

Nanotecnologie: effetti su salute e ambiente

Claudia Chiozzotto

Sostanze di dimensioni nanometriche sono già normalmente presenti in natura e da sempre vi entriamo in contatto attraverso diverse attività. Ma che cosa sappiamo del comportamento e degli effetti su salute e ambiente dei nuovi materiali nanostrutturati? L'impianto regolatorio in Europa è stato giudicato adeguato a disciplinare questi nuovi materiali, ma è bene mantenere alto il livello di attenzione e informazione dei consumatori.

Grandi aspettative per le nanotecnologie

Le nanotecnologie non sono un'invenzione degli ultimi anni.

Sebbene il termine sia stato coniato negli anni 60, più di 2.000 anni fa gli antichi romani già utilizzavano nanoparticelle di oro per ottenere speciali effetti ottici e cromatici nel vetro, probabilmente senza saperlo.

Una nanoparticella è una particella di dimensioni nanometriche, cioè dell'ordine di un milionesimo di metro (10^{-9} metri).

Per farsi un'idea di questa dimensione, basti pensare che il diametro di un capello umano è 10.000 volte maggiore di una nanoparticella.

Le nanoparticelle sono, dunque, invisibili all'occhio umano e alle difficoltà di studio correlate a queste loro dimensioni infinitesimali si aggiunge il fatto che a livello accademico non vi è ancora una loro definizione unanimemente condivisa.

Il range dimensionale maggiormente accettato per definire una nanoparticella è 0-100 nanometri, tuttavia sono ancora molte le discussioni accese nella comunità scientifica e anche la definizione legale di nanoparticella resta un dibattito aperto.

Per nanomateriali, invece, si intendono le strutture composte da nanoparticelle delle dimensioni di 10^{-7} - 10^{-9} metri.

Le dimensioni delle nanoparticelle sono molto significative per diversi motivi: la doppia elica del Dna ha un diametro di circa 2 nanometri, le proteine hanno dimensioni di pochi nanometri, un virus misura circa un nanometro, le proprietà ottiche dei materiali sono determinate spesso dalla struttura nanometrica.

La nanotecnologia è la scienza che si occupa del controllo della materia a livello di dimensione nanometrica, che implica quindi una manipolazione della materia a livello atomico e molecolare, non tanto dei singoli atomi e delle molecole, ma di loro aggregati.

Nell'ambito dimensionale dei materiali, le loro proprietà chimico-fisiche possono differire significativamente dalle proprietà dello stesso materiale su scala dimensionale maggiore.

I progressi che si sono compiuti e ancora restano da compiere nella ricerca sui materiali a livello atomico e molecolare aprono, dunque, la strada a un grande numero di nuove applicazioni e scoperte.

Il primo utilizzo di nanoparticelle in ambito industriale risale all'inizio del XX secolo, con la produzione del nerofumo o nero di carbonio (*carbon black*), una polvere di carbonio molto fine utilizzata nelle vernici, seguita, negli anni 40, dalla silice colloidale, un altro ingrediente impiegato nelle vernici.

Nel 1985 sono stati scoperti i "fullereni" (piccoli aggregati di carbonio, C_{60}) e nel 1991 i nanotubi di carbonio, che hanno dato un più forte impulso alla ricerca e alla curiosità degli scienziati per le loro applicazioni sui materiali.

Anche i progressi nel campo dell'elettronica, insieme al significativo avanzamento delle tecniche e degli strumenti di microscopia atomica e a scansione, hanno notevolmente contribuito alla produzione di nanomateriali destinati a specifiche funzioni.

È proprio questa volontà e possibilità di caratterizzare i materiali nella scala nanometrica che distingue il moderno significato delle nanotecnologie dalle precedenti attività chimiche e di ricerca dei materiali.

Le nanotecnologie oggi sono intenzionalmente utilizzate per ottenere un determinato effetto su un prodotto, una particolare funzione o un insieme di applicazioni.

Lo sviluppo maggiore nella commercializzazione delle nanotecnologie è avvenuto negli ultimi dieci anni. Merito soprattutto della straordinaria crescita e dei progressi dell'industria elettronica e optoelettronica. Con lo sviluppo della tecnologia e l'aumento delle funzioni richieste dal mercato, la sfida è quella di produrre strumenti elettronici sempre più piccoli e leggeri, ma con maggiori funzioni e più elevata velocità di processi. Il design dei prodotti di elettronica è diventato via via più esigente nei confronti della funzionalità e le nanotecnologie sono state impiegate con successo per produrre componenti sempre più piccoli e funzionali.

Secondo uno studio pubblicato nel 2004 (Pitkethly, 2004), in tutto il mondo erano più di 1.500 le aziende occupate in ricerca e sviluppo sulle nanotecnologie. Pur non essendo facile distinguere le aziende che si occupano di nanomateriali da quelle che si occupano di nanotecnologie in generale, laddove invece è possibile, è evidente che il loro numero è più che raddoppiato negli anni 90.

I settori nei quali le aziende che si occupano di nanotecnologie risultano principalmente impegnate sono, in ordine di importanza:

- medico e farmaceutico;
- chimico e materiali avanzati;
- informatica e telecomunicazioni;
- energetico;

- automobilistico;
- aerospaziale;
- tessile;
- agrario.

In quale misura le nanotecnologie possono migliorare e dare nuovo impulso a questi settori? Le proprietà innovative dei materiali nanostrutturati sono legate essenzialmente alle loro proprietà superficiali, ma anche alla maggiore superficie di scambio che le nanoparticelle hanno rispetto al corrispettivo materiale massivo.

Esempi di nanotecnologie applicate si trovano da tempo nel settore dell'utensileria industriale di precisione e di trattamento delle superfici, nei sistemi di registrazione digitale, nel settore farmaceutico e in dispositivi a elevata efficienza energetica.

Le applicazioni di successo delle nanotecnologie sono quelle nelle quali la dimensione nanometrica delle particelle o dei materiali determina una migliore prestazione, una maggiore efficienza o una più elevata resistenza nel tempo.

Nanotecnologie: già intorno a noi?

Come si può facilmente immaginare, dalle prime e più specifiche applicazioni industriali le nanotecnologie sono passate ormai a far parte di prodotti di uso comune e sono diffuse in tutto il mondo.

Dai trattamenti anti-appannamento dei parabrezza delle autovetture, all'inclusione di nanoparticelle di argento nelle superfici interne dei frigoriferi o sulle tastiere di apparecchiature informatiche, al trattamento anti-piega o antimacchia di moderni tessuti di abbigliamento, il consumatore si troverà sorpreso di avere già inconsapevolmente a che fare con i frutti delle nanotecnologie nelle sue attività quotidiane.

Biomedicina e farmacia

Le nanotecnologie sono considerate un settore scientifico emergente, con grandi potenziali in un vasto campo di applicazioni, tra le quali l'assorbimento dei farmaci, la diagnostica clinica e la medicina rigenerativa. Sono sempre le piccole dimensioni delle sostanze, manipolate attraverso le nanotecnologie, a creare grandi aspettative in campo medico e farmaceutico: medicinali più facilmente assimilabili, maggiore affinità con l'organo-bersaglio della terapia, possibilità di interazione più diretta e veloce con il materiale cellulare sono solo alcuni degli scenari aperti dalle nanotecnologie in medicina.

Per sostenere le aziende farmaceutiche nello sviluppo di medicinali che utilizzano le nanotecnologie, l'Emea, l'agenzia europea del farmaco, ha istituito un gruppo di lavoro *ad hoc* sullo studio di "nanomedicinali", in modo da individuare le eventuali difficoltà ed esplorare le possibili soluzioni scientifiche e regolatorie.

Al momento, non sono state ancora prodotte linee-guida specifiche per lo sviluppo delle nanotecnologie in medicina e il documento di riferimento in questo settore rimane la "*Reflection paper on nanotechnology-based medicinal products for human use*".¹

I vantaggi delle nanotecnologie sull'efficacia dei farmaci sono dovuti essenzialmente alla minore dimensione delle particelle che veicolano il principio attivo e, quindi, connessi alla cinetica del farmaco: maggiore solubilità e biodisponibilità del principio attivo, aumento dei tempi di contatto tra il principio attivo e l'organo o il tessuto bersaglio, miglioramento dell'accettabilità del principio attivo soprattutto nelle terapie per malattie croniche.

Un altro importante campo di applicazione delle nanotecnologie in medicina è quello della diagnostica per immagini, specialmente in oncologia: un mezzo di contrasto contenente nanoparticelle caratterizzate da un determinato comportamento durante la risonanza magnetica, per esempio, può offrire immagini più dettagliate, affidabili e precise di formazioni tumorali, di quanto non possa fare un mezzo di contrasto tradizionale.

Sempre in oncologia, la minore dimensione delle nanoparticelle consentirebbe una migliore focalizzazione delle terapie radiative.

Alcune ricerche sono in corso sul possibile sfruttamento delle nanotecnologie nello sviluppo di dispositivi impiantabili per il dosaggio di farmaci per malattie croniche come il diabete o per il controllo della temperatura corporea.

In chirurgia, le nanotecnologie si studiano per mettere a punto migliori tecniche di cicatrizzazione e sutura.

Se da un lato la ricerca sta dimostrando che le nanotecnologie in medicina porteranno a una migliore focalizzazione della terapia sul tessuto o sull'organo bersaglio, dall'altro lato molto lavoro è ancora necessario per comprendere la cinetica e la tossicità delle sostanze in dimensione nanometrica.

Ambiente e energia

Le principali applicazioni delle nanotecnologie in campo ambientale sono: nanofiltrazione,² bonifica di suoli e acque, fotocatalisi di inquinanti,³ nanosensori in attività industriali o di bonifica, miglioramento della selettività di pesticidi e ammendanti e risparmio idrico.

¹ Emea (European medicines agency), "Reflection paper on nanotechnology-based medicinal products for human use", giugno 2006, <http://www.emea.europa.eu/pdfs/human/genetherapy/7976906en.pdf>.

² Filtrazione con membrane semipermeabili con pori di dimensione nanometrica.

³ Utilizzo di catalizzatori in forma nanometrica (es. biossido di titanio per abbattimento di NO_x nell'aria).

In campo energetico, le nanotecnologie sono applicate per il miglioramento dell'efficienza energetica e la durata di vita delle batterie e nei pannelli fotovoltaici.

Molte applicazioni di nanotecnologie alle bonifiche di suoli o ad altre matrici ambientali sono state sperimentate in laboratorio e su scala pilota, ma la loro efficacia e sicurezza devono essere ancora confermate in impieghi su larga scala.

Sono molto diffuse, invece, le applicazioni di nanotecnologie nei processi catalitici di abbattimento degli inquinanti atmosferici. Grazie alla maggiore superficie specifica dei materiali nanostrutturati, la loro efficacia come catalizzatori è molto più elevata dei corrispettivi in scala maggiore. Un catalizzatore ampiamente utilizzato è il biossido di titanio (TiO_2), il più comune fotocatalizzatore, che è in grado di disaggregare, per esempio, gli ossidi di azoto prodotti dal traffico veicolare.

Diversi studi ne hanno confermato l'efficacia di laboratorio e su scala pilota, ma mancano ancora conferme sulla sua efficacia in condizioni reali e a lungo termine.

Si ritiene che il trattamento con biossido di titanio di materiali da costruzione e coperture superficiali conferisca ai manufatti un certo potere autopulente e anti-inquinante, grazie all'azione congiunta della luce solare.

Un esempio di applicazione delle nanotecnologie nel settore energetico sono i nuovi semiconduttori a nanoparticelle nei pannelli solari sottili. Questa tecnologia sembra garantire maggiore efficienza e minori costi di produzione.

Elettronica

Le nanotecnologie sono ampiamente applicate in elettronica.

Nems è l'acronimo di sistemi nano-elettromeccanici, successori dei micro-elettromeccanici, nei quali le proprietà elettriche dei semiconduttori sono integrate a proprietà opto-meccaniche sullo stesso substrato di silicio altamente miniaturizzato. Si tratta di piccoli sistemi intelligenti, che combinano proprietà fisiche, ottiche, biologiche, chimiche e meccaniche in uno spazio estremamente ristretto.

Le più moderne tecnologie a Led (*Light emitting diodes*) sfruttano sostanze organiche in scala nanometrica e se ne prevede un ampio uso in fotocamere digitali, telefoni cellulari, navigatori e tutti i dispositivi con piccolo display.

I nanomateriali già utilizzati in prodotti elettronici di largo consumo effettivamente non sembrano essere pericolosi per la salute durante il loro utilizzo, ma certamente se ne deve tenere conto nelle operazioni di manutenzione e nella fase di smaltimento a fine vita.

Nell'industria elettronica, le nanotecnologie sono attualmente utilizzate soprattutto per: processori, memory card, dischi fissi, schermi, coperture antibatteriche con nanoparticelle di argento su tastiere, mouse e telefoni cellulari.

Meccanica, industria aerospaziale e automobilistica

Le nanotecnologie hanno un alto potenziale nell'industria meccanica, soprattutto nell'utensileria industriale. L'applicazione di nanoparticelle di tungsteno, tantalio e titanio rende gli utensili più resistenti, precisi e durevoli.

Anche l'industria degli adesivi può trarre beneficio dalle nanotecnologie, per esempio attraverso la messa a punto di adesivi che possono essere attivati e disattivati secondo le necessità.

Materiali nanoceramici sono usati nell'industria aerospaziale per migliorare l'isolamento termico e in futuro ci potranno essere lubrificanti a nanosfere in grado di rimpiazzare nei motori i lubrificanti fossili, con un considerevole vantaggio ambientale.

Applicazioni già operative nel settore automobilistico sono i trattamenti anti-appannamento per i parabrezza delle autovetture, trattamenti anti-graffio sulle carrozzerie e le mescole nanostrutturate per gli pneumatici in grado di migliorare l'aderenza e ridurre le distanze di frenata.

Anche i dispositivi antincendio potrebbero giovare di innovazioni nanotecnologiche, con lo sviluppo di materiali auto-estinguenti ignifughi.

Architettura e prodotti per la casa

Sono già presenti sul mercato vetri per infissi che richiedono minore pulizia e manutenzione perché agiscono sulla tensione superficiale dell'acqua, mentre si sperimentano sempre più materiali con capacità di adattarsi alle condizioni climatiche esterne come luce, temperatura e umidità.

I rivestimenti sono un settore nel quale le nanotecnologie trovano molte applicazioni: superfici fotocatalitiche con biossido di titanio, vernici con effetto anti-graffiti, vernici protettive che rallentano l'invecchiamento della plastica, film impermeabilizzanti per la protezione di carta e legno, vernici e coperture antibatteriche che utilizzano nanoparticelle di argento.

Alimentari

Le nanotecnologie attualmente sviluppate in campo alimentare sono principalmente volte a migliorare il valore nutrizionale degli alimenti, a migliorarne il sapore o la sicurezza, oppure a ottimizzare i processi produttivi.

Poche informazioni trapelano dal mondo produttivo sulle effettive applicazioni in campo alimentare e l'Efsa, l'autorità europea per la sicurezza alimentare, ha pubblicato nel 2008 un'opinione sui potenziali rischi derivanti dalle nanoscienze e le nanotecnologie sulla sicurezza alimentare.⁴

⁴ Efsa (European food safety authority), *The Potential Risks Arising from Nanoscience and Nanotechnologies on Food*

and Feed Safety, Scientific Opinion of the Scientific Committee (Question No Efsa-Q-2007-124a) adottato il 10 febbraio 2009.

Mentre le applicazioni delle nanotecnologie direttamente su alimenti e bevande sono ancora in fase di ricerca e sviluppo o prossime a essere presentate al mercato, nel settore degli imballaggi destinati all'industria alimentare l'attenzione per le potenzialità offerte dalle nanotecnologie è maggiore.

Esempi attualmente disponibili di nanotecnologie applicate agli imballaggi alimentari includono bottiglie in Pet per bevande provviste di barriera all'argilla per l'anidride carbonica, nanoparticelle di argento come rivestimento antimicrobico per le confezioni in atmosfera modificata, pellicole con nano-zinco per la conservazione degli alimenti.

Il settore degli imballaggi è quello più promettente per l'avvento delle nanotecnologie nel settore alimentare, ma questo solleva naturalmente anche molti quesiti sulla loro sicurezza a contatto con gli alimenti e sull'effettiva esposizione dei consumatori.

Cosmetici e prodotti per la cura della persona

Il settore dei cosmetici offre un forte esempio di applicazione delle nanotecnologie: ne è un esempio il biossido di titanio utilizzato nei filtri solari. Il biossido di titanio in forma nanometrica ha il vantaggio di essere trasparente e non di colore bianco opaco, come i filtri che usano il suo omologo tradizionale.

L'avvento del nano-titanio nel mondo delle creme solari ha permesso di creare formulazioni più fluide e trasparenti, più facilmante spalmabili e allettanti per i consumatori, a tutto vantaggio della sicurezza e della protezione della pelle.

In seguito ai dubbi sollevati a proposito dell'assorbibilità del biossido di titanio attraverso l'epidermide e, in particolar modo, attraverso l'epidermide danneggiata, l'Sccp (*Scientific committee on consumers' products*) si è espresso sull'opportunità di utilizzare il biossido di titanio come filtro solare.⁵

Un'altra applicazione delle nanotecnologie nei cosmetici sono le nanoemulsioni e i "nanosomi", che, analogamente ai liposomi, hanno il compito di veicolare determinati principi attivi (agenti idratanti, proteine, vitamine) attraverso l'epidermide.

Le nanotecnologie vengono utilizzate anche in prodotti per trattamenti dentali, come dentifrici per denti sensibili o sistemi sbiancanti. Infine, molti cosmetici si propongono come efficaci prodotti anti-rughe, grazie alla presenza di nanoparticelle con un effetto anti-età più efficace rispetto ai cosmetici tradizionali.

Tessili e attrezzatura sportiva

Uno dei primi settori in cui le nanotecnologie sono state pubblicizzate è quello delle attrezzature sportive: racchette da tennis e mazze da golf potenziate con nanotubi di carbonio vantano resistenza mai sperimentata e prestazioni eccezionali.

⁵ Sccp (Scientific committee on consumer products), Opinion on safety of nanomaterials in cosmetic products,

Sccp/1147/07, adottato il 18 dicembre 2007.

In ambito tessile le nanotecnologie si applicano principalmente alla produzione di abbigliamento sportivo, quali calzini e indumenti intimi contenenti nanoparticelle d'argento per un effetto antibatterico, abbigliamento da escursione anti-macchia e anti-spiegazzamento, indumenti sportivi ad asciugatura rapida, o per produrre tessuti speciali con trattamenti impermeabilizzanti su scarpe, valigeria, ombrelli.

Alcune attrezzature sportive possono contenere nanoparticelle, che ne aumentano la resistenza e la prestazione: nanotubi di carbonio nel telaio della bicicletta o sci con nanoparticelle di ossido di silicio per una maggiore flessibilità e resistenza.

Nonostante questa abbondanza di esempi di applicazione delle nanotecnologie in diversi settori merceologici, non esiste ancora una conoscenza completa del numero e dell'esatta natura dei prodotti di consumo presenti sul mercato, poiché in molti casi l'applicazione delle nanotecnologie rientra in brevetti o è coperta dal segreto industriale.

Per rendere il mercato più trasparente e sapere quali prodotti effettivamente utilizzano le nanotecnologie sono stati fatti alcuni tentativi, tuttora in corso, per creare un inventario dei prodotti “nanotech” in commercio.

Il primo in ordine cronologico e il più riconosciuto database internazionale è quello di Woodrow-Wilson,⁶ che raccoglie informazioni su oltre 800 prodotti trovati in commercio e che si dichiarano frutto di nanotecnologie.

Una seconda pubblicazione molto utile per avere una panoramica dei prodotti “nano” presenti sul mercato europeo è un lavoro del 2007 dell'agenzia danese per l'ambiente.⁷

Anche Anec⁸ e Beuc⁹, preoccupati da una possibile immissione incontrollata sul mercato dei prodotti frutto delle nanotecnologie, hanno raccolto in un database più di 150 prodotti che affermano di essere costituiti da nanomateriali e che sono presenti nei negozi, o venduti tramite Internet, in Europa.

Effetti su salute e ambiente: piccolo è bello, ma è anche sicuro?

I prodotti delle nanotecnologie devono sottostare alla normativa comunitaria per la protezione dei consumatori, dei lavoratori e dell'ambiente. Ma saranno accettati dal pubblico solo se la regolamentazione risponde in maniera adeguata alle nuove sfide poste dalle caratteristiche delle nanotecnologie, se i produttori possono dimostrare che sono sicuri e se i consumatori li percepiscono come tali.

Accanto alle grandi aspettative sul mondo delle nanotecnologie non mancano, infatti, preoccupazioni per i possibili effetti sulla salute umana e sull'ambiente.

⁶ <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>

⁷ Survey on nanotechnological consumer products, Danish Ministry of the Environment, Environmental Protection Agency, 2007.

⁸ Anec, Association representing Eu consumers in standardization: www.anec.org

⁹ Beuc, Bureau européen des unions de consommateurs: www.beuc.org

Qual è il percorso compiuto dalle nanoparticelle nell'organismo umano? Qual è la loro tossicità? E come valutare l'esposizione umana ai nanomateriali?

È risultato via via evidente che le conoscenze disponibili sul comportamento delle sostanze chimiche non sono sufficienti a ipotizzare il comportamento delle stesse sostanze in forma nanometrica. I nanomateriali sono caratterizzati da proprietà nuove, pertanto possono esporre gli esseri umani e l'ambiente a rischi nuovi.

La maggiore reattività e mobilità delle nanoparticelle rispetto ai loro corrispettivi di dimensioni maggiori fa sì che il loro percorso metabolico possa essere diverso da quello conosciuto. Gli organi bersaglio e i tempi di eliminazione, i meccanismi di accumulo e la ricombinazione in aggregati delle nanoparticelle sono aspetti peculiari che necessitano di ricerche più approfondite.

Il fatto che le nanoparticelle siano della stessa scala del Dna lascia aperta la possibilità che possano interagire direttamente con esso, provocando modifiche eventualmente pericolose al codice genetico.

Un altro problema riguarda gli effetti sull'ambiente: una volta disperse queste particelle che fine fanno?

Purtroppo le risposte a questi interrogativi mancano quasi del tutto.

Per individuare i rischi potenziali insiti nei nanomateriali utilizzati in determinate applicazioni, la Commissione si avvale della consulenza dei comitati scientifici e dei gruppi di esperti della Comunità europea. Nel suo parere del 2005,¹⁰ il Comitato scientifico sui rischi sanitari emergenti e recentemente identificati ("Scenihhr") ha affermato che, nonostante i metodi tossicologici ed ecotossicologici esistenti siano idonei a valutare molti dei rischi associati ai prodotti e ai processi che coinvolgono delle nanoparticelle, potrebbero non essere sufficienti, tuttavia, per far fronte a tutti i possibili tipi di rischio implicati da questa tecnologia. Le attuali procedure di valutazione dei rischi devono pertanto essere modificate per tener conto delle caratteristiche delle nanoparticelle. Lo Scenihhr ha anche identificato le principali carenze esistenti nelle conoscenze indispensabili alla valutazione dei rischi.

Negli ultimi cinque anni i comitati scientifici indipendenti dell'Ue hanno formulato sei pareri sulla valutazione dei rischi dei nanomateriali. Date le lacune ancora esistenti nelle conoscenze, i pareri sottolineano l'opportunità di valutare caso per caso i potenziali rischi dei nanomateriali e raccomandano di effettuare ulteriori ricerche sulla sicurezza.

Il piano d'azione per le nanotecnologie 2005-2009¹¹ ha dato luogo a diversi sviluppi, sia a livello di ricerca e di innovazione sia nell'elaborazione di politiche e dialogo. Il programma d'azione è giunto recentemente a compimento, la Commissione ha pubblicato anche la seconda relazione sull'attuazione per il

¹⁰ *Scenihhr* (Scientific committee on emerging and newly identified health risks), Opinion on the appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and

adventitious products of nanotechnologies, *adottato nel settembre 2005*.

¹¹ *Nanoscienze e nanotecnologie, Un piano d'azione per l'Europa 2005-2009, COM (2005) 243*.

biennio 2007-2009¹² e sta valutando l'opportunità di lanciare un nuovo piano d'azione su nanoscienze e nanotecnologie.

Parallelamente allo sviluppo di piani d'azione e al lavoro dei comitati scientifici per la sicurezza, sullo sviluppo delle nanotecnologie sono stati investiti finanziamenti sia pubblici sia privati. Al momento, però, lamenta la Commissione, gli investimenti da parte di privati sono ancora molto inferiori ai finanziamenti pubblici stanziati sia dalla Commissione che dagli Stati membri.

In altre parti del mondo (Stati Uniti, Estremo Oriente, Giappone, Cina e Taiwan) gli investimenti nello studio delle nanotecnologie da parte di gruppi di aziende ed enti di ricerca sono ben maggiori che in Europa.

Anche il Cen (Comitato europeo per la normazione) ha ricevuto l'incarico di avviare un programma di standardizzazione per le nanotecnologie, incentrato in particolare su terminologia, caratterizzazione di nanomateriali e metodi per valutare e simulare l'esposizione.

Da un riesame della normativa europea per valutare la sua adeguatezza a far fronte alle nanotecnologie, è risultato che l'attuale assetto normativo della Comunità è in grado di coprire in linea di massima i potenziali rischi per la salute, la sicurezza e l'ambiente dei nanomateriali.

Su richiesta del Parlamento europeo sono state introdotte, o sono in corso di valutazione, disposizioni specifiche con riguardo ai nanomateriali per la normativa su cosmetici, nuovi prodotti alimentari e additivi alimentari.

La Commissione presenterà un nuovo esame della regolamentazione nel 2011 e, in funzione delle necessità, potranno essere proposte alcune modifiche normative.

Conclusioni: i consumatori hanno il diritto di sapere

Le nanotecnologie sono destinate ad apportare numerose modifiche ai prodotti con i quali i consumatori entrano in contatto quotidianamente e alle abitudini di consumo.

L'assetto legislativo europeo deve regolamentare i prodotti delle nanotecnologie già in circolazione sul mercato: aspetti molto importanti come la valutazione dei rischi e dell'esposizione, l'etichettatura e gli impatti sulla salute e sull'ambiente devono ancora essere approfonditi.

In attesa che tutti gli eventuali dubbi sui nanomateriali siano chiariti, che le opportune ricerche sull'esposizione e sugli effetti sulla salute siano compiute e confermate, la tutela della salute e la trasparenza nell'informazione devono essere i principi guida del legislatore.

¹² Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo e al Comitato economico e sociale europeo, nanoscienze e nanotecnologie: un piano di

azione per l'Europa 2005-2009. Seconda relazione sull'attuazione 2007-2009. COM (2009) 607 definitivo.

I risultati delle ricerche sui nanomateriali devono essere resi accessibili ai consumatori e a tutti i soggetti coinvolti nella loro regolamentazione. La diffusione dei prodotti di nanotecnologie sui mercati deve essere adeguatamente monitorata.

Le associazioni di consumatori a livello sia europeo (Beuc, Anec) sia internazionale (Tacd)¹³ ritengono opportuno evidenziare la presenza di nanomateriali in etichetta, specialmente quando una normativa verticale già lo prevede, come nel caso dei prodotti alimentari e dei cosmetici. L'etichettatura è auspicata¹⁴ anche per i prodotti con i quali i consumatori entrano in diretto e frequente contatto.

Questa richiesta di etichettatura nel nome del fondamentale diritto di conoscenza dei consumatori non vuole in alcun caso influenzare o aggirare la necessità di una valutazione dei prodotti delle nanotecnologie prima della loro immissione sul mercato.¹⁵

L'etichettatura obbligatoria, almeno fino a quando non sarà stata delineata un'efficace e definitiva regolamentazione delle nanotecnologie, è coerente con il riconoscimento da parte dei Governi del diritto di informazione dei consumatori e della necessità di favorire scelte consapevoli.

Inoltre l'etichettatura dei prodotti frutto di nanotecnologie facilita la tracciabilità di potenziali dispersioni ambientali, esposizione umana ed effetti negativi sull'ambiente e la salute.

L'obbligo di dichiarare in etichetta la presenza di nanomateriali porterebbe a una maggiore trasparenza sugli effettivi impieghi delle nanotecnologie nei prodotti di consumo e aprirebbe la strada alla definizione di realistici scenari di esposizione della popolazione ai nanomateriali.

È necessario che le valutazioni di sicurezza sui nanomateriali siano eseguite da autorità scientifiche indipendenti e che i prodotti di nanotecnologie immessi sul mercato siano sicuri sia per la salute dei consumatori sia per l'ambiente.

Affinché il quadro regolatorio intorno a questi nuovi materiali arrivi alla sua piena definizione, è molto importante stimolare un clima di dialogo e favorire l'accesso ai processi partecipativi di tutti i soggetti coinvolti. Solo attraverso lo sviluppo parallelo di conoscenza, regolamentazione e consapevolezza le nanotecnologie potranno dimostrarsi una storia di successo sia per il mondo produttivo e scientifico sia per i consumatori.

Riferimenti bibliografici

Pitkethly, M. J., "Nanomaterials - the driving force", *Materials Today*, vol. 7, 12, Supplement 1, pp. 20-29, dicembre 2004.

¹³ Trans Atlantic Consumers Dialogue.

¹⁴ Tacd, Doc.No.Nano 01-09 (giugno 2009): Resolution on Consumer Products Containig Nanoparticles. Punto 6:

Mandatory labeling.

¹⁵ Anec, Beuc: Nanotechnology: Small is beautiful, but is it safe? Joint Anec/Beuc position, 20 giugno.