

Fotosintesi artificiale

La scienza si ispira alla natura

La storia della scienza e della tecnologia è ricca di scoperte e di invenzioni ispirate alla Natura. In fondo, l'evoluzione ha avuto miliardi di anni per trovare la soluzione ideale perché ogni organismo sopravvivesse e si adattasse perfettamente in ogni ambiente e situazione. Già Leonardo da Vinci progettò il suo aliante osservando la struttura dell'ala dei chiropteri. Nei pipistrelli di tutto il mondo, infatti, una sottile membrana di pelle (il patagio) è tesa tra le dita dell'enorme mano, le zampe posteriori e la coda. Il grande inventore costruì le sue ali seguendo il medesimo schema: tela per la superficie alare e stecche di legno per tenderla e svilupparla. Un'altra diffusissima invenzione ha un'origine davvero singolare. Di ritorno dalle sue amate passeggiate in compagnia del cane, l'ingegnere svizzero Georges de Mistral, doveva spesso ripulire i vestiti e il pelo del suo amico dai frutti adesivi della bardana, una pianta molto comune in campagna. Un giorno, incuriosito, l'ingegnere osservò al microscopio quelle fastidiose piccole palline e si accorse che erano ricoperte di uncini. Quando entrano a contatto con il tessuto di un vestito o con la pelliccia di un animale, gli uncini si aggrappano saldamente alle maglie o ai peli: è la soluzione geniale che la bardana mette in atto per disseminare ovunque i suoi frutti. Da questa osservazione de Mistral inventò il Velcro che ora chiude e apre con uno strappo i nostri vestiti, le nostre scarpe o le tende da campeggio. All'inventore inglese Percy Shaw dobbiamo un'altra importante creazione ispirata alla natura. Studiando il meccanismo che permette agli occhi dei gatti di riflettere la luce inventò il primo catarifrangente che brevettò nel 1935.

Oggi questa innata attitudine dell'uomo a osservare e copiare la Natura è diventata una vera e propria scienza: la biomimetica. Esistono tessuti impermeabili in grado di pulirsi da soli simili alla superficie della foglia del loto oppure schermi per computer che funzionano secondo lo stesso meccanismo fisico che conferisce alle ali delle farfalle infinite sfumature di colore. Anche le tecnologie che si occupano di energia non sfuggono a questo nuovo corso della scienza.

La fotosintesi naturale

Da miliardi di anni le piante verdi ottengono l'energia necessaria per vivere direttamente dal sole mediante un insieme di reazioni chimiche e fisiche che complessivamente prendono il nome di fotosintesi. Lo schema generale della fotosintesi è molto semplice, il suo funzionamento lo è un po' meno. Le piante combinano sei molecole di anidride carbonica raccolta dall'aria con sei di acqua per ottenere una molecola di glucosio (uno zucchero molto semplice) e sei molecole di ossigeno. Tutto questo processo avviene grazie alla luce del sole. L'energia solare quindi consente che composti semplici e poveri di energia (acqua e anidride carbonica) siano convertiti in composti complessi e molto energetici (lo zucchero). Le piante perciò raccolgono l'energia del sole e la accumulano sotto forma di energia chimica. Noi insieme a tutti gli altri animali respiriamo l'ossigeno liberato nell'aria dalle piante e ci nutriamo direttamente o indirettamente delle molecole energetiche che le stesse producono grazie alla fotosintesi.

Come funziona la fotosintesi

La fotosintesi avviene in piccoli organi presenti nelle cellule vegetali: i cloroplasti. Tra le membrane di questi organelli alcune sostanze colorate, come la clorofilla (verde) e i carotenoidi (rossi) catturano la luce del sole e la trasformano in piccole cariche elettriche (elettroni). Gli elettroni prodotti servono per rompere la molecola di acqua nei suoi due componenti fondamentali: l'idrogeno e l'ossigeno. L'ossigeno viene liberato nell'atmosfera mentre l'idrogeno serve per trasformare l'anidride carbonica in glucosio durante la notte. La quantità di energia solare catturata dalla fotosintesi ogni anno nel mondo è enorme ed è pari a sei volte l'energia consumata dall'intera umanità. La fotosintesi è anche la fonte di cibo di ogni essere vivente perché trasforma in composti organici, quindi assimilabili dagli organismi, circa 115 miliardi di tonnellate di anidride carbonica ogni anno. .

Copiare le piante

L'idea di imparare dalle piante e riprodurre un meccanismo simile alla fotosintesi per ricavare energia dal sole, ha già diversi anni. Tutte le soluzioni sperimentate fino a ora però sono poco efficienti e utilizzano materiali molto rari, costosi o

inquinanti. La sfida da vincere quindi è realizzare un sistema economico, pulito ed efficiente. Il Massachusetts Institute of Technology (MIT), uno dei più importanti centri di ricerca al mondo, sembra avere vinto questa sfida. Al MIT il Prof. Daniel Nocera, che sta da tempo studiando come realizzare una foglia artificiale, ha inventato un dispositivo capace di trasformare ovunque e con poca spesa l'energia solare in elettricità. La foglia di Nocera è minuscola, appena più grande di una carta da gioco, ed è realizzata con materiali poco costosi. Il prototipo realizzato nei laboratori del MIT, a differenza dei suoi precedenti, è stabile e affidabile e ha funzionato ininterrottamente per 45 ore.

Vediamo come funziona. Il cuore attivo della foglia artificiale è costituito da un catalizzatore realizzato con due metalli piuttosto comuni: il nickel e il cobalto. Quando il congegno, immerso in acqua, viene illuminato dal sole, rompe le molecole di acqua e separa l'idrogeno dall'ossigeno. L'idrogeno e l'ossigeno prodotti sono subito accumulati in due serbatoi separati e ricombinati in una cella combustibile che ricava calore ed elettricità dalla trasformazione dei due gas di nuovo in acqua. L'aspetto più ecologico del sistema è proprio l'assenza totale di emissioni nocive e il riciclo continuo della stessa acqua. Queste caratteristiche, unite al costo contenuto della foglia, renderanno il dispositivo molto interessante soprattutto nelle zone povere e aride del pianeta. Il Prof. Nocera, infatti, afferma che con una sola bottiglia di acqua la sua foglia potrà produrre l'energia elettrica necessaria per soddisfare le esigenze di una famiglia nei paesi in via di sviluppo. Abbiamo incontrato il Prof. Nocera e gli abbiamo chiesto di raccontarci la sua fantastica scoperta.

Energia anche di notte

Il limite principale dell'energia solare tradizionale, ovvero quella ottenuta mediante i pannelli fotovoltaici, è la sua intermittenza. Quando il sole non c'è, infatti, i pannelli non sono attivi. Per potere utilizzare anche di notte l'energia elettrica prodotta durante le ore di luce servono accumulatori di elettricità, in pratica grosse batterie. In realtà non esistono accumulatori abbastanza economici ed efficienti perché questa soluzione sia applicabile su vasta scala. Le piante hanno risolto il problema della conservazione di energia costruendo molecole con un livello energetico alto a partire da sostanze povere. In pratica lo zucchero prodotto dalla fotosintesi funziona come una batteria chimica che assorbe e conserva l'energia del sole. La foglia artificiale del Prof. Nocera, quindi, assomiglia al modello naturale anche per questo importante aspetto. La luce del sole è convertita in energia chimica dal catalizzatore e può essere accumulata sotto forma di idrogeno e ossigeno.

Idrogeno dall'acqua

Produrre idrogeno dall'acqua è abbastanza semplice. Quando l'acqua è attraversata da una corrente elettrica continua si liberano ossigeno e idrogeno. Questa operazione si chiama elettrolisi perché rompe l'acqua con l'elettricità, ed è stato studiato dal chimico Michael Faraday nel 1832. L'elettrolisi è facilmente realizzabile. Segui l'esperimento "Elettrolisi dell'acqua".

Anche la foglia artificiale, come abbiamo visto, rompe la molecola di acqua e libera l'idrogeno necessario per alimentare una cella a combustibile. La differenza sostanziale tra l'elettrolisi e la foglia artificiale è però la fonte di energia: la prima utilizza corrente elettrica, la seconda la luce del sole. La prima quindi è costosa, la seconda non lo è perché la luce del sole è gratuita. La fotosintesi artificiale opera perciò una fotolisi dell'acqua, cioè una rottura attraverso la luce.

Le applicazioni future

Abbiamo chiesto al Prof. Nocera quale sarà il futuro energetico dell'umanità e quale il ruolo della sua invenzione. Questa è la risposta che ci ha dato: "In futuro avremo un rapporto diverso con l'energia. Oggi tutti noi otteniamo elettricità dalla presa nel muro attraverso una rete di distribuzione. Significa che da qualche parte c'è una grande centrale che dà energia a tutti, cioè abbiamo un sistema centralizzato. Credo che in futuro ogni persona potrà generare l'energia di cui ha bisogno, autonomamente e dove serve. La mia invenzione va proprio in questa direzione. Con la mia foglia per esempio, servono solo i raggi del sole e l'acqua. Si mette la foglia dentro l'acqua ed essa produce l'energia che serve. In molti paesi poveri non esiste una rete elettrica. La mia scoperta sarà utile soprattutto a loro. In molti si complimentano con me perché desidero aiutare i popoli poveri ad ottenere energia in modo economico e pulito. Io di solito rispondo che in realtà sono i poveri che aiutano me perché se questo nuovo modo di concepire l'energia prendesse piede, allora

anche il resto del mondo capirebbe che esiste la possibilità di rendere la propria vita autosufficiente e sostenibile dal punto di vista dell'energia.”

a cura di Andrea Bellati