

# Dagli abeti ai piselli

## Storie di ordinaria resilienza

Bianca Bonato e Umberto Castiello

I concetti di vulnerabilità e resilienza possono sembrare, a una prima occhiata, di significato opposto.

Ma siamo sicuri che sia davvero così? Non sono forse profondamente interconnessi?

In questo breve articolo vogliamo occuparci dei due concetti e di come, in realtà, siano due lati di una stessa medaglia. Ci addenteremo nel mondo vegetale, dominio delle piante: organismi sessili, ancorati al terreno, erroneamente considerati privi di movimento, di cognizione, di comunicazione, di difesa tanto da apparire per antonomasia la vulnerabilità manifesta nel mondo naturale. Prima di entrare nello specifico del regno vegetale, è necessario tuttavia fare riferimento a come questi due concetti siano considerati nel mondo animale: un parallelismo che servirà a comprendere più a fondo l'unicità e la peculiarità delle piante anche sotto questo punto di vista.

La parola *vulnerabilità*, se apriamo l'enciclopedia Treccani alla relativa voce, viene definita come sostantivo derivante dal latino *vulnerabilis*, da *vulnerare*, *ferire*. Indica ciò che può essere ferito e quindi, in un senso più esteso e figurato, ciò che può essere attaccato, che è debole, fragile. Mentre la parola *resilienza*, alla relativa voce, è definita come la

---

**Bianca Bonato**, Dipartimento di Psicologia generale, Università di Padova  
[bianca.bonato.1@gmail.com](mailto:bianca.bonato.1@gmail.com)

**Umberto Castiello**, Dipartimento di Psicologia generale, Università di Padova  
[umberto.castiello@unipd.it](mailto:umberto.castiello@unipd.it)

capacità di reagire alle difficoltà, alle deformazioni. Stando a tale definizione, potremmo riconoscere nella resilienza una capacità di adattamento all'ambiente nonostante le avversità.

Nel mondo animale la vulnerabilità viene genericamente associata a uno stato di debolezza, di fragilità o ingenuità che caratterizza alcuni elementi di un branco, di un gruppo o di una specie. Assumendo un punto di vista più ampio, i due concetti apparentemente opposti rimandano alla primordiale e primitiva differenza fra prede e predatori, dove la vulnerabilità ben descrive le prime. La resilienza infatti, nel mondo animale, non sembrerebbe essere propria delle prede: un animale ferito, attaccato, debole ha molte probabilità di essere in fondo alla catena alimentare compromettendo quindi irreversibilmente la propria sopravvivenza.

Possiamo però considerare la resilienza animale nella concezione etologica del termine *tolleranza*. In etologia, la tolleranza può essere definita come la capacità di minimizzare l'impatto degli attacchi nemici (Svensson e Raberg, 2010), una sorta di cambiamento adattivo alle avversità. Un fenomeno questo che necessita di studi più approfonditi, in grado di discriminare e quantificare il cambiamento della specie nel corso del tempo (a livello primariamente genotipico) e valutarne l'adattamento (Svensson e Raberg, 2010), soprattutto in popolazioni naturali. Il concetto di resilienza, nel mondo animale, sembra più difficile da indagare e assume un punto di vista evolutivamente complesso che è stato solo parzialmente affrontato attraverso il concetto di tolleranza nel fenomeno del parassitismo (Raberg *et al.*, 2009). Ad esempio uno studio con il parassita della malaria dei roditori (*Plasmodium Chabaudi*) nei topi da laboratorio ha dimostrato che l'estensione dell'anemia e la perdita di peso causata dal parassita variava fra le diverse specie di topo (Raberg *et al.*, 2007). Un campo di ricerca ancora in uno stadio embrionale, come dimostra il fatto che, ad oggi, la maggior parte degli studi che hanno testato esplicitamente la variazione di tolleranza nel mondo animale sono stati condotti sul sistema ospite-parassita in laboratorio (Svensson e Raberg, 2010).

Piuttosto, possiamo scorgere numerosi esempi di vulnerabilità e resilienza proprio in quel mondo che da sempre è stato considerato

inferiore, evolutivamente e strutturalmente, al regno animale, o addirittura non considerato, se non per taluni riferimenti parziali filtrati da una concezione antropocentrica: il regno vegetale. È qui che possiamo trovare numerosi esempi di sorprendente resilienza (Castiello, 2019). Caratteristica che, compenstrandosi e adattandosi alla loro sopravvalutata vulnerabilità, ha consentito alle piante di sopravvivere per miliardi di anni sulla Terra: da molto prima della comparsa dell'Uomo e, probabilmente, anche per molto tempo dopo la sua scomparsa dal pianeta. Basta una prima occhiata per cogliere immediatamente uno degli elementi chiave dell'unicità delle piante: l'architettura, che rappresenta uno dei loro più grandi punti di forza. Al riguardo, la fillostasi è quella branca della botanica che si occupa dello studio della disposizione architettonica e geometrica delle componenti della pianta. Il primo che si dedicò allo studio e all'osservazione della peculiare architettura vegetale fu Leonardo da Vinci che scoprì una disposizione spiraliforme delle foglie lungo lo stelo, che ritroviamo di sovente nel mondo vegetale. Una spiegazione evuzionistica sembra suggerire che tale configurazione spiraliforme consenta alle foglie di essere posizionate in modo tale da assorbire tutte la stessa quantità di luce senza farsi ombra a vicenda (Wiesner, 1907). Fragili, attaccate al ramo, sospese in aria ed esposte ai fenomeni atmosferici le foglie rappresentano quanto di più vulnerabile e instabile appaia nella pianta eppure è proprio sulle foglie che si fonda la vita non solo della pianta ma dell'intera biosfera: è lì che, attraverso la fotosintesi, si producono i gas che formano l'atmosfera nella quale tutti siamo immersi. Basti pensare all'ossigeno, un elemento che più di ogni altro ci consente la vita sul pianeta. Ogni foglia è un piccolo ed efficiente laboratorio chimico, la cui vulnerabile esistenza può venire cancellata da una folata di vento, ma che al tempo stesso risulta indispensabile per originare il nostro mondo e l'atmosfera che, da milioni di anni, ci permette di respirare (Coccia, 2018). Inoltre, la struttura permette alla pianta di vincere la forza di gravità senza perdere il rapporto con il suolo mantenendo un'esposizione diretta e costante all'aria e alla luce, ingrediente fondamentale per la fotosintesi.

L'evoluzione ha permesso al regno vegetale di lavorare sulla propria architettura fino a ottenere risultati che oggi vengono presi a model-

lo, per resistenza ed efficacia, da numerosi architetti e ingegneri per le più visionarie e tecnologiche opere di costruzione. Un esempio fra tutti si trova nel campo della robotica: i Plantoidi. Negli ultimi decenni la robotica ha sempre cercato di ricreare e simulare le forme animali e, soprattutto, umane. Tuttavia, ponendo l'attenzione sulle piante si è notato come queste siano un magnifico esempio di flessibilità, resistenza e resilienza: la struttura modulare permette loro di essere estremamente adattabili per fronteggiare l'ambiente. I Plantoidi sono frutto della robotica avanzata che ha preso a modello la struttura delle piante per la creazione di robot adibiti all'esplorazione dei suoli terrestri ed extraterrestri in potenziali missioni geologiche e spaziali. L'idea è quella di un robot che sia in grado di modificare la propria configurazione geometrica e strutturale per adattarsi alle più difficili condizioni ambientali e del suolo, attribuendo a ogni modulo specifici compiti e funzioni (Mazzolai *et al.*, 2010). Possiamo osservare, dunque, che già a una prima occhiata la struttura delle piante suggerisce un'incredibile adattabilità all'ambiente.

Ma proseguiamo addentrandoci più a fondo nelle interessanti caratteristiche del comportamento vegetale. Nel nostro pianeta le terre emerse rappresentano circa il 29%, ma le condizioni di vita in alcuni luoghi non sono esattamente ottimali: basti pensare alle distese desertiche dove le temperature salgono esponenzialmente durante il giorno e scendono vertiginosamente durante la notte. La Terra offre innumerevoli esempi di luoghi inospitali per la maggior parte delle forme di vita animali, ma non per alcune piante che sono invece riuscite a sopravvivere e trasformare le avversità ambientali in veri e propri punti di forza. E, ricordandoci bene, non era forse questo il significato della parola resilienza?

In Spagna è stata studiata una particolare specie vegetale che costituisce un esempio di resistenza agli ambienti sfavorevoli e di cooperazione con altre specie (Shob *et al.*, 2014). L'*Arenaria Tetraquetra* cresce fra le impervie rocce dei Pirenei, ove l'alta quota e il terreno roccioso determinano uno scarso apporto idrico al terreno. L'abilità di questa specie sta nel riuscire a trattenere l'acqua come una spugna. La riserva idrica, accumulata nella massa radicale, non solo viene utilizzata dalla

pianta stessa, ma viene anche condivisa con le piante vicine per garantirne la sopravvivenza.

Un altro esempio di resilienza determinato dalle situazioni ambientali avverse lo troviamo nella comune pianta di Pisello (*Pisum Sativum* L.). Questa pianta di certo non cresce in situazioni climatiche estreme come i deserti o i terreni rocciosi, ma proprio per questo è interessante vedere come si è evoluta per adattarsi e sopravvivere a improvvise situazioni di stress idrico che la potrebbero rendere vulnerabile. Uno studio recente (Falik *et al.*, 2012) ha dimostrato che piante di pisello a cui veniva inflitta una situazione di stress idrico, percepivano questa situazione attraverso le radici campionando il terreno e, grazie a una comunicazione interna alla pianta, inviavano tale informazione agli stomi (organuli posizionati sulla superficie delle foglie che consentono la respirazione) che si chiudevano per non disperdere vapore acqueo, permettendo alla pianta di preservare una certa quantità di acqua ed entrare in modalità di *risparmio energetico*. Per di più è interessante osservare come le piante in questione comunicassero attraverso le radici le informazioni alle piante vicine: altruismo vegetale? Non proprio. Le piante *decidevano* di comunicare l'informazione di imminente *pericolo siccità* alle piante vicine probabilmente per evitare che si approfittassero della temporanea situazione di *stand by* per raziare risorse e perché entrassero anche loro in uno stato di reversibile quiescenza. Ancora una volta il regno vegetale offre un esempio di reazione flessibile e funzionale alle avversità.

Un altro esempio di vulnerabilità e resilienza proviene dalle foreste di Abeti di Douglas e Betulle da Carta, molto diffuse nel Nord America. Diversi studi (Simard *et al.*, 1997; Simard, 2009) hanno dimostrato che questi alberi sono in grado di rifornire di carbonio (elemento nutritivo estremamente importante nel regno vegetale) le giovani piante della stessa specie che, in ombra, potrebbero trovarsi senza nutrienti. Per farlo utilizzano un sistema sotterraneo che permette la comunicazione tra piante distanti fra loro. Il sistema è composto da una rete fungina filamentosa chiamata *Micorriza* che, in simbiosi con le radici vegetali, funge da vero e proprio network sotterraneo (il cosiddetto Wood-Wide-Web). Quindi il *Wood-Wide Web* permette agli alberi *adulti* di aiu-

tare quelli più giovani che altrimenti non sopravvivrebbero. Attraverso la stessa via, le piante possono scambiarsi altri elementi quali azoto e fosforo (Simard *et al.*, 2012). E le piante cosa danno in cambio ai funghi simbiotici che dispensano così tanti favori? Prima di tutto energia sotto forma di zuccheri prodotti attraverso la fotosintesi, che i funghi assorbono in grande quantità. Gli esemplari adulti sembrano in grado di aiutare gli elementi più giovani che altrimenti non sopravvivrebbero, proprio come nel mondo animale. Una vulnerabilità risolta con l'aiuto e la cooperazione intraspecifica ed interspecifica.

La vulnerabilità dei piccoli è un concetto condivisibile con molte specie animali, tra cui la specie umana, e consente un interessante parallelismo tra regno vegetale e regno animale.

Il neonato umano è considerato un feto fuori dall'utero per il suo sviluppo incompiuto, per la sua crescita e maturazione incomplete nei primi anni di vita che lo rendono dipendente dalla madre, vulnerabile al mondo. Parimenti i cuccioli, nel mondo animale, sono gli elementi più protetti dal branco in caso di attacco predatorio: sono i più vulnerabili, i meno adatti alla sopravvivenza e al tempo stesso coloro da proteggere per il perpetrarsi della specie stessa.

Grazie allo studio sugli Abeti di Douglas e le Betulle da Carta si è visto che anche nelle piante si può parlare di vulnerabilità e protezione degli esemplari più giovani, affiancati nell'approvvigionamento di elementi nutritivi da piante della stessa specie che hanno già raggiunto livelli di maturazione adulta. Compiendo un ulteriore parallelismo con il mondo animale, ci rendiamo conto che gli elementi più vulnerabili di una specie spesso sono anche gli esemplari più anziani, resi deboli dall'aumentare dell'età. Nella specie umana è previsto che i genitori si occupino dei figli. Ma quando i genitori raggiungono un'età avanzata, a loro volta potrebbero aver bisogno di supporto e cura: è il ciclo della vita e delle relazioni di accudimento dai genitori ai figli e viceversa. Nel regno vegetale si è potuto osservare un comportamento simile, fra esemplari giovani e anziani, che ci riporta ai concetti di vulnerabilità e di resilienza con l'aiuto dei conspecifici. Uno studio recente (Bader e Leuzinger, 2019) ha indagato una particolare specie arborea, l'Albero di Kauri (*Agathis Australis*) in cui, se il tronco viene tagliato, il ceppo

si mantiene in vita con l'aiuto delle radici degli alberi vicini, rifornendosi di acqua e sostanze nutritive attraverso il sistema radicale. Sembra che gli esemplari più giovani, innestando le loro radici in quelle degli esemplari più vecchi, li mantengano in vita. Per i secondi il vantaggio è palese: la sopravvivenza; ma per gli esemplari più giovani quale potrebbe essere il vantaggio? La risposta risiede in un sistema radicale più esteso. Sembra infatti che gli innesti radicali espandano la massa radicale consentendo di raggiungere maggiori distanze e quindi anche maggiori quantità d'acqua e sostanze nutritive. Inoltre, sistemi radicali più estesi consentono una maggiore stabilità della foresta nei ripidi pendii del terreno.

Questo studio, come altri che hanno indagato i legami tra conspecifici nelle specie vegetali, porta a riflettere su come le foreste siano dei super-organismi e, più che considerare l'albero nella sua singolarità, bisognerebbe considerare intere foreste come esseri viventi ove la vulnerabilità di alcuni diviene resilienza grazie all'apporto di altri: i conspecifici. In un'ottica gestaltica potremmo dire che nel mondo vegetale *l'insieme è più della somma delle singole parti*. È importante studiare il funzionamento di questi *super organismi* non solo per la salvaguardia dei singoli alberi ma anche per la salvaguardia di intere foreste ed ecosistemi che negli ultimi anni vedono sempre più incombente la minaccia legata ai cambiamenti climatici e alla deforestazione.

In conclusione, possiamo dire che le specie vegetali si sono evolute per centinaia di migliaia di anni progredendo silenziosamente nelle loro scoperte e trasformazioni evolutive, sviluppando meccanismi di resilienza singola e di gruppo e sfruttando la loro struttura e la loro apparente immobilità e fragilità. La vulnerabilità e la resilienza nel mondo vegetale sono sempre state due facce della stessa medaglia che hanno portato degli organismi privi di sistema nervoso, sessili e apparentemente inanimati, a essere i più sorprendenti esempi di adattabilità e sopravvivenza del pianeta Terra.

### **From firs to garden peas: Stories of ordinary resilience**

*Plants are sessile, fragile organisms anchored to the ground. At first sight they appear the most vulnerable beings in nature, but, as witnessed by numerous examples, they are extremely resilient. Indeed, evolution has endowed plants with an extraordinary ability of adaptation to the environment despite their seeming fragility. Aside from their structural strengths, which have been taken as a specimen by humans to implement robots and mechanical devices, they provide striking examples of social cognition such as intraspecific and interspecific cooperative behaviours. They take care of their little ones and keep alive tree remnants. Further, they establish mutualistic relations with fungine networks through the wood-wide-web. Over hundreds of thousands of years plants have been able to transform their vulnerability into an extraordinary strength and adaptability. From Douglas firs in North America to pea plants (*Pisum sativum* L.) in the Mediterranean areas they offer us stories of ordinary resilience.*

**Keywords:** *resiliency, vulnerability, plants behaviour, plants cognition.*

### **Riferimenti bibliografici**

- Bader M.F. e Leuzinger S. (2019), *Hydraulic Coupling of a Leafless Kauri Tree Remnant to Conspecific Hosts*, in *iScience*, 19, pp. 1238-1247.
- Castiello U. (2019), *La mente delle piante*, Bologna, Il Mulino.
- Coccia E. (2018), *La vita delle piante: metafisica della mescolanza*, Bologna, Il Mulino.
- Falik O., Mordoch Y., Ben-Natan D., Vanunu M., Goldstein O. e Novoplansky A. (2012), *Plant Responsiveness to Root-Root Communication of Stress Cues*, in *Annals of Botany*, 110, 2, pp. 271-280.
- Mazzolai B., Laschi C., Dario P., Mugnai S. e Mancuso S. (2010), *The Plant as a Biomechatronic System*, in *Plant Signaling & Behavior*, 5, 2, pp. 90-93.
- Råberg L., Graham A.L. e Read A.F. (2009), *Decomposing Health: Tolerance and Resistance to Parasites in Animals*, in *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1513, pp. 37-49.
- Råberg L., Sim D. e Read A.F. (2007), *Disentangling Genetic Variation for Resistance and Tolerance to Infectious Diseases in Animals*, in *Science*, 318, 5851, pp. 812-814.



- Schöb C., Prieto I., Armas C. e Pugnaire F.I. (2014), *Consequences of Facilitation: One Plant's Benefit Is Another Plant's Cost*, in *Functional Ecology*, 28, 2, pp. 500-508.
- Simard S.W. (2009), *The Foundational Role of Mycorrhizal Networks in Self-Organization of Interior Douglas-fir Forests*, in *Forest Ecology and Management*, 258, pp. S95-S107.
- Simard S.W., Beiler K.J., Bingham M.A., Deslippe J.R., Philip L.J. e Teste F.P. (2012), *Mycorrhizal Networks: Mechanisms, Ecology and Modelling*, in *Fungal Biology Reviews*, 26, 1, pp. 39-60.
- Simard S.W., Perry D.A., Jones M.D., Myrold D.D., Durall D.M. e Molina R. (1997), *Net Transfer of Carbon between Ectomycorrhizal Tree Species in the Field*, in *Nature*, 388, 6642, pp. 579-582.
- Svensson E.I. e Råberg L. (2010), *Resistance and Tolerance in Animal Enemy-Victim Coevolution*, in *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 5, pp. 267-274.
- Wiesner J. (1907), *Der Lichtgenuß der Pflanzen*, Leipzig, Verlag W. Engelmann.

