Prolusione del prof. Maurizio Prato, ordinario di chimica organica

Chimica e Nanotecnologie: nuove frontiere per la medicina e per l'energia

Mentre la Chimica è una scienza antichissima, e, potremmo dire, profondamente legata all'uomo e alle sue conquiste (pensiamo, ad esempio, all'invenzione del fuoco, cioè al fenomeno della combustione), le Nanoscienze rappresentano uno sviluppo relativamente

recente nel panorama scientifico: infatti, solamente grazie alla messa a punto di sofisticatissimi microscopi è stato possibile vedere e manipolare oggetti piccolissimi.

Le sinergie possibili fra queste due importanti discipline possono portare a risultati straordinari: attraverso la modificazione chimica intelligente di oggetti nanometrici è possibile ottenere risultati utili nella nostra vita di tutti i giorni. Per illustrare questo concetto, possiamo fare due esempi, uno nel campo dell'energia e uno nel settore della medicina e della salute.

Immaginate una fibra 50mila volte più sottile di un capello umano, ma costruita con i più forti legami che esistano al mondo, una nanofibra che conduce elettricità e calore con prestazioni elevatissime, attraverso un reticolo perfettamente organizzato e fatto solo di atomi di carbonio. Sono i nanotubi di carbonio, che non esistono in natura, ma oggi sono prodotti a livello industriale in tutto il mondo (figure 1 e 2).

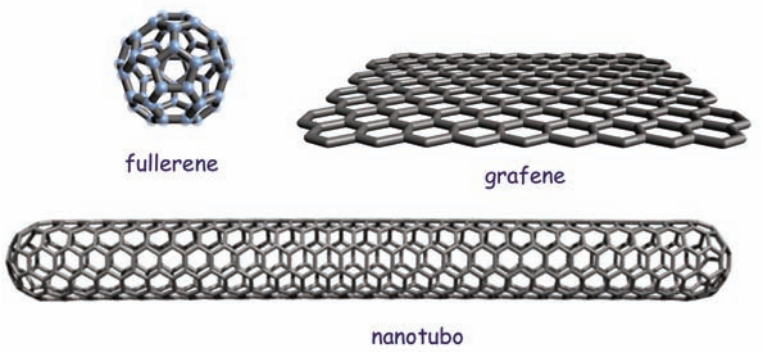

Figura 1. Nanoforme del carbonio

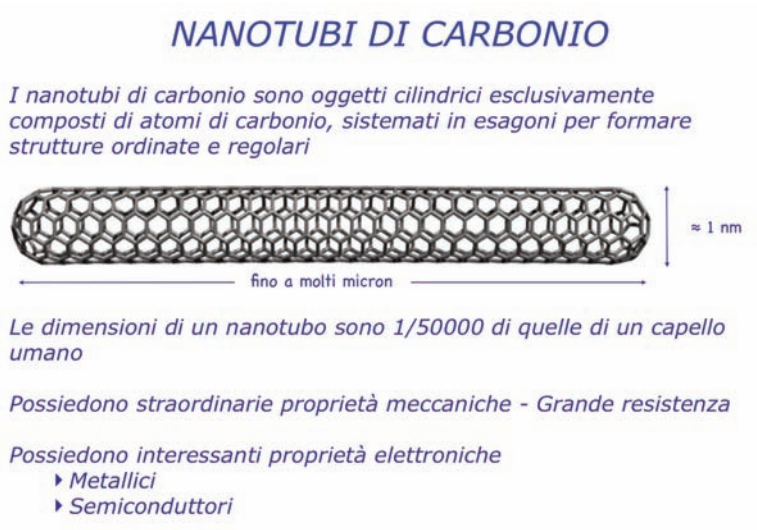

Figura 2. Caratteristiche dei nanotubi di carbonio

Si tratta di un materiale che ha rivoluzionato il modo di pensare ai materiali. Per effetto di una resistenza meccanica eccezionale, fibre intrecciate di nanotubi di carbonio trasformano il tessuto ordinario di una giacca in un giubbotto anti-proiettile.

Grazie ai nanotubi di carbonio i micro-chips e i circuiti elettronici che conosciamo si faranno ancora più piccoli, per immagazzinare molte più informazioni e velocizzare il trasferimento di dati, di conoscenze, di contatti.

Questa è la rivoluzione delle nanotecnologie, il mondo dell'infinitamente piccolo che ci permetterà di costruire una nuova frontiera del futuro, per migliorare la vita, la medicina e l'energia (figura 3).

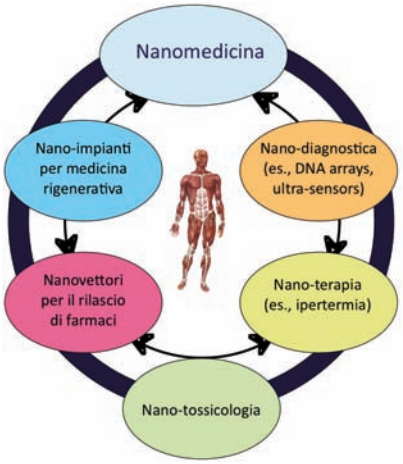

Figura 3. Settori della nanomedicina

Nanotubi e Neuroscienze

Poiché i nanotubi di carbonio sono in grado di condurre efficacemente la corrente elettrica, insieme al gruppo della professoressa Laura Ballerini della nostra Università, abbiamo dimostrato che questi materiali possono formare giunzioni efficaci con le membrane dei neuroni, un po' come quelle naturali tra cellule. Attraverso tecniche d'avanguardia, riusciamo a collegare i neuroni in vitro e a stimolare la connessione neuronale utilizzando nanotubi di carbonio opportunamente trattati.

I neuroni che compongono il nostro sistema nervoso sono organizzati in modo tale che ciascuna cellula, attraverso ramificazioni molto intricate, stabilisca contatti con i neuroni limitrofi. Questo permette di instaurare una comunicazione anche fra zone nervose distanti tra loro: in caso di lesioni, per esempio a seguito di un ictus o di un trauma, il viaggio del messaggio neuronale può trovare il percorso interrotto e fermarsi.

I nanotubi di carbonio potrebbero essere usati per aggirare l'ostacolo creando una via alternativa, come avviene oggi per i bypass cardiaci: potrebbero accorciare i collegamenti e quindi accelerare il viaggio dell'impulso elettrico, potenziandone l'effetto.

Anche le interfacce macchina-cervello, usate da chi non può comandare i muscoli a causa di lesioni, potrebbero essere potenziate utilizzando i nanotubi, per aumentare la durata e l'efficacia dei classici elettrodi in metallo usati oggi.

Al momento, stiamo preparando strutture ibride per lo sviluppo di nuove protesi, per controllare la generazione di segnali neuronali e potenziare la formazione di sinapsi (figura 4).

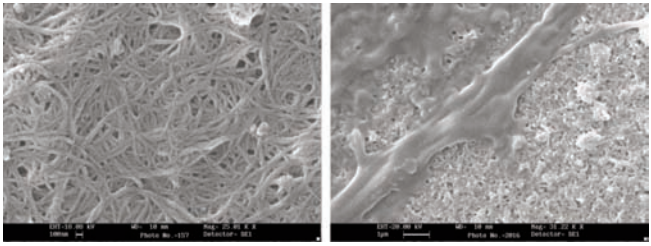

Figura 4. Nanotubi di carbonio su vetro (sinistra) e fibre neuronali cresciute su nanotubi di carbonio (destra)

Nanotubi per l'energia

Abbiamo utilizzato i nanotubi di carbonio per intrecciare il tessuto della foglia artificiale e riprodurre in laboratorio la fotosintesi clorofilliana. Attraverso questo processo le piante utilizzano la luce solare per trasformare acqua e anidride carbonica in ossigeno e carboidrati, permettendo così di produrre moltissimi elementi vitali per l'uomo, gli animali e la natura stessa.

La nostra sfida più urgente è proprio in questo ambito, produrre energia sostenibile e atmosfera pulita con la luce del sole. I nanotubi di carbonio hanno permesso di costruire il cuore artificiale del processo fotosintetico, dove pigmenti colorati, con la stessa funzione della clorofilla, sono organizzati e connessi da una rete efficiente di nano-fili elettrici. Questi risultati, nati dalla collaborazione con l'università di Erlangen, in Germania, sono molto promettenti e attualmente in fase di sviluppo in prototipi.

Ma siamo anche andati oltre, abbiamo mirato dritto al vero problema, quello di sfruttare l'energia solare per convertire l'acqua in combustibile pulito, ovvero idrogeno.

Come tutti sanno, l'acqua è formata da atomi di idrogeno e ossigeno, che sono uniti da legami molto forti e, infatti, l'acqua è un composto stabile, reperibile in larga quantità e distribuito in larghe zone del pianeta.

L'energia del sole, convogliata dalla fitta rete di nano-fili elettrici, può essere usata per scindere l'acqua nei suoi componenti, in un

processo che porterebbe alla produzione continua di idrogeno e ossigeno, in condizioni pulite, limitando quindi la nostra dipendenza dai combustibili fossili, aprendo nuove prospettive di benessere e di pace. Questo è l'obiettivo di ricerca che stiamo realizzando, in collaborazione con la dott.ssa Marcella Bonchio del CNR e dell'Università di Padova. La produzione di idrogeno da fonti rinnovabili come luce solare e acqua sarebbe fondamentale come sorgente alternativa di energia per riscaldamento e trasporto, per un futuro sostenibile e a costo zero per l'ambiente (figura 5).

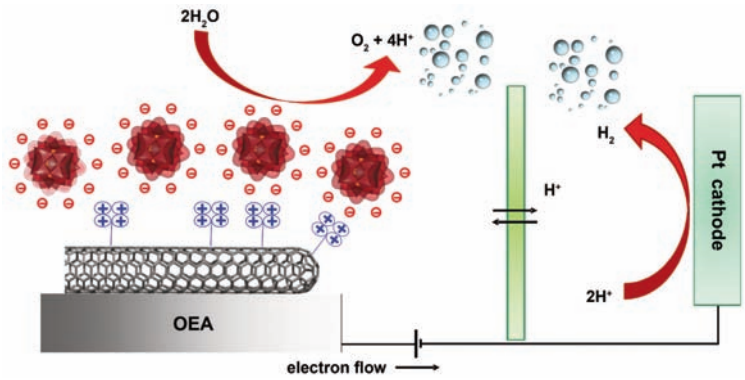

Figura 5. Elettrodo per dividere l'acqua nei suoi componenti

Sulla base delle promettenti scoperte, brevemente discusse in questo intervento, auspichiamo che l'integrazione fra la Chimica e le Nanoscienze possa effettivamente contribuire al progresso di settori straordinariamente importanti come la salute e l'energia.