



Nanotecnologie from Vision to Industrial Revolution

La Comunità Europea ha organizzato a Grenoble, lo scorso giugno, una giornata informativa dedicata alla stampa, per spiegare il ruolo che avranno le nanotecnologie nella società industriale di domani. Alla conferenza sono intervenuti Philippe Busquin, commissario europeo per la ricerca, Ezio Andreta, direttore delle attività sulle nanotecnologie della commissione europea, Pascal Colombani, direttore del Cea (French Atomic Energy Commission), e quattro ricercatori europei, che hanno spiegato i diversi aspetti coinvolti nelle nanotecnologie (nanochimica, microelettronica, comunicazione e commercializzazione). La conferenza si è tenuta presso il centro Minatec (Pole d'innovation en micro et nanotechnologie) specializzato in microelettronica ed è terminata con una visita ai laboratori del centro ed a quelli della Trixell, produttrice, fra l'altro, di rilevatori per strumenti ai raggi X. Dal convegno è risultato chiaro che le ricadute industriali della nanotecnologia non devono essere più viste in un miglioramento della produzione attuale, ma in un radicale cambiamento del modo di produrre. La nanotecnologia non è solo miniaturizzazione degli attuali dispositivi, ma anche creazione di nuovi materiali con nuove proprietà, attraverso una procedura di controllo della loro produzione alla scala nanometrica. Tre sono i principali settori industriali nei quali la nanotecnologia è coinvolta: microelettronica, con l'obiettivo di ridurre le dimensioni dei circuiti elettronici e permettere una più veloce trasmissione dei dati e quindi aumentare la potenza di computer, telefono, sistemi automatici ecc.; bionanotecnologia che, attraverso la combinazione dell'ingegneria e della biologia, ha per obiettivo la progettazione di materiali simili a quelli biologici, la messa a punto di farmaci e tecniche di rilascio più mirate e l'aumento della biocompatibilità dei materiali utilizzati nei trapianti; nuovi materiali e dispositivi. Quest'ultimo settore, molto vasto, comprende la messa a punto di nuovi materiali per applicazioni nelle celle solari, nelle fuel cell, per la produzione di magneti "hard e soft", per rivestimenti anticorrosivi o con elevata compatibilità biologica, e per la produzione di strumenti da taglio più duri e sottili; nuovi catalizzatori con elevate prestazioni che possano ridurre l'impatto ambientale delle produzioni industriali e realizzare processi chimici con minore consumo di energia, di materie prime e minori scarti; infine i sensori per aumentare la qualità dell'ambiente, la sicurezza dei processi e delle diverse attività umane e la qualità dei cibi.

Grenoble, un esempio di come dovrà essere la ricerca in Europa

Il centro di ricerca del Cea di Grenoble e il progetto Minatec, secondo Colombani, sono l'esempio di quello che dovrebbe essere la ricerca in Europa: la presenza di una forte ricerca fondamentale accompagnata dalla capacità di realizzare sui suoi risultati trasferimenti tecnologici che hanno portato a successi industriali. Il Cea ha sviluppato il più piccolo transistor (di 18 nm) ed è stata annunciata la creazione del primo *quantum bit*. È stato previsto che fra il 2004 e 2005 saranno necessarie a Grenoble almeno 4.000 persone, di cui 1.000 studenti, 200 insegnanti-ricercatori, 1.200 ricercatori pubblici, con inoltre più di 1.000 posizioni di lavoro industriale direttamente legate alla ricerca e molte altre posizioni industriali indirettamente legate.

La presenza a Grenoble di giganti dell'elettronica, come Motorola, Philips e STMicroelectronics con i loro forti investimenti, dà un'idea dell'importanza del centro. Secondo Colombani nel 2010 rimarranno al mondo solo due o tre grandi centri di nanotecnologia e occorre fare di tutto affinché almeno uno sia europeo. Il centro Minatec realizza la sua multidisciplinarietà anche attraverso la collaborazione con altri centri europei, come Imec in Belgio, NmrC in Irlanda, Csfm in Svizzera e Fraunhofer in Germania. Fra le risorse più importanti di Minatec c'è la piattaforma industriale, per lo sviluppo di processi, che può essere messa a disposizione delle industrie che la richiedono per sviluppare i loro prodotti. Questa piattaforma comprende anche la linea di produzione di wafer di silicio di 200 nm ed una linea per altri materiali, come plastiche e vetro ed apparecchiature per nanolitografia, nanochimica, nanodeposizione, e nanocaratterizzazione. A Grenoble è presente anche la società Trixell che ha messo a punto rilevatori a raggi X *flat panel* costituiti da una matrice di fotodiodi, composta da silice amorfa coperta da uno scintillatore a cesio ioduro.

Nanotecnologie in Europa

Un'analisi concernente le reti di ricerca in Europa nel settore delle nanotecnologie ha individuato 86 reti internazionali. Tenendo conto che ognuna di queste reti mette in media insieme 21 partner, si può dire che in Europa sono attive circa 2.000 organizzazioni, che utilizzano quasi 200 milioni di euro di fondi pubblici, ai quali occorre aggiungere 100 milioni di euro di fondi privati. Busquin ha anche ricordato di avere sollecitato alla recente riunione di Barcellona dei capi di stato europei di aumentare il budget per la ricerca da 1,9 al 3% del prodotto interno lordo. Se questo si realizzerà aumenteranno anche i fondi per le nanotecnologie. Secondo Tim Harper, coordinatore di due network europei di nanotecnologia e direttore della "European Nanobusiness Association", il mercato mondiale delle nanotecnologie sarà nel 2015 di un migliaio di miliardi di euro. Il mercato mondiale attuale delle nanotecnologie è costituito da 455 aziende di cui circa 260 localizzate in Nord America, 120 in Europa e 75 in Asia e nel Pacifico. In Tabella sono riportati i finanziamenti nella ricerca per l'anno 1999 nelle diverse aree geografiche.

Spese di ricerca nel settore delle nanotecnologie nel 1999*

Finanziamenti	Usa	EU
Privati	135	76
Pubblici	60	45
Altri	8	14
Totale	203	135

* In miliardi di euro

Dall'approccio top-down a quello bottom-up

André Gourdon, direttore del gruppo di elettronica molecolare del Cnr di Tolosa, nel suo intervento ha sottolineato, con diversi esempi, il ruolo dell'approccio bottom-up nel futuro delle nanotecnologie. Nel passato si è visto procedere nel settore dell'elettronica seguendo la legge di Moore, con la continua miniaturizzazione dei circuiti e dispositivi, ma oramai arrivati alla dimensione dei 10^{-1} nm la procedura di miniaturizzazione

non è più perseguibile. Occorre cambiare metodologia costruendo ed assemblando a partire dal singolo atomo o molecola. Ossia in alternativa al vecchio approccio top-down si dovrà seguire quello bottom-up. Gourdon ha mostrato la messa a punto di spettroscopie dedicate alla singola molecola, la possibilità di assemblare, a piacimento, su delle superfici atomi e la realizzazione di reazioni con una singola molecola. È stata mostrata la sintesi di una molecola di difenile su superfici di rame a partire da due molecole di iodobenzene. Anche Dieter P. Kern, dell'Institut für Angewandte Physik di Tübingen, nei suoi esempi, ha fatto riferimento all'approccio bottom-up, anche se è convinto che nel futuro saranno necessarie metodologie di preparazione che combinino i due approcci. In particolare Kern ha portato esempi sulla nanolitografia, sui nanofluidi, sulla fotonica, sulla litografia ottica ed *electron beam* e sulle macchine molecolari. Si è convinti che l'approccio bottom-up non solo può portare a strutture più precise, ma anche a nuovi materiali.

L'esigenza di multidisciplinarietà

In tutti gli interventi è emersa l'esigenza della multidisciplinarietà, in particolare, di collaborazione fra fisici, chimici, biologi, biotecnologi e ingegneri. In particolare Andreta si è augurato che possa essere creato, in futuro, il nanotecnologo. La multidisciplinarietà è garantita attualmente dalla collaborazione tramite le reti ed, in futuro, tramite i progetti integrati di gruppi con diverse formazioni e competenze. La presenza nelle reti di centri industriali faciliterà l'amalgama di gruppi di tecnici di cultura diversa. Vincent Bayot, del centro Cermin dell'Università Cattolica di Lova-

nio, ha messo in evidenza che la multidisciplinarietà non deve essere creata costruendo grossi gruppi, ma mettendo insieme gruppi più piccoli già organizzati, in maniera da creare una struttura a frattali, per facilitare meglio il dialogo e la collaborazione.

La catalisi e le nanotecnologie

Di fronte alle insistenze della stampa di portare informazioni sulla ricaduta sociale delle nanotecnologie, Tin Harper ha portato due esempi, entrambi legati ad aspetti catalitici. Il primo è il controllo delle dimensioni e della forma di cristalliti di palladio supportato su carbone allo scopo di aumentare la selettività dei processi dove è utilizzato come catalizzatore e quindi diminuire lo spreco di reagenti e l'accumulo di scarti e sottoprodotti, con tutti i problemi ambientali connessi. Il secondo esempio è stato la messa a punto di catalizzatori Fischer-Tropsch a base di leghe metalliche supportate che hanno permesso di produrre carburanti sintetici a partire da carbone o gas naturale, a costi competitivi rispetto a quelli prodotti dal petrolio. Anche gli interventi di Gourdon e di Kern, nei quali è stata sottolineata l'esigenza di procedure di preparazione di materiali o dispositivi a partire dai singoli atomi o molecole (metodologie bottom-up), hanno evidenziato come le metodologie di preparazione e di caratterizzazione di catalizzatori eterogenei o omogenei supportati possano essere utilizzate anche nella preparazione di nuovi e diversi materiali. Infatti la catalisi ha una lunga tradizione del controllo a livello atomico e molecolare di una reazione chimica e questo è uno dei prerequisiti delle più avanzate tecnologie nanotecnologiche.