

# Ricerca sui materiali e innovazione industriale in una nuova economia basata sulla conoscenza

R. Tomellini

## UN NUOVO MODELLO DI SVILUPPO ECONOMICO

Adam Smith e David Ricardo<sup>(1)</sup> vedevano nella tripartita capitale-terra-lavoro la base per la creazione di ricchezza. L'importanza di queste due ultime risorse si sta sempre più relativizzando a chiaro vantaggio di una nuova risorsa: la conoscenza. Capitale e conoscenza sembrano costituire il binomio vincente per lo sviluppo nel nuovo secolo. La *Silicon Valley* californiana può essere vista come la palestra di tale nuovo modello economico, dove le banche hanno cominciato a finanziare imprenditori con idee (in un immaginario ormai diffuso: dei brillanti neolaureati) non solo con credito, ma anche con capitale di rischio. Questa *new economy* è al contempo una *net economy*, un'economia che si giova di un dinamismo eccezionale introdotto dal commercio elettronico che ha un effetto dirimpante e sconvolgente su molti parametri essenziali degli scambi di beni e delle prestazioni di servizi.

La distanza perde di significato. Ogni prodotto può arrivare e/o essere prodotto dovunque nel mondo, annullando una tradizionale discriminazione geografica tra centro e periferia del mondo. Nuove e inaspettate occasioni di *business* si aprono, così come nuove minacce a posizioni di mercato che sembravano consolidate e acquisite per sempre. D'altro canto, il tempo si contrae e un'interattività teoricamente istantanea diventa vincente. Ciò comporta una rincorsa della massima efficienza in tutti i passaggi della *value chain*.

L'intermediazione, tradizionalmente connessa con aumenti di costo per il sistema, cessa di essere necessaria e viene rimpiazzata da contatti diretti o sistemi ibridi per i quali si propongono nomi quali *infomediazione*<sup>(2)</sup> o *autoinfomediazione*.

Gestire informazioni diventa più importante che trasportare beni. I compratori guadagnano potere, per i venditori si presentano nuove opportunità. Se, infatti, la ripartizione del mercato è oggetto di contendere nella dura lotta della competitività, il volume del mercato non è fisso e può essere aumentato stimolando una domanda di beni e servizi a sempre maggiore valore aggiunto. E la messa in rete può certamente aumentare il volume (e anche il valore?) degli scambi.

## UNO SVILUPPO RESPONSABILE

Questi cambiamenti non possono avvenire senza porsi l'interrogativo di che mondo si voglia costruire nel prossimo cinquantennio e per le prossime generazioni.

<sup>(1)</sup> Ricardo, D.: Prefazione a "On the principles of political economy and taxation", prima edizione, Londra, 1817.

<sup>(2)</sup> Mougayar W., "Aggregation Nation. A non-trivial pursuit: turning information into electronic markets", *Business 2.0*, 1 marzo 2000.

Renzo Tomellini,

Direzione Generale della Ricerca, Commissione Europea, Bruxelles

Occorre perseguire uno sviluppo sostenibile, cioè una capacità di produrre beni e servizi senza generare externalità negative e quindi danni o costi per il sistema.

Non è, infatti, più pensabile di protrarre schemi di sviluppo che -per esempio- comportino la degradazione dell'ambiente (è l'obiettivo "0 waste") o obblighino la collettività a sborsare fondi per riparare ai danni causati da imprenditori sconsiderati. Il potere pubblico è in questo chiamato ad assolvere alle sue responsabilità nell'analizzare informazioni, elaborare prospettive, raccogliere il consenso e adottare regole appropriate.

Del resto la competitività non può che essere di sistema. L'impresa non può trovarsi in condizioni di vincere la battaglia della competitività sul mercato globalizzato senza regole e norme adeguate, uno sviluppo armonico ed equilibrato, infrastrutture appropriate o un sistema educativo di qualità. Quest'ultimo punto è particolarmente critico. Infatti, né la ricerca né l'innovazione né la produzione di ricchezza in una società basata sulla conoscenza possono sussistere senza un'efficace formazione di professionalità adeguate che va assicurata sia per giovani da inserire nel mondo del lavoro, sia per la riqualificazione continua di chi è già attivo, ma rischia di non tenere il passo con le sfide e le occasioni che le nuove tecnologie portano con sé.

Se è concessa una tautologia ... in un sistema che deve essere solidale con l'impresa, l'impresa deve essere solidale con il sistema. Il concetto di sostenibilità si pone quindi al cuore stesso della nuova società della conoscenza: meno materie prime, meno consumi, meno impatto sull'ambiente, migliori prestazioni, migliori risultati, maggiore sicurezza e così via, per unità di valore prodotto.

Qualità invece di quantità. Non si può adottare un modello di sviluppo che sia unicamente quantitativo. L'esempio della "mucca pazza" fornisce un esempio emblematico dell'errore di un tale approccio e basta da solo a condannarlo. Ecco dunque il grande bisogno di ricerca, ma anche di responsabilità che l'entrare fino nell'intimo della materia impone. Dalla qualità e sicurezza dei processi industriali alla manipolazione del genoma, bisogna che la coscienza etica sia attenta e attiva. Molte delle incertezze che caratterizzano il mondo d'oggi scaturiscono da una mancanza di visione sulla realtà in mutazione. Da un lato una navigazione senza bussola rischia presto o tardi di portare al disastro, dall'altro continuare a leggere e interpretare la realtà nuova con strumenti vecchi, non agevola il compito né di chi è chiamato a decidere né di chi deve operare.

## UN DINAMISMO COSTANTE E ACCELERATO CHE PREMIA LA QUALITÀ

L'innovazione in una società basata sulla conoscenza ha fatto l'oggetto di una recente comunicazione della Commissione<sup>(3)</sup>. Ma parlare di conoscenza significa necessariamente parlare anche di produzione della conoscenza, e dunque di ricerca, che ne è matrice. Parlare di creazione di ricchezza

<sup>(3)</sup> COM(2000) 567 finale del 20 settembre 2000.

MEMORIA

5/2001

significa parlare di imprenditoria e di gestione, quindi di innovazione industriale senza la quale qualunque buona idea rimane sterile e qualunque buon risultato di ricerca rimane dormiente in una relazione o al massimo fa l'oggetto di una -pur utile- pubblicazione.

L'innovazione, l'introduzione di nuove tecnologie comporta una costante "rivoluzione culturale", un'abitudine al cambiamento, flessibilità di menti innanzi tutto, ma anche di strutture e di organizzazione. La ricerca, già in quanto attitudine mentale al cambiamento e progresso continui, in quanto produttrice di conoscenza, in quanto via per stabilire nuove connessioni con operatori in campi i più diversi è lo strumento principe per entrare nel circolo virtuoso dell'innovazione. Abbandonata ogni tentazione "tayloristica" di vedere lo sviluppo tecnologico come un fenomeno lineare dalla ricerca di base all'applicazione industriale, si può vedere il fenomeno di produzione di conoscenza come un processo continuo con infinite possibilità di *spin-offs*. Si tratta, dunque, di un circolo virtuoso o di un circolo vizioso: chi possiede conoscenza la può impiegare per produrre nuova conoscenza e per produrre ricchezza, chi è fuori di tale circolo rischia di non entrarci.

Sappiamo che accanto all'introduzione di nuove tecnologie, l'altra principale sfida di fronte alla quale si trovano le imprese è la globalizzazione. Anche qui il circuito virtuoso innescato dalla ricerca stimola l'internazionalizzazione dei contatti e degli approcci, soprattutto in quanto strumento per aumentare il valore aggiunto e la qualità di beni e servizi. Infatti, in un mercato che diventa globale la scelta è teoricamente infinita, la concorrenza è "perfetta" (almeno dal punto di vista della teoria economica) e la qualità diventa il fattore discriminante per il successo imprenditoriale.

Queste considerazioni sono ancor più vere per i Paesi europei nei quali il mondo produttivo si trova confrontato nell'arco di pochi anni con variazioni importanti quali quelle legate alla nascita dell'Euro, che ha inter alia eliminato la possibilità di utilizzare la valuta come arma a sostegno della competitività sui mercati internazionali, per esempio con una svalutazione.

Sarà quindi solo investendo nella qualità, intesa nell'accezione più ampia possibile, che le imprese europee riusciranno a difendere i loro mercati tradizionali e a espandersi sul mercato globalizzato. Per dare uno *slogan*: o crescere in qualità e diventare la *boutique* del mondo oppure essere pronti a dover competere con i Paesi emergenti su mercati spesso di retroguardia.

#### NUOVI TIPI DI ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

Un'economia e una società basate sulla conoscenza non possono non avere nuove regole di funzionamento e nuovi sistemi di misura della loro efficienza. E questo non è facile. Se i miglioramenti marginali possono essere cari a strutture conservatrici basate sulle conoscenze implicite, un'impresa nuova non potrà che mirare a innovazioni sostanziali che permettano salti tecnologici con elevate redditività.

Succede per esempio che le imprese non vogliano più coprire tutti gli aspetti della produzione: ognuna si concentra sul suo *core business* e in questo sul segmento che assicura maggior valore aggiunto e maggior rendimento. La produzione viene quindi organizzata in rete e le imprese manifatturiere incominciano a sembrare delle imprese di servizi.

Includendo in questa visione anche gli organismi di ricerca, ecco che si vengono a costituire dei consorzi in rete di imprese, fornitori, ricercatori di centri specializzati o università, a sostegno dello sviluppo di soluzioni di produzione (pensiamo all'*agile manufacturing*) a tutto vantaggio anche delle piccole e medie imprese. Il passaggio alla terziarizzazione dei prodotti e delle macchine fa sì che oggi si mira a

fornire delle soluzioni sempre più complete e integrate, con una consistente componente di intelligenza artificiale.

Anche se è difficile presentare certe differenze nello stato patrimoniale aziendale, un'impresa tradizionale e una innovativa differiranno per molti punti sostanziali. In particolare, l'impresa innovativa si baserà sul valore di beni immateriali e sui servizi legati (*embedded in o related to*) ai prodotti. L'orientamento all'innovazione farà spostare la ricerca di capitale dal credito al capitale di rischio e le malleverie da garanzie reali a fideiussioni legate al patrimonio intellettuale dell'impresa stessa. La redditività sarà altresì legata a prodotti/servizi a sempre più alto valore aggiunto, a vita sempre più breve e sempre più orientati all'utilizzatore: si è passati dalla produzione di beni al soddisfacimento di bisogni.

L'uomo è sempre più al centro. Le conoscenze dell'azienda, in passato basate sul ricordo e sulla capacità personale acquisita (e quindi divenute implicite) diventano esplicite, tracciabili e basate sul continuo aggiornamento (formazione). Né le conoscenze, né la posizione del singolo nell'impresa sono più acquisite; esse sono necessariamente in continua evoluzione e sottoposte a prove continue che ne mostrino e dimostrino l'utilità e l'appropriatezza. Questo vale per chiunque, a cominciare dalla gerarchia stessa che tende a eliminare stratificazioni per permettere osmosi interne con una struttura flessibile, un potere di intervento distribuito e una responsabilizzazione di tutti nel rispetto di equilibri da stabilire in funzione dei livelli di rischio connessi con ogni decisione e/o azione. L'organizzazione per competenze si rivela vincente, con assegnazione del lavoro a gruppi coordinati che integrino competenze le più diverse su temi ben definiti e mirati. Un approccio globale di sistema diventa indispensabile.

#### NUOVE SFIDE PER L'INDUSTRIA MANIFATTURIERA

Là dove l'approccio lineare è più presente, l'industria si ritrova oggi più vulnerabile. Essa è quindi di fronte a grandi rischi e a grandi opportunità nell'ambito delle mutazioni sopra esposte. Almeno quattro ragioni giustificano le preoccupazioni che si possono nutrire:

- la sotto-capitalizzazione che caratterizza troppo spesso le imprese europee e che le obbliga a delle politiche di breve respiro (se non addirittura di mera sopravvivenza) e ne limita gli investimenti limitandone così il dinamismo;
- il ritardo accumulato nel processo di ammodernamento dell'apparato di produzione, oggi ancora troppo spesso pesante e *labor intensive*, caratterizzato da una produzione di beni a basso valore aggiunto;
- la scarsa smaterializzazione avvenuta nei processi e nei prodotti, situazione questa che, in Europa, continua a pesare sui conti esterni non permettendo di ridurre la dipendenza dall'importazione di materie prime e i costi che ne derivano;
- la forte dipendenza e quindi vulnerabilità nei confronti della domanda mondiale. Agli sforzi per elevare il valore aggiunto di beni e servizi, non corrisponde con altrettanta forza d'impatto la stimolazione della domanda di qualità. L'Europa si gioverebbe probabilmente molto di un'accresciuta domanda interna, mentre diventa vulnerabile se si concentra solo sulle esportazioni in Paesi a domanda tecnologica inferiore.

Le sfide che la competitività impone oggi all'industria sono molto impegnative e **domandano** una rapida risposta. La modernizzazione **stimolata** dalla globalizzazione e dall'introduzione di nuove **tecnologie** presenta una doppia valenza strategica:

- mantenere la **leadership** europea nelle tecnologie per la

produzione industriale che sono e si prevede che restino tra i settori trainanti per la produzione di ricchezza e per il miglioramento della qualità della vita;

- anticipare i concorrenti di altre aree geo-economiche, tenuto conto dei vantaggi competitivi che derivano a chi per primo sviluppa e applica delle nuove tecnologie vincenti.

Una delle sfide più pressanti è certo quella legata alla trasformazione della produzione di massa, di prodotti tutti eguali, in una produzione flessibile di prodotti mirati alle esigenze del singolo consumatore. E ciò a costo eguale o addirittura più a buon mercato. E' il concetto di *agile manufacturing* che include tutti gli aspetti del procedere e porta con sé la capacità di prosperare in un contesto di continuo cambiamento e di gestire complesse relazioni intra- e interaziendali attraverso innovazioni costanti nello sviluppo di prodotto, nella produzione, nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, nella re-ingegnerizzazione organizzativa e nel *marketing*.

I prodotti tendono a diventare sempre più complessi e la loro vita sempre più corta. In più il *design* cambia frequentemente. I lotti di produzione diventano dunque più piccoli e/o devono essere modificati sovente per arrivare a produrre prodotti individualizzati con la velocità, la sicurezza della qualità e i costi tipici della produzione di massa. Un tale approccio deve permeare tutta la *value chain*. Inoltre, gli aspetti di sicurezza, ambientali e di riciclaggio sono imprescindibili e influenzano in maniera determinante sia i prodotti che la produzione. Lo sviluppo del prodotto e della produzione devono venire dunque sempre più intimamente legati.

Le "macchine intelligenti" permettono di elevare il ruolo del lavoratore a compiti di organizzazione e di controllo, affrancandolo sempre più dal lavoro manuale e dai suoi inevitabili rischi. La fabbrica diventa così una rete di macchine intelligenti che:

- comunicano tra loro;
- si controllano e si riparano da lontano o addirittura da sole;
- realizzano dei sistemi di produzione agili ed essi stessi intelligenti.

La fabbrica stessa può, infine, anche diventare una macchina. Ecco quindi che il prezzo di un materiale, un sistema, un componente o una macchina, diventa secondario rispetto alle caratteristiche delle soluzioni proposte. Il prezzo viene relegato a fattore discriminante sui mercati a basso valore aggiunto.

La comunicazione tra macchine è certo una delle possibilità offerte dalle tecnologie dell'informazione che vanno sfruttate al meglio e al più presto. Lo sviluppo delle tecnologie di comunicazione, infatti, offre una rapida ed economica trasmissione di dati che permette di annullare la distanza fisica tra l'operatore e la macchina, assicurando flessibilità di azione e agilità di intervento, in primis per *remote diagnosis*, sistemi di monitoraggio e di controllo.

L'incorporazione di algoritmi intelligenti nei sistemi di controllo delle macchine va a migliorare l'accuratezza, la precisione e la produttività delle operazioni. Le macchine possono anche offrire più "servizi *on-line*" che non ne aumentano il costo totale, ma certo la flessibilità e adattabilità all'uso, visti i limiti alla espansione e riconfigurazione dei sistemi correnti.

Le macchine in rete e la produzione intelligente rappresentano la "fabbrica cibernetica" che è il più elevato livello di complessità che possiamo oggidì realisticamente prefigurarci. Va ancora detto che i futuri modelli di fabbricazione e di assemblaggio si dovranno anche adattare alle caratteristiche dei materiali per sfruttarne tutte le caratteristiche e proprietà. E si tratterà allora in parte di materiali nuovi e intelligenti, capaci già anch'essi di assolvere molteplici funzioni.

## GRANDI NANO-SFIDE PER L'INDUSTRIA DEI MATERIALI

E' possibile immaginare che i materiali saranno i protagonisti della prossima rivoluzione nell'industria, con un impatto comparabile a quello provato con le tecnologie dell'informazione e le biotecnologie. Le tecnologie dei materiali appartengono, infatti, a quella famiglia di *enabling technologies* che hanno carattere pervasivo nell'industria. I nuovi materiali possono offrire soluzioni migliori e spesso inaspettate.

I materiali si trasportano. Essi possono venire prodotti dove meno costi e venduti dove più renda; la globalizzazione presenta, dunque, per l'industria dei materiali, rischi e opportunità.

La concentrazione della produzione permette economie di scala, mentre la diffusione sul territorio del consumo e del recupero dei "rottami" inducono alla decentralizzazione.

Ma oggi si sta andando più lontano: verso la costruzione dei materiali *by design* grazie alle nanotecnologie. Le nanotecnologie non sono da considerarsi come una semplice evoluzione della scala micro e, dunque, un ulteriore passo della miniaturizzazione.

Le nanotecnologie rappresentano un approccio nuovo che permette di combinare atomi e molecole, e costruire così nuovi materiali, strutture, sistemi e -un domani- nuove linee di produzione. Il potenziale di questo modo di manipolare molecole e atomi "uno per uno" è enorme. La capacità più esatta di controllo della "costruzione" di un materiale renderà possibili miglioramenti strutturali della produzione industriale al fine di sfruttare appieno le nuove potenzialità offerte. Con l'aiuto della modellizzazione con il calcolatore si possono capire meglio comportamenti complessi, controllare la quantità voluta di parametri e simulare sistemi di produzione.

Al livello "nano" si determinano le proprietà dei materiali (conduttività elettrica, proprietà strutturali e funzionali, ecc.) e se ne moltiplicano le possibilità di interazione (se gli oggetti diventano più piccoli, la superficie aumenta a pari quantità di massa).

Stiamo diventando in grado non solo di vedere, ma anche di agire a livello atomico per realizzare, per esempio:

- materiali intelligenti che possono lasciare o non lasciar passare luce, calore, umidità, ecc. (edilizia, tessili, ...);
- materiali ultra-resistenti e ultra-leggeri che possono ridurre drasticamente i consumi nei trasporti aumentando la sicurezza;
- componenti elettronici fatti con deposizioni di precisione atomica;
- nuovi pannelli solari che riproducono la fotosintesi della clorofilla;
- ...

Ecco, dunque, la nuova sfida per i materiali. Trovare nuove soluzioni ai problemi dell'industria senza "aggiungere" (come p.e. con l'intelligenza artificiale), ma anzi "togliendo". I nuovi materiali intelligenti dovranno essere capaci di assolvere a diversi compiti rimpiazzando attuali componenti, anche complessi.

### POSSIBILITÀ OFFERTE DAI PROGRAMMI COMUNITARI DI RICERCA <sup>(4)</sup>

La competitività di un'azienda e la competitività di una nazione, o di un "sistema" di nazioni quale la Comunità europea, sono intimamente legate. La riorganizzazione della produzione, l'innovazione dei prodotti e dei processi è una sfida per tutto il "sistema Europa". L'industria ha bisogno del

<sup>(4)</sup> [www.cordis.com](http://www.cordis.com)

concorso del potere pubblico, in primis per gli aspetti normativi e le infrastrutture, e degli organismi di ricerca. Gli strumenti finanziari di sostegno alla ricerca e all'innovazione sono vari e vengono messi in opera a vari livelli: locale, nazionale, transnazionale e, in particolare, comunitario. I mercati oggi sono diventati globali come a volte i problemi; pertanto si pone il quesito della internazionalizzazione o globalizzazione della ricerca.

L'Europa vanta una lunga tradizione di sviluppo e ampliamento della ricerca in collaborazione. Il primo esempio di questo tipo di ricerca è la federazione nordica di ricerca Jernkontoret nel settore siderurgico, che è stata fondata nel 1747 ed ha recentemente festeggiato il suo 250° anno di attività. Più genericamente, la cooperazione è iniziata in Europa nel secolo scorso a livello nazionale. Nel 1952, con la Comunità del carbone e dell'acciaio, detta cooperazione è diventata internazionale nei due settori interessati. Con la Comunità europea, dal 1983 si è ulteriormente ampliata fino a comprendere potenzialmente tutti i settori della ricerca civile. Il trattato sull'Unione europea - sottoscritto dai quindici Stati membri nel 1992 a Maastricht - fa riferimento, per la prima volta, alla cooperazione internazionale nel campo della ricerca come una delle quattro attività principali per i programmi quadro pluriennali.

Questa evoluzione corrisponde all'evoluzione della complessità dei problemi e dunque anche delle soluzioni da ricercare. I problemi diventano sempre più complessi; la ricerca deve pertanto essere caratterizzata da una sempre maggiore multi-disciplinarietà e concentrarsi sulle esigenze più pressanti con l'ausilio di un'adeguata massa critica e delle sinergie necessarie. La collaborazione deve inoltre coinvolgere, da una parte, i produttori di materiali, gli utilizzatori e i fornitori di apparecchiature, e d'altra parte, i centri di ricerca e le università.

Certamente il programma quadro comunitario di ricerca e sviluppo tecnologico rappresenta lo strumento principe di aggregazione di potenziali attori e di finanziamento di progetti di ricerca.

Il programma tematico mirato allo sviluppo competitivo e sostenibile "Growth" e quello sulle tecnologie dell'informazione "IST" sono i più vicini alla ricerca pertinente allo sviluppo di nuove tecnologie industriali. Nell'ambito del programma mirato allo sviluppo competitivo e sostenibile la prima azione chiave, in particolare con le aree tematiche sullo sviluppo delle macchine, dell'industria del futuro e dell'impresa in rete, è certo di interesse, così come l'attività di ricerca generica sui materiali.

I programmi IST e Growth prevedono, inoltre, un'iniziativa di ricerca combinata, l'*Intelligent Manufacturing Systems*, che offre una possibilità ulteriore di collaborazione a livello internazionale, aprendo i consorzi di ricerca a tutti i principali Paesi industrializzati. Europa (EU ed EFTA), USA, Canada, Australia e Giappone e Corea sono i Paesi aderenti. Si tratta di un'ambiziosa iniziativa di ricerca industriale mirata allo studio allo sviluppo di:

- prodotti, intesi nel loro intero ciclo di vita;
- processi;
- strategia/pianificazione/design;
- aspetti umani, organizzative e sociali;
- imprese virtuali e/o in rete.

Le imprese grandi e piccole, dotate di capacità intrinseche di ricerca e sviluppo possono apparire favorite in questa sfida nei confronti, in particolare, di quelle piccole e medie imprese che per dimensione e scarse risorse non sono in grado di dotarsi di strutture e capacità di ricerca competitive. Con l'azione "CRAFT" si è tenuto presente questa situazione, consacrando risorse e definendo formule e azioni che permettono a piccole e medie imprese, incluse quelle scarsamente dotate di risorse per la ricerca, di accedere con più fa-

cilità alla ricerca e ai suoi risultati per produrre beni di più alto valore aggiunto.

Peraltro, nei prossimi anni non sarà probabilmente più realistica la classificazione tra piccole, medie e grandi industrie, ma piuttosto quella tra imprese capaci di fabbricare prodotti ad alto valore aggiunto (imprese *high tech*) e imprese che produrranno beni a basso valore aggiunto (imprese *low tech*). Per queste ultime un sistema industrializzato avanzato, come quello europeo, riserverà pochi spazi o nicchie di attività redditizia.

Gli strumenti di sostegno sopra-menzionati intendono non solo sostenere la ricerca volta alla modernizzazione dell'industria europea, ma anche contribuire allo sviluppo di una cultura di innovazione in seno agli imprenditori per aiutarli a prepararsi alle sfide del prossimo decennio promuovendo ricerca che favorisca la competitività delle imprese, guardando al bene pubblico, alla sicurezza, al miglioramento della qualità della vita e dell'ambiente. Un ulteriore momento dinamico dovrebbe, infine, venire dalla realizzazione di un vero e proprio spazio europeo della ricerca, quale è stato recentemente proposto dalla Commissione europea con due recenti comunicazioni<sup>(5)</sup>. Un ampio dibattito è stato aperto e, sentite le reazioni e le osservazioni che sono state fatte, la Commissione ha adottato<sup>(6)</sup> la proposta per il sesto programma quadro 2002-2006 di ricerca, sviluppo tecnologico e attività di dimostrazione per contribuire alla creazione dello spazio europeo della ricerca.

#### ALCUNE CONCLUSIONI

La scienza dei materiali sembra destinata a giocare un ruolo di primo piano nei decenni a venire. Le nanotecnologie permettono di mirare a una vera e propria ingegneria dei materiali, disegnandone composizione e struttura e, quindi, le proprietà. I materiali offrono soluzioni di impatto sempre più forte, capace di ridisegnare la produzione e il *business*. La differenza sarà sempre più tra imprese che investono in ricerca e innovazione o quelle che non lo fanno. E' la realizzazione di una nuova economia, basata sulla conoscenza e operante in rete, in cui le risorse immateriali acquistano rilievo e le risorse materiali ne perdono.

L'uomo e la sua intelligenza prendono sempre più importanza, in un'evoluzione che non è solo tecnocentrica, ma antropocentrica. Non si chiede a una persona di fare il lavoro che può fare una macchina.

Il quadro di riferimento non può che vertere verso uno sviluppo sostenibile e responsabile. Un approccio globale di sistema diventa indispensabile per capire i costi e i benefici totali indotti da ogni una singola decisione.

E' sul sempre maggior valore aggiunto che si combatterà la battaglia della competitività nei prossimi decenni. E' nella ricerca, nell'innovazione e nella formazione di professionalità adeguate che bisogna investire oggi.

*Il presente testo è stato elaborato a richiesta dell'Associazione Italiana di Metallurgia. Esso presenta le opinioni dell'Autore e non impegna in alcun modo la Commissione europea.*

<sup>(5)</sup> COM(2000) 6 finale del 18 gennaio 2000 e COM(2000) 612 finale del 4 ottobre 2000.

<sup>(6)</sup> COM(2001) 94 finale del 21 febbraio 2001.