

Padova, 4 dicembre 2018

## LA FOTOSINTESI ARTIFICIALE

### Team di ricercatori internazionale alla ricerca del quantasome che cattura energia solare e genera ossigeno

Immaginiamo un tessuto soffice, elastico e poroso, che si auto-assembla galleggiando sull'acqua, e nel fare questo assorbe e immagazzina l'energia solare per produrre ossigeno e idrogeno dall'acqua che lo circonda.

E pensiamo che questo è esattamente quello che la Natura è riuscita a ingegnerizzare nel corso di miliardi di anni, per darci ossigeno, energia e il nutrimento di cui abbiamo bisogno per vivere, insieme ai fiori e i frutti delle piante.

Il cuore della fotosintesi: la scissione dell'acqua è un processo estremamente difficile con dispositivi artificiali. Oltre 100 anni fa, due grandi geni avevano già immaginato tutto questo: *L'acqua sarà il carbone del futuro* (Jules Verne, *L'Île Mystérieuse*, 1874) “una civiltà più moderna, basata sull'uso dell'energia solare che non sarà pericolosa per il progresso e la felicità umana”, (Giacomo Ciamician, *The Photochemistry of the Future*, Science 1912).

Adesso sappiamo che la ricerca per i combustibili solari non è procrastinabile e che non possiamo aspettare una risposta dalla lenta evoluzione dei sistemi biologici.

**Il lavoro nato da una collaborazione internazionale e diretto dalle Università di Padova e Trieste, segna oggi un passo in avanti decisivo.**

**I risultati, pubblicati nella prestigiosa rivista *Nature Chemistry*, identificano alcuni componenti essenziali, una specie di “mattoncini “Lego”, dai quali costruire una architettura a più livelli, con una funzione simile a quella della foglia naturale.** L'idea non è di creare una replica del perfetto sistema naturale, al contrario, quello che si propone è un approccio divergente, che esplori alternative artificiali disegnate con componenti robusti, versatili e regolabili, pronti per essere utilizzati su larga scala per applicazioni reali.

**Marcella Bonchio** è professore ordinario presso il Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università di Padova e responsabile del laboratorio dove si studia la conversione dell'energia solare a partire dall'acqua (<https://twitter.com/nanomolcat>).

«Siamo risaliti ai primi studi di Emerson and Arnold (1932) and Park and Biggins (1964), e abbiamo capito quali sono i requisiti essenziali del sistema, da lì è partita la nostra ricerca del quantasome artificiale» Bonchio precisa che il “quantasome” è l'unità base responsabile della conversione dei fotoni solari. «L'abbiamo costruita mettendo insieme un modulo antenna che cattura l'energia solare integrata con un catalizzatore metallico che agisce generando ossigeno dall'acqua».

**Nicola Armaroli**, direttore di ricerca presso l'istituto ISOF-CNR di Bologna, e riconosciuto internazionalmente come esperto di energie rinnovabili e conversione di energia solare, ha commentato: «L'auto-organizzazione spontanea del sistema dai componenti isolati è affascinante, si



forma un'architettura multistrato che immagazzina l'energia dei fotoni. Questa è la stessa strategia utilizzata dal sistema naturale».

Il lavoro di ricerca stabilisce un nesso fra la catalisi biomimetica e le nanoscienze. «Nel nostro primo lavoro in collaborazione (Nature Chemistry 2010), avevamo promesso di arrivare al sistema attivato dalla luce». **Maurizio Prato**, esperto mondiale per la sintesi di materiali nanostrutturati di carbonio, mette in risalto il passo avanti compiuto adesso: «Abbiamo usato un semiconduttore organico robusto e versatile per costruire nuovi fotoelettrodi che lavorano con fotoni a bassa energia».

**Jean-Pierre Sauvage** dell'ISIS di Strasburgo, ricorda che «la scissione dell'acqua è un obiettivo talmente importante da essere al centro di un lavoro intenso di ricerca in tutto il mondo. Io stesso ho lavorato sull'argomento, con lo scopo di imitare il processo naturale, e posso dire che si tratta di una sfida ardua, con problemi difficilissimi ancora irrisolti».

«Il lavoro di Bonchio, Prato e collaboratori apre una nuova prospettiva, e nuove possibilità. Il sistema supramolecolare, che si auto-organizza in forma, struttura e dimensioni, semplicemente assemblando un catalizzatore molto robusto e una antenna di sensibilizzatori ci mostra una nuova direzione per la fotosintesi artificiale».

Il nuovo materiale si costruisce dai suoi componenti in modo spontaneo, e può essere generalizzato per altre funzioni, non solo per fare ossigeno. Questa è la prospettiva che auspica **Markus Antonietti**, direttore del Max Planck Institute. Antonietti commenta:

«Sono stato tra i primi a conoscere i risultati sulla scissione dell'acqua ottenuti a Padova, e sono quindi sicuro che una svolta importante ci sarà quando lo stesso sistema potrà essere applicato anche per la sintesi di altri prodotti con potenzialità di mercato».

**Il lavoro di ricerca ha coinvolto le università di Ferrara e Messina, gli istituti ITM e ISOF del CNR, il Sincrotrone@Elettra di Trieste, the Graz University of Technology, the University of Erlangen, Germany, e il centro di ricerca CIC BiomaGUNE, San Sebastian, Spain.**

Read more at: <http://dx.doi.org/10.1038/s41557-018-0172-y>; DOI: 10.1038/s41557-018-0172-y

“Hierarchical organization of perylene bisimides and polyoxometalates for photo-assisted water oxidation” DOI: 10.1038/s41557-018-0172-y

VIDEO [https://mediaspace.unipd.it/media/Artificial+Quantasomes/1\\_h56cnxbn](https://mediaspace.unipd.it/media/Artificial+Quantasomes/1_h56cnxbn)

Padova, 4 dicembre 2018

## ARTIFICIAL PHOTOSYNTHESIS TAKES A DEEP BREATH OF SUNSHINE

### International researchers team find *quantasome*, the minimal photosynthetic unit responsible for the “quantum” solar energy conversion

Think of a soft texture, elastic and porous, that shapes itself as easy as floating in water, while capturing solar light and making oxygen and hydrogen. And think that this is exactly what Nature has engineered through billions of years of evolution, to fuel our aerobic life with renewable energy. Solar water splitting by man-made devices is exceptionally difficult. More than 100 years ago, two Giants of all times were setting the bar extremely high: “*Water will be the coal of the future*” (Jules Verne, *L’Ile Mystérieuse*, 1874) “*a quieter civilization based on the utilization of solar energy that will not be harmful to progress and to human happiness*”, (Giacomo Ciamician, *The Photochemistry of the Future*, Science 1912). Now we know that the goal of solar fuels is irrevocable and urgent, and our time-line cannot wait the slowness of evolutionary biology. A definite step forward is now traced by the work of an international team led by scientists at the Universities of Padova and Trieste, Italy.

Their results, published in the journal *Nature Chemistry*, identify the functional “Lego-blocks” that mimics the essentials of the Leaf-machinery. The idea is not to replicate “de-novo” the identical perfection of the biological systems and their fragile architecture. On the contrary, the real game-changer is likely to come from a divergent approach, by exploring artificial alternatives, designed with highly robust, versatile and tunable synthetic components, that are readily up-scalable to application size.

**Marcella Bonchio** is full professor at the Department of Chemical Sciences in Padova and leader of the nano&molecular catalysis lab@UNIPD (<https://twitter.com/nanomolcat>), the group mission is committed to solar light conversion for artificial photosynthesis.

“*We went back at the very first principles of the problem, reading the earliest studies of Emerson and Arnold (1932) and Park and Biggins (1964), and we started our quest for the quantasome particles*” says Bonchio “*the quantasome is the minimal photosynthetic unit responsible for the “quantum” solar energy conversion. We made it by integrating a synthetic antenna to capture the solar radiation and a totally inorganic catalyst that can split water using visible light*”

“*Self-assembly of individual photosynthetic particles into ordered arrays forming a multi-lamellar architecture, is exciting as Nature uses the same strategy to enable solar energy conversion*” says **Nicola Armaroli**, Research Director at the Italian CNR in Bologna and an internationally recognized expert on the photochemistry and photophysics of supramolecular arrays and materials and solar energy technologies.

The research combines bio-inspired catalysis with nanoscience. “*In our first Nature Chemistry paper, in 2010, we promised to let the sunshine in*” **Maurizio Prato**, a world leader in the synthesis of carbon nanomaterials, tells about the major advancement of the team from the “dark” electrocatalysis to the new photo-electrodes. “*In this work we have used a robust and versatile organic semiconductor to fabricate a photoactive framework around the catalytic center to transfer electrons and slow down recombination*”.

**Jean-Pierre Sauvage** of ISIS Strasbourg shares his opinion on the subject: “*water splitting is a long-sought dream, which was one of my research themes long time ago*”. He says: “*It is an extremely arduous process, with many research groups attempting to imitate Nature, but still out of*

*reach. The work by Bonchio, Prato and collaborators opens new perspectives and new possibilities. The self-assembly of a robust sensitizer with an efficient catalyst generates an extremely fascinating and efficient system to oxidize water to oxygen, a fundamental step towards water splitting”.*

The “Lego-block” model can be generalized and applied to alternative targets beyond the biological paradigm. A recent account by **Markus Antonietti** at Max Planck is critical on bio-inspired water splitting being an economical viable solution (*Chem. Rec.* 2018). Antonietti comments: “*I was one of the firsts to be aware of the research breakthrough by the Padova’s group, and I am looking forward to see new applications in the direction of valuable products, better targets than just oxygen. “The concept is there, the new step off, leaving the protein space out, is done. We shall see new progress soon”*”

The work stems from a valuable interdisciplinary effort, including scientists of the University of Ferrara, Messina, the ITM and ISOF CNR institutes, the Elettra-Sinchronon in Trieste, the Graz University of Technology, the University of Erlangen, Germany, and CIC BiomaGUNE, San Sebastian, Spain.

Read more at: <http://dx.doi.org/10.1038/s41557-018-0172-y>; DOI: 10.1038/s41557-018-0172-y

“Hierarchical organization of perylene bisimides and polyoxometalates for photo-assisted water oxidation” DOI: 10.1038/s41557-018-0172-y

VIDEO [https://mediaspace.unipd.it/media/Artificial+Quantasomes/1\\_h56cnxbn](https://mediaspace.unipd.it/media/Artificial+Quantasomes/1_h56cnxbn)



**AMMINISTRAZIONE CENTRALE**  
AREA COMUNICAZIONE E MARKETING  
SETTORE **UFFICIO STAMPA**  
Via VIII febbraio, 2 – 35122 Padova  
[stampa@unipd.it](mailto:stampa@unipd.it)  
<http://www.unipd.it/comunicati>  
tel. 049-8273066/3041



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA**



Il gruppo di ricerca del Nano&Molecular Catalysis Lab di Padova