



dalla nanotecnologia nuove applicazioni per l'impresa

di Antonella Della Rovere (1)

Gli sviluppi delle ricerche incentrate sulle nanotecnologie (2) e condotte da organismi istituzionali ed imprese private hanno portato alla luce nuovi ed interessanti scenari di evoluzione tecnologica aprendo nuove opportunità di *business* nei settori più disparati (ad esempio, farmaceutico, trasporti, energia, eccetera).

In particolare, nel corso degli ultimi anni, si è andato rafforzando e delineando il carattere multidisciplinare delle nanoscienze (3); sono diventate sempre più comprensibili dai non addetti ai lavori le potenzialità di questi nuovi settori di ricerca, in quanto aumentano le conoscenze specifiche in materia, e si diffonde gradualmente una "nanocultura" (4), intesa come progressiva consapevolezza dei mezzi utilizzati e delle possibilità applicative offerte dalle tecnologie "dell'infinitamente piccolo" nell'impresa.

(1) Con il contributo di Erica Baj e Adamo Lanna.

(2) Col termine "nanoscienze" si intende l'insieme di discipline che hanno ad oggetto lo studio delle caratteristiche e proprietà della materia a livello nanomolecolare. Le "nanotecnologie" rappresentano quella branca delle nanoscienze che si occupa della manipolazione della materia a livello nanomolecolare al fine di ottenere composti e materiali dalle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche particolarmente vantaggiose per lo sfruttamento economico.

(3) Ogni settore delle nanoscienze, ivi comprese le nanotecnologie, richiede da parte dei ricercatori una approfondita conoscenza della chimica, fisica e biologia. Per raggiungere risultati di eccellenza nelle nanotecnologie occorre servirsi di specialisti di ciascuno dei settori elencati in precedenza, oppure formare figure professionali "ibride", in grado di affrontare ciascuna disciplina con una soddisfacente padronanza.

(4) Il termine "nanoculture" è apparso sul sito <http://nanodot.org>. Per approfondimenti sull'impatto sociale e culturale delle nanotecnologie si consulti "NSET Report Examines Impacts of Nanotechnology", in <http://www foresight.org/Updates/Update45/Update45.1.html>.

Gli impatti

L'impatto delle nanotecnologie all'interno della società è appena cominciato e da più parti emergono interrogativi riguardo alle capacità di utilizzo di una scienza così innovativa da parte delle imprese, delle istituzioni e della società in generale. Il passaggio dalla fase pionieristica, di ricerca e sviluppo, alla fase successiva di produzione e commercializzazione su larga scala dei prodotti che si basano sulle nanotecnologie può essere affrontato solo in seguito ad un'evoluzione delle competenze dei soggetti interessati. Superato questo inevitabile periodo di transizione, si potranno analizzare in modo più consapevole le componenti economiche delle nanotecnologie, valutare l'entità dei benefici attesi e stimare i tempi di ritorno degli investimenti in corso.

Nel seguente approfondimento si descriveranno le caratteristiche di abilitatore delle nanoscienze, verificando, con alcuni esempi, i progressi della ricerca in questo campo. Successivamente si affronteranno i temi relativi all'assorbimento culturale delle nanoscienze, presupposto indispensabile per la fase seguente di diffusione e commercializzazione di prodotti "nanotech". Infine, si esamineranno i progressi ottenuti da alcune delle principali imprese che lavorano nel settore delle nanotecnologie, e si cercherà di definire l'impatto nel tessuto economico globale.

L'età dei nanomateriali

I progressi tecnologici sono da sempre contrassegnati dalla scoperta di nuovi materiali. Non a caso, i periodi preistorici sono indicati con la denominazione "età della pietra", "età del ferro", "età del bronzo" e così via. Tuttavia, la semplice scoperta di un materiale non garantisce (e non garantisce) necessariamente un progresso evolutivo: occorre altresì essere in grado di sfruttarne le proprietà per realizzare oggetti o applicazioni capaci di imprimere una "spinta" all'evoluzione tecnologica.

I nanomateriali sono in grado di introdurre nella tecnologia una netta accelerazione grazie ad una peculiare caratteristica: sono abilitatori (5). In particolare, i nanomateriali possono essere utilizzati per modificare le caratteristiche e le proprietà di altri materiali incrementandone le prestazioni. Si potrebbe pertanto affermare che i nanomateriali estendano ed amplifichino le potenzialità di ciascun materiale conosciuto.

Da questo punto di vista, l'"età dei nanomateriali" può ben raffigurare un periodo di veloce cambiamento dei processi di lavorazione, dai materiali al prodotto finito: l'approccio adottato dalle tecnologie dei nanomateriali è di tipo *bottom-up*, in contrapposizione a quello tradizionale, di tipo *top-down* (6). Ne consegue che la fabbricazione di materiali "intelligenti", in quanto nati con tale differente approccio, consente di trarre vantaggi finora sconosciuti da materiali che si consideravano già ampiamente sfruttati nella produzione industriale; sul nuovo approccio sistematico introdotto dall'"Età dei nanomateriali" si veda la Tavola 1.

Le caratteristiche di abilitatore dei nanomateriali possono essere spiegate attraverso esempi di prodotti già in fase di commercializzazione.

La Nano-Tex (7), un'impresa all'avanguardia nell'industria tessile, produce tessuti intelligenti (8), in grado di durare indefinitamente. Il motivo di tale durata sta nel trattare il tessuto con nanoparticelle, che conferiscono proprietà antistatiche. In questo modo la stoffa può evitare molti cicli di lavaggio, e si deteriora in tempi più elevati. I tessuti Nano-Tex, inoltre, sono manipolati in maniera tale da non sguaiarsi, e in questo modo non necessitano di stiratura, altra caratteristica che ne migliora la longevità.

L'impresa Nanoledge (9) ha sfruttato le proprietà delle strutture a nanotubi per scopi commerciali, ad esempio, potenziando (con nanotubi) le fibre delle corde di racchette da tennis, rendendole più resistenti e migliorandone le capacità di sostenere la pressione delle palle. In questo modo le *performance* dei giocatori migliorano e le racchette durano più a lungo.

I due esempi dimostrano come le nanotecnologie non producano materiali nuovi, ma contribuiscano a migliorare le prestazioni di materiali già esistenti, a testimonianza dell'appellativo di "abilitatore".

È ipotizzabile che le imprese che sfruttano le novità nanotecnologiche avranno possibilità di acquisire van-

taggi competitivi nei confronti delle altre imprese. Tuttavia, è altresì comprensibile una fase iniziale di adattamento da parte dei clienti. Per tale motivo si rende necessaria, parallelamente alla ricerca di nuove soluzioni tecnologiche, un'evoluzione di ordine culturale da parte del mercato.

L'evoluzione delle competenze

Per poter assimilare ed accettare culturalmente la cosiddetta "nanorivoluzione" occorre innanzitutto comprenderne i confini, l'ambito di applicazione, la portata e gli obiettivi. A tale scopo, si prospetta l'esigenza di formare e preparare le imprese, i cittadini e le istituzioni alla convivenza con i "prodigi" dell'infinitamente piccolo. Questo processo potrebbe essere risolto introducendo (gradualmente) nella vita di tutti i giorni quei prodotti dall'"effetto benefico" [ad esempio, nel settore medico, *biochips* e sensori capaci di monitorare lo stato di salute generale del paziente, oppure nanomateriali in grado di migliorare le prestazioni dei farmaci, eccetera (10)], e materiali nuovi che migliorino la qualità della vita (ad esempio, tessuti che non necessitano di lavaggio perché trattati con nanomateriali ad azione antibatterica). Osservare, capire ed apprezzare i vantaggi delle nanotecnologie contribuirebbe a rendere "familiari" ai più, con il conseguente assottigliamento delle barriere culturali alla loro diffusione.

Una fase parallela a quella formativa, appena descritta, riguarda la necessità di stimolare la collaborazione tra le imprese che si occupano di ricerca e sviluppo nell'ambito delle nanoscienze, e di formare figure professionali nuove, i cui contorni non sono ancora del tutto nitidi. Un punto strategico riguarda il potenziale di fascinazione che le nanotecnologie potrebbero esercitare nei confronti dei giovani: si potrebbero stimolare gli studenti ad affrontare un percorso di studi multidisciplinare, che abbracci materie quali la chimica, la fisica e la biologia, analizzate alla luce della loro applicazione tecnologica. Le Università potrebbero istituire corsi di laurea *ad hoc*, stimolando le iscrizioni alle facoltà "neotecnologiche" e dischiudendo nuove prospettive di carriera in un settore (quello delle scienze "classiche") da tempo stagnante.

Infine, bisognerebbe convogliare gli sforzi dei ricercatori verso soluzioni che portino al miglioramento della qualità della vita ed al raggiungimento di una maggiore sicurezza dei cittadini (11). Se, da un lato, le nanotecnologie hanno le potenzialità per poter migliorare la qualità della vita, dall'altro, potrebbero contribuire alla nascita di un nuovo "*digital-divide*", ovvero uno scenario di tecnologia di separazione ("*nanodivide*"). Sui possibili effetti delle nanotecnologie si veda la Tavola 2.

(5) Si consulti: Teresko J., *The next material world*, in <http://www.industryweek.com>.

(6) L'approccio *top-down* è tipico dell'industria microelettronica. I prodotti realizzati in questo settore tendono a rimpicciolirsi sempre più per acquisire nuove caratteristiche di maneggevolezza e praticità d'uso. Ad esempio, il telefono cellulare si è evoluto in termini di maggiori funzionalità racchiuse in un prodotto sempre più piccolo. L'approccio *bottom-up*, tipico delle nanotecnologie, parte da semplici molecole per assemblare materiali in grado di autoreplicarsi ed organizzarsi seguendo schemi e meccanismi già studiati in biologia.

(7) Il sito internet è: <http://www.nano-tex.com>.

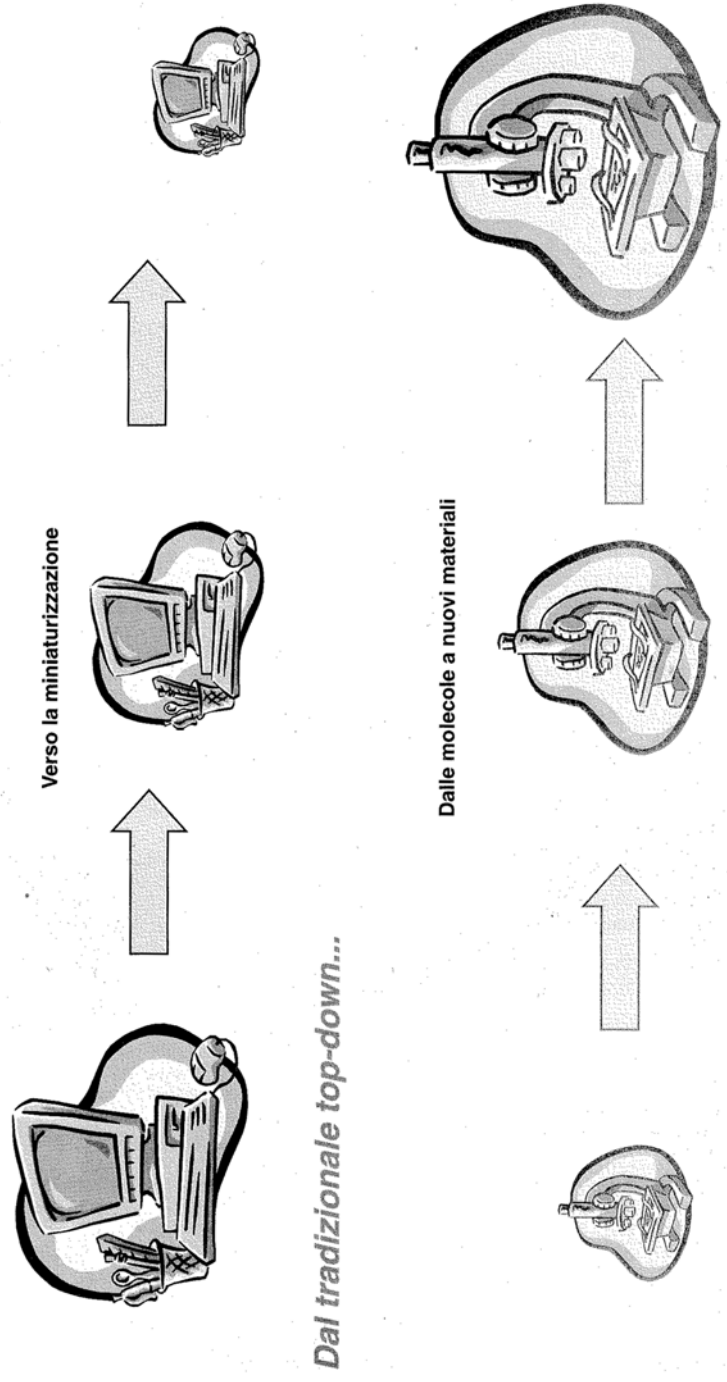
(8) Lo slogan della Nano-Tex è: "*intelligent fabrics, better living*".

(9) Il sito internet è: <http://www.nanoledge.com>.

(10) Si veda <http://www.nanotech-now.com/current-uses.htm>.

(11) Secondo la *National Science Foundation* (NSF) la nanotecnologia ha "*the potential to enhance human performance, to bring sustainable development for materials, water, energy, and food, to protect against unknown bacteria and viruses, and even to diminish the reasons for breaking peace*".

Tavola 1 - L'era dei "Nanomateriali": un nuovo approccio sistematico



Dal tradizionale top-down...

all'approccio di tipo bottom-up.

Tavola 2 - I possibili effetti dell'uso delle nanotecnologie



Nanobusiness

Le imprese stanno avviando progetti finalizzati ad includere le nanotecnologie nell'ambito delle proprie attività, per migliorare i prodotti oggetto del proprio *business* o per aggiungere a tali prodotti nuove caratteristiche, che dal mercato sono accolte come nuove potenzialità.

Gli esempi sono numerosi e testimoniano la volontà delle imprese di sfruttare appieno l'occasione di distinguersi nel mercato come organizzazioni innovative e all'avanguardia.

Ad esempio, la Motorola (12) ha diffuso un comunicato (13) in cui annuncia di aver sperimentato un *chip*, che sfruttando un'avanzata nanotecnologia, è in grado di migliorare le prestazioni della memoria dei cellulari e di aprire le porte ad una generazione di *chip* più longevi, piccoli, flessibili e performanti.

Questi prototipi potrebbero essere sperimentati anche su periferiche di rete, palmari, *notebook* eccetera, e sarebbero in grado di far compiere un ulteriore passo avanti alle imprese del settore delle telecomunicazioni: la maggiore autonomia delle batterie, l'utilizzo flessibile e memorie più capienti sono prerequisiti per lo sviluppo, ad esempio, di reti locali *wireless* dotate di maggiore *appeal* e con funzionalità e servizi più efficienti. La maggior memoria potrebbe essere usata, ad esempio, per offrire ai clienti applicazioni nuove sui cellulari senza costi aggiuntivi, garantendo alle imprese un ritorno economico potenzialmente consistente.

Nel settore della biologia molecolare, la *Nanogen* (14) ha sviluppato una *workstation* che si basa su *NanoChip* capaci di effettuare in automatico un *set* di azioni richieste per *test* biologici.

L'automatizzazione consente, da un lato, di risparmiare tempo nella lettura dei saggi biologici e, dall'altro, di abbattere i costi derivanti dalla ripetizione delle analisi. La facilità di utilizzo, unita alla flessibilità del *software*, permette di sfruttare le proprietà del *chip* in diversi tipi di saggi biologici.

Le testimonianze di sviluppo di nuovi prodotti ottenuti grazie alle potenzialità delle nanotecnologie sono numerose; tale sviluppo di prodotti fa sì che l'interesse dei Governi e delle Istituzioni sia elevato, perché si prefigurano prospettive economiche allettanti.

Annualmente, gli Stati Uniti destinano milioni di dollari alla ricerca sulle nanotecnologie. Rispetto al 2003, il *budget* previsto per la *National Nanotechnology Initiative* per il 2004 subirà un incremento del 9,5%. In particolare il *Department of Energy* e la *National Science Foundation* saranno favoriti dal maggior incremento relativo di *budget* allocato.

La Tavola 3 riporta lo schema di *budget* previsto, dal quale si possono ricavare alcune indicazioni relative all'andamento delle ricerche negli U.S.A.

Anche nell'Unione Europea sono previsti finanziamenti per la ricerca. In particolare, la Commissione europea ha pubblicato un invito a presentare proposte nell'area "*Nanotecnologie e nanoscienze, materiali multifunzionali basati sulla conoscenza e nuovi processi e dispositivi di produzione*" (15).

L'impegno delle istituzioni internazionali in riferimento delle nanotecnologie avvalorerà ulteriormente l'ipotesi che gli investimenti in tale campo costituiscano una spinta all'innovazione che le imprese sono chiamate a perseguire per rimanere competitive.

(12) L'indirizzo internet è: <http://www.motorola.com>.

(13) La notizia è stata pubblicata in <http://www.nanoinvestor-news.com>.

(14) Si consulti <http://www.nanogen.com/products/workstation.htm>.

(15) Questo settore di ricerca fa parte del programma specifico "Integrare e rafforzare lo Spazio europeo della ricerca". I bandi di ricerca sono consultabili al sito <http://www.europa.eu.int/eurlex/it/obj/index.html>.

Tavola 3 - Investimenti previsti nel 2004 dagli Stati Uniti nelle nanotecnologie (16)

<i>Destinazione</i>	<i>Budget (17) effettivo 2003</i>	<i>Budget previsto 2004</i>	<i>Differenza tra il 2003 e il 2004</i>	<i>Differenza percentuale</i>
<i>National Science Foundation</i>	221	247	26	11,8%
<i>Defense</i>	243	222	-20	-8,3%
<i>Energy</i>	133	197	64	48,1%
<i>National Institutes of Health</i>	65	70	5	7,7%
<i>Commerce</i>	69	62	-7	-10,1%
NASA	33	31	-2	-6,1%
<i>Agriculture</i>	1	10	9	900%
Altri dipartimenti	9	8	-1	-16,7%
Totale	774	847	74	9,5%

(16) Tavola ripresa da <http://www.nano.gov/>, con modifiche.

(17) I valori sono espressi in milioni di dollari.