

## NATURA 2.0

**Il futuro è nelle cyber-piante, come quelle inventate dalla scienziata Barbara Mazzolai dell'Istituto italiano di Tecnologia: robot che, come i vegetali, si modificano in base all'ambiente, sono capaci di mettere radici e vivere nei terreni più difficili, di arrampicarsi, di esplorare ambienti estremi. Li useremo in medicina, in agricoltura, per contrastare i cambiamenti climatici, persino nelle missioni spaziali.**

di Luca Sciortino

# BENVENUTI NELL'ERA DEI PLANTOIDI

**N**aturale e artificiale convivono nei laboratori del Centro di MicroBioRobotica dell'Istituto italiano di tecnologia di Pontedera. Si potrebbe addirittura dire «vivono»: infatti, come le piante, i plantoidi crescono, cambiano forma, si adattano all'ambiente esterno. Ed è proprio questo che li distingue da tutti gli altri robot. Barbara Mazzolai non fa differenze tra pianta e plantoide: li accarezza entrambi come fossero sue creature. D'altronde l'una ha ispirato l'altra nel suo progetto nell'ambito del programma europeo Fet (Future and emerging technologies), culminato con la realizzazione del primo robot ispirato alle radici delle piante:

invenzione che le è valsa prestigiosi riconoscimenti, tra cui la medaglia del Senato della Repubblica Italiana, il Premio Marisa Bellisario e, lo scorso giugno, il Premio Carla Fendi. Biologa con un dottorato di ricerca in Ingegneria dei microsistemi, tra le 25 donne più geniali della robotica secondo la piattaforma internazionale Robohub, porta avanti una fondamentale linea di ricerca chiamata biorobotica. L'obiettivo è costruire robot capaci di operare in ambienti naturali come farebbe una pianta. Una delle «creature» del laboratorio di Mazzolai è il Plantoide, un robot con radici artificiali dotate di una parte apicale munita di sensori in grado di misurare vari parametri nel sottosuolo: dalla presenza di acqua a quella di altre

sostanze chimiche.

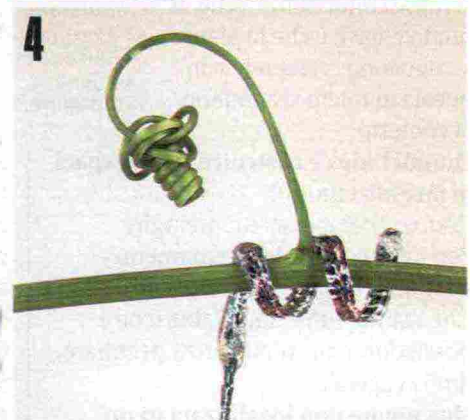
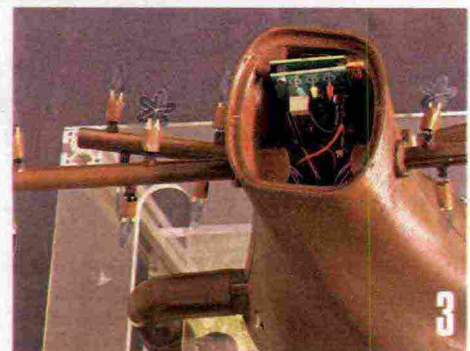
La biorobotica ha il suo punto di forza nell'interdisciplinarietà, nella capacità di cogliere le analogie tra campi diversi del sapere scientifico e nel desiderio di rivalutare il mondo vegetale (da sempre considerato «inferiore» a quello animale). Nel quale trova nuove fonti di ispirazione, come racconta la scienziata nel suo libro *La natura geniale* (Longanesi), che sarà presentato al [Festival della Mente](#) di Sarzana il 1° settembre. *Panorama* l'ha intervistata.

**Lei, da scienziata, sostiene che la scienza sottovaluta il regno vegetale...**

Sì, soprattutto perché la maggior parte delle attività di una pianta sono



1. A sinistra, il plantoide messo a punto da Barbara Mazzolai, che simula le radici e penetra nel terreno.  
2. Sensori collegate alle foglie per misurarne umidità e temperatura.  
3. La mini-stampante in 3d dentro l'apice del robot (per «stampare» i rami).



4. Il GrowBot, prototipo di un robot-viticcio, sempre realizzato dal gruppo di ricerca di Pontedera, che si avvolge su sé stesso ed è in grado di arrampicarsi.  
5. La biologa Barbara Mazzolai dirige il Centro di Micro-BioRobotica dell'Istituto italiano di Tecnologia di Pontedera ed è stata inserita nella classifica internazionale delle donne più geniali in campo robotico.

Foto di Istituto Italiano di tecnologia

## NATURA 2.0

invisibili al nostro occhio. È uno dei motivi per cui scienziati e pensatori del passato non sono riusciti a cogliere le enormi potenzialità che offre alla ricerca. Ma ora che disponiamo degli strumenti adatti ci rendiamo conto dell'incredibile plasticità dei vegetali e di quanto possano essere fonte di ispirazione per costruire robot capaci di aiutare gli esseri umani e l'ambiente.

### Ci spiega che cosa hanno le piante di tanto stupefacente?

Pensi alla capacità delle radici di «sentire» a decine di metri la presenza di acqua; di penetrare in suoli durissimi; di valutare se è possibile arrampicarsi lungo un palo; di scambiare sostanze nutritive con altre piante; di allungarsi verso la luce; di interagire con i funghi di un bosco; di variare la rigidità del proprio corpo; di comunicare tra loro per difendersi da un erbivoro. Tutte cose possibili grazie a processi complessi che non sempre conosciamo bene. Il punto chiave è che le piante si muovono crescendo e in questa maniera si adattano al contesto.

### Quindi l'idea è costruire robot capaci di fare altrettanto?

Certo, robot capaci di interagire con l'ambiente ed estremamente adattabili a condizioni critiche. Che stanno fuori dalle fabbriche e possiedono un'intelligenza peculiare, direi «vegetale».

### Una mente non localizzata in un «cervello»...

No, è un'intelligenza cosiddetta emergente, che si origina a partire da interazioni fra tutte le parti che compongono una pianta, o un biorobot nel nostro caso. Un po' come se tante persone insieme fossero capaci

di produrre ciò che una sola non potrebbe.

### Quante potenzialità ha il regno vegetale per la robotica?

Siamo ancora all'inizio, abbiamo esplorato solo il due per cento di tutto quello che ci potrebbe suggerire nuove invenzioni. A paragone, la robotica «bioispirata» al mondo animale ha già fatto passi da gigante. Grazie al progetto europeo Growbot, che coordino, vogliamo scoprire novità sul comportamento delle piante rampicanti, e da lì sviluppare nuovi robot.

### Per non parlare del fatto che potremmo guardare indietro

**nella storia evolutiva a piante che si erano adattate ad altri ambienti...**

Certo, le potenzialità sono infinite anche in quella direzione.

### Cosa fanno i robot bioispirati che avete realizzato?

Tra i risultati più importanti del nostro gruppo vi è il plantoide: una radice artificiale che ha una parte apicale munita di sensori di vario tipo e di una stampante tridimensionale in miniatura, inserita all'interno. Il plantoide

entra nel terreno e misura parametri fisici come umidità e temperatura, o chimici come azoto e fosforo. È un robot rivoluzionario perché si muove attraverso la crescita come le piante, ma in modo molto più veloce.

### Quali altri modelli avete realizzato?

Stiamo lavorando a GrowBot, un robot rampicante. Il primo prototipo ha la forma di un viticcio e imita la *Passifloraerulea*, il fiore della passione. Quello che vogliamo ottenere è la capacità di riconoscere a quali superfici ancorarsi mentre cresce. D'altronde è ciò che fanno le piante: sfiorano gli oggetti sui quali devono arrampicarsi, come

per saggiare la possibilità di farlo. Solo dopo, se lo ritengono possibile e favorevole energeticamente, iniziano l'arrampicata. Abbiamo anche costruito foglie a base di polimeri plastici che si muovono per interazione con l'umidità dell'aria. E poi c'è un'altra importante scoperta...

### Quella che si può generare elettricità con le foglie delle piante?

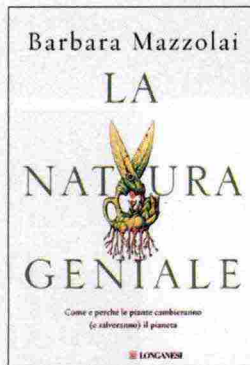
Esatto, se le foglie sono opportunamente stimolate si può generare una tensione fino a 150 Volt. Si deve immaginare la foglia come un condensatore i cui piatti sono lo strato esterno, ossia la cuticola, e lo strato sottostante, l'epidermide. Se tocco la superficie della foglia genero una tensione: è quello che succede quando si elettrizza un maglione di lana nelle giornate fredde e secche. Il problema che resta da risolvere è ottenere una corrente alternata, come quella che abbiamo nelle case.

### Il movimento delle piante è invisibile: come fate a studiarlo per poi imitarlo?

Con la tecnica fotografica del *time-lapse* che accelera il movimento. Ci ha permesso di scoprire come le piante si muovono in risposta a stimoli esterni come gravità, tatto, luce, composizione del terreno, presenza di altre piante. Sono reazioni diverse da quelle degli animali, lente ma efficaci, e quindi sono per la scienza una grande fonte di ispirazione.

### Quali applicazioni della biorobotica sono possibili per la salvaguardia del pianeta?

Prima di tutto quella di capire di più l'ambiente che ci circonda, conoscere la composizione del suolo e dell'aria. Pensi, per esempio, al fatto che molti cibi che mangiamo provengono da piante coltivate in terreni di cui sappiamo poco. Una radice robot potrebbe fornirci informazioni



**IL LIBRO**  
Sottotitolo: *Come e perché le piante cambieranno (e salveranno) il pianeta* di Barbara Mazzolai, Longanesi, 190 pagine, 18 euro.

## IL BIOROBOT POTREBBE FUNZIONARE COME UN ENDOSCOPIO NON INVASIVO PER ESAMI MEDICI MENO TRAUMATICI E PIÙ PRECISI

sull'eventuale inquinamento del suolo così da permetterci di decidere se può essere adibito alla coltivazione di prodotti agricoli. In generale, direi che i biorobot offriranno le conoscenze e gli strumenti per fare stare meglio le piante. Siccome queste ultime sono alla base della catena alimentare, significa che se staranno bene loro staremo meglio noi. Aumenterà il livello della salute.

**Per combattere i cambiamenti climatici occorre assorbire anidride carbonica. E su quello dovremo sempre contare sulle piante, giusto?**

La fotosintesi è un processo complesso attraverso cui un albero giovane e in forte crescita assorbe anidride carbonica per formare zuccheri che diverranno biomassa. Il bilancio netto nel ciclo giornaliero è un sequestro di anidride carbonica.

Di sicuro questo processo può essere, nelle sue varie fasi, una fonte di ispirazione per robot in grado di valutare la composizione dell'atmosfera che ci circonda.

Ma resta il fatto che per contrastare il riscaldamento globale dobbiamo piantare più alberi e ridurre la deforestazione.

**Una scoperta nel campo della robotica che vorrebbe aver fatto lei?**

Mi sarebbe piaciuto realizzare il robot-geco, StickyBot, sviluppato a Stanford. Questo robot imita le caratteristiche del gecko, un eccezionale scalatore che riesce a muoversi su muri e superfici frastagliate e irregolari. StickyBot ha una forma molto simile all'animale, con una lunga coda e quattro zampe formate da diversi polimeri, da fibre di carbonio e tessuto. È in grado di scalare una vasta gamma di superfici a velocità fino a quattro centimetri al secondo. Per realizzare tecnologie ispirate al gecko, i ricercatori americani hanno anche imitato i microscopici peli dalla struttura gerarchica sulle dita, e la coda

che l'animale usa come contrappeso per stabilizzarsi.

**Quali applicazioni saranno possibili in medicina grazie ai biorobot?**

Le faccio un esempio. Il mio sogno è realizzare un robot bioispirato in grado di adattare la propria morfologia all'ambiente che sta esplorando.

In medicina potrebbe essere modificato per funzionare come endoscopio non invasivo. Così una colonscopia diverrebbe meno dolorosa e traumatica e molto più precisa.

**Altri futuri usi delle cyber-piante?**

Potrebbero essere impiegate per prestare soccorso in ambienti pericolosi per gli esseri umani, per esempio sotto le macerie di un terremoto, o in luoghi estremi, come nell'esplorazione spaziale.

**Nel suo libro lei spiega che la biorobotica unisce più discipline...**

Sì, nel mio laboratorio ci sono fisici, biologi, ingegneri con diverse specializzazioni, esperti dei materiali. Non sarebbe possibile imitare la natura senza la capacità di essere un po' tutte queste cose. È un'altra delle lezioni della biorobotica che l'accademia italiana dovrebbe tenere a mente.

**Oltre a farci scoprire le cose incredibili che fanno le piante, e che ora fanno anche i robot, il suo libro racconta le invenzioni di altri scienziati del settore. È più difficile fare la ricercatrice o la divulgatrice?**

Entrambe le cose richiedono impegno. Ho fatto un grande sforzo per scrivere in maniera chiara e comprensibile cose che ero abituata a esprimere in termini tecnici. Io credo che uno scienziato abbia il dovere morale di comunicare a tutti quello che sa. Molte persone non hanno rispetto per il mondo vegetale, e quindi per il benessere del pianeta, perché non possiedono conoscenze adeguate.

**Qual è il suo albero preferito?**

Mi piace il pino marittimo perché ha radici fortissime in grado di penetrare perfino il cemento e le fondamenta degli edifici. Avrebbe però bisogno di ampi spazi liberi, non di essere prigioniero del cemento ai lati delle strade. Amo anche i cipressi e gli ulivi perché sono gli alberi della mia terra, la Toscana.

© RIPRODUZIONE RISERVATA



## A SARZANA PER ALLENARE LA CREATIVITÀ I tre giorni del Festival della Mente

A Sarzana, nel corso della XVI edizione del Festival della Mente (dal 30 agosto al 1 settembre, [www.festivaldellamente.it](http://www.festivaldellamente.it)), la scienziata Barbara Mazzolai, direttrice del Centro di Micro-BioRobotica dell'IIT di Pontedera, terrà, **domenica 1° settembre, alle ore 15, in piazza Matteotti**, l'incontro sui robot del futuro e le piante. Il programma del Festival, il primo in Europa dedicato alla creatività (promosso dalla Fondazione Carispezia e dal Comune di Sarzana), prevede come tutti gli anni anche una sezione per bambini e ragazzi: 20 appuntamenti, tra laboratori, spettacoli e passeggiate, e 6 workshop didattici.