

## **Verso una nuova frontiera della tecnologia: il ruolo della scienza nel futuro dell'auto. <sup>1</sup>**

U.L. Businaro

Nell'esaminare la storia dei prodotti possiamo distinguere, molto grossolanamente, tra quei prodotti che sono nati e si sono sviluppati in seguito a nuove scoperte scientifiche e quelli che pur avendo beneficiato del progresso scientifico, hanno una base più empirica. Tipico della prima categoria è il transistor e tutti i prodotti di generazioni successive fino agli odierni microcircuiti che integrano migliaia di transistor in un unico «chip» delle dimensioni di un centimetro quadrato. Non sarebbe stato possibile anche solo concepire un simile prodotto, se non si fossero sviluppate le conoscenze scientifiche di base nella fisica dello stato solido.

E' interessante notare che quando un prodotto nasce da una scoperta scientifica il suo ulteriore sviluppo è fortemente vincolato al progresso delle stesse conoscenze scientifiche. Si parla così di prodotto o di interi settori industriali che stanno alla «frontiera» delle conoscenze scientifiche e che si sviluppano con questa frontiera.

Di solito una scoperta scientifica apre un vasto campo di potenziale applicazione, che viene via via sfruttato dalla innovazione tecnologica. Tra scoperta scientifica ed innovazione tecnologica vi è un certo ritardo di tempo. Si può pertanto parlare anche di una frontiera della tecnologia.

La scienza moderna, da Galileo in poi, ha aperto via via nuove discipline: dalla cinematica e dinamica alla termodinamica, alla chimica, all'elettricità ed elettromagnetismo, alla fisica nucleare, alla biologia. Tutte hanno aperto campi nuovi ai prodotti dell'uomo ed alle tecnologie produttive. Ricordiamo, ad esempio, il significato che la chimica ha avuto nel secolo scorso ed in questo secolo per lo sviluppo industriale.

Possiamo definire i prodotti nati grazie all'apertura di nuove discipline come « **prodotti a base scientifica** ».

Chiameremo invece « **prodotti a base empirica** » quelli che nascono e si sviluppano sulla base di conoscenze empiriche, ancor prima della nascita di discipline scientifiche. Così, i mezzi di trasporto sia terrestri che navali sono nati e si sono sviluppati quando le leggi della dinamica non erano ancora note.

Edifici di mole impressionante sono stati realizzati prima che si conoscesse la scienza delle costruzioni. La termodinamica ha aperto le porte allo sviluppo delle macchine termiche, e dei motori endotermici in particolare, facendo piazza pulita di concezioni sbagliate (moto

---

<sup>1</sup> Pubblicato su ATA, Ingegneria automobilistica, Giugno-Luglio 1984, vol. 37, n° 6-7 pag. 398

perpetuo, eccetera). Tuttavia lo sviluppo di queste macchine si è innestato su un filone di conoscenze empiriche preesistenti ed il loro progresso è stato limitato più dal progresso delle conoscenze empiriche che di quelle scientifiche.

Per fare un esempio ci possiamo riferire al caso del motore a scoppio. Benché siano note le leggi elementari alla base di tutti i fenomeni che governano un motore a scoppio, la complessità dei fenomeni reali è tale che difficilmente possono venire progettati e prodotti in modo soddisfacente usando le leggi elementari (ad esempio predire come gli attriti dipendano dalla forma, dalla chimica e dal contatto tra due superfici in movimento relativo). Il progettista deve riferirsi ad esperienze « integrali » (cioè sull'intero motore) del passato, nel predire cosa succederà in una nuova configurazione di motore. Cambiando configurazione cambia tuttavia la complessa interazione tra i vari fenomeni, e la estrapolazione del comportamento è molto incerta: occorre verificare con una esperienza integrale la nuova configurazione.

Il progresso nei prodotti a base empirica avviene quindi a tentoni sulla base di intuizioni ed esperienza, scostandosi ogni volta non troppo da quanto già realizzato in precedenza. Il progettista è costretto nello sviluppo di un prodotto a molti compromessi tra contrastanti requisiti. Ogni volta è difficile sapere quanto la soluzione trovata sia quella ottimale, e ci si accontenta del “buono abbastanza”.

Nel caso di prodotti a base scientifica è invece possibile sfruttare la potenza della previsione analitica data dalla possibilità di applicazione delle conoscenze scientifiche. La frontiera tecnologica relativa avanza ogni volta a passi da gigante. Lo stesso sviluppo tecnologico alimenta la ricerca scientifica ponendo una serie di domande che, partendo dalle conoscenze attuali, richiedono lo sviluppo di nuove conoscenze. Il dialogo tra ricerca ed industria è possibile per il grado di filiazione da una all'altra (si parla lo stesso linguaggio). L'intensità stessa della ricerca applicata è molto elevata all'interno dell'industria (8-10 per cento del fatturato va in spese di R&S, cioè di ricerca e sviluppo, contro 2-3 per cento nel caso di industrie a base empirica) ed il profilo del personale è spostato verso tecnici con preparazione universitaria. Il rovescio della medaglia è dato dal fatto che il campo aperto dalle nuove discipline, per la rapidità stessa del progresso tecnologico indotto, tende rapidamente a venir coperto tutto.

Il rendimento sia della ricerca che dell'innovazione decresce. Un esempio tipico, è nell'industria farmaceutica in cui il rendimento della ricerca - misurato in termini di nuovi prodotti per unità di spesa di R&S - sta decrescendo rapidamente. Lo stesso boom della micro-elettronica sta esaurendo la fase di sviluppo di nuove generazioni tecnologiche (dai componenti discreti ai microprocessori, ai circuiti ad integrazione di larga scala). Si è ormai passati alla fase di industria quasi matura caratterizzata da grandi investimenti.

Il « circolo virtuoso » ricerca di base -> tecnologia -> ricerca di base, che ha caratterizzato negli ultimi due secoli l'apertura di nuove discipline scientifiche e che ha permesso alla frontiera tecnologica a base scientifica di sopravanzare la frontiera a base empirica, ha avuto per lo più la caratteristica di essere mono-disciplinare: l'industria chimica si è sviluppata all'interno della frontiera scientifica della disciplina della chimica; l'industria elettronica, all'interno dell'elettronica, e così via.

Le industrie pluri-disciplinari, il cui sviluppo è legato al diffondersi delle conoscenze su più discipline (ad esempio in un veicolo a motore entrano tutte le principali discipline scientifiche) riesce ad avvantaggiarsi solo indirettamente dello sviluppo delle singole mo-

no-disciplinari. Infatti i problemi che richiedono nuove conoscenze si presentano essi stessi prevalentemente come pluri-disciplinari.

Nello sviluppo della frontiera della conoscenza scientifica sta tuttavia avvenendo un cambiamento emerso con chiarezza a partire dall'ultimo dopoguerra, e che si sta consolidando negli ultimi anni: l'emergere delle interdiscipline.

La ricerca scientifica è in grado (grazie anche agli sviluppi tecnologici) di affrontare problemi sempre più complessi che trasbordano fuori dal campo delle singole discipline. Innanzi tutto combinando le singole discipline a due a due: fisico-chimica, elettro-acustica, bio-fisica, ecc. Le singole discipline si specializzano (fisica dei solidi, fisica molecolare, fisica dei fluidi comprimibili, termodinamica dei processi irreversibili), approfondendo le ricerche; contemporaneamente si combinano con una o più altre sottodiscipline di altri campi. Molte di queste interdiscipline nel loro crescere finiscono per incontrarsi con campi di indagine già esistenti dell'ingegneria, sviluppati sulla base di studi di comportamento « fenomenologico » (indagine dei problemi di tipo empirico emersi dalla tecnologia). Ad esempio la reologia è un campo della ricerca ingegneristica esistente da tempo. In questo caso l'incontro è con l'interdisciplina « fisica dei solidi - fisica dei fluidi non newtoniani (cambiano struttura e caratteristiche con pressione, velocità e temperatura) - chimica fisica ».

Che cosa succede dall'invasione nell'ingegneria delle interdiscipline? La potenza previsionale propria delle conoscenze scientifiche di base permette di aprire l'orizzonte dei progressi possibili e quindi di stimolare gli sviluppi della tecnologia collegata. Dalla frontiera tecnologica su base empirica si distaccano parti che entrano nel campo della frontiera tecnologica a base scientifica e di questa assumono le caratteristiche di velocità, di capacità di interazione con la ricerca di base, eccetera. Prodotti che si sono fino ad ora considerati limitati dal progresso delle conoscenze empiriche diventano a base scientifica.

L'esempio più evidente di salto da una frontiera all'altra è quello degli aerei. Non ci sarebbero stati i progressi che abbiamo visti se non fosse, ad esempio, emersa come scienza la interdisciplina dell'aero-elasticità (interazione tra il movimento dei fluidi e delle pareti del corpo immerso nel fluido).

Va inoltre ricordato che la potenza di analisi legata alle conoscenze scientifiche "di base" è stata negli ultimi anni moltiplicata per vari ordini di grandezza, grazie all'uso degli elaboratori elettronici. Non basta saper scrivere le equazioni; occorre anche poterle risolvere in casi di configurazioni complesse. Un aereo come il B 747 è stato interamente progettato con l'ausilio del calcolatore e non si sarebbe potuto realizzare senza detto aiuto.

E' sintomatico come proprio nel caso dell'industria aeronautica sia cresciuto l'impegno in R&S raggiungendo livelli (misurati come rapporto tra spese R&S e fatturato) superiori negli Stati Uniti a quelli dell'elettronica. Non può non crescere pertanto l'effetto di spinta per orientare sempre più risorse ed interessi della ricerca di base sui problemi che derivano dal settore.

Se la ricerca scientifica interdisciplinare ha « dato le ali » ad un settore come l'aeronautica, non potrebbe avvenire lo stesso per i veicoli terrestri?

C'è da dire anzitutto che i problemi di un veicolo terrestre, ad esempio un'automobile, per quanto paradossale ciò possa sembrare, sono più complessi ed è più difficile il «decomporli » nei loro elementi aggredibili scientificamente, di quanto sia il caso di un aereo.

Ad esempio: l'aerodinamica di un corpo vicino al suolo e non « fusiforme » come è l'auto è più difficile da analizzare con le equazioni di base di quanto sia un aereo.

La termodinamica e la chimica-fisica della camera di combustione di un motore a scoppio è molto più complessa di quella del motore a combustione continua della turbina.

La stessa « missione » di utilizzo di un'auto è assai poco restringibile entro una stretta classificazione, mentre lo è quella di un aereo (decollaggio, crociera, atterraggio).

Tuttavia stiamo assistendo ad un progressivo intervento della potenza di analisi delle discipline e delle interdiscipline scientifiche anche nell'auto. Siamo già al punto di aver saltato dalla frontiera a base empirica a quella a base scientifica? E' presto per dirlo. Molti tuttavia sono i segni che indicano questa direzione.

Quando avverrà il « distacco », esso sarà rapido. Occorre essere preparati (anche con una più alta « intensità » di R&S) a gestire il rapporto con il progresso scientifico in modo assai più stretto che nel passato. Una « nuova frontiera » tecnologica a base scientifica per un prodotto così complesso come l'auto rappresenterà per la ricerca di base uno stimolo importante. Occorre per tempo richiamare l'attenzione del mondo della Ricerca e dell'Università su questo cambiamento.