetolo (Parma), Corte di Mamiano, Fondazione Magnani.

Madonna dell'Umiltà, *tempera su tavola*, Pisa, Museo Nazionale di San Matteo.

di questi animali era sempre strettamente legato alla capacità di apprendimento e al possesso di cellule nervose specializzate. In questo senso il concetto di memoria non sarebbe applicabile alle piante, che, ovviamente, non sono dotate di cellule nervose. Tuttavia, la memoria può anche essere definita come "l'abilità di immagazzinare informazioni riguardanti eventi passati e richiamarle dopo un periodo di tempo", divenendo perfettamente applicabile sia a esseri viventi come le piante che a oggetti quali, ad esempio, i computer. Numerosi esempi di immagazzinamento (memorizzazione) di segnali ambientali, sono stati esplicitamente o implicitamente provati

nelle piante, in alcuni casi anche a livello molecolare. Le piante sono soggette a una moltitudine di stimoli simultanei. Poiché questi stimoli avvengono in tempi diversi, una risposta integrata della pianta richiede, di discriminare, memorizzare, richiamare e processare i segnali indotti dai differenti stimoli. Esempi esaurientemente descritti di registrazione di stimoli riportano periodi di memorizzazione da 2 giorni a 2 mesi nel caso dell'inibizione della crescita dell'ipocotile in piantine di *Bidens pilosa*, nella crescita delle gemme cotiledonari, nella germinazione dei semi, nella risposta a shock osmotici, nella produzione di segnali calcio indotti da siccità e in numerosi altri casi. La durata della memoria nelle piante può andare dai pochi secondi a mesi e dipende dal segnale e dalla risposta esaminata.

Gli sviluppi recenti della biologia vegetale ci permetteranno di studiare le piante come organismi intelligenti con una capacità di acquisire, immagazzinare, condividere, elaborare e utilizzare informazioni raccolte dall'ambiente circostante. Come le piante si procurino le informazioni dall'ambiente che le circonda ed elaborino questi dati in modo da sviluppare un comportamento coerente, rappresenta il principale interesse della neurobiologia vegetale. La comprensione di questa intelligenza richiederà uno sforzo congiunto tra scienziati di diverse discipline. I risultati ci permetteranno di comprendere i meccanismi di base della vita delle piante e magari serviranno a far crescere nelle persone la consapevolezza che le piante sono esseri viventi estremamente complessi da cui dipende la vita sulla terra. Si stima che noi conosciamo soltanto il 5-10 % delle specie vegetali presenti sulla terra e da queste traiamo il 95% di tutti i principi medicinali utilizzati dall'uomo. Ogni anno migliaia di specie di cui non sappiamo assolutamente nulla si estinguono, portando con sé chissà quali regali per l'umanità. Il mondo delle piante è un enorme dono fatto all'uomo, che noi gettiamo via senza neanche degnare di uno sguardo. Forse il fatto di sapere che le piante ragionano, sentono e comunicano potrà servire nel futuro a farcele sentire più vicine, consentendoci di studiarle e proteggerle con maggiore efficacia. ●

