

30 settembre 1984.

## **CURRICULUM DELL'ATTIVITA' SCIENTIFICA E DIDATTICA** di UGO L. BUSINARO.

### INDICE

0) Premessa.

1) Problematiche della gestione della funzione tecnica nell'azienda.

1.1 Metodologie di pianificazione della R&S.

1.2 La previsione tecnologica.

1.3 Strutture ed organizzazione per la R&S.

1.4 Sviluppo dei ruoli e delle professionalità nella funzione tecnica.

1.5 Il processo di trasferimento tecnologico.

2) Studi settoriali sull'impatto del cambiamento tecnologico.

2.1. L'impatto della crisi energetica.

2.2. Scenari tecnologici per i veicoli.

2.3. I mutamenti nelle tecnologie produttive .

2.4. L'impatto dell'informatica.

3) Politica della ricerca e politica industriale.

3.1. Un modello generale per il sistema ricerca.

3.2. La politica pubblica di ricerca.

3.3. L'impatto della ricerca universitaria sulla attività produttiva .

3.4. La politica di intervento regionale sulla ricerca.

3.5. La politica industriale di fronte al cambiamento tecnologico.

4) Dinamica del processo innovativo.

5) Lavori di sintesi.

## 0. PREMESSA.

L'attività scientifica e didattica di U.L. Businaro (ULB) si divide in due parti distinte, corrispondenti a due diverse fasi della sua attività professionale.

La prima, come ricercatore nel campo dell'energia nucleare, ha portato all'acquisizione della libera docenza in Fisica del Reattore Nucleare nel 1963, con conferma definitiva nel 1968 a seguito della continuata attività di ricerca e di insegnamento universitario. Di questa prima parte non viene qui riferito.

Verrà invece descritta in dettaglio la attività di ricerca sviluppatasi in parallelo con l'assunzione di responsabilità gestionali di ricerca aziendale prima nel settore nucleare, poi nel settore veicolistico.

Detta attività di ricerca trova non solo motivazione ma anche utilizzazione nell'esercizio di detta attività professionale. I risultati della ricerca legati alla sua applicazione sono spesso contenuti in memorandum interni all'azienda e non oggetto di pubblicazione. Tuttavia la parte più di interesse generale e che ha portato a riflessioni di una qualche originalità è stata pubblicata su riviste o presentata a Conferenze, Seminari, Tavole Rotonde.

Per contribuire al dibattito da qualche anno sempre più vivo ed allargatosi ad una cerchia più generale rispetto agli addetti al lavoro – sull'innovazione tecnologica e sul suo impatto nella gestione aziendale oltre che per la sviluppo della società, negli ultimi anni ULB ha svolto attività pubblicistica su quotidiani economici. Anche queste pubblicazioni rappresentano quasi sempre l'occasione di riferire, spesso per la prima volta, riflessioni derivanti da attività di studio e ricerca che ci si augura abbiano contribuito con spunti originali al dibattito stesso.

Nel descrivere le tappe principali dello sviluppo della attività di ricerca di ULB, si fa riferimento sia alle pubblicazioni scientifico-tecniche vere e proprie sia agli interventi sui quotidiani. Là dove strettamente necessario per la comprensione dello sviluppo continuativo di detta attività, ci si riferisce anche a memorandum e rapporti interni non pubblicati.

L'attività professionale di ULB, per le responsabilità di gestione di un grande centro di ricerca aziendale, è stata occasione di interviste e commenti pubblicati da giornali e periodici. Alcune di quelle più significative ed autorevoli, vengono pure riferite in quanto testimonianza della attività di applicazione pratica degli studi e ricerche svolte in materia di gestione aziendale.

L'elenco bibliografico è in ogni caso suddiviso in quattro capitoli corrispondenti alle varie categorie degli scritti cui questo curriculum fa riferimento<sup>1</sup>:

- a) pubblicazioni su riviste scientifiche, interventi a Congressi, Seminari, Tavole Rotonde, pubblicazioni aperiodiche
- b) pubblicazioni su quotidiani e periodici di grande diffusione;
- c) note, memorandum e rapporti interni;
- d) interviste di quotidiani e periodici.

La "lettura" che qui viene proposta della attività scientifica di ULB è fatta raggruppando i vari lavori della bibliografia, per filoni omogenei, legati ad aspetti diversi della ampia disciplina della gestione aziendale. Sarà così più apparente l'evoluzione delle attività di ricerca di ULB identificando via via sia i filoni nuovi, che mostrano un'estensione ed un allargamento degli interessi scientifici, sia la persistenza nel tempo della ricerca su alcuni filoni principali, più di natura specialistica.

---

<sup>1</sup> La chiave utilizzata per i riferimenti bibliografici richiamati via via nel seguito, mette chiaramente in luce il tipo di documento. Così, /A 78,b/ indica con la prima lettera maiuscola una delle quattro categorie di documenti; 78, l'anno del documento; b, la sua posizione nell'elenco per il 1978.

# 1. PROBLEMATICHE DELLA GESTIONE DELLA FUNZIONE TECNICA NELL'AZIENDA.

L'esperienza professionale tutta all'interno della funzione R&S aziendale ha portato l'interesse di studio e ricerca sui problemi gestionali relativi. Detta funzione, per l'intrinseca incertezza informativa, pone in primo piano i problemi delle "scelte decisionali" e più in generale delle metodologie di pianificazione. Per la generazione di idee prima e per la susseguente ripartizione di risorse tra progetti i cui obiettivi si allontanano variamente nel tempo ci si deve confrontare con i cambiamenti tecnologici in atto ed è quindi necessario fare esplicita previsione tecnologica.

L'orizzonte temporale più ampio in cui opera la funzione R&S, rispetto alle altre funzioni aziendali, richiede anche l'adozione di strutture organizzative più flessibili e più adatte alla gestione di una elevata incertezza nell'informazione.

Dette strutture spesso non sono in linea con la prevalente cultura aziendale e pongono quindi problemi particolari nello sviluppo del ruolo e della professionalità del ricercatore del progettista, del dirigente di R&S e, più in generale, di tutti i quadri della funzione tecnica aziendale. Ciò può mettere in tensione l'intera organizzazione aziendale, in particolare in momenti di forte cambiamento tecnologico.

La funzione R&S rappresenta uno degli anelli fondamentali nel processo di innovazione tecnologica nell'azienda e pone quindi dei problemi di interdipendenza tra le varie funzioni aziendali e tra l'azienda ed il mondo esterno (le aziende fornitrici di materiali e componenti, il mondo della ricerca di base ed applicata, le aziende concorrenti). Questa complessa interazione pone in primo piano la necessità di comprendere il processo di trasferimento tecnologico, tanto più quanto la dimensione dell'azienda sia medio-piccola e spesso non abbia al suo interno esplicitata una funzione di R&S.

Le tematiche sopra sottolineate rappresentano altrettanti filoni della attività di ricerca e studio di ULB.

## ***1.1. Metodologie di pianificazione della R&S.***

La ricerca ha bisogno di metodologie appropriate di pianificazione /A 71,a/. I problemi delle scelte decisionali nell'ambito della R&S riguardano in varie misure l'intera azienda ed in primo luogo il vertice. Ne deriva la necessità di linee di comunicazione chiare, e che non risolvano il problema dell'intervento decisionale del vertice con una semplice delega alla funzione R&S. E' possibile sviluppare dei modelli di comunicazione che facilitino e rendano congruenti gli interventi dei vari livelli e delle varie funzioni aziendali nel processo decisionale per la ricerca. Uno schema di detto tipo è sviluppato in /C 71,b/ e /A 71,c/ e mette in evidenza i vari angoli da cui si può guardare la ricerca e la necessità di sviluppo di una metodologia di pianificazione della ricerca.

D'altra parte, la funzione R&S ha anche una responsabilità nel contribuire da una parte alla base informativa necessaria alla più generale pianificazione aziendale e, dall'altra, alle scelte strategiche di business dell'azienda. In particolare essa deve assicurare che l'azienda colga le opportunità che derivano dagli sviluppi tecnologici sia interni che esterni.

La differenza di approccio, cultura, orizzonti temporali, rende necessario un sforzo particolare di comunicazione /A77,a/.

Non esiste una ricetta semplice ed unitaria che faciliti il rapporto tra la funzione R&S e le altre funzioni aziendali. Un primo passo per chiarire le problematiche relative è quello di raggruppare le aziende in gruppi omogenei per il processo di produzione e/o per le loro dimensioni. In particolare nel caso della grande azienda è importante tener conto della necessaria formalizzazione organizzativa in livelli e funzioni molteplici. La piccola azienda, ai minori problemi di rapporti interfunzionali interni, sostituisce quelli legati alla necessità di inserirsi ed integrarsi nel sistema tecnico esterno, eventualmente utilizzando la ricerca esterna come un intermediario nel flusso di comunica-

zione tecnologico. Un modello generale utile per ricondurre i vari casi ad uno schema di principio, che ha analogie con sistemi fisici, è quello del "sistema di regolazione e controllo" /C 77,f/.

Un modo di formalizzare i rapporti informativi tra la R&S e le altre funzioni aziendali (o nel caso di un ente di ricerca indipendente tra questo ed il mondo esterno utilizzatore dei risultati della ricerca) è quello di formalizzare un piano per l'attività di R&S.

Ma è possibile, ed in che modo, pianificare una attività così soggetta ad incertezze (sia per la creatività legata alla origine delle idee di partenza sia per le incertezze sui risultati delle singole fasi di un progetto)?

La resistenza ad una pianificazione formale da parte dei responsabili della R&S, nonché dei ricercatori, è ben comprensibile. Uno schema di riferimento di carattere generale considera l'avvio di un processo esplicito di pianificazione, per un ente di R&S esistente, partendo anzitutto dalla "analisi dell'offerta" implicita od esplicita legata alle varie attività in corso e da una sua razionalizzazione *ex-post* per temi ed obiettivi generali. Un'effettiva pianificazione *ex-ante* si sviluppa solo dopo un certo numero di cicli del processo di pianificazione. Una ipotesi di applicazione dello schema al CNR è fornita in /C 81,f/.

Il tentativo di esplicitare il processo decisionale nella R&S rientra in quello che viene definito "l'approccio scientifico alla gestione", che ha in economia le sue radici nel marginalismo e nel concetto di "operatore economico razionale". Recentemente si è sviluppato tutto un filone di pensiero (*radical economists*) che mostra i limiti di detto approccio.

L'attività di R&S, proprio per le caratteristiche intrinseche di incertezza "irriducibile", mostra - prima delle altre attività del processo produttivo - i limiti legati all'assunzione che sia possibile, almeno in linea di principio, sviluppare una teoria della gestione che "riduce" la comprensione del complesso sistema tecnico all'analisi dell'interazione tra i suoi elementi componenti.

Nel caso della R&S, una gestione che si rifà a questa impostazione teorica, implica la possibilità di definire anzitutto detti elementi componenti (i progetti di R&S), per poi applicare su essi le metodologie di ottimizzazione per la ripartizione delle risorse.

Identificare i limiti, fortemente ristretti, dell'applicazione di detto approccio, non significa tuttavia rinunciare al fondamento stesso della attività di gestione cioè della possibilità di prendere decisioni in qualche modo razionali. In alternativa all'approccio "riduzionistico" si propone un approccio più globale ("olistico") basato sulla capacità di cogliere, ai vari livelli 'aziendali, i "patterns" caratteristici che emergono dal sistema tecnico /A 82,g/.

/A71,a/ Necessità di una metodologia.

Intervento alla Conferenza Nazionali Politica della Ricerca Scientifica e Tecnologica.  
Il Crogiolo; n° 3-4, agosto 71, pg. 73-74

/A71,c/ Tecniche di ausilio decisionale per pianificazione strategica della ricerca.

Atti convegno IMI "I progetti di Ricerca Industriale", 1 dicembre 1971,  
Editrice Il Crogiolo 1972, pg. 66-81.

/C71,b/ Un modello di ausilio decisionale per l'attività di ricerca e sviluppo.

Nota interna, FIAT Div. Mare, 23/4/71, pg. 1-5 + 11 tav.

/A77,a/ (*with R. Buess*) Contribution of the R & D function to business planning.

Rapporto alla Conferenza EIRMA "Planning for Research and Development",  
Rotterdam, 11 maggio 1977, Vol. XIX, pg.94-95.

/C77,f/ Nota per Corso SAMMA "Gestione della tecnologia".

Nota interna FIAT, 3 gen.77 pg. 1-3

/C81,f/ Schema per avvio processo di pianificazione CNR.

Nota interna CR. FIAT, 20 mar. 81, pg. 1-4

/A82,g/ R & D Investment and Business Cycle Developing the Corporate Strategy,

Conferenza Annuale EIRMA "R & D as Investment", Göteborg, 2 giugno 1982, Vol. XXVII, pg. 19-35.

## 1.2. La previsione tecnologica.

Vi è una contraddizione fondamentale tra la incertezza intrinseca nell'attività di ricerca e la necessità, in particolare per la ricerca applicata aziendale, di assicurare non solo la più alta probabilità di successo tecnico alla ricerca stessa, ma che i risultati siano "tempestivi" rispetto al progredire delle conoscenze scientifiche e tecnologiche durante lo svolgimento del progetto di ricerca.

Benché la sua importanza sia stata ridimensionata negli ultimi anni (anche a causa della forte transizione tecnologica in atto) la "Previsione Tecnologica" (PT) rimane uno strumento importante per la gestione delle attività di R&S. Le metodologie specifiche sviluppate negli anni 60 e riassunte in /A 70,a/ sono state oggetto di numerosi studi di applicazione in varie aziende e soggette di dibattiti e confronto di esperienze in Europa, in particolare in seno all'EIRMA (*European Industrial Research Manager Association*).

ULB ha contribuito al dibattito presentando una schema di riferimento generale che mette in evidenza la diversa importanza dei vari metodi della PT a seconda delle condizioni particolari dell'azienda riflesse nelle sue scelte strategiche di innovazione /A 72,a/.

Ha quindi partecipato a studi in gruppi di lavoro per meglio definire in particolare il ruolo giocato dalla PT nella pianificazione aziendale a lungo termine /A 73,b/, /A 73,c/. Da questi studi è emersa una importante valutazione dei vari metodi basata sul confronto delle attuali esperienze di applicazione, nonché indicazioni sulle strutture organizzative più adatte per l'utilizzazione dei metodi di PT. Un elemento importante emerso, riguarda la stretta interdipendenza tra l'attività di previsione e di pianificazione tecnologica a livello aziendale ed a livello pubblico sia nazionale che internazionale.

La Comunità Europea ha reagito al dibattito generale sull'importanza di sviluppare le previsioni del cambiamento tecnologico (ed in ogni caso di esercitare una funzione di vigilanza sulla direzione di detto cambiamento) varando un progetto denominato "Europa + 30".

Ha dato mandato ad un gruppo di esperti, tra cui ULB, di fare proposte specifiche sull'importanza di svolgere una sistematica attività di questo tipo a livello europeo, definendone modalità e contenuti /A 76,c/.

In parallelo con la partecipazione a questi gruppi di studio internazionali, ULB prese l'iniziativa assieme con qualche collega di altre aziende italiane, di lanciare un gruppo permanente di riflessione sulla PT. L'iniziativa sfociò nella realizzazione di un "Centro Previsioni Tecnologiche" affiliato all'AIRI (Associazione Italiana Ricerca Industriale), che ha promosso e realizzato numerosi studi sia di tipo metodologico che di applicazione specifica. Una prima fase di detta attività è culminata nella preparazione e presentazione di uno "Scenario Tecnologico Industriale 1980-2000" /C 81,g/.

Le proposte presentate alla Commissione delle Comunità Europee avevano nel frattempo trovato applicazioni, almeno in parte, con la realizzazione del progetto FAST (*Forecasting and Assessment of Science and Technology*).

Al termine della prima fase (1978-83) del programma FAST, la Commissione domandò ad un gruppo di 7 esperti, tra cui ULB, di analizzare il lavoro di ricerca svolto e di farne una valutazione, con raccomandazioni per l'eventuale proseguimento.

La mole degli studi eseguiti e la loro estensione ha richiesto uno sforzo non indifferente agli esaminatori che, con una motivata analisi, hanno raccomandato di proseguire il progetto, suggerendone altresì alcune modifiche /A 83,d/.

/A70,a/ Importanza delle previsioni tecnologiche nei processi produttivi.

Atti dei Seminari preparatori dei corsi della Scuola Mediterranea di Tecnologia,  
L'Aquila, Settembre 1970, pg. 29-63.

/P72,a/ Some remarks on the role of T.F. in Corporate Planning.

Atti Conferenza Annuale EIRMA, Technological forecasting and long range planning, Stuttgart, 23 maggio 1972, Vol. XII, pg. 109-110.

/A73,b/ Report of sub-group B "T.F. and corporate planning".

Atti Conferenza Annuale EIRMA,  
Copenhagen, maggio 1973, pg. 59-65.

- /A73,c/ (*with H.Rose and al.*) Technological forecasting and long range planning. Pubblicazione Gruppo di lavoro EIRMA, Parigi, 1973, pg. 1-75.
- /A76,c/ (*with W.Kennet et al.*) The futures of Europe. Cambridge University Press, 1976. Basato sul rapporto alla Commissione C.E. di un gruppo di lavoro.
- /C81,g/ (*con al.*) Scenario tecnologico industriale 1980-2000- rapporto sintetico. Rapporto Centro Previsioni tecnologiche - AIRI, giugno 1981, pg. 1-40.
- /A83,d/ (*con J.Lesourne et al.*) The evaluation of the Community programme on forecasting and assessment in the field of science and technology FAST (1978- 83), Pubblicazione CEE EUR-8274, 1983.

### ***1.3. Strutture ed organizzazione per la R&S.***

Lo sviluppo delle attività di R&S aziendale non solo presenta problemi peculiari gestionali, come sopra indicato, ma richiede anche soluzioni organizzativi flessibili con il mutarsi del ruolo che la R&S viene ad avere nell'azienda in particolari condizioni e momenti storici. Una prima soluzione organizzativa adatta al caso di una R&S che punti a linee nuove e di diversificazione rispetto al business aziendale, è quella di realizzare strutture indipendenti, gestite con spirito imprenditoriale. In tal caso la struttura, in qualche modo "protetta" rispetto al "conformismo aziendale" può svilupparsi con metodi gestionali che le sono propri. La prima fase dell'esperienza professionale di ULB è svolta secondo dette linee nel settore nucleare e l'esperienza organizzativa derivatane è riassunta in /A 72,b/.

La struttura in questi casi è abbastanza semplice e la flessibilità è assicurata sia dalla relativa indipendenza rispetto al resto dell'azienda, sia dalle dimensioni ancora modeste dell'ente. Assai diversa invece e più complessa è la problematica strutturale ed organizzativa per la R&S legata alle linee principali del business aziendale.

Vi è un momento, nel ciclo di vita dell'azienda, in cui il problema della ristrutturazione della R&S si pone in tutta la sua drammaticità. Questo momento è stato vissuto fin dal suo inizio da ULB nella posizione di responsabile prima della pianificazione e poi di tutto l'attività di R&S centrale.

E' il momento in cui la grande azienda - dopo essere cresciuta lungo gli anni in modo monolitico con una struttura funzionale fortemente centralizzata - ha raggiunto dimensioni tali con un *business* sufficientemente diversificato, da non poter più essere gestibile in modo efficiente ed efficace da una struttura fortemente centralizzata.

All'evoluzione della struttura aziendale verso forme più divisionalizzate e con maggiore decentramento, segue una evoluzione della struttura della R&S. Non esiste, tuttavia, uno schema elementare valido in tutti i casi. Inoltre la "cultura" aziendale prevalente, derivante dalla vecchia struttura, è poco sensibile in particolare ai problemi della attività più strategica e a lungo termine e delle esigenze relative di soluzioni organizzativi.

La letteratura sulla gestione aziendale non era all'epoca molto di aiuto purché faceva riferimento per la R&S ad un modello aziendale "americano" adatto alla logica del processo innovativo per aziende a forte orientamento di mercato, con prodotti a breve ciclo di vita, con basso contenuto di innovazione tecnologica.

Fare entrare nel dibattito aziendale la problematico della R&S nella particolare cultura italiana tecnologica (in cui prevale il trasferimento innovativo per imitazione) richiede non solo di sviluppare elementi culturali nuovi nel resto dell'Azienda, ma un approccio al problema della R&S che si adatti a, e "storicizzi", la realtà particolare.

ULB è stato quindi spinto a sviluppare anzitutto un modello di riferimento per l'intero processo innovativo, che permetta all'azienda di riconoscere la propria esperienza passata inquadrandola in una più ampia visione. Così il processo innovativo può essere caratterizzato da motivazioni e da strategie innovative diverse prevalenti nelle diverse fasi di evoluzione dall'azienda.

Col crescere della dimensione aziendale e della sua attività di R&S, i problemi strutturali e gestionali di quest'ultima prendono una propria identità, che richiedono soluzioni strutturali particolari. In funzione dello stadio di evoluzione dell'azienda esistono soluzioni per le strutture e l'organizzazione

R&S più adatte a favorire la diffusione delle capacità innovativo.

E' in ogni caso fondamentale guardare sotto varie angolature l'attività di R&S (motivazioni, strategia, stadio del processo innovativo, tipo di ricerca, ecc. ) nel valutare varie soluzioni organizzativi e strutturali /A 73,a/.

L'analisi delle "motivazioni" della attività di R&S si rivela un elemento importante per aumentare il collegamento della attività di ricerca, sia interna che esterna all'azienda, con l'attività produttiva. L'analisi può essere utilizzata anche per una migliore organizzazione della ricerca pubblica /A 77,b/ e del suo collegamento con l'attività produttiva. Emergono qui i primi elementi per lo sviluppo del filone di studi sulla politica pubblica di ricerca di cui si parlerà più avanti.

Il cambiamento nella struttura organizzativa generale dell'azienda in cui ULB operava, avveniva in un momento di forte cambiamento esterno per quanto concerne l'atteggiamento della società nei riguardi della tecnologia in generale, dovuto agli effetti di "dis-economie esterne" e di danni ambientali prodotti dalla grande diffusione di prodotti di massa (legato al loro stesso successo nel soddisfare fabbisogni primari). Il processo innovativo motivato nel passato prevalentemente per cogliere le opportunità tecnologiche diventa ora una necessità per far raggiungere obiettivi - in termini di specifiche di prodotto - in tempi definiti addirittura *ex-lege* (si vedano gli interventi per le emissioni dei veicoli). La crisi energetica pone ulteriori termini e vincoli agli obiettivi tecnologici. E' quindi necessario interpretare la nuova situazione in termini di variazione dei concetti e metodi della pianificazione tecnologica, che assume ben diverso aspetto rispetto al problema di una più razionale ed esplicita gestione delle risorse /C 77,g/.

L'attività di R&S allarga quindi il proprio ruolo estendendolo a quello di una progettazione del "sistema prodotto - utilizzazione". Si può parlare quindi di una gerarchia della progettazione a tre livelli (si veda lo schema a pg. 19 di /A 80,b/ che ingloba la R&S con ruoli diversi ai vari livelli: da un ruolo primario di vera e propria progettazione di sistemi al primo livello - lungo termine - a ruolo di fornitore di servizi specialistici al terzo livello - breve termine). L'interdipendenza crescente del processo produttivo con quanto è a monte e a valle nel sistema industriale e del prodotto con l'ambiente - potrebbe richiedere lo sviluppo di una nuova imprenditorialità. L'organizzazione aziendale da decentrata deve forse passare ad una fase di "gestione distribuita" (seguendo il "paradigma" delle "reti distribuite" dei calcolatori: decentramento, ma con possibilità del centro di sostituirsi alla periferia in caso di necessità) /A 80,b/.

Alla teoria che lo sviluppo tecnologico risponda a seconda dei casi ad un processo lineare, del primo ordine, di tipo o "*technology-push*" o "*need's pull*", occorrerà aggiungere degli effetti di contro-reazione del secondo ordine: la "spinta dei bisogni" non si limita a far scegliere tra quello che è stato reso disponibile da una ricerca basata sulla "spinta tecnologica", ma interverrà sulla motivazione e l'orientamento della ricerca stessa a monte della applicazione e dello sviluppo /C 81,h/.

Il modello del sistema di ricerca aziendale che ULB è venuto così sviluppando è posto alla base della filosofia organizzativa del Centro di Ricerca FIAT. La novità del modello rende necessario sintetizzarlo anche nell'opuscolo illustrativo del Centro stesso /C 80,i/, per far partecipare la comunità esterna, oltre che la comunità aziendale, dei motivi delle soluzioni organizzative, strutturali e dei metodi gestionali.

La "apertura" verso l'esterno di un Centro di ricerca aziendale non è tuttavia tanto - come forse nel passato - motivata dallo sviluppo della immagine aziendale, quanto dalla crescente interdipendenza tra ricerca pubblica e privata e dal ruolo di "servizio per la comunità" che indirettamente o direttamente un grande centro di ricerca aziendale è tenuto a svolgere /B 82,h/.

/A72,b/ Sviluppo delle attività della FIAT nel settore nucleare.

Energia Nucleare, Vol. 19, n° 8/9, sett. 72, pg. 544-559.

/A73,a/ Ristrutturazione delle aziende per favorire la diffusione dell'innovazione.

Atti del Convegno FAST "L'innovazione e la ricerca per il futuro dell'industria italiana". Milano, 23-24 maggio 1973, pg. 95-117.

- /A77,b/ Il punto di vista della ricerca industriale. Collegamento tra ricerca ed attività produttiva. Relazione al Convegno "Aggiornamento e Sviluppo Tecnologico delle Imprese", Torino, 8 giugno 1977, pg. 1-13.
- /C77,9/ Presentazione C.R.F. a Commissione Ricerca.  
Nota interna C.R. FIAT, 14 nov.77, pg. 1-5.
- /A80,b/ Dalla innovazione per opportunità alla innovazione per necessità.  
XXII Convegno AISM - "Il marketing e l'innovazione di prodotto di fronte al cambiamento sociale e tecnologico", Torino, 18 aprile 1980. pg. 1-27 + 3 All.
- /C80,i/ Fascicolo illustrativo del Centro Ricerche FIAT,  
Pubblicazione interna, Torino 1990, pg.1-31.
- /C81,h/ Impact on R & D of second order effects in the innovation process.  
Nota interna C.R. FIAT, 6 lug.81, pg. 1-2.
- /B82,h/ Perché la ricerca va fatta in azienda.  
Il Sole - 24 Ore, 5 ottobre 1982.

#### ***1.4.Sviluppo dei ruoli e delle professionalità nella funzione tecnica.***

In periodo di forti tensioni e cambiamenti, in cui l'interdipendenza tra le varie funzioni nell'azienda - e tra questa ed il mondo esterno - viene esaltata, il mestiere del dirigente diventa più complesso, dal profilo meno ben definito. Devono coesistere doti e capacità spesso in contrasto tra loro come: programmazione/libertà d'iniziativa, esperienza/creatività, analisi/sintesi, decentramento/accentramento, e così via.

Nessuna funzione aziendale è esclusa dallo stato di incertezza e dalla "inquietudine" del management che ne deriva.

Tuttavia la funzione R&S ha la caratteristica di porre chi la gestisce di fronte a queste antinomie anche in condizioni normali. Lo studio delle caratteristiche peculiari della professionalità del dirigente nella funzione R&S finisce per avere un significato di anticipazione per le altre funzioni aziendali, per i cambiamenti di professionalità necessari in periodi di transizione. Ad es., organizzazioni sostanzialmente ambigue, come quella a matrice, sono la norma nella organizzazione della R&S, mentre rispuntano solo in momenti particolarmente difficili in altre funzioni aziendali /A 76,b/, /A 77,e/.

Di particolare rilevanza nel profilo del responsabile di ricerca è la attitudine a guardare lontano, ma contemporaneamente a tener conto dei vincoli e delle esigenze del breve termine. Fino a che punto la nostra università prepara ad avere, contemporaneamente, capacità di analisi e di sintesi, fantasia creativa e determinazione applicativa ? /A 76,e/.

Se per la funzione R&S un profilo di professionalità adatto a gestire il cambiamento è la norma, i cambiamenti in atto, e la interdipendenza crescente, possono produrre modifiche nel profilo professionale ottimale nelle varie funzioni aziendali. Anzitutto, a partire dal progettista. Nuove categorie di prodotti appaiono, come il "prodotto-sistema" (ad esempio integrazione di prodotti e di servizi) ed il "prodotto-immateriale" (attività del terziario). Anche per i prodotti nel senso più convenzionale, la reazione della società alla loro diffusione, richiede al progettista di ripensare le specifiche stesse del prodotto, che spesso si perdono nella "notte dei tempi". Il progetto passa così ad una fase più ampia, che riguarda il "prodotto ed il sistema di utilizzazione" al solo scopo di "progettare" le nuove specifiche del prodotto stesso (così, ad es., disegnare il sistema di trasporto urbano per derivare le specifiche dell'auto). E' come se il prodotto prendesse una "coscienza" di sé e, come l'uomo, avesse un problema ontologico (definire appunto le proprie "specifiche" caratteristiche). L'impatto sulla figura del progettista non è lieve /A 83,j/, /B 83,k/.

A questi caratteri generali del cambiamento che investono in diversa misura la figura del progettista in tutti i settori, si aggiungono, settore per settore, cambiamenti peculiari tecnologici. Così, nel caso dell'auto, una grande sfida al progettista, che richiede capacità di adattamento, è legata alla trasformazione da settore in cui il valore più alto nel progettista era la sua esperienza (produt-

to prevalentemente sviluppato in seguito a conoscenze empiriche) a settore in cui assume importanza rilevante la capacità di sviluppare modelli matematici /B 84,f/.

E' possibile, a questo punto, cercare di delineare il fondamentale cambiamento anche di approccio nella figura del progettista e dell'ingegnere. Da una parte diventa sempre più rilevante la capacità di analizzare, servendosi degli ausili dell'informatica tecnica nei suoi elementi fondamentali, il prodotto. D'altra parte, la necessità di inserire il prodotto nel suo sistema d'uso – e quindi trasferire la progettazione, in una prima fase, a questo livello più ampio - richiede un approccio più globale, una capacità di cogliere i "patterns" emergenti a livello di sistema. Ed è proprio l'informatica questa volta con le tecniche di sistemi esperti e di base dati che permetterà al progettista di cogliere aspetti al di fuori della propria specializzazione, ma rilevanti nel sistema globale "prodotto-sistema d'utilizzo", di cui egli deve affrontare la progettazione.

Da una analisi delle problematiche relative derivano alcune raccomandazioni per l'insegnamento nelle scuole di ingegneria /A 84,h/.

Accanto al progettista-ingegnere, si è sviluppata nell'ultimo mezzo secolo la figura del designer-industriale, a volte confinato ad un ruolo di progettazione della "forma", a volte con dei ruoli più globali di vero e proprio "architetto" del prodotto. La figura trans-disciplinare del designer ha delle affinità con la figura a sua volta, ma in modo diverso, trans-disciplinare del ricercatore. Quali le relazioni con l'ingegnere-progettista ? /B 84,i/.

Nel contrastare fra loro le caratteristiche peculiari delle figure professionali dei vari protagonisti della funzione progettuale, viene tuttavia a mente che sono esistite persone straordinarie che hanno saputo assommare in loro le caratteristiche distinte. Il genio, in questo caso come in altri, non tende forse ad anticipare tendenze che possono emergere - almeno in particolari condizioni storiche come nei periodi di forte transizione tecnologica - anche in persone più comuni? E' possibile sviluppare, come ha delineato Valéry con il suo "modello Leonardo", un profilo dell'uomo "costruttore globale" ? Quali le relazioni tra questo *homo-faber* con l'*homo-sapiens* e l'*homo-ludens* ? /B 84,s/.

/A76,b/ Inquietudine del Management.

Proloquio ai cicli di seminari per dirigenti d'aziende, Istituto Italiano Professioni Nuove., Torino, 5 maggio 76, pg. 1-32 + 14 tav.

/A76,e/ Vertigine da infinito.

Relazione al Congresso del Venticinquennale dell'Istituto Italiano Professioni Nuove "Occupazione e formazione per gli anni 80", Torino, 29 ottobre 76 pg. 1-11.

/A77,e/ Apertura di dibattito "Inquietudine del Management".

La Rivista Trimestriale - Quaderni Boringhieri, n° 52, dicembre 1977, pg. 147-150.

/A83,j/ La sfida al progetto della transizione nei prodotti.

Convegno Internazionale ICSID "Design 83", Milano, 23 ottobre 1983, pg. 1-11.

/B83,k/ Quando anche i prodotti acquistano una coscienza.

Il Sole - 24 Ore, 26 ottobre 1983.

/A84,h7 L'ingegnere nella transizione.

Convegno "L'ingegnere per il 2000", Milano, 11 giugno 1984, pg. 1-19 + 5 sint.

/A84,v/ L'ingegnere nella transizione.

Notiziario dell'ENEA, Anno 0, n° 8/9, agosto-set. 1984, pg. 56-64.

/B84,f/ Biblioteca dei quadri: nuovi temi di riflessione - Intervista.

FIAT Quadri, Anno XIII, n° 5, maggio 84, pg. 33-34.

/B84,i/ Le affinità elettive tra la forma e la tecnica.

Il Sole - 24 Ore, 24 giugno 1984.

/B84,s/ Il Leonardo di Paul Valéry.

Rivista Prometeo, Anno 3, n° 9, Marzo 1985, pg. 109-119

### ***1.5. Il processo di trasferimento tecnologico.***

I rapporti tra le grandi aziende e le aziende fornitrici, in particolare medie e piccole, non si limitano al semplice esplicito rapporto cliente-fornitore. Nasce da questi rapporti anche un contributo importante al trasferimento tecnologico nei due sensi.

Per le sue responsabilità in un grande centro di ricerca aziendale, ULB è motivato presto a meglio comprendere questi legami meno diretti e ad approfondire i problemi stessi della ricerca e dell'innovazione nella piccola e media azienda, individuando il ruolo particolare svolto dal tessuto di ricerca applicata esterno alla PMA /A 75,a/.

L'estensione della funzione di servizio tecnico anche nei riguardi delle PMA ed il tentativo di trasferire a queste ultime delle ipotesi di prodotti nuovi sviluppati dal Centro di Ricerca, ma al di fuori dell'interesse interno all'azienda, mette in luce l'esistenza di un importante collo di bottiglia. Si tratta della necessità di portare avanti le ricerche, prima del trasferimento, ad un punto più avanzato, fino alla realizzazione di prototipi. E ciò perché si possa instaurare un dialogo tra il Centro di Ricerca e le PMA. Ma chi si fa carico dei costi, e quali strutture sono più adatte per svolgere questa costosa fase del trasferimento ? /B 82,d/.

In questi ultimi anni - a fronte della crescente disoccupazione e della apparente impossibilità della grande azienda in fase di ristrutturazione di ridurre i problemi relativi - è facile indicare le PMA come le uniche vere protagoniste del processo di innovazione tecnologica creatrice di posti di lavoro. Sulla base delle conoscenze sviluppate attraverso i rapporti sopramenzionati, ULB sviluppa una visione più realistica del trasferimento innovativo in cui l'intreccio tra grandi e piccole e medie aziende vi risulta un elemento fondamentale /A 83,i/, /B, 83,h/. Successivamente presenta un'analisi più dettagliata, individuando per diverse classi di settori i differenti aspetti di questi legami, e come essi possano divenire difficili in fasi di crisi economica e rapida transizione tecnologica /A 84,c/.

/A75,a/ Innovazione delle piccole e medie industrie.

Intervento alla Tavola Rotonda, a Torino Esposizioni, 29 settembre 1975, pg. 1-6,

/B82,d/ Una serra per il prototipo.

Il Sole - 24 Ore, 18 luglio 1982.

/A83,i/ The integration of small and large companies in the innovation process.

Conferenza "Corporations, Risk Capital and the E.C. as partners in Industrial Innovation".

ERA Confer. Proceed., Bruxelles 6 ottobre 1983, pg. 85-94.

/B83,h/ L'azienda innovativo non ha dimensione.

Il Sole - 24 Ore, 7 ottobre 1983.

/A84,c/ La transizione tecnologica: come giocano o si modificano i rapporti interaziendali nel sistema produttivo.

Convegno CESTEC "Strategia e strumenti a sostegno dell'innovazione tecnologia nelle piccole e medie imprese", Milano, 22 marzo 1984, pg. 1-18.

## **2. STUDI SETTORIALI SULL'IMPATTO DEL CAMBIAMENTO TECNOLOGICO.**

Come si attua, in pratica, il ruolo importante della ricerca nello sviluppare la strategia tecnologica e di business dell'azienda, di cui si è detto al punto 1.1 ? La funzione R&S ha una responsabilità diretta a questo riguardo quella di trasferire all'azienda tutti i segnali che derivano dagli sviluppi della tecnologia. Questo trasferimento richiede una elaborazione che ponga detti segnali in prospettiva sia dal punto di vista generale che aziendale. Gli studi e le ricerche relative sono anche uno strumento indispensabile per la ricerca stessa, per definire orientamenti ed obiettivi. Ne nascono degli "scenari tecnologici" che integrano e sviluppano i risultati di più specializzate analisi di Previsione Tecnologica.

ULB ha contribuito direttamente allo sviluppo ed alla diffusione di alcuni di detti scenari.

### ***2.1. L'impatto della crisi energetica.***

Lo sviluppo dell'energia nucleare ha rappresentato un esempio di decisione strategica che ha saputo non solo anticipare, prima dello scoppiare della crisi petrolifera, una visione prospettica a lungo termine dei fabbisogni energetici dell'umanità, ma anche agire per mettere a frutto le potenzialità delle scoperte scientifiche. Come ha vissuto l'industria italiana e saputo trasferire in opportunità di sviluppo nazionale, questo eccezionale evento ?

Come "addetto ai lavori", ULB ha cercato di contribuire anche ad acquisire questa visione prospettica del settore /A 65,a/, esaminando poi più da vicino lo sviluppo della industria italiana del combustibile nucleare /A 67,a/ ed il ruolo dell'Euratom /A 67,b/.

Passato successivamente al settore veicolistico, ULB deve affrontare già all'inizio di questa nuova attività il problema dell'impatto della crisi petrolifera.

Fino a quel momento gli studi di previsione nel settore energetico sono prevalentemente di interesse degli specialisti del settore petrolifero e delle aziende elettriche. E' quindi necessario anzitutto approfondire, sia pure da non specialisti, detti studi per ricavarne uno scenario tecnologico che metta in evidenza l'impatto per il settore in cui l'azienda opera /C 74,a/.

La visione dal punto di vista settoriale del problema dell'impatto della crisi energetica, permette ad ULB di contribuire fin dall'inizio ai dibattiti e ai lavori di gruppi di studio nazionali ed internazionali (si veda il rapporto del gruppo di lavoro NATO /A 73,d/)

L'impatto della crisi energetica in un settore come quello veicolistico non può essere visto in una ottica limitata al prodotto specifico, ad esempio all'importanza di migliorarne l'efficienza energetica. Quello dell'impatto dei problemi energetici, come della salvaguardia ambientale, è uno degli esempi di come il ricercatore ed il progettista siano spinti ad allargare la loro sfera di "progettazione", come indicato al punto 1.4. Per occuparsi di veicoli, occorre anzitutto occuparsi di sistemi di trasporto. Ed il problema energetico va quindi visto in questa ottica più ampia.

Ma come affrontare il problema, tenendo conto della vastità e varietà dei dati da esaminare?

ULB sviluppa un metodo che considera i singoli dati (ad esempio, sui trasporti urbani) ottenuti in condizioni diverse (in città diverse e a tempi diversi), come le "fotografie" ad istanti diversi dello sviluppo di un ipotetico sistema di trasporto. L'analogia è con l'astronomo quando osserva le fotografie delle varie nebulose e le interpreta come diversi stadi dello sviluppo secondo un modello dinamico unitario. Nel caso del sistema di trasporto i dati così analizzati servono a sviluppare un macromodello della dinamica dei consumi energetici legato ad altri parametri macro-economici /A 80,e/, /A 80,f/.

L'impatto degli eventi energetici, nel contesto italiano, come il blocco dello sviluppo dell'energia nucleare e le incertezze della politica energetica generale, rendono necessarie delle valutazioni retrospettive /A 80,d/.

- /A65,a/ Osservazioni sulla III<sup>a</sup> Confer. Internaz. per le applicazioni pacifiche dell'energia atomica.  
Notiziario CNEN 11, n°1, Gen.65, pg.16-20.
- /A67,a/ Forschung und industrielle entwicklung fur kernbrennstoffe in Italien.  
Atomwirtschaft, XII, n° 2, feb.67, pg.98-102
- /A67,b/ (con C.F.Bona et al.) I rapporti con enti internazionali ad alto contenuto di ricerca.  
Atti del Convegno FAST, La ricerca industriale per l'Italia di domani,  
Milano, giugno 1967, pg. 213-230.
- /A73,d/ (con J.C.Wistreich et al.) Technology of efficient energy utilization.  
Rapporto del Gruppo di lavoro C – Motion, Atti della Nato Scientific Committee Conference,  
Les Arcs, 8-12 ott.73, pg. 29-34.
- /C74,a/ Energia: disponibilità, utilizzazione alternative.  
Rapporto interno, FIAT, Direzione Centrale Ricerca, febbraio 1974, pg. 1-106.
- /A80,d/ Energia e Istituzione: la Ricerca.  
Intervento alla Conferenza CEEP "Energia, Ambiente, Sviluppo", Torino, 16 maggio 1980, pg. 1-10,
- /A80,e/ (con A. Fedrighini) Prospettive di risparmio energetico nei trasporti.  
Energia, Vol 1, 1980, pg. 60-92.
- /A80,f/ (con A. Fedrighini) Prospects of Energy Conservation in Transportation.  
In, F.Amman, R.Wilson (Ed.), "Energy demand and Efficient Use",  
Plenum Press, Londra, 1980, pg. 139-256.

## 2.2. Scenari tecnologici per i veicoli.

La crisi energetica è solo uno dei determinanti del rapido cambiamento tecnologico cui l'auto è soggetta negli ultimi anni. Non vanno dimenticate le spinte al cambiamento legate agli sviluppi della tecnologia in vari settori.

Come sarà l'auto del futuro ? ULB sviluppa in proposito uno scenario tecnologico secondo la modalità di descrizione qualitativa di ipotetici eventi futuri, per tracciare le linee di una evoluzione dell'auto fino al 2000 /A 77,d/.

Il problema energetico rimane comunque una delle sfide principali poste al ricercatore ed al progettista di veicoli. Va anzitutto determinato il potenziale di riduzione dei consumi estrapolando il successo di sviluppi di ricerca in corso /A 77,c/.

Non mancano nella comunità scientifica internazionale occasioni di dibattito, cui ULB partecipa in modo attivo /A 78,a/.

Non basta tuttavia esaminare le potenzialità degli sviluppi delle attività di ricerca. Occorre tener conto delle inerzie che si pongono, per vari motivi e vincoli, al trasferimento del successo di ricerca in successo di innovazione sul prodotto. Ma come valutare detta inerzia ? Un metodo proposto da ULB è quello di esaminare sistematicamente, scegliendo parametri opportuni la velocità del cambiamento misurata sul mercato, esaminando le caratteristiche dei prodotti offerti nel passato. Si possono così identificare più realistici obiettivi di innovazione /A 79,c/, /A 79,d/, /A80,h/.

Se da una parte occorre essere in grado di considerare le inerzie del sistema tecnologico, dall'altra gli obiettivi di innovazione posti all'auto - anche, come già osservato, dalle normative e dalle leggi - richiedono di poter influire a monte sulla stessa comunità scientifica perché orienti le proprie scelte di ricerca su temi indicati dai fabbisogni di innovazione del settore. E' necessario che l'industria faccia uno sforzo per indicare detti temi e che sappia "catturare" l'interesse del mondo della ricerca esterna, in particolare dell'università. In un intervento ad un incontro tra università italiana e U.S.A., ULB non solo contribuisce identificando aree di ricerca di interesse dell'auto ma anche sviluppando uno schema generale per favorire l'incontro tra università ed industria /A 80,g/, /A 83,a/.

Il dibattito tra fabbisogno di ricerca originato dalle necessità di sviluppo tecnologico di un settore ed il mondo della ricerca, va portato avanti anche in sedi specialistiche. Si veda ad esempio il caso della definizione dei requisiti per le batterie /A 80,c/, il ruolo della microelettronica nella gestione del motore /A 81,d/ e la definizione delle problematiche legate all'uso dei materiali nei veicoli /A 82,e/.

I cambiamenti tecnologici che stanno avvenendo nell'auto, per le dimensioni del settore e per le interrelazioni con altri settori, devono venire percepiti anche dal grande pubblico. Il responsabile di ricerca deve saper direttamente contribuire a questa percezione, in particolare sottolineando l'intreccio di tecnologie diverse che caratterizza un prodotto così complesso /C 81,e/.

Contro una "lettura" superficiale di settore in lenta innovazione - che l'osservatore esterno tende ad avere sulla base di una apparente stabilità delle caratteristiche di un prodotto come l'auto - è importante mostrare che invece è in corso una vera e propria "mutazione" nella tecnologia automobilistica /B 83,b/.

Questa "mutazione", poco apparente se ci si limita ad osservare la "morfologia" dell'auto, ha invece effetti radicali sulla struttura progettuale e produttiva. Che cosa sta avvenendo? Da un prodotto prevalentemente a base empirica, l'auto sta passando ad un prodotto a base scientifica. Gli effetti sulla gestione aziendale sono molto importanti perché richiederanno grandi spostamenti nella distribuzione di risorse tra varie funzioni aziendali /A 84,j/.

/A77,c/ The potential for fuel saving in road vehicles.

International Conference on Energy Use Management - ICEUM-I  
Tucson, Arizona, 24 ottobre 77, pg. 1-7 + 10 tav.

/A77,d/ Auto 2000

Pubblicazione Relazioni Pubbliche FIAT, ottobre 1977, pg. 1-23.

/A78,a/ (con A.Zachrison) Automobiles and other transportation.

Rapporto del Gruppo di lavoro al "Workshop Technology 88" - Parigi 15 marzo 1978. EIRMA Confer. Papers - Vol. XX, pg. 206 - 208

/A79,c/ Trends in European Vehicles Design.

European Rubber Manufacturers Conference, Copenhagen, 27 settembre 1979, pg. 1-54.

/A79,d/ (con G. Bolognesi) Trends in European Car Design.

International Conference on Energy Use Management, Los Angeles, Ca., 22 ottobre 1979, pg. 1-31 + 5 App.

/A80,c/ Requirements for batteries into the 80's.

Intervento alla "92nd Annual Convention" del Battery Council Intern.",  
Munich, 4 maggio '80, pg. 1-15 + 9 tav.

/A80,g/ The challenge to research from mature business : the case of the automotive industry.

Intervento al Seminario "International cooperation in Scientific and Technological Research, involving University, Industry and Government", S. Miniato, (Pisa), 24 novembre 1980, pg. 1-25 + 9 tav.

/A80,h/ (con G. Bolognesi) Tendenze progettative delle vetture europee.

ATA, ottobre 1980, pg. 441-451.

/A81,d/ (con W. Mortara) Controllo elettronico del motore.

ATA, settembre 1981, pg. 552-557.

/C81,e/ Conferenza stampa per la Fiera di Milano.

Nota interna C.R. FIAT, 6 apr. 81, pg. 1-6,

/A82,e/ Increasing role of material's engineer and technologist in the Automotive Industry.

Mechanical and Thermal Behaviour of Metallic Materials, 1982, LXXXII,  
Soc. Italiana di Fisica, pg. 242-263.

/A83,a/ The automotive industry needs research.

Interdisciplinary Science Review, Vol. 9, n° 2, 1983, pg. 146-157.

/B83,b/ La fabbrica in mutazione.

Il Sole - 24 Ore, 26 febbraio 1993.

/B84,j/ Verso una nuova frontiera della tecnologia.

ATA, luglio '84, Vol. 37, n° 6-7, pg. 398-400.

### ***2.3 I mutamenti nelle tecnologie produttive.***

La R&S nell'innovazione delle tecnologie produttive nell'industria meccanica ha tendenzialmente avuto un ruolo limitato di fornitura di servizi specialistici per una sperimentazione che viene svolta essenzialmente nella fabbrica stessa. Tutto ciò tende tuttavia a caratterizzare l'innovazione produttiva come essenzialmente incrementale, almeno durante la vita utile di un impianto produttivo. Le sfide poste dalle nuove tecnologie, in particolare dalla microelettronica, richiedono

di sapere avere una visione più globale e più radicale dei cambiamenti potenziali. In questo senso la Ricerca Centrale in una grande azienda deve svolgere un ruolo nuovo.

E' lungo questa linea di pensiero che ULB sviluppa una serie di scenari, cercando di introdurre il concetto della innovazione "di sistema" a livello della fabbrica, in contrapposizione dell'innovazione dei "componenti" (le singole macchine operatrici).

E', ad esempio, una innovazione "di sistema" quanto avverrà in fabbrica grazie all'introduzione di nuove tecniche di controllo non distruttivo ed, in particolare, di nuovi sensori /A 76,d/. La contro-reazione di informazione in tempo reale da valle a monte nella catena produttiva che essi permettono, trasformeranno il sistema produttivo meccanico rendendolo più simile ad un sistema di processo negli impianti chimici, con tolleranze nel prodotto garantite proprio dalla contro-reazione su tutta la linea /A 81,a/.

Anche a livello di singole tecnologie "componenti" del sistema produttivo è importante saper cogliere i segnali delle opportunità poste dall'introduzione di nuovi processi, come l'uso dei laser di potenza /A 78,b/. Un Centro di ricerca per cogliere dette opportunità deve spesso saper introdurre competenze del tutto nuovo /A 79,a/.

Ma la grande rivoluzione in fabbrica a tutti i livelli dall'automazione della singola macchina operatrice, all'automazione della linea produttiva, alla "computerizzazione" della gestione, è rappresentata dalla diffusione della microelettronica. Uno scenario dell'impatto per l'industria automobilistica è stato presentato ad una conferenza di managers della ricerca europea nel 1980, contribuendo ad un dibattito che ha fatto emergere alcune delle linee di cambiamento attese /A 80,a/.

E' importante che non solo gli "addetti ai lavori" dibattano tra loro questi cambiamenti, ma che un pubblico più ampio se ne renda conto. Occorre che con la diffusione di parole nuove come, "robot" e "sistemi di fabbricazione sensibile", se ne percepisca la reale portata ed il senso del cambiamento in atto /A 81,b/.

/A76,d/ Uno sguardo sul futuro del CNO (Controllo non Distruttivo).

Intervento ad un incontro di studio sui "Metodi di controllo non distruttivo dei materiali", Roma, 2 dicembre 76 pg. 1-4.

/A78,b/ High power laser metalworking prospectives.

Fourth European Electro-Optics Conference. Utrecht, 13 ottobre 1978, pg. 1-11 + 17 tav.

/A79,a/ Intervento al 1° Congresso Nazionale di Laser-chirurgia,

Torino, 17 maggio 1979, pg. 1-4.

/A80,a/ (con V. Nicolò) Microelectronics in the production processes of the automotive industry.

Conferenza Speciale EIRMA, "The impact of micro-electronics an R & D, in European Industry", Parigi, 19 marzo 80, Vol. XXIII, pg. 46-108.

/A81,a/ Ricerca e innovazione nell'assicurazione della qualità: dal collaudo al controllo di processo.

Qualità, Anno X, n° 36, Gen.81, pg. 1-2.

/A31,b/ Dalla meccanizzazione alla robotica: la rivoluzione della microelettronica in fabbrica.

Conferenza presso Unione Industriale di Savona, 18 giugno 1991, pg. 1-23.

#### **2.4. L'impatto dell'informatica.**

La diffusione dell'informatica in tutti i settori dell'attività produttiva e sociale è così coinvolgente, che è difficile per chi intenda approfondire il fenomeno limitarsi alla sfera puramente tecnologica. Si finisce rapidamente per fare riflessioni di politica, sia pure industriale e di R&S. E' questo il senso dei primi interventi di ULB in materia.

Anzitutto, come assicurare una politica che favorisca la diffusione nell'attività produttiva in un paese come il nostro con un "entroterra" scientifico e tecnico con minori tendenze "applicative" di altri paesi europei? /A 82,1/.

Il dibattito si sposta poi sui programmi di R&S, ed in particolare sul grande programma europeo, Esprit, e sui pericoli di una entusiastica ed acritica accettazione da parte italiana del pro-

gramma così come formulato. L'industria italiana ha prospettive di cogliere le opportunità della microelettronica e dell'informatica diverse da quelle di altri paesi. E di ciò va tenuto conto /B 83,1/. Su queste basi è opportuno un esame critico approfondito del programma stesso. Alcune linee di questa critica sono presentate al grande pubblico /B 84,d/.

La critica tuttavia deve realisticamente tener conto dei condizionamenti di quanto già fatto, e della lunga storia che il tentativo di varare una politica dell'innovazione nell'informatica ha in sede alla Comunità Europea /C 84,p/.

L'importanza della diffusione dell'informatica la si può rilevare dalla importanza datagli dai quotidiani e periodici generali come fatto di cronaca. Oltre che divertente, può essere istruttivo mettere assieme e comparare la cronaca, per rilevare linee di tendenza /C 84, p/.

Proprio da queste riflessioni, anche un non specialista, può essere portato a speculare più a fondo sul significato profondo che può avere lo sviluppo della informatica, anche di cambiamento del nostro modo più radicato di vedere i limiti dello sviluppo e delle conseguenze delle costruzioni umane. Quali, ad esempio, i limiti e le conseguenze della cosiddetta "intelligenza artificiale" ? /C 84,q/, /C 84 r/.

/A82,1/ Intervento all'Osservatorio Elettronico Reseau,

"La politica industriale dell'elettronica in Italia e nel Mondo", Milano, 1 febbraio '82, pg. 88-90.

/B83,1/ Non c'è solo informatica nel futuro di Esprit.

Il Sole - 24 Ore, 26 novembre 1983.

/B84,d/ I pezzi mancanti di Esprit.

Il Sole - 24 Ore, 29 maggio 1984.

/C84,b/ Il programma Esprit.

Nota interna per Seminario Università Bocconi. Milano, 14 mag. 84, pg. 1-14+9 tav.

/C84,p/ Cronache di informatica.

Nota interna, 5 marzo 1984, pg. 1-15.

/C84,q/ Quali limiti all'intelligenza artificiale ?

Nota interna, 16 aprile 1984, pg. 1-15.

/C84,r/ Le macchine pensanti e le due culture.

Nota interna, 19 luglio 1984, pg. 1~6.

### 3. POLITICA DELLA RICERCA E POLITICA INDUSTRIALE.

Difficile operare in un grande centro di ricerca aziendale, senza dovere estendere le proprie preoccupazioni a sfere più ampie di quella della sola ricerca e della tecnologia. Ciò è particolarmente vero per chi opera in Italia per la necessità spesso - per l'inefficienza stessa con cui si sono sviluppati i pubblici servizi - di svolgere anche ruoli vicari.

Da qui la motivazione per ULB ad estendere analisi e studi dal "sotto-sistema" della ricerca industriale al più ampio sistema della ricerca pubblica e privata e della interazione tra politica della ricerca e politica industriale

#### 3.1. *Un modello generale per il sistema ricerca.*

L'analisi delle problematiche della pianificazione della ricerca aziendale può servire come paradigma per una analisi dei problemi della ricerca e dell'innovazione per il Paese ? Un primo confronto permette di individuare strette analogie /C 75,c/.

L'esistenza di queste analogie ha una sua giustificazione profonda se ci si sposta dalla ricerca ad un livello più alto nel sistema economico. In particolare la svolta fondamentale avvenuta negli ultimi decenni (necessità di porre vincoli ed obiettivi al progresso tecnologico) finisce per investire sia la ricerca privata che pubblica, le cui rispettive politiche devono pertanto essere congruenti. D'altra parte, almeno come tentativo, la progettazione si sposta dal mero ambito tecnico ad uno più ampio. Vi è una nuova disciplina la "*policy science*" che tenta di sviluppare una base teorica per questa "ingegneria politica".

Un modello generale per il sistema ricerca deve quindi anzitutto riconoscere l'esistenza di una gerarchia di obiettivi. Le varie classi di ricerca possono venire riorientate tenendo presente detta gerarchia di obiettivi. Ma chi fissa gli obiettivi ?

Come distinguere tra "domanda" di ricerca e "offerta" di ricerca ? La confusione dei ruoli tra i vari attori nel sistema ricerca può essere una prima chiave di lettura delle carenze del sistema ricerca italiano /C 77,k/.

Il modello deve anzitutto permettere di mettere in prospettiva storica e di confrontare su un metro comune l'esperienza italiana e di altri paesi /A 79,e/.

L'interesse generale sempre più esteso ai fatti della ricerca e della tecnologia, rende opportuno diffondere a operatori che non sono degli addetti ai lavori, degli elementi, per meglio comprendere il sistema ricerca. Il modello di cui sopra è così utilizzato da ULB, per sensibilizzare alla R&S degli "operatori culturali" /A 81,c/

/C75,c/ Un parallelo tra obiettivi e strutture di ricerca nell'industria e nel Paese.

Nota interna Centro Ricerche FIAT, 10 febbraio 1975, pg. 1-9 + 3 tav.

/C77,k/ Principi da tenere in considerazione nell'esame della legge per il Ministero della Ricerca.

Nota interna C.R. FIAT, 10 ottobre 1977, pg. 1-14 + 3 tav.

/A79,e/ Dalla ricerca come opportunità alla ricerca come necessità.

Seminario presso Lab. Casaccia, CNEN, Roma, 8 marzo 79, pg. 1~7 + 36 tav.

/A81,c/ La ricerca nell'energia.

Relazione ai Corsi di aggiornamento sull'impresa industriale, per docenti scuole secondarie, Fondazione Agnelli, Torino, settembre 1981, pg. 1-17 + 18 tav.

#### 3.2. *La politica pubblica di ricerca.*

Il crescente intervento pubblico nell'economia può essere fattore di distorsione delle possibilità di concorrenza tra aziende, il cui centro di operazione sia in paesi diversi. Da qui la necessità per gli operatori economici di partecipare al dibattito ed allo sviluppo delle idee nel campo delle politiche pubbliche. Ciò è tanto più vero in Italia per la politica pubblica di ricerca.

La apparente crescente volontà - espressa dalla classe politica - di occuparsene, deve essere alimen-

tata da idee e proposte. In vari interventi di ULB, il modello del sistema ricerca, di cui sopra, si è rilevato uno strumento euristico efficace. Nel definire il ruolo pubblico della ricerca, perché non cominciare quindi dalla "domanda" di ricerca che deriva dai settori di cui lo stato si occupa direttamente, come i servizi pubblici ? /A 75,b/.

ULB partecipa al dibattito sulla politica della ricerca italiana in particolare con proposte in seno alla Associazione Italiana Ricerca Industriale (AIRI) /C 77,h/, /C 78,d/, /C 80,k/.

Altri punti rilevanti di una politica pubblica di ricerca riguardano la gestione della "offerta" di ricerca pubblica, lo sviluppo di ruoli di "intermediazione" domanda/offerta, l'intervento pubblico a livello regionale. Importanti sono le responsabilità del settore pubblico per il ritardo culturale tecnico dell'entroterra in cui opera l'imprenditore italiano /C 78,c/.

Di particolare interesse è ad esempio rilevare la scarsità dei tipi di intervento pubblico in Italia rispetto agli altri paesi europei /A 82,f/. Inoltre va rilevato la preoccupante bassa "densità" di ricerca del Paese, misurata in termini di addetti alla R&S rapportati alla popolazione attiva. Come accelerare la crescita di detta densità? /B 82,i/.

Non sono tuttavia da trascurare anche le responsabilità degli addetti alla ricerca, come la mancanza stessa di conoscenza dei fabbisogni del paese reale ed una certa tendenza a considerare come dovuto, senza contropartita, il finanziamento pubblico della ricerca /B 83,g/, /C 83,s/.

L'integrazione italiana nella Comunità Europea e la crescente rilevanza del programma di ricerche finanziato dalla Commissione C.E. rende naturale estendere l'analisi, utilizzando il modello di cui sopra, alla politica C.E.E. di ricerca. Il nuovo incarico di collegamento tra l'Azienda e la Commissione è una ulteriore motivazione per ULB per questa analisi /C 83,r/, /B 84,b/.

Il crescente intervento pubblico con finanziamento nella ricerca e nell'innovazione, non è tuttavia senza critiche, sia per ragioni di principio - in quanto contrasta con una rinnovata tendenza alla "deregulation" - sia perché è causa di distorsione di concorrenza tra aziende di paesi diversi. E' importante quindi stabilire le condizioni in cui l'intervento è auspicabile e quelle in cui lo è meno /B 84,k/, /C 84,n/.

ULB è stato chiamato dall'OCSE a far parte di un gruppo di esperti per esaminare la politica di ricerca del Portogallo. E' una ulteriore occasione per "applicare" il modello del sistema ricerca di cui sopra /A 84,e/.

/A75,b/ Necessità di strumenti promozionali per l'innovazione nei servizi pubblici.

Intervento Tavola Rotonda del Convegno Nazionale ANIPLA, Torino, 29 nov.75, pg. 1-5,

/C77,h/ L'intervento della ricerca industriale nella politica pubblica della ricerca.

Nota interna C.R. FIAT, 31 agosto 1977, pg. 1-11 + 1 tav,

/C78,c/ Conferenza Stampa in occasione BIAS "78".

Nota interna C.R. FIAT, 22 nov.78, pg.1-11.

/C78,d/ Ipotesi per un ufficio studi AIRI.

Nota interna C.R. FIAT, 17 mag.78, pg.1-3.

/C80,k/ Elementi per un efficace intervento pubblico nella ricerca.

Nota interna C.R. FIAT, 14 lug. '80, pg. 1-3,

/A82,f/ La situazione italiana prima della legge 46 e confronto con altri paesi della C.E.E. Relazione al Convegno AIRI - "La ricerca industriale e l'intervento pubblica", Roma, 5 maggio 1982, pg. 13-31.

/B82,i/ Un'iniezione di camici bianchi per rilanciare la ricerca.

IL Sole - 24 Ore, 16 ottobre 1992.

/B83,g/ Ricerca: forse più che i soldi sono necessarie le idee.

Corriere della Sera, 12 luglio 1983.

/C83,r/ Interdipendenza politica ricerca e altre politiche C.E.E.

Nota interna per seminario Università Bocconi, 3 maggio 1983, pg. 1-7.

/C83,s/ Politica della ricerca.

Intervento per rivista interna Garzanti. 12 maggio 1983, pg. 1-5.

/A84,e/ (con altri) National Science Policy Reviews: Portugal.

Rapporto OCSE DST/SPR/84.30 - pg. 25-38.

- /B84,b/ Ricerca scientifica nella C.E.E. : grandi sfide ma troppi freni.  
S.E. - Scienza Esperienza, Anno 2, n° 12, Marzo 84, pg. 7-9.
- /B94,k/ Che fatica innovare nella C.E.E.  
Il Sole - 24 Ore, 13 luglio 1984.
- /C84,n/ Innovation process and public aids to enterprises,  
Nota interna, 2 febbraio 1984, pg. 1-7.

### **3.3 L'impatto della ricerca universitaria sulla attività produttiva.**

Quali sono gli effetti di una inefficiente gestione della ricerca e dell'insegnamento nell'università italiana? Perché l'effetto negativo è più rilevante ora che nel passato? Questa deve essere una delle prime preoccupazioni di un operatore della ricerca aziendale, nel trattare problemi di politica della ricerca /A 72,c/.

Vi sono ora le condizioni per cui i rapporti tra Università ed Aziende cambino /A 76,a/. Occorre che la ricerca nelle università cresca non solo di qualità, ma anche di dimensione. Una proposta al riguardo è quella legata allo sviluppo di "Centri di Eccellenza" /C 77,i/.

Come responsabile del Centro Ricerca FIAT, ULB ha operato una politica di collaborazione diretta attraverso contratti di ricerca e ha favorito lo sviluppo di due specifici centri interdisciplinari, il CSS (Centro di Studio sui Sistemi) a Torino e l'ATECNA (Scienza della formatura dei metalli) a Bologna.

Gli interventi recenti dello Stato sulla Università, malgrado le buone intenzioni, non sono esenti da critiche in quanto riducono ulteriormente la flessibilità gestionale sia per la ricerca che per l'insegnamento /A 82,a/.

E' forse necessario un ripensamento radicale dei principi alla base della gestione dell'Università, a cominciare dal rapporto di lavoro degli insegnanti /B 83,o/.

- /A72,c/ (con A.Faedo ed al.) La Ricerca Scientifica e Tecnologica.  
Intervento alla Tavola Rotonda presso CNR, 20 ottobre 72.  
Le Scienze, n° 52, dicembre 1972, pg. 4-19.
- /A76,a/ Collaborazione tra ricerca universitaria e ricerca aziendale.  
Intervento alla Tavola Rotonda : La Ricerca applicata e l'università, Pavia, 16 mar.76, pg. 1-4 + 1 tav.
- /C77,i/ Una proposta per l'Università : I Centri di Eccellenza.  
Nota interna C.R. FIAT, 3 ot.77, pg. 1-3.
- /A82,a/ Interfaccia tra università ed aziende.  
Intervento all'incontro organizzato dall'Università di Firenze,  
S. Miniato (Pisa), 8 febbraio 1982, pg. 1-8,
- /B83,o/ Un "gap" tra università e impresa.  
Il Sole - 24 Ore, 17 dicembre 1983.

### **3.4. La politica di intervento regionale sulla ricerca.**

L'importanza della ricerca come fattore di sviluppo economico ha richiamato da tempo l'attenzione degli operatori pubblici locali, che chiedono agli operatori della ricerca idee e proposte. Un primo criterio da rispettare è quello di valorizzare le risorse esistenti sul territorio.

Vi è il pericolo, tuttavia, che la "regionalizzazione" della politica della ricerca risponda a motivazioni acritiche e che si risolva in una dispersione di risorse. Anche in questo caso il modello del sistema ricerca può servire ad una prima analisi su basi razionali della problematica relativa /A 79,b/.

ULB ha avuto successivamente occasione di contribuire con alcune analisi e proposte legate a situazioni locali specifiche. Si veda una proposta per l'area di Porto Marghera /A 83,m/ e le considerazioni sui rischi ed opportunità legate al cambiamento tecnologico per lo sviluppo della vocazione automobilistica dell'area torinese /C 84,m/.

- /A79,b/ Verso un ruolo delle Regioni per la ricerca scientifica.  
Intervento al Convegno "Regione, Autonomie locali e Ricerca Scientifica",  
Trento, 22 settembre 1979, pg. 1-10.
- /A83,m/ R&S per lo sviluppo territoriale: ipotesi per l'area Veneziana.  
Convegno sul "Terziario avanzato nell'area Veneziana",  
Venezia 2 dicembre 1983, pg. 1-13.
- /C84,m/ La vocazione automobilistica Torinese ed il cambiamento tecnologico.  
Nota interna, 15 febbraio 1984, pg. 1-8.

### ***3.5. La politica industriale di fronte al cambiamento tecnologico.***

Con il proseguire della crisi economica, da più parti si punta alla necessità di una politica industriale che favorisca uno spostamento verso una innovazione tecnologica più orientata allo sviluppo di prodotti nuovi, rispetto al prevalente orientamento sullo sviluppo della produttività. Ma quali prodotti nuovi? Nuove opportunità possono derivare da una analisi dai cambiamenti nei servizi e nelle infrastrutture relative /B 82,k/.

La stessa fornitura di servizi può avvantaggiarsi da una estensione del concetto di ricerca ed innovazione applicata a prodotti "immateriali" /B 83,e/, /B 83,f/.

L'ipotesi che il sistema economico stia attraversando una profonda crisi di cambiamento strutturale, rende tuttavia necessario ripensare in modo più radicale la politica industriale. Vanno ad esempio riesaminati gli scenari di politica geo-economica, in particolare per mettere in una prospettiva che non sia solo difensiva, i rapporti tra Europa e Giappone /B 83,c/.

La politica industriale deve essere ormai vista e sviluppata a livello Comunitario. Le prospettive ed i rischi legati al cambiamento della base tecnologica sono legate alla coerenza tra le politiche nazionali e quelle comunitarie /B 84,a/, /A 84,1/.

Una acritica ideologia di liberismo a livello planetario può rivelarsi poco adatta alla realizzazione di uno spazio socio-economico europeo omogeneo /A 84,g/.

- /B82,k/ E ora inventiamo il mondo degli oggetti.  
Il Sole - 24 Ore, 14 dicembre 1982.
- /B83,c/ Se C.E.E. e Giappone fanno la pace.  
Il Sole - 24 Ore, 17 febbraio 1983.
- /B83,e/ Il prodotto c'è ma non si vede.  
Il Sole - 24 Ore, 3 luglio 1983.
- /B33,f/ Le produit existe mais il est invisible.  
Echanges, Bruxelles, Nov.-Déc. 1983, pg. 20-22.
- /A84,g/ Per uno spazio socio-economico omogeneo europeo.  
Tavola Rotonda BNA: "La politica del credito ed il rilancio dell'economia europea: nuove politiche e nuovi strumenti", Torino, 29 maggio 1984, pg. 1-11.
- /A84,1/ Politica industriale e crisi.  
Economia e politica industriale, n°43,1984.
- /B84,a/ Anni 90, quale mercato comune?  
Il Sole - 24 Ore, 26 gennaio-1984.

#### 4. DINAMICA DEL PROCESSO INNOVATIVO.

Il modello del sistema ricerca di cui al paragrafo 3.1, pur avendo mostrato la sua utilità come chiave di lettura di casi diversi - e per la sua funzione euristica per la generazione di idee afferenti la politica della ricerca - rimane tuttavia nel campo di un approccio marginalistico che presuppone operatori razionali e sistema in quasi equilibrio.

Il modello non da indicazioni per quanto riguarda la dinamica a lungo termine di un sistema così complesso come quello tecnologico. Nell'analisi del processo innovativo, prima della recente "riscoperta" dell'analisi di Schumpeter dei cicli macro-economici a lungo termine, si sono fronteggiati due scuole: quelli che vedevano nel "tiro del mercato" la motivazione principale dell'innovazione e quelli che la vedevano nella "spinta della tecnologia".

Sulla base di un approccio "evoluzionistico" alla teoria economica ed una prima applicazione da parte di due economisti americani al processo di innovazione tecnologica, ULB ha sviluppato in questi ultimi anni un modello della dinamica del processo innovativo che si basa anzitutto su un confronto analogico dettagliato con la evoluzione biologica. /B.82,b/, /B 82,,c/, /C 82,m/, /C 82,n/.

La recente critica ad un approccio riduzionistico nello studio della dinamica di sistemi aperti e fortemente complessi, fa pensare che l'analogia la si possa far risalire ad un tipo di dinamica comune a sistemi aperti complessi: sviluppo logistico interrotto da "catastrofi". Le ricerche sono alla loro fase iniziale e pertanto il modello va ritenuto per il suo valore euristico, dimostrato nell'esaminare altri "sistemi aperti" come lo sviluppo delle conoscenze scientifiche e la dinamica dei cambiamenti innovativi a lungo termine /A 83,n/, /C 83,t/.

Queste riflessioni, presentate in sede internazionale hanno suscitato un certo interesse. L'EIRMA (European Industrial Research Management Association) ha chiamato ULB ad organizzare una conferenza per dibattere il problema del cambiamento della base tecnologica /A 84,t/ ed il Management Centre Europe a fare una presentazione del modello e delle sue implicazione per la gestione della ricerca, ad una Conferenza sul Management /A 84,w/.

/B82,b/ Tecnologia, da un'era all'altra.

Il Sole - 24 Ore, 4 aprile 1982.

/B82 c/ Chi fa barriera contro l'inventore.

Il Sole - 24 Ore, 18 aprile 1982.

/C82,m/ Comparing natural evolution and technological innovation.

Rapporto interno C.R. FIAT, Apr. 82, pg 1-30.

/C82,n/ L'innovazione tecnologica: gli insegnamenti dell'evoluzione biologica.

Nota interna per una Conferenza al CISE, 18 marzo 1982, pg. + 22 tav.

/A83,n/ Applying the biological evolution metaphor to technological innovation.

Futures, dicembre 1983, pg, 463-477.

/C83,t/ E' possibile predire la direzione del progresso nei prodotti ?

Nota interna, 28 settembre 1983, pg. 1-4.

/A84,t/ Towards a new technological base for industry in the 90's.

Introduzione e conclusione, Conferenza Speciale EIRMA, Parigi, ottobre 1984, pg. 1-9 + pg. 1-10.

/A84,u/ Natural evolution and technological innovation.

R&D Management Conference, Management Centre Europe, Bruuxelles, Novembre 1984 pg. 1-12 + 3 tav.

## 5. LAVORI DI SINTESI.

Le ricerche sopra illustrate si sono via via sviluppate in contrappunto con gli impegni professionali di ULB, da cui derivano le motivazioni di base. Tuttavia, come si è cercato di illustrare, esse non sono episodiche, ma hanno seguito dei filoni persistenti (ved. Tav. 2). ULB ha sentito poi la necessità di ripensare in modo sistematico lo sviluppo delle proprie ricerche e riflessioni sul management della ricerca e sul processo innovativo.

I risultati di questi lavori di sintesi sono riportati in due libri pubblicati ed in un lavoro inedito (pubblicato successivamente).

Le ricerche sulle “problematiche della gestione della tecnica nell'azienda” sono stato il punto di riferimento per il libro "*Lo sviluppo dei prodotti*" /A 83,p/, che, pur scritto con intenti didattici in una collana destinata ai quadri intermedi, affronta il problema in un'ottica nuova per questo tipo di testi. Infatti viene fatto riferimento, nel descrivere i problemi gestionali, a momenti di forte cambiamento tecnologico, il che mette in risalto le interdipendenze con le altre funzioni aziendali e con l'esterno.

Il modello del sistema ricerche e le sue applicazioni alla politica della ricerca sono rielaborati nel volume "*R & S x P - Ricerca e Sviluppo per il Paese*" /A 82,j/.

Una prima riflessione di sintesi, fortemente speculativa, sugli studi in corso sulla dinamica del processo innovativo ha portato alla stesura dello rapporto inedito "*Innovazione - Le regole del gioco per il progresso*" /C 83,q/.

/A82,j/ R&S x P - Ricerca e Sviluppo per il Paese,  
Garzanti, Milano, 1982, pg. 1-199.

/A83,p/ Lo sviluppo dei prodotti.  
Etas Libri, Milano, 1983, pg. 1-127.

/A83,q/ Il gioco del progresso. Dall'ameba al nucleare.  
CEM Editrice Marietti, Genova, 1987, pg 226.