

# E se i nani fossero più di sette?

Partendo dagli stessi elementi del vivente e attraverso una diversa architettura la nanoscienza copia la natura. E svolta

di **Roberto Cingolani\***

► Madre natura ha a disposizione circa 100 tipi di atomi per costruire tutto quello che conosciamo. Del centinaio di atomi esistenti, ce ne sono alcuni di gran lunga più utilizzati: idrogeno ed elio nell'universo, ossigeno, silicio, alluminio e ferro sulla crosta terrestre e carbonio, ossigeno, idrogeno, azoto, calcio e fosforo, nei sistemi biologici. Con questi ultimi sei elementi l'evoluzione è riuscita a differenziare tutti gli organismi viventi e tutti i materiali organici. La spiegazione delle infinite diversità e varietà che madre natura ci propone sta quindi nell'architettura e non negli elementi stessi. La comprensione di ciò è oggi alla base di una rivoluzione culturale che sta pervadendo ogni aspetto della nostra vita e definendo il futuro della nostra civiltà: la rivoluzione nanotecnologica.

Per capire di cosa si tratta, partiamo da alcune considerazioni. Madre natura ha scelto ossigeno, carbonio e altri elementi semplici per costruire il più potente computer parallelo del pianeta (il nostro cervello) e non il silicio su cui si fonda l'elettronica dei moderni computer artificiali. O ancora un osso si plasma divenendo lungo come il femore, piatto come un dente o flessibile come un capello pur avendo la stessa composizione. Questi processi sono l'effetto della capacità di madre natura di organizzare atomi e molecole sulla scala del miliardesimo di metro in modo funzionale, ordinato e controllato.

Le scienze cosiddette esatte conoscono da tempo questi meccanismi, ma nel passato hanno mantenuto delle barriere fra le varie discipline quali fisica, biologia e chimica. La forza trainante della rivoluzione nanotecnologica deriva dal fatto che gli scienziati hanno iniziato a uniformare i propri orizzonti e hanno unito i propri sforzi verso ricerche di tipo fortemente interdiscipli-

nare. Il valore finale di questo approccio è immenso. Ha posto infatti le basi di un nuovo sapere tecnologico che oggi sta pervadendo moltissimi campi di applicazione proprio grazie all'imitazione di quella capacità della natura di trasformare elementi semplici, economici e abbondanti in strutture complesse auto-generanti, auto-riproduttori e auto-riparanti.

Dal punto di vista tecnico la chiave di volta è stata il controllo dei metodi di sintesi, assemblaggio e misura di atomi e molecole su scala atomica. La nanotecnologia è infatti un insieme di metodologie mirate al controllo della materia sulla scala del nanometro (miliardesimo di metro). Ma vediamo alcuni esempi rappresentativi di nanotecnologie.

Uno dei settori maggiormente impattati dalle nanotecnologie è l'elettronica. Grazie al miglioramento delle tecnologie litografiche (litografia elettronica, a raggi X, near field ottica...) l'industria elettronica raddoppia il numero di elementi circuitali contenuti in un circuito integrato ogni due anni, consentendo così il continuo aumento di

prestazione dei sistemi elettronici a parità di costo e consumo. Le principali multinazionali dell'elettronica hanno raggiunto standard di produzione di massa con risoluzioni dell'ordine di 0,25-0,18 micrometri (milionesimi di metro), e si prevede a breve di aumentare ulteriormente la risoluzione a 0,15-0,13 micron. Questo significa che un chip di 1 centimetro quadrato può virtualmente contenere circa un miliardo di elementi. Nelle telecomunicazioni si stanno sviluppando dispositivi che permetteranno di avere frequenze di trasferimento dei dati dell'ordine dei 5 Terabit/secondo (miliardo di miliardi al secondo), con le quali sarà possibile avere internet ad altissima velocità e dispositivi elettronici e fotonici di dimensione nanometrica, che consentono di processare segnali a 1 elettrone o fotone riducendo drasticamente le potenze elettriche di alimentazione e di funzionamento. Si stanno inoltre affermando nuove tecniche di fabbricazione e assemblaggio di nuovi materiali sia di tipo organico che inorganico, con controllo delle loro proprietà su scala atomica e molecolare. Ad esempio dagli scarti dei vegetali - ricchi di cellulosa - oggi potremmo già realizzare tutti i prodotti plastici che si realizzano con la lavorazione del petrolio, ma con funzionalità molto più ampie. Nell'ambito dell'industria meccanica le applicazioni spaziano in ogni settore grazie alla possibilità di assemblaggio di queste tecnologie dall'elettronica ai nuovi materiali. Fra questi, quelli (fibre di carbonio o grafene) ad altissima durezza e bassissimo peso specifico mediante inclusione di nanoparticelle in sistemi a fibre per ottenere mezzi a basso consumo e ad alta resistenza meccanica. Un altro ambito dalle enormi potenzialità è quello delle applicazioni medico-sanitarie, con la possibilità di interventi a livello di singolo evento biologico. Si tratta di una sfida di portata unica, che in futuro rappresenterà la vera forza trainante per lo sviluppo delle nanotecnologie e che consentirà un miglioramento considerevole delle capacità diagnostiche e terapeutiche, con la possibilità di diagnosi e cura in vivo direttamente all'interno del corpo umano con metodi non invasivi e con effetti collaterali estremamente limitati se non assenti. Le prospettive che aprono queste tecnologie sono quelle di uno sviluppo di qualità e realmente sostenibile.

\* Direttore scientifico Iit, Istituto italiano di tecnologia di Genova

© RIPRODUZIONE RISERVATA

## La prima volta a Camogli



festival della  
COMUNICAZIONE  
Camogli, 12-13-14 settembre 2014

Roberto Cingolani, direttore scientifico dell'Iit, è intervenuto ieri alla I edizione del Festival della Comunicazione ([www.festivalcomunicazione.it](http://www.festivalcomunicazione.it)), ideato e diretto da Rosangela Bonsignorio e Danco Singer. Oltre 60 gli ospiti, tra giornalisti, blogger, social media editor, economisti, scrittori, filosofi, semiologi, scienziati ed esperti di comunicazione per fare il punto su come cambieranno nei prossimi anni la trasmissione dei saperi, la formazione, i media, il marketing, il nostro modo di relazionarci con gli altri. Oggi, ultimo giorno della manifestazione, parleranno anche Paolo Costa, Edoardo Montenegro e Pierluigi Vaccaneo su il «metodo Tw Letteratura», il semiologo Paolo Fabbri che analizza il linguaggio politico nella conferenza «Il segno all'offensiva: le forme e le forze»; gli economisti Salvatore Bragantini e Alessandro Penati dialogano su «Economia e finanza: e se ci facessero capire qualcosa?»



La natura costituisce un'inesauribile fonte di ispirazione per il design di materiali e strutture innovative, e per trovare soluzioni a svariati problemi di tipo ingegneristico

**Tecnologia bioispirata**



**Marcatore per diagnosi precoce**

Le nanotecnologie applicate alla pratica clinica sono una delle strade più promettenti per la lotta contro il cancro. Un esempio sono le particelle d'oro che individuano nel sangue del paziente i segnali di tumore, rendendoli visibili anche quando sono presenti in minima quantità come negli stadi iniziali della malattia o di una recidiva. Le nanoparticelle d'oro si trovano sulla superficie di un chip e sono chimicamente programmate con un recettore dell'anticorpo, in modo tale che sono in grado di attrarre specificamente le proteine marker circolanti nel sangue

La ricerca nel campo degli umanoidi è arrivata fino al punto di replicare i gesti umani e le inflessioni del viso, per permettere un'interazione più realistica possibile. Il processo di comprensione della nostra natura è la parte più interessante dello studio di questi umanoidi, realizzati anche grazie alla



Umanoide



**Dalla verdura alla bioplastica**

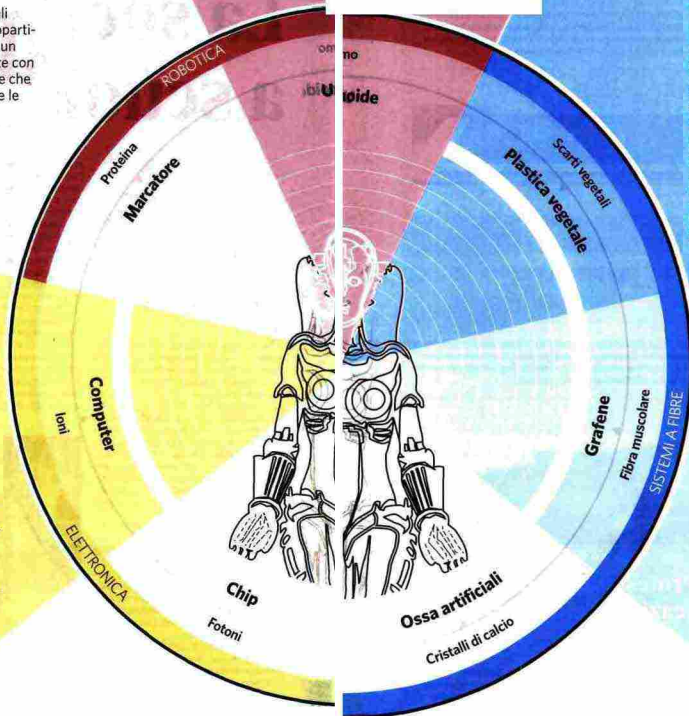
Caffè, prezzemolo e cannella bastano per dare origine a una plastica 100% vegetale. Sulla base dei vegetali usati e delle nanoparticelle con cui questi vengono arricchiti si possono ottenere plastiche con proprietà antiossidanti e antimicrobiche oppure sterili. E non mancano quelle con la capacità di assorbire i metalli pesanti dispersi nell'acqua o essere adatte per inserire chip, sfruttando le caratteristiche magnetiche. In futuro si potrebbe arrivare alla realizzazione di contenitori per alimenti anch'essi commestibili



**Il computer quantistico**

**Il computer quantistico**

Quando passeremo dai computer che effettua calcoli utilizzando non circuiti elettronici, ma singoli atomi? Quando la scienza sarà in grado di sfruttare le leggi della meccanica quantistica per ottenere risultati che, nell'informatica "tradizionale", sarebbero impossibili o enormemente difficili da ottenere. Per arrivare al computer quantistico occorre innanzitutto avere a disposizione dispositivi costituiti da uno o pochi atomi (solo a quelle minuscole scale, infatti, si manifestano le proprietà quantistiche della materia) in grado di effettuare le operazioni di base



**Grafene**

Per ottenere i muscoli artificiali i ricercatori hanno utilizzato dei lunghi cilindri di grafene (una forma del carbonio) uniti tra loro e riempiti di paraffina. I tubi sono stati poi intrecciati a formare dei fili che si contraggono in 25 millisecondi se sono percorsi da una scossa elettrica o se aumenta improvvisamente la temperatura. L'ultimo avanzamento sono piccole corde fatte con fibre di ossido di grafene annodate tra loro. Questo filato è molto resistente ma allo stesso tempo molto elastico ed estensibile, come la fibra muscolare



**Chip alimentati dalla luce**

I transistor ottici interamente alimentati con la luce aprono a un futuro in cui si potranno realizzare circuiti che operano con la logica di tipo neuronale e funzionanti sullo scambio di fotoni. Il dispositivo si basa su particelle quantistiche dette polaritoni, che nascono dalla forte interazione tra radiazione e materia, e rappresentano una sorta di trasportatori di luce all'interno dei semiconduttori. Assemblando tre transistor polaritonici è possibile realizzare i circuiti noti come porte logiche And e Or, che sono i mattoni fondamentali della logica binaria delle operazioni alla base di ogni computer



**Ossa artificiali**

L'osso umano è un modello biomimetico al quale molti ricercatori si ispirano per il design e l'ingegnerizzazione di nuovi materiali. È costituito da cristalli di idrossiapatite (Hap) nanometrici (componente inorganica) e da molecole di collagene (componente organica). I cristalli di Hap hanno una particolare forma piatta e allungata, e seguono un'organizzazione sfalsata nella matrice proteica. Le dimensioni, la forma e la disposizione di questi cristalli non sono frutto del caso, ma sono frutto di un processo naturale volto all'ottimizzazione delle proprietà meccaniche e delle funzionalità del materiale

**Simboli chimici di Dalton**

La chimica di base



Carbonio



Ossigeno



Idrogeno



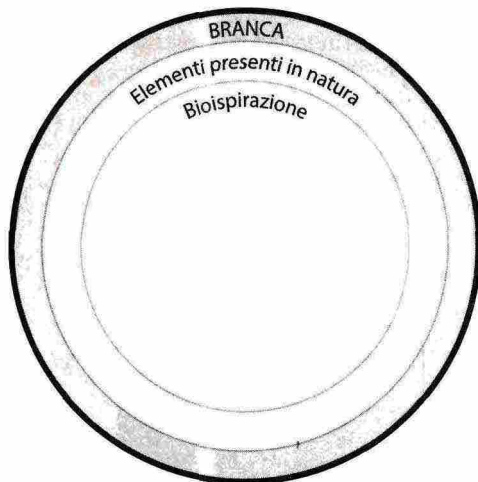
Azoto



Calcio



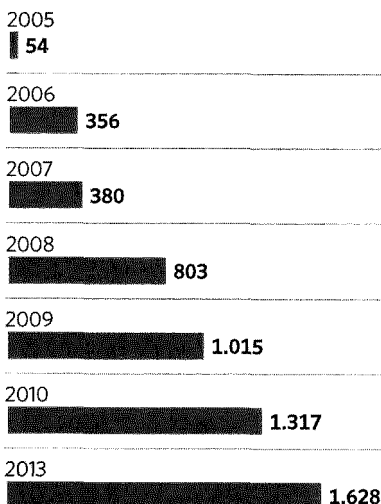
Fosforo



Il progetto europeo Nanopinion è parte di un più ampio processo di divulgazione sulle nanotecnologie, organizzato dalla Commissione europea e che interessa i principali paesi europei (per l'Italia, l'attività di comunicazione è di Nòva e di Moebius, la trasmissione di scienza di Radio 24), fino alla fine del 2015. La divulgazione comprende una serie di iniziative, tra cui incontri pubblici, attività scolastiche e altri eventi per raccogliere i pareri dei cittadini europei sul futuro sviluppo delle nanotecnologie. Per saperne di più: [www.moebius.eu](http://www.moebius.eu)

**LA CRESCITA**

Numero di prodotti

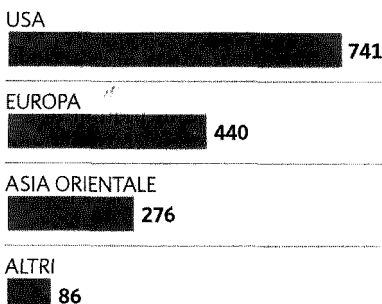


**PRODOTTI PER BAMBINI**

29

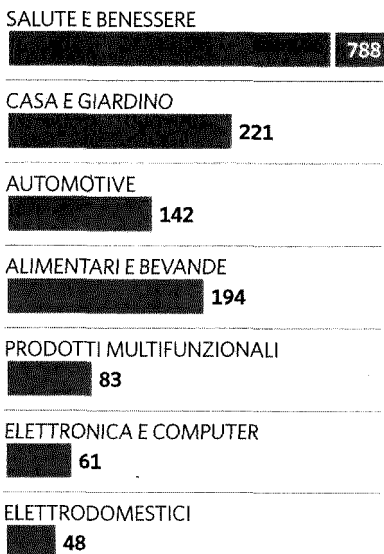
**I PAESI PRODUTTORI**

Numero di prodotti



**LE CATEGORIE**

Numero di prodotti



**I NANOMATERIALI PIÙ COMUNI**

Numero di prodotti

