

Nanotecnologie

Prodotti
Promesse
Preoccupazioni

DOSSIER

DI GIOVANNI PELLEGGRI E MICHELA LURASCHI

L'invisibile è ormai palpabile. Un po' come nel film *"Tesoro, mi si sono ristretti i ragazzi"*, gli scienziati sono riusciti a farsi piccoli e penetrare e modellare l'universo delle singole molecole o addirittura degli atomi. Questa nuova disciplina si chiama nanotecnologia e ha saputo riunire attorno allo stesso tavolo ingegneri, informatici, biologi, chimici e fisici in uno spazio non più largo di 100 nm (cioè 0,0001 mm). A queste dimensioni, le sostanze possono acquistare proprietà completamente diverse, aprendo nuove possibilità per lo sviluppo di materiali innovativi: i nanomateriali di sintesi. Sul mercato esistono già una varietà di prodotti basati su questo concetto, come cosmetici, materiali più resistenti ma più leggeri, imballaggi che consentono una maggior conservabilità degli alimenti. Anche le prospettive future sono molto interessanti: sono in fase di sperimentazione nuovi materiali più efficienti per la produzione di energia e in medicina si stanno sviluppando nuove forme di somministrazione di farmaci antitumorali capaci di scovare le cellule cancerogene ed eliminarle in maniera mirata. C'è però anche chi chiede di non rincorrere ciecamente queste promesse ma di esaminare con calma tutte le possibili implicazioni che i prodotti nanotecnologici potrebbero avere sulla salute dell'uomo e sull'ambiente. Questo dossier vi invita a conoscere il nanomondo, i suoi prodotti, le sue promesse e le nostre preoccupazioni.



Fullerene: una sfera di 60 atomi di carbonio dal diametro inferiore a 1 nanometro

Ma quanto è piccolo un nano?

Per misurare il nanomondo non servono i millimetri e nemmeno i millesimi di millimetri. Si adopera il miliardesimo di metro, chiamato appunto nanometro. È strano a dirlo, ma nel piccolo c'è tanto spazio. Non ci credete? Pensate che in un nanometro potete mettere ben 10 atomi o se preferite ci stanno un milione di protoni (costituenti degli atomi)! Ma quanto è piccolo un nanometro? Prendete un capello e guardatelo. Il suo diametro è circa di 0,05 mm. Ora immaginate di dividere quel capello in 10'000 parti uguali. Ecco otterrete così un oggetto grande 5 nanometri. Difficile da immaginare? Allora proviamoci diversamente. Le nostre un-



ghie crescono 0,3 mm/mese. È una velocità irrisoria, invisibile, ma non per un'ipotetica nanopersona. Laggiù, nel piccolo, anche le cose più lente assumono un ritmo frenetico. Visto dal basso, le nostre unghie crescono a 110 nanometri al secondo! Una nanoimmensità! Tanto per (dis)orientarci ancora un po'... per costruire un minuscolo batterio ci vogliono 1'000 nanometri! Ma con soli 70 nanometri abbiamo già un virus. Il nostro DNA è largo solo 2 nanometri mentre 1'700'000'000 è la vostra altezza misurata in nanometri. Quanto è grande dunque un nanometro? Molto più piccolo di quanto riusciamo ad immaginare.

1 nanometro = 1 miliardesimo di metro



I prodotti e le promesse: i nanoprodotto del futuro

Tesoro, mi si è ristretta la tecnologia

Le nanotecnologie sono destinate a influenzare l'evoluzione di molti campi, dai materiali di base per gli indumenti fino alla medicina. Questo significa che potrebbero avere un enorme potenziale economico. Sta per nascere una nuova generazione di prodotti di uso quotidiano. Eccone alcuni esempi.

• ABITI

Giacca leggera con aerogel di silice composta dal 99% di aria e che assicura anche l'isolamento termico. Pantaloni da sci per temperature estreme grazie alle membrane permeabili e al biossido di zirconio. Camicie trattate con la ciclodestrina che ingloba nel tessuto i cattivi odori o l'umidità, neutralizzandoli. Calze con nanoparticelle di argento per un'azione antibatterica.

• SPORT

Sci, biciclette e racchette da tennis leggeri e resistenti, ma anche più flessibili, costruiti con nanotubi al carbonio (cento volte più solidi e sei volte meno pesanti dell'acciaio).

• PNEUMATICI

Pneumatici costruiti con materiali compositi e rinforzati da nanoparticelle di silice resistenti all'usura.

• COSMETICI

Deodoranti antibatterici con nanoparticelle di argento, creme da sole ad alto potere protettivo contro i raggi UV con nanoparticelle di diossido di titanio, smalti per unghie resistenti contenenti ossido di zirconio.

• MEDICINA

Nanoparticelle capaci di colpire direttamente le cellule tumorali e rilasciare un farmaco in maniera controllata o combinata con sostanze fluorescenti che permettono di localizzare con precisione le cellule tumorali.

• DENTISTA

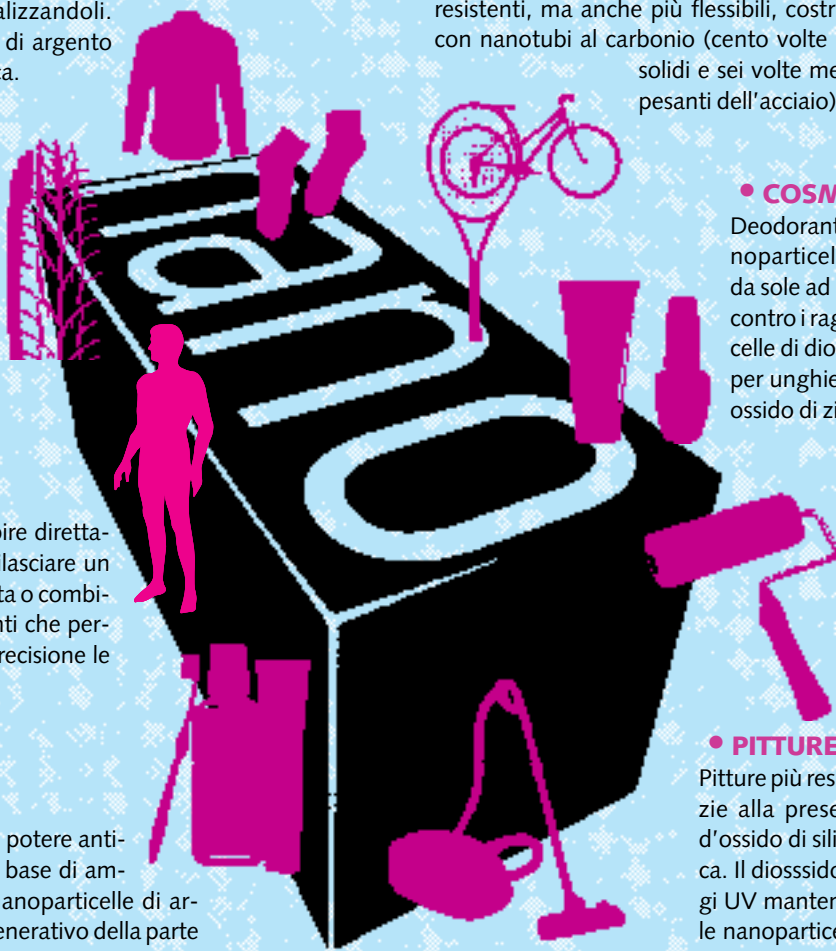
Otturazioni dentali con potere antibatterico (grazie a una base di ammonio quaternario e nanoparticelle di argento) e con potere rigenerativo della parte minerale dei denti (grazie a nanoparticelle di fosfato di calcio).

• ELETTRODOMESTICI

Alcuni elettrodomestici (lavatrici, frigoriferi, climatizzatori e aspirapolvere) sono rivestiti da nanoparticelle di argento nella loro superficie interna per fornire un effetto globale antibatterico e antifungino.

• PITTURE

Pitture più resistenti e antigraffio grazie alla presenza di nanoparticelle d'ossido di silice, di silice o di ceramica. Il diossido di titanio riflette i raggi UV mantenendo il colore stabile e le nanoparticelle d'argento nelle pitture impediscono la crescita di funghi sulle facciate delle case.



Nanorischio o megarischio?

Le preoccupazioni: i pericoli per la salute e per l'ambiente

Tutti vorremmo celle solari meno costose, vestiti leggeri caldi e resistenti, tecnologia efficiente e tascabile, pile che abbiano un'autonomia maggiore, nuove terapie contro i tumori. Sì, la nanotecnologia deve continuare a sviluppare le sue ricerche, ma a condizione che siano vagliati i possibili rischi. Per ora gli esperti concordano su un punto: le nanoparticelle collegate alla superficie o all'interno di un materiale sono molto probabilmente innocue; quelle libere o che si possono "staccare" dai materiali, sotto forma di polveri, rappresentano un potenziale pericolo. Proprio in virtù delle loro dimensioni microscopiche, le nanoparticelle, se liberate nell'ambiente, possono infatti penetrare in tutti i tessuti dell'organismo. Peter Gehr, direttore dell'Istituto di anatomia dell'Università di Berna ha per esempio dimostrato che le particelle di diossido di titanio penetrano attraverso i polmoni nella circolazione sanguigna. Altri esperimenti su animali hanno dimostrato che le nanoparticelle penetrano effettivamente nei tessuti e nelle cellule e che, attraverso il sangue, possono diffondersi in tutto il corpo – persino nel cervello. Prima di inseguire le promettenti possibilità offerte dai nanomateriali di sintesi è quindi fondamentale occuparsi dei loro possibili rischi sulla salute e sull'ambiente.

Pericoli per l'ambiente?

Pensate che bello. Finalmente delle calze che non puzzano più! Si è infatti scoperto che incorporando delle nanoparticelle di argento nei tessuti sportivi si ottiene un'azione antibatterica. Bene! Ma dove finiscono queste particelle quando mettiamo le calze nella lavatrice? Bernd Nowack e il suo team del Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerca (EM-PA) studia i comportamenti delle nanoparticelle nell'aria, nell'acqua e nel terreno. I primi risultati mostrerebbero che in acqua, l'argento o altre nanoparticelle costituite da ossido di zinco reagiscono piuttosto rapidamente con altre sostanze trasformandosi e diventando innocue. Il nanossido di titanio potrebbe invece accumularsi nei sedimenti. Bernd Nowack ha dichiarato in un'intervista a "Webzine Ambiente" che "per questo composto abbiamo bisogno di un'analisi di rischio approfondita: nessuno ha ancora mai studiato come si comporti realmente nell'ambiente".

Kristin Schirmer, responsabile del settore Tossicologia ambientale all'Istituto di ricerche sull'acqua (Eawag) cerca invece di capire se le nanoparticelle riescono a passare dall'acqua

agli esseri viventi, dai pesci fino agli uomini. La ricercatrice ha affermato, sempre sul giornale "Webzine" dell'Ufficio federale dell'ambiente, che per ora non è possibile tirare conclusioni definitive, si sa solo che non sono riusciti a trovare delle nanoparticelle nel nucleo delle cellule, dove potrebbero arrecare danni al DNA. Insomma ambiente e nanotecnologie hanno un rapporto ambivalente.

Da una parte le nanotecnologie permetteranno di sviluppare soluzioni energetiche più efficienti, prodotti più durevoli e quindi con minor impatto ambientale. Offriranno membrane nanostrutturate nel trattamento delle acque reflue e nanoparticelle di ferro per la bonifica dei terreni. Ma dall'altra parte, resta fondamentale capire come le nanoparticelle libere interagiscano con l'ambiente e con l'organismo. L'unica soluzione per intanto è di non smettere di portare avanti le ricerche in questo campo. E tanto maggiore sarà il numero di nanocomposti in circolazione, tanto più importante sarà la ricerca.

Anzi, forse sarebbe opportuno, prima di immettere sul mercato nuovi nanocomposti, analizzare le mille possibili ricadute, coscienti che non tutto potrà essere verificato. Il mondo economico saprà aspettare?



I meccanismi della fotosintesi possono essere riprodotti con le nanotecnologie e utilizzati per produrre elettricità nelle celle solari

Le misure di controllo e le regolamentazioni in Svizzera

La Svizzera è un Paese leader nella nanotecnologia, di conseguenza ha anche sviluppato diversi organi di controllo e svariati progetti di ricerca per valutarne l'impatto. Dal 2008 anche il Consiglio federale e il Parlamento si stanno occupando di nanotecnologia. In particolare, il Consiglio federale ha creato un «Piano d'azione Nanomateriali di sintesi» che indica gli interventi necessari per un utilizzo sicuro delle nanoparticelle. Viste le possibili ripercussioni in diversi ambiti, il piano d'azione è stato elaborato da più uffici federali (sanità pubblica, ambiente ed economia) in collaborazione con un gruppo di lavoro interdipartimentale e con l'aiuto di un comitato di esperti nei campi della ricerca scientifica, della medicina e dell'economia. Nella prima fase si è data la parola alla scienza per riconoscere ed evitare le possibili conseguenze negative dei nanomateriali di sintesi sulla salute e sull'ambiente. Questo è avvenuto attraverso il Programma nazionale di ricerca 64 (Opportunità e rischi dei nanomateriali), il Polo di ricerca nazionale Nanoscienze e con diversi programmi di ricerca europei. È anche stato elaborato un documento per lo smaltimento di scorie industriali contenenti nanomateriali e redatta una guida per la trasmissione di informazioni sulla sicurezza per chi lavora con nanoparticelle. Il piano d'azione è ora stato prorogato fino al 2015. Entro la fine del 2014, un nuovo rapporto aggiornerà i dati e pubblicherà un catalogo di criteri per la valutazione di eventuali rischi per la salute e l'ambiente. La Svizzera ovviamente agisce in collaborazione con l'OCSE (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) e con l'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione ISO. Mentre i programmi di ricerca scientifici lavorano in collaborazione con programmi di ricerca europei e progetti universitari internazionali. Al sito www.infonano.ch, al quale partecipano tutti gli Uffici federali interessati, si possono trovare le informazioni sui diversi aspetti inerenti alla nanotecnologia e ai nanomateriali.

Nanoprodotti nel carrello della spesa?

Come muoversi nel nanomondo

Finora in Svizzera sono impiegati solo pochi nanomateriali nelle derrate alimentari. Il biossido di silicio - considerato innocuo per la salute dell'uomo - viene per esempio utilizzato come additivo in derrate alimentari in polvere. I carotenoidi trovano impiego come coloranti nelle bevande. Le micelle sono utilizzate come vettori di additivi liposolubili, per esempio nelle bevande wellness, salutistiche o sportive.

Questi additivi in scala nanometrica sono impiegati da lungo tempo e ampiamente studiati sotto il profilo tossicologico. In alcune creme da sole con alto fattore di protezione solare, è presente uno strato nanometrico di biossido di titanio come filtro UV. Diversi studi hanno dimostrato che il biossido di titanio non è in grado di penetrare attraverso la pelle sana. Sul mercato degli imballaggi alimentari sono disponibili pellicole protettive e bottiglie di PET che, grazie a metodi di nanotecnologia, formano una barriera impenetrabile per gas e sostanze aromatiche. Nella maggior parte dei casi, le bottiglie in PET sono composte da diversi strati, proprio come un sandwich. Il nanostrato costituisce lo strato intermedio. Pertanto, da questo strato non possono essere liberate nanoparticelle. L'unico materiale autorizzato in Europa in scala nanometrica contenuto in materie plastiche che entrano in contatto con derrate alimentari è il ni-

truro di titanio. Nel 2008, questo materiale è stato analizzato dall'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA). Gli esperti si sono detti certi che le particelle non migrano all'interno degli alimenti.

Un'etichetta per i prodotti nano?

Bisogna dire che la Confederazione non possiede ancora un catalogo completo dei prodotti presenti sul mercato con nanomateriali. A seconda del loro campo di applicazione, i nanomateriali sono già disciplinati dalle disposizioni legislative vigenti in materia per esempio di derrate alimentari, prodotti chimici o agenti terapeutici. È però in corso una revisione dell'ordinanza sui prodotti chimici che prevede una dichiarazione obbligatoria dei nanomateriali in caso di notifica di nuove sostanze e dell'obbligo di annuncio per sostanze e preparati pericolosi. Un tale completamento consentirà di migliorare la visione d'insieme dei nanoprodotti presenti sul mercato.

Nell'UE, vige l'obbligo di caratterizzazione per i prodotti cosmetici dal 2013 e per le derrate alimentari dal 2014. Da quel momento, i componenti in scala nanometrica dovranno essere riportati sull'etichetta con la caratterizzazione «nano». L'Ufficio federale della sanità pubblica sta vagliando la possibilità di introdurre un tale disciplinamento legale ed eventualmente di adattare le relative or-



dinanze anche in Svizzera dove attualmente non esiste un'etichetta per i prodotti nano.

Per saperne di più:

- **Uffici federali:**
www.infonano.ch
- **Fédération romande des consommateurs:**
www.frc.ch/nanotechnologies

E voi, cosa ne pensate?

Siete invitati a dire la vostra e a confrontarvi con tre esperti in una serata informativa dal titolo:

Nanotecnologie: opportunità, rischi e regolamentazione

Auditorium Università della Svizzera italiana
giovedì 8 novembre 2012, ore 20.30

Facendo dialogare il mondo della ricerca, le istituzioni e la società civile sullo sviluppo responsabile delle nanotecnologie, l'incontro desidera creare un dibattito fra attori diversi. Avrete la possibilità di porre le vostre domande a:

- **Andrea Danani, professore SUPSI**
- **Emiliano Feresin, collaboratore TA-Swiss (Berna)**
- **Mario Jäggi, ex presidente ACSI e già direttore del Laboratorio cantonale.**

L'incontro, proposto dall'ACSI e da L'ideatorio dell'Università della Svizzera italiana, sarà moderato da Giovanni Pellegrini (USI).



Andrea Danani
professore SUPSI



Emiliano Feresin,
collaboratore TA-Swiss (Berna)



Mario Jäggi,
ex presidente ACSI
e già direttore
del Laboratorio cantonale.