UMBERTO COLOMBO (*)

Possono la scienza e la tecnologia tenere unito il mondo? (**)

Riassunto - L'autore descrive l'attuale «rivoluzione tecnologica», un processo di cambiamento determinato dal contributo di un nutrito grappolo di tecnologie avanzate, tutte fortemente interattive e capaci di diffondersi attraverso l'industria e l'intera economia dei paesi più avanzati.

La rivoluzione tecnologica in atto è causata da una forte interazione tra scienza e tecnologia; la capacità dell'uomo di inventare nuove risorse, per esempio energetiche e di materiali, per sostituire le risorse naturali con migliori prestazioni; il prolungamento dei cicli di vita delle industrie per effetto del ringiovanimento apportato dall'iniezione di tecnologie avanzate nelle attività tradizionali, mentre l'esplosione dell'innovazione abbrevia i cicli di vita a livello di prodotti individuali.

La globalizzazione dell'economia è determinata in gran parte dall'innovazione tecnologica e dalla necessità che gli imprenditori innovativi hanno di sfruttare rapidamente i loro trovati sul mercato globale.

Mentre fino ad ora sono stati soprattutto i paesi avanzati del Nord (Europa occidentale, Nord America e Giappone) a trarre vantaggio dalla rivoluzione tecnologica, non c'è nessuna ragione di principio per cui le economie dei paesi dell'Est e quelle dei paesi in via di sviluppo non possano applicare le nuove tecnologie traendone vantaggi sul piano di un generalizzato progresso socio-economico.

L'autore conclude sottolineando quanto sia essenziale che i paesi industrializzati cooperino con il Terzo Mondo in uno sforzo di sviluppo che ricorra al contributo della scienza e della tecnologia. In tal modo, si può dare una risposta positiva alla domanda che costituisce il titolo di questa memoria.

Can science and technology bring the world together?

Abstract - The paper opens with a description of what the author terms the ongoing «technological revolution», a process of change instigated by the outburst of a cluster of advanced technologies that are highly interactive and diffuse throughout industry and the entire economy in industrial countries.

Intrinsic to the character of this technological revolution are a strong interaction between science and technology, the acquired capability of man to invent new resources, for example in energy and materials, to replace natural resources and improve performance, the prolongation of life cycles in industry due to the rejuvenating effect of high-tech grafted onto traditional activities, while the explosion of innovation shortens the life cycle of individual products.

The paper shows how globalization of the economy is in no small part determined by technological innovation, and by the need for innovators rapidly to exploit new products, processes and technologies in global markets.

While, up to now, most of the benefits of the technological revolution have been reaped by the industrial democracies of the North (North America, Western Europe and Japan), there is no inherent reason why this process, and the socio-economic progress it brings about, cannot be expanded to the hitherto centralised economies and to the South of the world.

The paper concludes by stressing how essential it is that the industrialised countries cooperate with the Third World in a development effort principally based on the contribution of science and technology. In this way, an affirmative answer can be given to the question posed in the title of the paper.

(*) Uno dei XL. ENEA, Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Viale Regina Margherita 125, 00198 Roma.

(**) Lavoro dedicato al Professor G.B. Marini-Bettòlo, Uno dei XL, in occasione del 75° compleanno.

Oggi ci troviamo sull'onda di una rivoluzione tecnologica di proporzioni comparabili solo a quelle della Rivoluzione Industriale all'inizio del XIX Secolo. Un processo di rapida e profonda trasformazione si impone con sempre maggiore decisione, in modo però molto dissimile dalle altre ondate di innovazione tecnologica che si sono succedute a intervalli di circa cinquant'anni lungo tutta la storia della società industriale. La rivoluzione attualmente in corso è alimentata da tutto un grappolo di tecnologie emergenti che non solo si sviluppano con grande rapidità, ma che sono anche altamente interattive e diffusive. L'attuale rivoluzione tecnologica sta facendo uscire la nostra società dall'era industriale e la sta guidando verso un'era post-industriale — potremmo definirla «dell'informazione» — in cui l'uomo troverà occupazione quasi esclusivamente in una vasta gamma di attività terziarie, compresa la ricerca scientifica e quelle culturali e ricreative.

Con questo non vogliamo dire che l'industria, e quella manifatturiera in particolare, non avrà più la sua importanza; anzi, proprio il contrario.

All'epoca della prima rivoluzione industriale, l'agricoltura non perse la sua importanza. Piuttosto, grazie ad una serie di innovazioni tecnologiche che interessavano le pratiche agricole, le sementi, macchinari e i fertilizzanti, divenne più efficiente e produttiva che mai, apportando un contributo vitale all'industrializzazione, fornendo il sostentamento per una popolazione urbana in continuo aumento, e allo stesso tempo rendendo disponibile per le fabbriche una parte della forza-lavoro. Analogamente, l'attuale rivoluzione industriale potrà migliorare la produttività, l'efficienza, la flessibilità e la qualità della produzione del settore industriale, anche se quest'ultimo non costituirà più la maggiore fonte di occupazione della nostra società. Di certo l'industria che ci siamo abituati a conoscere (e quella manifatturiera in particolare) non richiederà più le dimensioni e la struttura della forza lavoro tipiche del passato. Questo è il motivo per cui la società viene definita anche «post-industriale».

Nelle fasi iniziali di un rivoluzionario cambiamento tecnologico con profonde implicazioni socio-economiche, la struttura dell'offerta di lavoro, prodotto di un sistema di istruzione e formazione modellato in epoche tecnologiche relativamente stabili, non si combina più con il tipo di domanda di lavoro di gente qualificata per una serie di nuove occupazioni e specializzazioni. Oggi è indispensabile preparare gli individui per una società in perenne trasformazione. I giovani educati per la società del domani dovrebbero idealmente accoppiare una preparazione specialistica di tipo verticale con un'attitudine più «orizzontale» alla generalizzazione e all'integrazione interdisciplinare. Mobilità, flessibilità, apprendimento continuo: queste sono le parole-chiave che dobbiamo conoscere se vogliamo risolvere il problema dell'incompatibilità tra domanda e offerta di lavoro.

Sul fronte dell'occupazione, problema particolarmente scottante in molti paesi europei, sembra giustificato un qualche ottimismo. I Luddisti inglesi del primo Ottocento cercarono di distruggere le nuove macchine che venivano introdotte nell'industria tessile, temendo che potessero sconvolgere la loro vita e procurare la disoccupazione di massa. La storia delle società industriali ci ha impartito una lezione: dobbiamo sforzarci di avere un po' di immaginazione e concentrarci sull'enor-

me numero di nuovi lavori e tecniche che andranno ad aggiungersi o a sostituire quelli tradizionali.

Mi sforzerò ora di illustrare alcune caratteristiche strutturali fondamentali della nuova ondata innovativa. Un cambiamento radicale che è stato introdotto è costituito da quella che io definisco la «scientificizzazione» della tecnologia. In passato, grazie a uomini di genio e inventori solitari, talvolta anche un po' a digiuno di conoscenze scientifiche, le invenzioni tecnologiche più rivoluzionarie venivano fatte prima che venissero formulate le teorie scientifiche che ne stavano alla base. La macchina a vapore, il vero e proprio simbolo dell'era industriale, fu sviluppata prima da Newcomen e poi da Watt molto prima della pubblicazione del famoso saggio di Sadi Carnot «Reflections sur la puissance motrice du feu» che gettò le fondamenta della termodinamica applicata. Anche la lampadina a filamento incandescente di Edison precedette la teoria delle emissioni radianti dai solidi. Quando perfezionò la trasmissione intercontinentale senza fili, Marconi conosceva ben poco le basi teoriche dei campi elettromagnetici formulate da Maxwell e Hertz.

Oggi la situazione è molto diversa. Da buon italiano sono convinto che l'archetipo della tecnologia scientifica è rappresentato dallo sviluppo, da parte di Enrico Fermi, del reattore a fissione nucleare dopo il suo pionieristico studio teorico nel campo della fisica nucleare. Un altro esempio e costituito dal transistor, inventato da Bardeen, Brattain e Schockley come risultato della loro ricerca di base nei Laboratori Bell sul comportamento degli elettroni e sui difetti dei cristalli. Inoltre, le invenzioni di oggi possono essere allo stesso tempo altamente scientifiche ed enormemente importanti in una prospettiva di immediato sfruttamento industriale. In questo caso, l'esempio più ovvio che balza agli occhi sono i superconduttori a temperatura relativamente alta, una scoperta che ha giustamente fruttato il Premio Nobel a Bednorz e Mueller della IBM di Zurigo e che apre sconfinati orizzonti in campi diversi come i supercalcolatori, i magneti di alto campo, la trasmissione e l'immagazzinamento di elettricità, i sistemi di trasporto di massa.

Parallelamente alla scientificizzazione della tecnologia, la scienza — e la «grande scienza» in particolare — sta diventando essa stessa sempre più dipendente dalla tecnologia avanzata. Per un esempio illuminante, pensiamo alla complessità e al costo degli enormi acceleratori di particelle e a quello previsto per il «superconducting supercollider» da usare nella fisica delle particelle, o alle attrezzature e macchine sperimentali usate nelle ricerche sulla fusione nucleare, nella radio-astronomia e in molti altri campi.

Una quindicina di anni fa, una delle principali preoccupazioni espresse nel ben noto rapporto del MIT al Club di Roma, dal titolo «I limiti dello sviluppo» era la paura di un'imminente carenza di materie prime non rinnovabili, il cui consumo aumentava in modo esponenziale. La preoccupazione era a quel tempo reale, ma gli autori avevano sottovalutato la capacità dell'uomo di inventare nuovi materiali in grado di poter sostituire quelli tradizionali, spesso addirittura con una maggiore efficienza funzionale e una minore generazione di residui.

Non per tutti, comunque, l'invenzione delle risorse porta benefici. Da qualche parte del mondo, c'è sempre qualcuno che perde qualcosa. L'invenzione di nuove

risorse e la sempre più frequente sostituzione dei materiali (e dei minerali in particolare) apporta un grande contributo alla dimunuzione strutturale dei prezzi delle materie prime.

Si tratta di qualcosa che colpisce particolarmente e dolorosamente i paesi in via di industrializzazione, che hanno usato i proventi delle esportazioni delle risorse primarie quasi esclusivamente per finanziare lo sviluppo. Ma ci sono anche altre implicazioni meno evidenti. A mano a mano che la tecnologia diventa più importante, il valore aggiunto nel ciclo della produzione, della trasformazione e della lavorazione di una risorsa primaria in prodotti finiti viene progressivamente trasferito a valle. Prendendo ad esempio l'acciaio e l'alluminio, il valore relativo dei minerali metallici e quello degli stessi metalli primari è oggi molto più basso di un tempo, mentre il valore aggiunto è sempre più concentrato sui prodotti a valle, ossia sugli acciai speciali o sulle leghe con proprietà altamente specifiche, derivanti dal know-how scientifico e tecnologico che caratterizza il prodotto.

Per i paesi in via di industrializzazione il risultato finale di questo processo consiste in uno sviluppo più lento, minori importazioni di beni capitali dalle economie più avanzate, un'economia internazionale meno dinamica e un indebitamento più grave e ricco di problemi. Si è così arrivati a un punto in cui ogni anno si registra un trasferimento netto di risorse finanziarie dal Sud al Nord solo per il pagamento degli oneri finanziari del debito.

I fenomeni appena illustrati indicano quanto sia fondamentale per il Terzo Mondo la questione della costruzione di una vera e propria «infrastruttura umana» dedicata alla scienza e alla tecnologia.

Nelle società più avanzate, la penetrazione delle tecnologie emergenti in tutti i settori dell'economia produce effetti rilevanti. I settori industriali tradizionali, un tempo considerati talmente in declino da far ritenere imminente un loro trasferimento nei paesi in via di sviluppo e a basso costo di materie prime e manodopera, possono oggi essere ringiovaniti e resi di nuovo competitivi innestando in loro le tecnologie emergenti. Diventa inoltre sempre meno valida la teoria tradizionale sui cicli di vita delle industrie e quella sulla divisione internazionale del lavoro. Mentre a livello delle industrie questo significa un prolungamento dei cicli di vita grazie alla penetrazione delle nuove tecnologie, a livello più disaggregato l'evoluzione marcia in senso contrario. I cicli di vita dei prodotti diventano in realtà sempre più brevi, in seguito ad una continua innovazione che introduce miglioramenti in termini di efficienza, qualità e stile. Il successo dell'economia italiana in questi ultimi anni è essenzialmente dovuto alla capacità di combinare nuove e vecchie tecnologie per il ringiovanimento dei settori industriali più maturi e all'altrettanto importante capacità di iniettare nei nuovi prodotti alcuni elementi della creatività artistica che ha sempre contraddistinto l'Italia e gli italiani nel corso dei secoli.

La natura dell'innovazione, ma anche il modo in cui si sta manifestando, è molto diversa da quella di un tempo. Le scoperte più clamorose sono ancora il prodotto di menti geniali, e non derivano necessariamente dall'opera degli esperti riconosciuti del settore. Non si tratta comunque di una novità: la penna a sfera Biro, la copiatrice Xerox, la macchina fotografica Polaroid, sono tutti classici esempi di in-

novazione generata e sviluppata al di fuori del settore industriale di applicazione più direttamente interessato. Oggi, questa «innovazione per invasione» si sta manifestando sempre più spesso, parallelamente alla scientificizzazione della tecnologia. Le nuove e piu clamorose invenzioni aprono la strada ad applicazioni nei più svariati settori.

Quando l'innovazione ha origine all'intersezione di settori industriali differenti, si verifica un fenomeno noto come «fusione tecnologica», che dà l'avvio ad un'industria totalmente nuova. L'esempio più evidente di fusione tecnologica è costituito dalla meccatronica, il risultato di una sinergia tra l'industria meccanica e quella elettronica. La genesi della meccatronica risale al 1975, ma le interazioni sinergiche tra meccanica ed elettronica sono state guidate in Giappone dal MITI, il ben noto Ministero per l'Industria e il Commercio Estero, in un'operazione strategica avviata fin dal 1971. Un altro esempio di fusione tecnologica è costituito dalla telematica, generata dalla fusione tra informatica e telecomunicazioni.

Per una qualunque azienda industriale è sempre più difficile conservare a lungo un vantaggio competitivo conquistato con l'innovazione tecnologica. Se si vuole mantenere un vantaggio, occorre sfruttare le potenzialità dei nuovi prodotti e dei nuovi processi il più rapidamente possibile, realizzando il massimo dei profitti destinati ad essere reinvestiti in nuove attività di ricerca. Ma anche la tempistica è fondamentale: mentre lo spazio operativo occupato dagli imprenditori, dai decisori e dai pianificatori della ricerca va costantemente espandendosi, i tempi necessari per prendere e mettere in pratica le decisioni si contraggono.

Di conseguenza, l'attuale forma dello stesso processo innovativo esige una globalizzazione dei mercati. Tutto ciò, a sua volta, significa che il modello tradizionale di multinazionalizzazione, un tempo prerogativa delle grandi aziende che espandevano gradualmente il raggio d'azione delle proprie attività strategiche e operative, sta cedendo il passo a un rapido processo di globalizzazione che investe non solo le grandi aziende, ma anche quelle piccole e medie, che ricorrono a joint-venture, accordi di ricerca, contratti di commercializzazione e vari altri tipi di alleanze commerciali.

La flessibilità intrinseca alla maggior parte delle nuove tecnologie sta eliminando molti dei vantaggi un tempo derivanti dalle economie di scala. Una grande azienda non è automaticamente più efficiente di una piccola, anzi la prima soffre spesso problemi dovuti alla rigidità degli impianti produttivi e dell'organizzazione dell'impresa stessa. Sui mercati, quando la domanda di base viene saturata, si manifesta una crescente domanda per prodotti sofisticati e personalizzati. Le nuove tecnologie possono essere applicate anche in piccole unità produttive, senza che il rapporto costo/efficienza ne risenta.

Oggi la ricerca rappresenta il metro della reputazione di cui gode un paese a livello internazionale. Solo i paesi impegnati nella ricerca scientifica e tecnologica potranno svolgere un ruolo primario nel mondo di domani. L'importanza della politica scientifico-tecnologica e delle strategie di ricerca a lungo termine sta aumentando costantemente. La spesa per la ricerca costituisce un investimento intangibile, ma di grande importanza per il futuro di un paese. Per l'industria è sempre più

utile collaborare con le università e con gli istituti di ricerca. L'ampliamento della base scientifica delle attività di ricerca di un'impresa sta diventando un fattore vitale nelle strategie competitive. Esiste ormai una vasta gamma di accordi di cooperazione, che peraltro non limitano più la loro applicabilità all'ambito nazionale. Ci sono esempi sempre più numerosi di aree che esigono un'intensa interdisciplinarità e una collaborazione su vasta scala tra i vari istituti interessati.

Dobbiamo domandarci se quello che sta accadendo oggi (in particolare il crescente divario tra paesi industrializzati e quelli in via di sviluppo) sia connaturato nelle tecnologie emergenti e nel mondo che stanno modellando. Oltre i tre quarti degli abitanti di questo pianeta vivono nel Terzo Mondo e più della metà di questi sono sotto i vent'anni. Viene naturale domandarsi: la loro virtuale esclusione dal cammino percorso oggi dalle società avanzate è un effetto ineluttabile del progresso scientifico e tecnologico?

Se guardiamo alle nuove tecnologie, possiamo rispondere con certezza di no: esse possiedono in se stesse la capacità di generare un modello di sviluppo più equilibrato e sostenibile per il Terzo Mondo. Come tutti sappiamo, i protagonisti dell'attuale globalizzazione del commercio sono il Nordamerica, l'Europa occidentale e il Giappone, i tre pilastri di quel potente complesso tecno-industriale che lo stratega giapponese Kenichi Ohmae ha definito la Triade del potere. Sono queste economie che stanno dominando i mercati con nuovi prodotti e nuovi processi, determinando e seguendo un modello di alleanze culturali che legano diverse comunità industriali e aziendali e danno vita ad un nuovo modello di competitività internazionale.

Questo non significa comunque che le posizioni delle componenti la Triade siano di tutta tranquillità. In questa sede non c'è tempo per esaminare i problemi, alcuni dei quali piuttosto gravi, che investono oggi i paesi tecnologicamente più avanzati, gli Stati Uniti e il Giappone. L'Europa, dal canto suo, deve affrontare una concorrenza più che mai agguerrita, specialmente da parte del Giappone, senza dubbio il paese più aggressivo e reattivo nella guerra commerciale che si sta combattendo in questi ultimi anni. La posizione competitiva dell'Europa è problematica e spesso difficile da valutare. Fino a poco tempo fa, i settori definiti high-tech, alla base dell'attuale rivoluzione tecnologica e di importanza strategica per tutti i futuri sviluppi, non hanno proprio brillato nel contesto delle varie economie europee. Il Vecchio Continente conserva comunque alcune importanti aree di predominio: quelle dell'energia nucleare, dell'industria aerospaziale, della chimica-farmaceutica, delle macchine utensili e dei robot, mentre in altre (la biologia, ad esempio) possiede centri di eccellenza che possono rivaleggiare con i migliori del mondo. L'Europa occidentale resta però debole in alcuni settori critici delle tecnologie dell'informazione, in quello dei supercalcolatori, in molti campi delle biotecnologie e dei nuovi materiali. Negli ultimi tempi, comunque, parte del ritardo accumulato è stato recuperato, ad esempio nella microelettronica. Molti indizi fanno inoltre presagire che tra non molto l'efficienza tecnica europea potrà reggere il passo di quelle americana e giapponese.

In Europa si lamentano ancora carenze manageriali in parecchi tra i settori emergenti, con infrastrutture non sufficientemente sofisticate (ad esempio il caso delle

telecomunicazioni) e un mercato dispersivo e frammentato. L'entusiasmo con il quale i consumatori americani e giapponesi accolgono i prodotti innovativi costituisce un decisivo fattore di impulso alle rispettive industrie, quando si tratta di avviare la commercializzazione dell'innovazione. Il compact disc e il videoregistratore, due invenzioni tecniche di matrice europea, sono stati sfruttati più rapidamente dalla concorrenza giapponese, sempre pronta a tradurre la tecnologia in prodotti commerciali di qualità tecnicamente ed economicamente sicura, che vengono lanciati a prezzi relativamente bassi in previsione di un mercato di massa. L'industria europea dell'elettronica di consumo non si è mossa abbastanza velocemente da sviluppare questi prodotti, poiché i meccati non venivano ritenuti pronti ad assorbirli, e ha dovuto lottare con accanimento per recuperare il terreno perduto. Ma forse la lezione è stata appresa, come può far pensare il recente accordo tra i paesi europei per uno standard comune per lo sviluppo della televisione ad alta definizione: questo nuovo atteggiamento dimostra che partner europei hanno raccolto in tempo la sfida commerciale e si stanno preparando a combattere sul mercato mondiale.

Le potenzialità europee nella ricerca scientifica sono tradizionalmente enormi. I grandi gruppi di ricerca, sia nel campo della ricerca fondamentale, come nel caso del CERN nella fisica delle alte energie, sia in quello della ricerca applicata a lungo termine, come il programma comunitario per la fusione nucleare, sono altamente competitivi e all'avanguardia del progesso scientifico. Inoltre la Commissione delle Comunità Europee, stimolando fortemente la ricerca e lo sviluppo, sta dando sempre maggiore impulso ai settori industriali emergenti e alla scienza e alla tecnologia, viste nel loro insieme come strumenti di progresso.

Quando, oltre trent'anni fa, furono gettate le fondamenta della Comunità Europea, i padri fondatori presagivano un'Europa più forte, proiettata decisamente nel futuro. Un'Europa che contasse sulla sua cultura, educazione, ricerca scientifica e tecnologica, e impegnata nell'espansione dei settori industriali trainanti. Sappiamo tutti come invece si sono svolti gli eventi. Troppi sforzi sono stati dedicati a settori in crisi (agricoltura, acciaio, carbone) mentre tra i settori avanzati solo quello dell'Energia Nucleare, con il Trattato EURATOM, è sembrato ricevere la spinta di cui necessitava, salvo poi essere frenato da miopi atteggiamenti di rivalità nazionale. Questo esempio ci aiuta a capire perché, ormai a ridosso della creazione del mercato unico europeo, due terzi del bilancio della Comunità Europea siano ancora destinati alla politica agricola, mentre alle attività di ricerca e sviluppo va solo circa il 3 per cento del bilancio globale.

L'importanza determinante della ricerca viene ormai riconosciuta da più parti. La Comunità ha lanciato una serie di programmi di ricerca di carattere precompetitivo, ma che tendono ad un coinvolgimento sempre maggiore dell'industria. Lo sforzo è prima di tutto catalitico, e mirante ad orientare i settori chiave verso una cooperazione pan-europea, considerate le modeste risorse finanziarie disponibili per la ricerca comunitaria. Tra tutti questi programmi, nella sua prima fase quinquennale ESPRIT ha suscitato una nuova atmosfera fra le varie aziende operanti nel settore delle tecnologie dell'informazione, stimolando alleanze, joint venture, accordi di condivisione di tecnologie. I programmi RACE e BRITE, rispettivamente nel settore delle telecomunicazioni e delle tecnologie industriali di base, costituiscono due

altri buoni esempi di quello che la Comunità sta cercando di ottenere. Poi è da segnalare il CODEST, il Comitato Europeo per la Scienza e la Tecnologia, con il suo Programma di Stimolazione, che promuove la collaborazione tra università e industrie di tutta la Comunità Europea, nella ricerca fondamentale e in quella orientata con potenzialità di applicazione a lungo termine come nel caso del progetto EJOB per l'attuazione di un calcolatore a fotoni o in quello del CEAM per lo sviluppo di materiali magnetici permanenti avanzati.

Un altro importantissimo programma che interessa tutti pasi dell'Europa occidentale è EUREKA, che mira a fornire all'industria europea basi solide sulle quali impostare una strategia competitiva per le tecnologie emergenti, attraverso uno sforzo comune nei settori-chiave della concorrenza internazionale.

Tornando alla posizione competitiva dell'Europa sul piano internazionale, un ricco e diversificato patrimonio culturale e l'innata attenzione e dedizione per i singoli cittadini e per gli individui più deboli della società costituiscono le sue caratteristiche più peculiari; il Vecchio Continente può così permettersi di godere dei benefici di un'economia di mercato, senza per questo dover scontare tutte le contraddizioni che comporta in termini di eccessiva ineguaglianza, insicurezza e alienazione. Invece di rappresentare un punto debole, questo aspetto dà forse all'Europa un vantaggio rispetto agli Stati Uniti e al Giappone quando ad esempio si tratta di applicare le nuove tecnologie in modo creativo nelle industrie tradizionali e nel settore dei servizi, generando così soluzioni che spesso sono più prontamente esportabili. Le nuove tecnologie permettono di personalizzare molto di più i prodotti, e le caratteristiche europee appena elencate, garantiscono una risposta flessibile e adeguata alle esigenze del mercato e della società.

Le ben note rigidità nel mercato del lavoro europeo hanno comunque sortito almeno un effetto positivo: hanno stimolato l'industria ad accrescere la produttività del lavoro piuttosto che limitarsi ad aumentare la manodopera, con conseguenti progressi dei processi produttivi grazie all'automazione flessibile. La reputazione di cui gode l'Europa per la qualità dei suoi prodotti viene sempre più spesso mantenuta attraverso l'adozione e l'adattamento delle nuove tecnologie alla sua produzione.

Dopo la fase di strisciante «Europessimismo» a cavallo tra gli anni settanta e ottanta, in tutta l'economia dell'Europa occidentale ha preso l'avvio un vasto processo di ristrutturazione industriale. Il processo non si è esaurito, essendo ancora necessaria un'altra grande operazione di adattamento quando, alla fine del 1992, sarà realizzato il mercato unico dei beni e dei servizi. Un mercato veramente unificato potrebbe costituire un grande passo in avanti verso l'unificazione economica e, speriamo, anche politica dell'Europa.

Non dobbiamo dimenticare che mentre vengono compiuti progressi sulla via dell'unificazione europea, si sta realizzando un parallelo e rapido processo di globalizzazione. I due processi, da una parte il mercato unico europeo, con tutto ciò che potrebbe significare per l'unità d'Europa, dall'altra la globalizzazione del commercio e della finanza, stanno quindi sviluppandosi fianco a fianco e, per alcuni aspetti, sono in competizione. Dobbiamo fare in modo che ciò non impedisca, all'interno dell'industria europea, un salutare processo di setacciatura che faccia aumentare, grazie a fusioni, incorporazioni e joint ventures, il numero delle imprese europee in grado

di reggere alla concorrenza internazionale, specialmente americana e giapponese. Molte aziende europee sono ancora troppo deboli e corrono il rischio di contribuire, con le loro idee, manodopera qualificata, capitali e quote di mercato, ad alleanze e concentrazioni intercontinentali di aziende, lasciando però il potere effettivo ai loro partner americani e giapponesi.

Non c'e dubbio che la scienza e la tecnologia si dimostreranno determinanti per il futuro dell'Europa occidentale. Se guardiamo oggi alle economie dell'Europa orientale, in quanto a innovazione esse ci appaiono deboli in tutti quei settori per i quali la spinta della domanda costituisce il fattore determinante, in carenza di adeguati capitali da investire, di flessibilità organizzativa e di un'adeguata struttura di mercato. La prova dell'importanza che ha il mercato nel generare innovazione può essere individuata in particolare in quelle aree dove la ricerca e l'industria sovietiche hanno dovuto affrontare la realtà della concorrenza, ovvero nei settori dello spazio e della difesa. Non a caso, infatti, il quadro appare qui meno fosco.

L'Unione Sovietica ha molti scienziati di prim'ordine. Ciononostante, questo grande paese resta senza dubbio ai margini dell'attuale grande ondata scientifica e tecnologica. I motivi di questo ritardo sono un'eccessiva burocratizzazione che soffoca ogni iniziativa, una cronica carenza di attrezzature indispensabili, compresi computer. Come se non bastasse, gli scienziati incontrano ogni giorno la difficoltà (se non l'impossibilità) di accedere a dati e informazioni di origine nazionale ed estera, partecipare a convegni rari e irregolari, collaborare e scambiarsi opinioni e idee.

La conseguenza di una situazione del genere è un sistema chiuso, non esposto alla critica né stimolato dalla concorrenza, forse troppo fiducioso nei miracoli della tecnologia, la quale proprio per questo diventa vulnerabile e inefficiente. Un incidente come quello di Chernobyl e solo una conseguenza di questo stato di cose. Ci sono tuttavia comparti industriali in cui l'Unione Sovietica appare potenzialmente forte: aeronautica, laser di alta potenza, macchinari e attrezzature per la prospezione e la produzione di idrocarburi, e persino il software. Ma, se i risultati tecnologici sono buoni, spesso sono ottenuti al prezzo di una bassa efficienza e di un'insufficiente attenzione verso altri fattori che in un'economia di mercato si rivelano determinanti. Così, ad esempio, gli aerei della compagnia di bandiera sovietica hanno prestazioni assai elevate, ma consumano una quantità eccessiva di carburante e sono scomodi, mal rifiniti ed eccessivamente rumorosi.

Contribuire alla modernizzazione delle economie socialiste, aiutandole a superare le immense difficoltà di cui è lastricato il loro cammino, per l'Europa occidentale potrebbe rappresentare una buona opportunità. Certo, gli enormi sforzi che l'attuazione della perestrojka comporterà per l'intero sistema economico e sociopolitico di questi paesi, fanno ritenere che la situazione migliorerà solo lentamente.

Siamo quindi giunti all'analisi della situazione veramente terrificante in cui si trovano molti dei paesi in via di sviluppo e che rappresenta il problema piú impellente della nostra epoca. Minacciati da problemi che ne mettono in dubbio la stessa sopravvivenza, e con un'organizzazione socio-economica e infrastrutture rudimentali, molti dei paesi in via di sviluppo sono del tutto incapaci di accantonare la quantità di risorse appena necessarie per reggere il ritmo dei cambiamenti che si verificano altrove. Questo è il motivo per cui molti ritengono che la rivoluzione tecnologica

finirà per accentuare le differenze fra Nord e Sud, in un processo di polarizzazione che frustra tutte le speranze di restringere il divario.

In realtà, l'applicazione intelligente delle nuove tecnologie nei paesi in via di sviluppo può accelerare la crescita economica e aumentare le opportunità per nuovi, più decentrati modelli di sviluppo che non seguano più ciecamente le direttrici segnate dalle attuali economie industrializzate. Per la prima volta dall'avvento della società industriale, l'innovazione tecnologica non si associa automaticamente a un'alta intensità di capitali, né a enormi dimensioni delle unità produttive. Invece di rappresentare una minaccia per i paesi in via di sviluppo, la rivoluzione tecnologica rende possibile, nelle diverse realtà locali e nel rispetto delle diversità culturali e dei modelli tradizionali della domanda, la creazione di diversi e inediti «cocktail» di tecnologie tradizionali e innovative.

Le nuove biotecnologie trasformeranno l'agricoltura. Nel corso degli ultimi venticinque anni, la Rivoluzione Verde ha imposto un modello di agricoltura fondata sull'uso intensivo di prodotti chimici, su una diffusa meccanizzazione e su un limitatissimo numero di ibridi. Se è vero che queste misure hanno risolto il problema della produzione di alimenti in gran parte del globo, hanno pure creato gravi problemi per l'ambiente, ad esempio impoverendo il genoma vegetale di base. La fissazione dell'azoto atmosferico, oggi limitato alle colture di leguminose, sarà estesa ai cereali e ad altre colture. L'informatica aiuterà le biotecnologie a tenere sotto controllo biologico gli insetti nocivi, a ridurre la necessità di prodotti chimici e di irrigazione e, grazie ai satelliti, nell'osservazione continua dei campi fino al momento della raccolta. Le tecniche agronomiche fondate su uno spettro di specie molto più ampio si scontreranno con il problema ancora irrisolto dell'autosufficienza dell'Africa in campo alimentare.

Nuovi mercati si apriranno per l'agricoltura, compresi quelli dell'energia e dei prodotti della chimica fine di origine naturale. L'utilizzazione dell'energia solare immagazzinata nelle biomasse beneficerà sicuramente di una maggiore comprensione del processo di fotosintesi e dei miglioramenti di efficienza consentiti dalle biotecnologie.

Un effetto importante di tutti questi sviluppi potrebbe essere la scomparsa del divario fra città e campagna. Le tecnologie avanzate sono applicabili praticamente ovunque, basta una fonte anche minima di energia di cui poter disporre in modo affidabile, e a questo proposito le nuove tecnologie energetiche possono fare la loro parte. I frutti delle nuove tecnologie potrebbero quindi essere raccolti dalle piccole imprese locali, migliorando in tal modo la qualità della vita nelle campagne.

Pur con tutti i miglioramenti che si possono ottenere nell'ambiente rurale, resta il fatto che solo la città può aggregare le risorse umane e finanziarie necessarie per affrontare i problemi complessi della societa moderna. Le aree urbane hanno quindi un ruolo fondamentale per lo sviluppo. Eppure, uno dei problemi più scottanti che si trovano ad affrontare i paesi in via di sviluppo è proprio la crescita incontrollata dei grandi centri urbani, che stanno sprofondando sotto il peso di problemi quasi irrisolvibili, come l'approvvigionamento idrico, il trattamento dei rifiuti e il traffico caotico, per non parlare della criminalità e della droga.

Le nuove tecnologie potrebbero contribuire a trovare soluzione adeguate a tutti questi problemi; inoltre, nei centri urbani come nelle aree rurali, potrebbero sorgere efficienti sistemi produttivi su piccola scala, che facciano uso di miscele di vecchie e nuove tecnologie e che rendano le infrastrutture e i servizi piu malleabili, riducendo quindi la spinta all'inurbamento e ai suoi inevitabili effetti negativi.

L'idea dello sviluppo di tecnologie appropriate, semplici e ad alta intensità non già di capitali, ma di manodopera, specialmente per i paesi del Terzo Mondo, fu avanzata negli anni sessanta e settanta da Ernst Schumacher, autore del famoso saggio «Piccolo è bello». Oggi possiamo renderci conto che l'essenza dell'appropriatezza tecnologica andrebbe valutata con un approccio sistemico, nel senso che l'innesto della tecnologia avanzata in un'attività tradizionale può generare formidabili miglioramenti della produttività e della qualità del prodotto. Infatti le stesse tecniche che i paesi industrializzati stanno applicando con successo per ringiovanire i settori maturi delle loro economie possono essere usate per saltare a piè pari modelli tradizionali di sviluppo economico.

Quello che vorrei sottolineare è la drammatica necessità, da parte del Terzo Mondo, di sfruttare le opportunità offerte dall'attuale rivoluzione tecnologica, senza però riprodurre il modello ad alta intensità di energia e materiali tipico dei processi produttivi della nostra società industriale. Tuttavia nel Nord dobbiamo essere pronti a fornire tutte le tecnologie necessarie e a svilupparle adeguatamente in collaborazione con i paesi del Terzo Mondo. Nel frattempo la nostra coscienza, e la nostra stessa credibilità, esigono un cambiamento dei nostri modelli di produzione e di consumo, oggi improntati a un eccessivo spreco.

Il mondo si trova oggi ad affrontare problemi globali: l'inquinamento ambientale non costituisce più una questione locale o regionale, il clima stesso rischia di essere alterato dall'azione dell'uomo, con effetti disastrosi sull'agricoltura e sull'intera economia. Questi problemi devono essere affrontati con lo sforzo collettivo di tutti i paesi, compresi quelli del Terzo Mondo, ma è del Nord la responsabilità primaria di ideare e applicare le soluzione a fenomeni come la deforestazione, la desertificazione e la mancanza di alternative ai combustibili fossili, tutti fattori che contribuiscono al manifestarsi dell'effetto serra. E doloroso constatare che su tutti questi problemi, e in particolare quello dell'efficienza energetica, siamo lontani dal dare il buon esempio.

L'interconnessione fra la questione ambientale e quella dello sviluppo appare in tutta la sua evidenza nel rapporto Brundtland, quando si parla di «sviluppo sostenibile», uno sviluppo capace di soddisfare le esigenze delle attuali generazioni, senza compromettere quelle delle generazioni future. La sostenibilità pone quindi per lo sviluppo condizioni vincolanti non eccessivamente rigide, ma che al contrario vanno riferite al livello della tecnologia e dell'organizzazione sociale, alla disponibilità di risorse e, più in generale, alla capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività umane.

Sarà quindi necessario un grande sforzo universale, e questo è un campo in cui le capacità scientifiche e tecnologiche del Nord possono essere sfruttate al massimo per stimolare quelle del resto del mondo, per dare avvio a sofisticate e costose attività di ricerca, formazione e insegnamento. La scienza e la tecnologia potranno al-

lora contribuire a risolvere i due quesiti che angosciano l'umanità: lo sviluppo del Terzo Mondo e la protezione dell'ambiente.

L'uomo resta comunque al centro della problematica, e qualunque soluzione, comprese quelle riguardanti l'ambiente fisico e naturale, deve essere escogitata e messa in pratica tenendo presente questo concetto. L'Europa è probabilmente la parte del mondo più adatta a raccogliere la sfida che ci viene presentata. Una lunga e dolorosa storia di conflitti ha unito i popoli dell'Europa occidentale nella convinzione che mai più le nostre nazioni dovranno combattersi. Un'amara esperienza ci ha indotti tutti a rivolgere la nostra attenzione più all'uomo nei suoi valori etici che alle sue esigenze materiali. La difesa dei diritti umani, gli sforzi per appianare le divergenze fra gruppi e individui, e per tutelare le minoranze costituiscono tutti obiettivi comuni.

L'Europa occidentale è anche determinata a conservare la qualità della vita dei suoi cittadini e a migliorare i servizi sociali, facendo assegnamento sulle tecnologie avanzate e sui più moderni sistemi di gestione. E su questo continente, molto più che in altre economie avanzate, che il matrimonio fra tecnologie tradizionali ed emergenti e quello fra sviluppo tecno-economico e progresso sociale ha portato i frutti migliori.

In un mondo che tutti auspichiamo più giusto e pacifico, l'Europa potrebbe quindi tornare a svolgere un ruolo centrale, che stavolta non si fonderà sulla potenza militare o sullo strapotere economico. I popoli europei non dovranno più emigrare ai quattro angoli del mondo, portandosi dietro le loro tradizioni e la loro cultura, ma anche i loro pregiudizi.

La concorrenza non è necessariamente alternativa alla solidarietà: oggi è possibile perseguire uno sviluppo continuo e al contempo lavorare insieme per un mondo migliore. Stiamo vivendo un'epoca veramente esaltante in campo scientifico e tecnologico. La rivoluzione tecnologica, anche con tutti i cambiamenti straordinari che potrà produrre, non può essere considerata semplicemente una nuova versione della Rivoluzione Industriale. Piuttosto, ci troviamo forse di fronte a un secondo Rinascimento. Applicate in modo creativo e sensibile, la scienza e la tecnologia potranno veramente tenere unito il mondo. Con la forza che scaturisce dai valori socio-economci e culturali dei suoi popoli, l'Europa potrà essere in grado di assicurare che il progresso sociale vada di pari passo con l'innovazione scientifica e che i benefici della rivoluzione tecnologica possano essere goduti da tutta l'umanità.