

**L'INFOSFERA: UNO SCENARIO EVOLUTIVO  
PER LE TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE**

*Gabriele Falciasecca*

**Dipartimento di Elettronica, Informatica e Sistemistica  
Università di Bologna**

**(Pontecchio Marconi, Febbraio 1991)**

## 1 - PREMESSA

Come docente mi sono posto molte volte la domanda: questo argomento è importante per la cultura professionale di un ingegnere elettronico? Quali sono le tecnologie che avranno maggior importanza per i miei allievi una volta diventati ingegneri? Contemporaneamente nell'industria altri si domandano: che caratteristiche deve avere l'apparato che risolve non solo i bisogni di oggi, ma quelli di domani, quando sarà in produzione? Quale fattore sarà determinante per vincere la concorrenza e stimolare la domanda?

Si potrebbe continuare a lungo mettendosi nei panni dei gestori di servizi di telecomunicazioni, fino a giungere, perchè no, agli utenti di apparati elettronici.

Interrogativi di questo genere sono assai frequenti in un settore pervaso da rapidi cambiamenti come è sempre stato quello elettronico ed ora in particolare è, intensamente, quello delle telecomunicazioni dal quale in effetti hanno avuto origine per me i quesiti iniziali. Le risposte ciascuno tende a cercarle facendo appello alla propria esperienza personale o a quella dell'ambiente in cui opera. Nel fare ciò solitamente si dice che si individua uno "scenario" di riferimento, nel quale si collocano le considerazioni specifiche di volta in volta di interesse. Lo scenario purtroppo risulta essere sovente tanto necessario quanto effimero: ciò rende difficili le previsioni al di là del breve periodo.

Per sottolineare l'aspetto dinamico del fenomeno si parla poi di "evoluzione" delle tecnologie, con questo intendendo di fatto la ricerca di linee guida, costanti, tramite le quali si possono effettuare delle estrapolazioni verso il futuro. Non necessariamente questo però significa che si tenta di individuare una chiave interpretativa per comprendere come si formano le tendenze o come si dissolvono nel futuro.

Si potrebbe osservare, arrivati a questo punto, che ciò che interessa realmente è una indicazione economica; questo può spingere a non esagerare nelle considerazioni di largo respiro. Tuttavia va sottolineato che senza lo sviluppo delle considerazioni precedenti ogni valutazione economica diventa un semplice esercizio teorico.

E' possibile allora delineare uno scenario e scoprire delle tendenze in modo da fornire un risultato di un minimo di respiro? Forse, se viene individuata una valida chiave interpretativa. Questo è lo scopo della presente relazione, che ha l'intento di sviluppare con maggior generalità alcune riflessioni già fatte in occasione di convegni di settore o per la soluzione di problemi specifici. Come si vedrà, per raggiungere lo scopo verranno effettuate alcune considerazioni non esclusivamente tecniche, ma storiche, biologiche, sociologiche: queste sono sviluppate solo come elementi per sostenere il filone principale della

trattazione. Se ritenute interessanti possono essere ulteriormente approfondite, ma da chi ha maggior competenza di me. In particolare questo si può riferire al ben più specifico significato del sostantivo "evoluzione", che, in questa relazione, viene sempre di più a sovrapporsi a quello biologico.

Non va inoltre dimenticato quest'ultimo aspetto: le tecnologie e il loro mondo sono il prodotto della attività degli uomini in generale e degli ingegneri in particolare. L'ingegnere fa progetti e poi li rende esecutivi: ciò significa che la sua azione è diretta ad inserire ogni volta nell'ambiente qualcosa di nuovo, che prima non esisteva, e quindi, necessariamente, ad influire sul futuro. Per l'ingegnere la convinzione che "le cose andranno in un certo modo", si traduce in una "spinta perchè vadano proprio così". Perchè dunque questo "progettista del futuro" può sbagliare? Certo per incapacità, ma anche perchè la sua non è l'unica forza in campo, altre ve ne sono che, a volte, sono ben più potenti. Se non ci si può opporre frontalmente allo scatenarsi di un fiume in piena è però possibile incanalarne la violenza con degli argini che lo guidino fino a quando essa non si sarà acquietata; così come è più arduo risalire le correnti impetuose ed è più agevole scegliere una direzione seguendo la corrente. Si noti che a volte l'ingegnere è chiamato a risolvere anche problemi "di controtendenza"; ma ne deve essere consapevole e deve disporre di mezzi adeguati.

Alla luce di tutto ciò ho quindi giudicato interessante verificare se esistono delle "tendenze forti" nel campo delle telecomunicazioni, in modo che se ne possa tenere il debito conto, per contrastarle, o per indirizzarle opportunamente. Per fare ciò è stato necessario uscire dal settore delle telecomunicazioni per abbracciare il più vasto mondo delle tecnologie dell'informazione, che potremmo succintamente indicare come il mondo dell'"informazione artificiale", una sorta di "infosfera", prodotta dalla attività degli esseri viventi, cioè dalla biosfera.

Forse alcune delle riflessioni potranno essere di interesse anche per i non addetti ai lavori, data la pervasività del mondo dell'informazione artificiale nella nostra società. Per questo motivo ho cercato di esprimermi in modo possibilmente non "gergale", semplificando spesso al massimo i concetti per renderli più immediatamente comprensibili. Mi auguro che ciò non mi attiri troppe critiche dagli esperti e che qualcuno di loro abbia la pazienza di continuare a leggere.

## 2 - LE OPERAZIONI ELEMENTARI SULL'INFORMAZIONE

Poiché i miei quesiti hanno avuto origine dalle telecomunicazioni, esaminerò questa tecnologia più da vicino, per prima.

La comunicazione di informazione (o, come si usa dire tecnicamente, la telecomunicazione, per sottolineare il fatto che si intende superare anche notevoli distanze) è una delle capacità più importanti dell'"homo sapiens": la nostra specie ha sviluppato all'uopo il "linguaggio naturale" che è universalmente considerato un elemento decisivo per il successo nella competizione ambientale. Su di essa si basa la nostra possibilità di agire efficacemente in gruppi, dote che consentì nel passato di affrontare la caccia ai grandi animali preistorici e oggi di operare in un ambiente sociale estremamente complesso e dalle molteplici interconnessioni.

Ben presto l'essere umano sentì il bisogno di estendere le proprie capacità comunicative oltre i ristretti confini che, per via sonora o visiva, gli erano imposti dalla sua natura fisico-biologica. Tentò quindi di sviluppare delle specie di "protesi" del suo apparato comunicativo, per estendere le proprie capacità. La telecomunicazione nasce dunque come risposta ad un bisogno primario dell'essere umano, come un naturale potenziamento artificiale di una operazione elementare biologica.

E' quindi naturale domandarsi quali altre operazioni dell'informazione possano essere ad essa accomunate.

Se con la telecomunicazione si tende a vincere un vincolo spaziale, il parallelo più immediato è con un'operazione che consente di superare il vincolo del tempo : la memorizzazione. Fin dai primi disegni sulle pareti delle caverne si riconosce, oltre al tratto artistico primitivo, la volontà di preservare per future generazioni l'organizzazione della caccia o gli usi del gruppo. Tavolette, papiri, stampa sono tutti mezzi artificiali per immagazzinare un'informazione ritenuta importante, per se stessi o per altri. Straordinaria è quindi l'importanza di questa operazione che consente all'uomo di comunicare con i suoi simili, oltre la morte individuale, vincendo le barriere del tempo.

Si può anche osservare come la memorizzazione artificiale, ad esempio tramite la scrittura su carta, è la base di un sistema di telecomunicazione, come quello postale. In effetti nella memorizzazione si riconosce questa funzione di supporto e conservazione che consiglierà di trattare questa operazione diversamente dalla telecomunicazione e dalle altre operazioni elementari che si definiranno, nonostante la sua indubbia rilevanza.

Sempre partendo dal parallelo biologico, una ulteriore operazione elementare fondamentale è l'acquisizione dell'informazione. Di fatto essa ha segnato il passaggio tra vivente e non vivente: il più infimo degli esseri viventi è in grado di relazionarsi con l'ambiente, seppure nelle forme più elementari, quanto meno per metabolizzarne una parte. Tornando all'uomo, esso è indubbiamente dotato di un grande numero di sensori in grado di reagire a

variazioni di molteplice natura (ottica, sonora, chimica ...). Successivamente però egli opera una sofisticata elaborazione degli stimoli primari, che lo mette in grado di sfruttare l'informazione acquisita ai fini della sopravvivenza immediata, oppure per prendere decisioni sul comportamento futuro: si consideri, come esempio fra i tanti, il processo della visione che porta ad una rappresentazione assai accurata del mondo esterno, tramite la quale siamo fra l'altro in grado di riconoscere persone e cose già incontrate. Anche queste due operazioni elementari, cioè acquisizione ed elaborazione, hanno la loro versione artificiale, ancora una volta nata inizialmente come protesi per il potenziamento delle capacità biologiche.

Sia in campo biologico che per i sistemi artificiali si può stabilire una analogia tra le operazioni elementari sull'informazione ed altre tipiche attività umane. L'informazione è come una preziosa materia prima<sup>1</sup> che viene estratta, a volte assai faticosamente, dall'ambiente circostante (Acquisizione); può poi essere utilizzata per produrre manufatti, oggetti dall'aspetto ben diverso rispetto all'originario materiale (Elaborazione). A tal proposito il prodotto ultimo dell'elaborazione è una "decisione", cioè qualcosa che "va verso l'ambiente" con l'intento di modificarlo fisicamente in qualche modo o comunque di reagire ad esso. E' quindi ben differente dall'informazione, che dall'ambiente<sup>2</sup> proviene.

In forma grezza o più o meno elaborata, l'informazione può essere comunicata; ciò corrisponde alla funzione di trasporto, distribuzione, scambio (Telecomunicazione). Inoltre è noto che per materie prime e manufatti occorre disporre di magazzini (Memoria): senza di essi non si conserva ciò che si è ottenuto, ma lo scopo primario di questa operazione è il mantenimento di tutte le caratteristiche utili senza apportare modifiche.

Tornando alle operazioni sull'informazione e alle loro variazioni artificiali, la tecnologia scelta per la memorizzazione è fondamentale per lo svolgimento delle altre tre operazioni, ma se ha, per definizione, il solo scopo di conservazione, può essere considerata come un supporto, indispensabile e condizionante finché si vuole, per ciascuna delle altre, ma non una vera operazione che fornisce qualcosa di più all'uscita rispetto all'ingresso.

---

<sup>1</sup>Il paragonare l'informazione, entità immateriale, ad una materia prima può generare perplessità. Non c'è dubbio peraltro che la nostra civiltà ha bisogno di informazione quanto di ferro, rame, energia e che sul costante aumento del consumo dell'informazione è oggi basato lo sviluppo della più recente forma di società umana. In questo senso va contenuto il paragone senza la pretesa di dare risposta in questa sede alla domanda: cosa è l'informazione?

<sup>2</sup>Qui ambiente va inteso in forma del tutto generale, includendo esseri viventi, mondo materiale ecc..

L'acquisizione invece fornisce il materiale di base su cui operare; l'elaborazione lo trasforma, fino al limite, alla decisione; la comunicazione, ovvero la possibilità di stabilire flussi di informazioni tra parti diverse di un sistema artificiale o tra esseri viventi è alla base della nascita di strutture complesse il cui comportamento non è facilmente prevedibile a partire dai costituenti elementari.

Si noti che in tutte queste considerazioni non entra il concetto di "valore" dell'informazione o delle operazioni connesse: si tratta di un elemento di importanza fondamentale che però sarà lasciato al di fuori della trattazione fintanto che sarà possibile, per isolare una prima parte, più oggettiva, da una seconda, più soggetta ad opinioni.

### 3 - LO SVILUPPO DELL'INFOSFERA ARTIFICIALE

Ognuna delle operazioni elementari, pur definibile a partire da una funzione biologica, ha conosciuto e conosce la sua versione artificiale, che l'uomo ha inventato per potenziare le proprie capacità nelle varie direzioni. E' interessante notare che a lungo gli sviluppi delle tre operazioni si sono mantenuti distinti, in questo ben conformandosi all'iniziale concetto di protesi che ne aveva caratterizzato l'introduzione. Sul piano poi dell'importanza per le varie forme di società succedutesi sul pianeta, la telecomunicazione è stata certamente la prima delle tre ad essere rilevante; in effetti esse hanno acquisito reale importanza nel tempo in un ordine che è opposto a quello più plausibile sul piano biologico, dove la necessità di acquisire informazione è primaria, segue quella di elaborarla ed infine di comunicarla.

E' interessante richiamare a grandi linee come si sono succedute nel tempo le varie tecnologie in modo da porre le basi per un'interpretazione di ciò che sta accadendo oggi (... e forse accadrà in futuro). Si comincerà al solito con la telecomunicazione che ha una storia densa di fatti e assai antica.

Non v'è dubbio che per "homo sapiens" la massima capacità di scambio di informazione è fondata sull'uso del linguaggio naturale, costruitosi, per l'aspetto comunicativo, sulla facoltà di emettere e percepire suoni sufficientemente complicati da poter essere posti in corrispondenza con una serie di oggetti, esseri viventi, concetti, che l'intelletto veniva via via ad identificare, in un percorso circolare in cui la capacità di comunicare con altri dischiudeva le porte ad una miglior chiarificazione del concetto e viceversa.

Per superare l'ambito locale consentito dalla potenza sonora dell'individuo, nacque la tecnologia del trasporto a distanza dell'informazione, ovvero la telecomunicazione.

Ai primordi le tecniche utilizzabili non erano assolutamente in grado di adattarsi alla complessità del linguaggio: fin dall'inizio dunque fu necessario

ricorrere a quella che, in termini moderni, si chiama "codifica numerica". Concettualmente si tratta di definire un insieme di informazioni in numero finito e di porre ciascuna di esse in corrispondenza con un particolare segnale percepibile a distanza. A ciò appartengono le trasmissioni con fumo, bandiere, fuochi, lampade ecc. Sono questi i primi sistemi di comunicazione artificiale in senso stretto, quelli cioè che non prevedono che l'informazione sia accompagnata, nel tragitto, dall'uomo. Il loro passaggio nell'era moderna può essere collocato nel 1792 quando Claude Chappe perfezionò il suo telegrafo ottico; su di esso la Francia basò una rete con ben 556 stazioni, presto limitata dal resto dell'Europa. Con il telegrafo elettrico di Morse, inventato nel 1837, le telecomunicazioni trovano finalmente nell'elettricità (e più in generale nelle onde elettromagnetiche) il veicolo più adatto per ottenere una comunicazione rapida ed abbondante. Con il telegrafo comunque il fatto di trasmettere un numero finito di segnali (quelli ad esempio previsti dal codice Morse) non impedisce più di lasciare le porte aperte a qualunque tipo di messaggio, purchè esprimibile in forma alfanumerica (numeri e lettere).

Già da tempo però era stata sviluppata una ulteriore forma di codifica in grado di operare su ogni parola del linguaggio naturale: la scrittura. Questa tecnica, unitamente all'uso del supporto cartaceo per la memorizzazione dell'informazione, aveva aperto la strada al servizio postale, il cui concetto base è rimasto invariato fino ai giorni nostri. Sempre e comunque, a piedi o in treno, con il pony-express o per via aerea, le lettere vengono trasportate sotto la diretta responsabilità di operatori umani che, solitamente, viaggiano, continuamente o a tratti, con esse. Solo oggi, con l'avvento della cosiddetta "posta elettronica", l'uomo ha potuto smettere di accompagnare il messaggio, ma ciò ha richiesto l'abbandono del supporto cartaceo e una variazione sostanziale di tecnologia. Per brevi distanze in effetti si era già verificato questo con la "posta pneumatica" ma inseguire qui, come nel seguito, casi assai particolari ci porterebbe ad un cammino assai tortuoso.

Già in questi primi esempi di sistemi di telecomunicazione dell'era moderna, si riconoscono i seguenti punti: alla base c'è comunque un'invenzione che precisa quali messaggi possono essere trasportati a distanza e in che forma; ciò limita a priori il tipo di informazione trasmissibile oltre, che di fatto, la quantità trasmissibile per unità di tempo. Inoltre esiste sempre una "tecnologia di base" dell'invenzione: su di essa viene concepita una "rete di telecomunicazione ad hoc"; ciò significa organizzare i segmenti di trasporto a distanza e quelli di indirizzamento o, con termine moderno, di commutazione. Nel loro insieme, messaggi possibili, apparati terminali operanti sull'informazione, e rete, caratterizzano il particolare "servizio" di

telecomunicazione: per lungo tempo apparati e reti furono direttamente corrispondenti fra loro e strettamente collegati ai particolare messaggi trasmissibili, tutto derivando dalla base concettuale della tecnologia di origine.

<sup>1</sup>Solo di recente questa corrispondenza si è allentata.

Con il passare del tempo si sono sviluppati nuovi servizi, sempre più efficienti nel trasporto a distanza e con la capacità di operare su informazioni di livello sempre più alto. Così il telefono e poi la radio hanno direttamente esteso l'ambiente comunicativo del linguaggio naturale e la televisione ha fornito all'umanità il potere di diffondere informazioni in forma di immagini in movimento.

I vari servizi sorti possono essere ordinati in senso di crescente funzionalità, considerando sia il tipo e la quantità di informazione su cui operano, sia la loro rapidità nel superare i vincoli di spazio. Così il telefono può collocarsi su un asse più lontano dall'origine di quanto non sia il telegrafo o il telex, poiché opera direttamente sul linguaggio naturale; ma più avanti ancora è la radio, servizio diffusivo non limitato dal vincolo spaziale della presa telefonica e, oltre ancora, la televisione che, trasmettendo immagini, opera su informazioni a più alto livello.

Tutto ciò è schematicamente rappresentato nella fig. 1 dove si noterà che alcuni servizi sono indicati con un pallino cerchiato: questo ricorda che si tratta di un servizio in grado di fornire uno scambio bidirezionale dell'informazione (es. il telefono), e consente la distinzione con quelli operanti in una sola direzione, solitamente con diffusione dell'informazione da un centro alla periferia (è il caso di radio e TV).

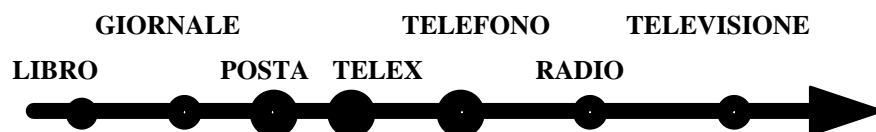


Fig. 1- L'asse dei sistemi di telecomunicazione .

In tutti i servizi citati, che sono di tecnologia di crescente sofisticazione si riconosce la presenza di elaborazione negli apparati terminali: essa è però strettamente funzionale allo scopo di trasmettere una certa informazione e di

---

<sup>1</sup>Quanto sopra può costituire la versione tecnologica dell'affermazione di McLuhan "il medium è il messaggio".



renderla poi fruibile da parte dell'uomo. Essendo il trasporto basato sull'uso di onde elettromagnetiche è stato necessario sviluppare opportuni "trasduttori" (elettro-acustici, elettro-ottici ecc.) in grado di trasformare l'informazione in segnale elettrico e viceversa. Queste operazioni, nei sistemi di telecomunicazione, non avevano e non hanno nessuno scopo di acquisizione diretta dell'informazione, sebbene la stessa tecnologia metta oggi in grado di realizzare anche dei veri sensori. Analogamente ogni elaborazione mirava di solito alla semplice estrazione efficiente del contenuto informativo. Tipico esempio è costituito dai filtri, organi deputati alla eliminazione del rumore quanto più è possibile. Si può quindi sostenere che l'unica operazione veramente svolta in forma artificiale sia stata ed è, per questi servizi, il trasporto a distanza, risultando di fatto concettualmente inessenziale l'elaborazione e di diretta responsabilità umana l'immissione dell'informazione.

Si conferma quindi che per caratterizzarne le proprietà di fondo sia sufficiente un unico asse di riferimento.

Anche il percorso seguito dall'elaborazione è molto simile. Molte macchine ingegnose furono inventate per facilitare soprattutto il calcolo: sarebbe interessante sviluppare l'argomento, ma poiché oggi l'unico sistema di importanza tecnica è l'elaboratore elettronico, ci limiteremo ad un cenno su questo. I primi elaboratori, come l'antenato pallottoliere, sorsero per operare su numeri. Il progresso dell'hardware (circuiti elettronici) e del software (programmi) ha consentito alle nuove generazioni di macchine di trattare dapprima dati, poi informazioni, ed infine conoscenza (informazioni e metodi di elaborazione congiuntamente). Per lungo tempo ogni elaborazione cominciava e finiva nel medesimo ambiente e le informazioni venivano direttamente immesse da operatori umani tramite terminali, cioè in forma direttamente strutturata per l'uso da parte del calcolatore. Si può quindi ritenere che queste macchine abbiano semplicemente svolto, in forma via via più potente, l'operazione di elaborazione.

In effetti con l'aumentare della potenza di calcolo della singola macchina, si aprì il problema di consentirne un adeguato sfruttamento e quindi di dotarla di mezzi di accesso a distanza. Si potrebbe quindi arguire che da un certo momento in poi si sono combinate le operazioni di elaborazione e telecomunicazione. In realtà a lungo il fatto che gli utenti fossero disseminati in una stanza, un edificio o una città è stato ininfluenza per lo svolgimento dell'elaborazione: si era semplicemente allontanato un terminale di input/output. Così come al sistema telefonico progettato per le comunicazioni vocali non si erano richieste modifiche di funzionamento di una qualche rilevanza, se non l'adozione di un interfaccia numerico (modem). Si trattò praticamente di una

prima giustapposizione di due operazioni elementari, senza una vera interazione tra le tecnologie, o come si usa dire, senza una vera "sinergia" che facesse comparire qualcosa di nuovo o negli apparati o nel modo di usarli. Questo è un discorso che verrà approfondito nel prossimo paragrafo. Fin da ora però è possibile comprendere che l'avvento dell'informatica distribuita ha modificato profondamente questo stato di cose. Una rete locale di personal, che condividano stampanti e memorie, che si scambiano messaggi effettuando un servizio postale elettronico è evidentemente qualcosa di più di una semplice accostamento di operazioni elementari. Ciò è ulteriormente accresciuto dalla eventuale esistenza di una ripartizione di compiti tra le unità di calcolo.

Fino a quando però questo fenomeno non si è manifestato, i vari elaboratori potevano essere collocati su un asse come quello già introdotto per le telecomunicazioni, in ordine crescente in base alla loro velocità di calcolo, memoria ecc.. Su questo asse, proprio della Elaborazione possono essere collocate le varie generazioni di elaboratori centrali.

Un terzo asse si rende inoltre necessario per la presenza di un processo artificiale di acquisizione dell'informazione.

Per lunghissimo tempo le circostanze nelle quali l'uomo ha utilizzato un mezzo artificiale per procurarsi informazioni direttamente sono state rare e occasionali, ancorchè di estrema utilità specifica. Date le sue grandi capacità percettive egli ha solitamente proposto se stesso come strumento principe di questa operazione, lasciando tutt'al più alla tecnologia il compito di migliorare le capacità sensoriali elementari attraverso l'uso di "protesi" in senso tradizionale (occhiali, cornetto acustico, cannocchiale, microscopio ...). Si può cominciare a parlare di acquisizione diretta dell'informazione con la comparsa di strumenti scientifici in grado di rivelare "entità" non direttamente captabili, come onde elettromagnetiche, sensori all'infrarosso o agli ultrasuoni ecc.. Per un certo periodo però questi sistemi artificiali non hanno avuto grande impatto sulla società se non molto indirettamente, cioè attraverso l'uso che ne facevano gli specialisti. Un po' come i sensori primordiali utilizzati in guerra o nella caccia per rendere manifesto il passaggio di animali o nemici. Si può affermare che l'uomo ha mantenuto assai a lungo il diretto controllo della acquisizione dell'informazione e della interpretazione dell'ambiente; alla tecnologia non veniva quasi mai demandato un compito di completa sostituzione dell'intervento umano, senza possibilità di controllo prima di prendere decisioni.

E' stato con l'avvento del radar e di altri moderni sensori acustici, ottici, a infrarossi ecc. che, in tempi assai recenti, l'uomo si è messo nella posizione di farsi fornire da una macchina una informazione di cui non poteva avere nessun tipo di controllo diretto. Ciò accade ad esempio per il radar, perchè l'oggetto da

individuare è estremamente lontano, ma anche perchè il metodo scelto per l'avvistamento è assolutamente al di fuori delle capacità percettive umane, trattandosi di uno strumento basato sull'uso di onde elettromagnetiche fuori dalla zona del visibile. Non solo, ma i tempi di utilizzo dell'informazione acquisita non consentono nessun riscontro alternativo. In tali casi l'attendibilità dell' informazione acquisita risiede nella capacità tecnica di dominare il fenomeno fisico. Anche nel caso, ad esempio, di sensori all'infrarosso, l'uomo controlla solo la fase di messa a punto o taratura, dopo di che è costretto a prendere per valida ogni segnalazione: il controllo successivo, effettuato per esempio da sorveglianti, ha le caratteristiche più di un intervento operativo che conoscitivo. Si dimensiona il sistema in modo da avere un tasso di errore, o di mancata segnalazione, accettabili e ci si rassegna (come nel caso del radar) a pagare le conseguenze di una errata acquisizione dell'informazione.

Anche per le macchine che operano una semplice acquisizione di una informazione elementare si può introdurre un asse dove collocarle in ordine di funzionalità crescente.

A proposito della unità di misura da utilizzare per posizionare sui vari assi i sistemi artificiali, a seconda dell'uso che si intende fare di questi diagrammi può risultare opportuna una particolare scelta. Implicitamente in questa introduzione ai diagrammi si è supposto di poter definire un beneficio per ciascuna delle operazioni e di conseguenza potere eseguire una quantificazione. Ad esempio, con riferimento alla teoria dell'informazione, l'asse T (Telecomunicazione) può essere quotato in (bit/s). Km, l'asse E (Elaborazione) in MIPS (milioni di operazioni per secondo), l'asse A (Acquisizione) in bit/s. Ma potrebbe essere altrettanto interessante quotare tutti gli assi in tempo, in modo da far risaltare il progresso delle tecnologie di base, comuni e non, su cui sono basati i vari sistemi (come la microelettronica, i vari tipi di memorie ecc.).

Ma è necessario a questo punto affrontare il tema di fondo: l'integrazione tra le varie operazioni. L'uomo, in forma biologica le integra da sempre. Si pensi ad esempio all'elaborazione degli stimoli dei due occhi che consente l'estrazione di una informazione di profondità, inesistente nei singoli flussi informativi oculari. Questo è un tipico esempio di obiettivo raggiungibile solo facendo operare congiuntamente due funzioni. Altro esempio è il riconoscimento di un amico anche al telefono tramite la comunicazione di ricordi comuni ecc.. Di fatto nella propria attività l'uomo integra le tre operazioni elementari e, per lungo tempo, ha anche rappresentato il tramite per connettere le medesime operazioni quando svolte da macchine. Ma sotto i nostri occhi vi sono macchine che operano integrando due o anche tre operazioni assieme in vista di un obiettivo originale: è dunque opportuno affrontare il tema

dell'integrazione nell'ambito dei sistemi artificiali, con riferimento alle tecnologie sviluppate e al loro uso.

#### 4 - IL RUOLO DELLE TECNOLOGIE

Il fatto che a lungo le operazioni elementari siano state svolte singolarmente dalle macchine ha una precisa corrispondenza sul piano delle tecnologie. Nel campo qui esaminato esse sono sostanzialmente quelle denominate elettroniche ed elettromagnetiche. I primi sviluppi industrialmente significativi furono nell'area delle telecomunicazioni che rappresentarono il primo settore trainante della innovazione tecnologica. Il telefono e soprattutto la radio hanno costituito un potente stimolo per la ricerca di nuovi dispositivi elettronici e per lo studio di apparati. Fondamentale per lungo tempo fu la capacità di costruire un adeguato Hardware (HD), strettamente connesso di solito con le caratteristiche dell'obiettivo da raggiungere. Le modalità d'impiego di questa base fisica, che possiamo denominare come il Software (SW) possibile per quel particolare HD, erano assai limitate, poichè di fatto tutto era strettamente connesso all'invenzione che aveva reso possibile la realizzazione di una data operazione. A maggior ragione gli obiettivi raggiungibili con quei particolari HD e SW erano sostanzialmente l'unico obiettivo che si ci era posti fin dall'inizio. Così il sistema telefonico, nato su una base HS costituita da trasduttori elettroacustici e commutatori fisici (prima manuali e poi automatici a sollevamento e rotazione) ha una modalità d'impiego SW elementare che è rimasta sostanzialmente immutata per un arco di tempo enorme se rapportata alla rapidità di variazioni delle tecnologie del nostro tempo. Quanto poi a cosa poteva fare, tutto è stato limitato fino a pochi anni fa alla trasmissione della voce con un grado di qualità accettabile per poter anche riconoscere l'interlocutore. Se schematizziamo l'obiettivo da perseguire attraverso la parola Knoware o Brainware (KW), il sistema telefonico ha una corrispondenza quasi univoca tra HD, SW, KW, tanto che, visto l'HD, si può facilmente desumere gli unici SW e KW con esso compatibili.

Nell'area telecomunicazioni quanto sopra si è estrinsecato nella realizzazione di reti distinte per ogni cosa diversa che si voleva trasmettere: telegrafo, telex, telefono, radio, tutti mondi distinti e separati dalla connessione possibile ma problematica.

Ma le cose hanno cominciato a cambiare con l'invenzione del transistor avvenuta nel 1947 e provocato dalle applicazioni di telecomunicazione, tanto che "transistor" è ancora oggi sinonimo di radiolina portatile. Infatti i primi calcolatori, come l'ENIAC del 1952, si erano basati sulla valvola termoionica, ma avevano già gettato le basi della nuova elettronica "digitale" o "numerica",

da contrapporre a quella "analogica" in uso nelle telecomunicazioni. Il transistor non solo risolveva problemi di affidabilità, ingombri o consumi, ma si prestava alla "integrazione", cioè alla realizzazione su un unico substrato di materiale semiconduttore di parecchi dispositivi, o interi circuiti, identici, con riduzione di dimensioni, perdite e rischi di guasti. Il calcolo elettronico si basò fin dall'inizio sulla ripetizione in grande quantità di circuiti simili cui la programmabilità avrebbe conferito compiti differenziati in un secondo tempo: la neonata informatica sviluppò quindi in maniera pesante la tecnologia della integrazione in "chip" di unità identiche, e diventò rapidamente un fatto economico e sociale rilevante, come lo era stato, cinquant'anni prima, la radiodiffusione.

Con l'avvento dei circuiti integrati su larga scala LSI (Large Scale Integration) l'informatica, lanciata dal dono ricevuto con l'invenzione del transistor, cominciò a restituire il favore alle telecomunicazioni. Dapprima il computer entrò nelle centrali di commutazione come organo di controllo, poi i circuiti LSI diedero l'avvio alla trasformazione della trasmissione da analogica a numerica. Il tutto venne ulteriormente accelerato dall'avvento dei microprocessori e dall'informatica distribuita. A questo punto anche le telecomunicazioni si rivelarono forti consumatrici di circuiti integrati numerici e l'era del Silicio era definitivamente trionfante<sup>1</sup>.

Contemporaneamente si era fatta avanti una ulteriore proposta, la comunicazione ottica, destinata, come si vedrà, a sostenere un ruolo importante e a spingere nella stessa direzione. La fibra ottica infatti si presenta come un HD utilizzabile in modo assai vario, data la sua banda pressoché infinita. Non solo quindi apre la strada a nuovi segnali e nuove architetture di rete, ma si presenta con un aspetto del tutto nuovo: invece di costringere il progettista ad artifici per ridurre la banda necessaria al servizio da svolgere, gli stimola la fantasia in modo da individuare impieghi nuovi per sfruttarne appieno le potenzialità.

A conclusione di questo processo abbiamo ora a disposizione un HD comune in buona parte alle varie operazioni elementari, un SW, che può esservi inserito, compatibile con ciascuna di esse e ad una conseguente possibilità di concepire nuovi e originali KW non necessariamente collegati con una sola operazione. Si apre la strada che porta a realizzare sinergie, ovvero a combinare le operazioni non in senso puramente additivo ma in modo da ottenere qualcosa di decisamente diverso o una efficienza altrimenti

---

<sup>1</sup>Questo processo di cross-fertilizzazione è ben riassunto da D. Grandi, G. Vannucchi: "La confluenza dell'informatica e delle telecomunicazioni attraverso l'asse portante della tecnologia microelettronica", L'ELETTRONICA, Vol. LXXVI, N. 12, Dicembre 1989.

inaspettata. Ciò può dare un ben diverso peso quantitativo, e quindi industriale e sociale, alle varie realizzazioni possibili, e dà quindi una luce più completa allo scenario integrato che è l'oggetto del prossimo paragrafo. Va però sottolineato che l'aspetto tecnologico è un mezzo finalmente disponibile perchè si manifesti pienamente questo tipo di processo, ma non è esso stesso il punto focale. La tendenza all'integrazione deriva dall'analogia biologica già ricordata, che spinge organizzazioni complesse a richiedere, per il proprio funzionamento, delle macchine che integrano le tre operazioni e che finiscono per diventarne il "nucleo fondamentale". Contemporaneamente, come si vedrà meglio in seguito, le macchine dell'infosfera vengono sempre più progettate per far fronte a bisogni di collettivi sociali ed economici, che possiamo definire "secondari", piuttosto che a quelli direttamente connessi con il singolo essere umano, che possiamo denominare "primari".

Questo genera una retroazione tra obiettivi da perseguire (KW) e mezzi (HD e SW) che si sforzano di conseguirli grazie alla loro crescente versatilità ed elasticità.

#### 5 - LO SPAZIO TRIOPERAZIONALE DELL'INFORMAZIONE: UNO SCENARIO PER IL PRESENTE E IL FUTURO DELL'INFOSFERA.

Nella fig. 2 è presentato un sistema di riferimento di tipo cartesiano ortogonale, nel quale le coordinate sugli assi invece che spaziali, di posizione, sono costituite da una delle tre operazioni elementari (A = Acquisizione, T = Telecomunicazione, E = Elaborazione). In accordo con quanto prima discusso, tutti i sistemi artificiali di prima generazione sono situabili sugli assi, perchè svolgono fondamentalmente una sola operazione. Nel posizionarli le scale possono essere assunte arbitrariamente; sono stati invece stabiliti dei criteri di rango, perchè una disposizione in ordine crescente corrisponda ad una sempre maggior quantità di operazione elementare compiuta, come già descritto per un asse singolo.

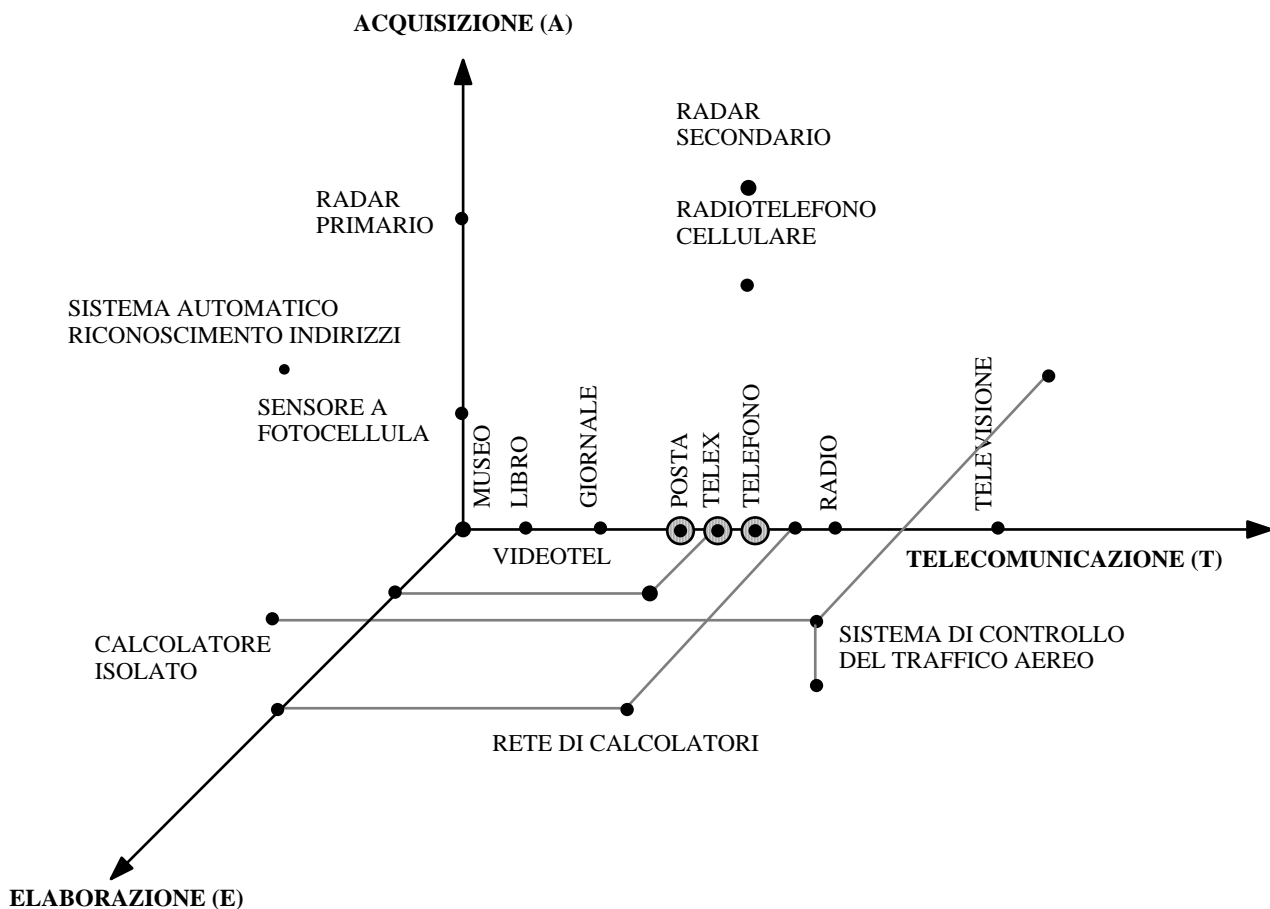


Fig. .2 Lo spazio della informazione o **infosfera**

E' interessante dare una caratterizzazione alle applicazioni che escono dagli assi per situarsi sui piani e infine nello spazio tridimensionale. Si tratta infatti di applicazioni dagli scopi originali rispetto ai singoli componenti di base che li costituiscono.

Si consideri ad esempio il piano AE, dove ci si giova di elaborazione ma anche di una acquisizione di informazione direttamente dall'ambiente. Un primo esempio nel tempo è costituito dal SARI (Sistema Automatico di Riconoscimento di Indirizzi) sviluppato per la Amministrazione Postale allo scopo di smistare automaticamente la corrispondenza. Esso è in grado di interpretare le destinazioni delle lettere, anche se l'indirizzo è scritto a mano, quindi in modo non formalmente strutturato. Si tratta del capostipite di apparati più moderni in grado di interpretare testi esaminando uno scritto. Più in generale rappresenta un esempio di acquisizione di informazione direttamente dall'ambiente con una successiva elaborazione che porta alla interpretazione e

alla decisione. E' un processo ben diverso rispetto all'uso normale del calcolatore che prevede l'immissione di informazioni da parte dell'uomo in forma non ambigua e la loro elaborazione attraverso algoritmi determinati, con l'innescò di una sorta di tautologia. La strada che si apre conduce verso l'interpretazione del parlato, la traduzione automatica, il riconoscimento di immagini ecc.. Sono tutte applicazioni che attualmente vengono ascritte all'area della Intelligenza Artificiale (IA) e pertanto il piano AE può essere considerato la sede delle applicazioni di questo settore.

Il piano TE è d'altro canto quello della Telematica, altra parola ormai di uso comune cui non corrisponde di fatto un'area dai contorni ben definiti, ma che, seguendo questa linea, potremmo individuare come quel settore nel quale Telecomunicazioni ed Informatica si uniscono per dare luogo ad un sistema il cui scopo esce dalla pura successione di elaborazione e comunicazione. Si è già fatto l'esempio della rete, locale o geografica, di calcolatori. Altre possibilità sono basate sull'uso del Videotel, che consente sia la semplice raccolta di informazioni da un banca dati, ma anche ad esempio, una conseguente decisione automatica, per arrivare ad ordini di acquisto, per modificare i contenuti di memorie aperte, per fare prenotazioni o transazioni di vario genere. In questo piano possono stare anche i sistemi di gestione automatica del patrimonio azionario, che decidono di acquistare o vendere elaborando i dati provenienti dai vari mercati borsistici mondiali.

Non ha invece una denominazione già universalmente accettata il terzo piano, AT, anche se non mancano esempi già attuali di applicazioni che vanno qui collocate. Qui si situano, ad esempio, tutte le reti di telecomunicazione in grado di variare la propria configurazione sulla base di informazioni ottenute dall'ambiente in cui operano, definibili quindi "reti intelligenti". La nuova generazione di radiotelefono pubblico a copertura europea sarà senz'altro di questo tipo.

Ma un altro caso tipico è il Radar Secondario che sfrutta un sistema di telecomunicazione basato su una interrogazione da terra e una risposta (di un trasponder) sull'aereo, per acquisire sia informazioni disponibili a bordo sia, e qui sta l'interessante, direttamente dall'ambiente (tramite la conoscenza delle leggi di propagazione). Questo sistema è fundamentalmente diverso dal radar tradizionale, detto primario, che svolge una pura acquisizione, senza scambio di informazioni e cooperazione. Alla luce delle considerazioni precedenti il piano AT potrebbe essere definito quello della Comunicazione Percettiva, per sottolineare che durante la comunicazione avviene una interazione con l'ambiente, che dà luogo a produzione di informazione.



Come estensione di queste tendenze è ipotizzabile che le applicazioni del futuro tenderanno sempre più ad uscire anche dai piani per librarsi nello spazio. Ciò è evidente già ora nell'automazione del controllo del traffico aereo, lo sarà in tempi brevi e medi per quello ferroviario e automobilistico. Moltissime delle applicazioni ora situate sui piani troveranno naturale staccarsene per rispondere a fini sempre più complessi e per attribuire direttamente alle macchine sempre più responsabilità autonome.

## 6 - L'EVOLUZIONE NEL MONDO DELL'INFOSFERA ARTIFICIALE: NUOVO RUOLO DEI SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

In questo paragrafo verrà chiarito come effettivamente si può ritenere prevedibile una sorta di competizione di tipo evolutivo nel mondo dell'informazione artificiale, con alcuni connotati che la fanno assomigliare a quella biologica Darwiniana, ma anche con alcune importanti differenze.

Intanto è opportuno introdurre il termine "applicazione" per definire il risultato della combinazione di più operazioni elementari, in luogo dei termini "servizio", "apparato", "prodotto" ecc.. Per realizzare una certa applicazione può servire un servizio di tipo tradizionale e un prodotto o un apparato; ma in prospettiva sarà sempre più difficile isolare le varie componenti. Una applicazione può essere ad esempio l'attuazione di un sistema di pedaggio automatico senza arresto nelle autostrade. Esso comporta la realizzazione di apparati di comunicazione via radio tra auto e stazione di terra, una rete per trasmettere le informazioni sull'utente al centro di controllo, una analisi della situazione contabile dell'utente, l'invio di un segnale di autorizzazione o l'attuazione di provvedimenti di blocco o simili ed infine l'addebito sul conto del cliente. Questa applicazione comporta la combinazione di due operazioni, telecomunicazione ed elaborazione, o di tre se si effettua anche un controllo diretto sul tipo di veicolo.

Ad una applicazione si può far corrispondere un sistema artificiale che lo realizza: si è già indicato come la tendenza ad uscire dagli assi e dai piani è favorita da una base tecnologica comune. C'è innanzitutto da domandarsi se la spinta venga dalla domanda (di applicazioni particolari da parte dell'utenza) o dall'offerta (disponibilità di tecnologie adatte). In effetti alcune esigenze erano già diventate da tempo pressanti per alcune organizzazioni complesse. Per tali applicazioni la tecnologia adatta non è certo arrivata in anticipo. Ora però si assiste ad una situazione ibrida: da un lato ci sono necessità ancora non soddisfatte e dall'altro delle disponibilità che non hanno ancora trovato adeguato sfruttamento. Il punto è che le nuove applicazioni, fuori degli assi, sono spesso dirette verso il soddisfacimento di quei bisogni che si sono definiti

secondari, di organizzazioni industriali o sociali. Poiché questi enti sono di relativamente recente formazione e tuttora in forte evoluzione e senza chiari e stabili indirizzi, le loro necessità sono di difficile prevedibilità. Esse però sono destinate a diventare sempre più preponderanti nel futuro e dunque devono essere attentamente considerate in sede di previsione. Se ne può sinteticamente immaginare lo sviluppo quantitativo in termini di parametri riassuntivi; più difficile è prevederne l'esatta articolazione, che sarà molto varia, differenziata, e tagliata spesso "ad hoc" su esigenze particolari. Il problema dunque è ben diverso rispetto a quello della telefonia di base: dovendo questa soddisfare un chiaro bisogno primario, non ha mai posto gravi dubbi ai pianificatori sulle esigenze future da soddisfare, poiché l'essere umano può essere sicuramente considerato stabile per ogni periodo di previsione. Tutto si riduceva quindi all'ipotizzare un tasso di sviluppo legato alle condizioni socioeconomiche dei vari paesi o regioni presi in esame, con possibilità di errori quantitativi, ma senza incertezze sulle tipologie del servizio. In effetti si è sperimentalmente verificata una diretta corrispondenza tra sviluppo economico e sviluppo della telefonia di base che consente di fare ragionevoli estrapolazioni. Si può certo sbagliare nel sopravvalutare la forza di un bisogno primario, come le previsioni finora mai realizzatesi sul videotelefono hanno dimostrato, ma non nella tipologia di servizio.

Se nel campo delle esigenze di tipo secondario le difficoltà di previsione sono così forti, è chiaro che tendenza da seguire è quella di provvedere alla realizzazione di infrastrutture che possano essere adatte a qualunque tipo di applicazione. Ancora una volta la microelettronica, mettendo a disposizione capacità di elaborazione e programmabilità, e le fibre ottiche, con l'enorme banda che rendono disponibile, si presentano come la soluzione adatta. La formula

#### ELASTICITA + CAPACITA'

sembra essere quella vincente. Da qui la popolarità del concetto di ISDN (Integrated Service Digital Network), cioè di una rete tutta basata su tecniche digitali (o numeriche) e in grado di accettare ogni tipo di messaggio. Dunque su tale rete si possono integrare vari tipi di servizi che non avranno quindi più bisogno di differenziarsi nel loro segmento trasmissivo: a tale rete unificata possono allacciarsi terminali con scopi, funzioni, esigenze diverse.

Se dunque nel mondo delle telecomunicazioni i primi servizi (TELEX, telefono ecc.) si sono sviluppati su reti distinte, adatte ad un solo tipo di messaggio e terminale, nel futuro ciò dovrà essere superato. Inoltre è chiaro che la potenzialità e elasticità disponibile dovrà essere utilizzata con fantasia e intraprendenza: diventa ragionevole uno scenario che non avrà più pochi

servizi, stabili, ma una serie di opportunità, costruite dalle varie applicazioni possibili. D'altro canto se l'obiettivo finale è da identificare in una sorta di ISDN a larga banda, nel transitorio, a causa di problemi economici e di condizioni iniziali poste dall'esistente, il percorso da seguire è tutt'altro che chiaro.

In questa situazione fluida, è quindi fondamentale stabilire alcune regole che consentano intercambiabilità di apparati, connessioni ecc.. E' quindi fondamentale il ruolo degli standard, che non hanno più qui solo lo scopo di assicurare la "qualità" e la "regola d'arte", ma soprattutto quello di garantire uno sviluppo adeguato per bisogni latenti e ancora non espressi chiaramente. E' il concetto di standard aperto, che fissa le basi per potere poi costruire molte e diverse applicazioni, evitando di essere condizionati a priori da scelte inutilmente restrittive. Se sarà correttamente risolto il problema si potrà evitare che le future applicazioni integrate si trovino in una situazione di incomunicabilità come quella che si è verificata nel mondo informatico e che sta solo ora avviandosi faticosamente a soluzione, molto anche sotto la spinta delle necessità comunicative sempre più impellenti.

Non è fenomeno trascurabile che per ogni macchina operante sull'informazione stia diventando sempre più importante la capacità di interagire con il resto del mondo, rispetto a ciò che autonomamente è in grado di fare. Ciò è evidente anche nel progressivo aumento di informazione pubblicitaria (e di realizzazioni) riguardo alla capacità di interfacciamento di un calcolatore con altre unità. E' un processo di enfattizzazione della capacità di comunicare sulla pura funzione individualmente svolta; è un privilegiare il funzionamento di un insieme di oggetti, rispetto a quello singolo; è una spinta alla socializzazione nel mondo delle macchine che segue la crescente interconnessione della società umana sull'intero globo.

Ma nel contempo l'utente, singolo o società, si trova frastornato perchè l'offerta, così flessibile, non è chiara. Egli in effetti non è mosso dalla necessità di far fronte a un chiaro bisogno, ma dalla semplice intuizione di dover cogliere le nuove opportunità che gli sono offerte per mantenere la propria attività od azienda al passo coi tempi.

Da un lato quindi l'offerta si attrezza, per ovviare alla poca prevedibilità, con tecnologie e strutture di base di grande potenzialità, in modo da poter rispondere in tempi brevi alle esigenze di mercato. Dall'altro però i potenziali clienti, spesso anche di rilevanti dimensioni, non sono di grande aiuto nell'evidenziare per tempo le applicazioni vincenti. Di più le applicazioni integrate possono normalmente essere realizzate in vari modi cui non corrispondono semplicemente diversi costi, ma anche differenze di prestazioni,

in partenza giudicate magari inessenziali, ma che a posteriori determinano il successo o meno dell'applicazione presso il pubblico.

In queste condizioni come può operarsi l'individuazione delle applicazioni di successo se non accettando e predisponendo un ambiente che realizzi una selezione tra le diverse possibilità, così come l'ambiente naturale opera tra le specie biologiche?

Per questo motivo nell'attuale scenario il termine evoluzione è assai appropriato: esso va inteso in senso stretto, cioè di esistenza di un processo di selezione del sistema più adatto da parte di un ambiente che è l'unico giudice. Non è oggi agevole la progettazione a priori di un sistema che possa servire il grande pubblico al di fuori di quelli che soddisfano i bisogni primari e anche già per questi la richiesta di sofisticazione pone dei problemi. Ancor più arduo è il compito se ci si rivolge ad esempio verso imprese medio-piccole: qui si entra nella ampia diversificazione dei bisogni secondari che risultano inoltre solo parzialmente espressi. Per citare a questo riguardo un esempio noto a tutti, si ricordi il Bancomat. In una prima versione si era privilegiata la funzione specifica dei terminali rivolti al pubblico, sottovalutando le necessità comunicative che una tale applicazione poneva. Il risultato fu che in un primo tempo il sistema risultò poco efficiente sul piano della sicurezza, cioè di un aspetto che in ambiente bancario non poteva certo essere stato sottovalutato in partenza. Non si era stati in grado fin dall'inizio di apprezzare che la grande diffusione di terminali non comunicanti avrebbe finito per determinare un punto di debolezza del sistema e che il potenziamento della funzione di telecomunicazione non era un accessorio, ma un punto chiave.

Il richiamo alla selezione naturale, porta alla mente un secondo sostantivo: competizione. Sembrerebbe dunque che queste considerazioni spingano verso una liberalizzazione globale, ad una economia di mercato attiva in tutto il settore, superando, dove ancora esistano, i vincoli imposti sulla gestione, sulle forniture ecc. particolarmente forti ancor oggi nell'area delle telecomunicazioni. Si noti che qui non è stata svolta alcuna considerazione economica, quindi ogni riferimento al mercato è prematuro. La competizione che qui si prefigura è quella tra applicazioni che differiscono in misura più o meno marcata, ma che sono congiuntamente proponibili ad un certo raggruppamento di utenti. Ad esempio: le reti radiomobili private continueranno felicemente ad esistere in presenza della possibilità di ricavare segmenti privati da una rete pubblica? E se la risposta è sì, in quale nicchia di mercato e con quali caratteristiche? Pertanto se sia utile o meno avere più gestori per una stessa rete radiomobile (per esempio il sistema europeo a 900 MHz GSM), è un problema successivo e subordinato, nella logica di queste considerazioni.

Ma un altro punto di estremo interesse è il ruolo nuovo dell'utente. Di fatto, attraverso la retroazione che si ottiene immettendo le applicazioni sul mercato, non si avrà, come per il passato, una semplice risposta binaria, come "funziona o non funziona". C'è da attendersi che, in un certo senso, il progetto sia veramente completato dopo la prova sul campo e le reazioni degli utilizzatori. Ciò può significare non solo un lieve aggiustamento di specifiche, ma una seria riconsiderazione delle premesse, attraverso, ad esempio, una diversa combinazione di operazioni elementari. E' evidente quindi che il ruolo dei futuri utilizzatori è fondamentale: sempre più importanti appaiono dunque, in teoria, le indagini preliminari alla definizione di un prodotto (o meglio di una applicazione), ma a patto che non si limitino a interviste e questionari, di scarsa efficacia perchè, come si è già evidenziato, la consapevolezza delle opportunità è modesta da parte degli utenti. Una appropriata applicazione sarà infatti in parte una risposta ad alcuni chiari bisogni, ma più ancora offrirà le giuste opportunità per lo sviluppo delle attività dell'utilizzatore in una direzione che egli percepirà con chiarezza solo sul campo. Per fare un altro esempio ben noto, non c'è dubbio che lo sviluppo del telefax in Italia si è giovato del forte bisogno di ovviare ad una amministrazione postale poco efficiente. Ma poi gli utenti hanno scoperto un modo diverso di operare, in cui la macchina è l'elemento fondamentale e, pian piano, l'uso del telefax sta aprendo la strada alla trasmissione di documenti e di dati direttamente per via numerica in settori dove altrimenti ciò sarebbe potuto avvenire solo con grande difficoltà. Una buona politica per superare le difficoltà iniziali può essere quella di coinvolgere gli utilizzatori più consapevoli nelle responsabilità di progettazione e sviluppo, in modo da anticipare il più possibile le retroazioni desiderate. Ciò può anche stimolare gestori e produttori ad avviare imprese che altrimenti avrebbero giudicato premature o troppo rischiose.

C'è infine, in tutto questo parallelo biologico, una sostanziale differenza nel mondo artificiale: l'ambiente naturale è una condizione al contorno<sup>1</sup> per la specie che deve adattarvisi; qui invece è il prodotto delle nostre scelte, governative o collettive, consce o inconsce. Inoltre in campo biologico ciò che sopravvive e si riproduce è il meglio, in quell'ambiente, per definizione. Per noi si apre invece un problema di valori: in sintesi, nel momento in cui ci rendiamo conto che fare delle scelte che modificano lo scenario evolutivo originerà il successo di una particolare applicazione, si pone il problema di quali applicazioni devono essere ritenute più valide e quindi favorite. Non parlo di un

---

<sup>1</sup>In effetti la specie "homo sapiens" è da tempo che modifica sostanzialmente l'ambiente cui dovrebbe adattarsi, e, in misura più o meno grande ciò è stato fatto anche da altre specie.

"gioco truccato", cioè della predisposizione di condizioni tali da favorire l'applicazione che, per motivi vari, ci sta a cuore. Mi riferisco alla definizione di criteri per valutare tutte le applicazioni, da cui possano desumersi dei meriti relativi, per la società o per l'uomo ecc. (come per esempio la parsimonia nell'uso delle frequenze per le applicazioni radio) o di scelte per categorie. E' estremamente difficile sviluppare questi temi: di ciò, seppure non in forma del tutto estesa, ci si occuperà nel prossimo paragrafo, assieme ad altre considerazioni di tipo generale. In un successivo lavoro si vedrà invece come tutte le considerazioni qui sviluppate trovino una loro precisa applicazione nel settore radiomobile.

## 7 - UNO SGUARDO AL FUTURO, QUALCHE IDEA PER IL PRESENTE

Valori, competizione, mercato, opportunità, politica industriale, questi sono alcuni degli argomenti che dovrebbero trovare posto in un capitolo conclusivo di una relazione come questa. Inoltre qualcuno potrebbe attendersi a questo punto una specie di predizione del futuro. Come è però facile intuire non sono argomenti facili da trattare sbrigativamente. Mi limiterò dunque a qualche flash in direzioni che mi appaiono promettenti, senza la pretesa di essere completo, nè sempre originale.

Comincerò allora col sottolineare che l'ambiente nel quale si svolge la "selezione tecnologica" è comunque determinato dalle regole poste o dall'assenza di regole evidenti (ma implicitamente esistenti). E' quindi illusorio ipotizzare uno scenario pienamente aperto: di fatto sarà soggetto a regole difficili da scoprire inizialmente, ma non meno vincolanti. E' dunque meglio avere il più possibile regole chiare, per tempo, e stabili per un periodo noto. Il loro significato deve essere il medesimo degli "standard aperti" di cui si è già fatto cenno: impedire il meno possibile, lasciare ampio spazio alla fantasia, indicare alcuni "valori" facendo pesare lo strumento tariffario. Tra questi ultimi sono particolarmente sensibile per l'area telecomunicazioni al risparmio dello spettro radioelettrico, che è un bene collettivo, e alla rigosità nelle normative anti-inquinamento elettromagnetico, per esseri umani ed apparecchiature. Il risparmio di spettro mi consente di precisare con un esempio cosa significhi difendere dei valori. Non c'è dubbio che tra due applicazioni che usino la propagazione libera quella che, a parità di risultato, richiede meno banda è di maggior valore, perchè non spreca un bene collettivo, lo spettro radioelettrico, che altri potranno utilizzare con profitto. Ma presumibilmente costerà un po' di più: allora, quanto vale un Hz, o, in altri termini, quanto lo si deve far pagare a

chi lo vuole utilizzare per i propri fini privati? Se si impone un costo alto si privilegiano le soluzioni tecniche che risparmiano banda (e si salvaguarda un bene collettivo) a prezzo di un incremento di costo degli apparati che sarà sostenuto dai privati cittadini. Ma se lo si farà pagare poco, il risultato potrà essere del tipo "la moneta vecchia scaccia quella buona". Non si può infatti certo sperare che sia così immediata la corrispondenza tra efficienza spettrale e produttività economica che si riscontra nei sistemi radiomobili che appunto per questo sono tra i più curati sotto questo aspetto.

Venendo al problema della competizione, ho già sottolineato come a mio parere si tratti inizialmente di competizione tra applicazioni. Quello che deve essere dunque garantita è la possibilità di pensare con fantasia ad una nuova applicazione e di metterla in atto perchè l'utenza decida se è vincente o no. Questo non esclude quindi in linea di principio che per certi periodi di tempo una particolare funzione possa essere riservata ad un'unica organizzazione. Qui entrano in campo fattori squisitamente economici, sociali, di gestione delle risorse ecc.. Si può affermare che la duplicazione della rete telefonica di base (o della sua versione futura) è uno spreco di risorse e dunque decidere di non liberalizzare la pura funzione di trasporto a distanza dell'informazione. Così come nei fatti si è verificato che l'Italia non può sostenere più di una industria di automobili, nonostante il punto di partenza nel settore fosse espresso da una pluralità di offerte. L'importante è che comunque si consenta a chi concepisce una particolare applicazione nello spazio dell'informazione, di poterla mettere in pratica. Lascio quindi aperta la questione se ciò sarà più facile e più economico con uno o con più gestori.

E' opportuno invece sottolineare che a livello di indirizzo generale è auspicabile che vengano sviluppate alcune capacità, di taglio tecnico-economico, che si traducano in strumenti di guida dello sviluppo. Si tratta di:

- a) capacità di valutare con sufficiente precisione lo stato dell'arte dal punto di vista tecnico;
- b) capacità di comprendere gli sviluppi che possono derivare dalle innovazioni e dalle opzioni tecniche;
- c) capacità di imporre standard e normative al momento giusto, stabilendo un periodo minimo appropriato di permanenza;
- d) capacità di utilizzare dinamicamente lo strumento normativo e tariffario.

A livello europeo alcune azioni indicano che ci si sta muovendo in tal senso. Ma le differenze di interpretazione tra nazione e nazione sono ancora tali da far ritenere che nei fatti esisteranno diversi approcci alla soluzione del problema. Da un lato, come in Francia, si è evidenziata l'efficacia di una forte spinta governativa allo sviluppo e la capacità di far raggiungere la "massa critica" ad

un servizio (come il nostro Videotel) attraverso una concentrata e potente azione promozionale. Dall'altro, come in Inghilterra, si prefigurano concorrenti per servizi, come il radiomobile GSM, che ancora non esistono.

Anche il concetto di mercato va inteso in senso più ampio, di ambiente nel quale domanda ed offerta si incontrano non solo sul piano della definizione del prezzo, ma anche di quello di individuazione delle caratteristiche più adatte delle applicazioni. Ma per evitare sprechi di tempo e denaro si può ricorrere all'equivalente della sperimentazione di laboratorio, che qui è rappresentata da una iniziativa congiunta tra il fornitore e l'utilizzatore dell'applicazione.

E' anche delicato il fatto che l'utente non sia mosso da un bisogno chiaro, ma intuisca soltanto che deve sviluppare in senso informazionale la propria attività. Deve quindi essere guidato a comprendere le opportunità insite nelle varie soluzioni tecniche offerte per il suo particolare campo di attività e per questo è spesso essenziale una intermediazione effettuata da un esperto del settore dell'informazione, non collegato con il fornitore dell'applicazione. E' il passaggio dall'era della necessità all'era dell'opportunità che rende ciò necessario. Soddisfatti i bisogni primari, la tecnologia dell'informazione si dedica al soddisfacimento dei meno definibili bisogni secondari. Ma in realtà nulla potrà essere più necessario per le organizzazioni sociali ed economiche di quel "superfluo apparente", fornito da una tecnica informativa appropriata, che può dare un vantaggio decisivo sulla concorrenza. Il problema è come comprendere la validità di una opportunità.

Va inoltre sottolineato che il passaggio all'idea di applicazione è qualcosa di ben più vasto della semplice confluenza di tecnologie come l'informatica e le telecomunicazioni. La concomitanza di funzioni di acquisizione, elaborazione, telecomunicazione accentua la possibilità di passaggio da prodotto a servizio e di accrescimento della informazione globale trattata. Con il trattamento elettronico, anche a livello di organizzazioni, si possono confondere i ruoli del fornitore di informazione, del distributore o raccoglitore, e dell'utilizzatore. Già il Videotel è un esempio di applicazione aperta su cui si può innestare elaborazione ed acquisizione automatica di informazione e i ruoli di fornitore e utilizzatore sono interscambiabili. L'interessante è che essendo le tecnologie di base assai versatili, anche una applicazione di piccole dimensioni può essere realizzata a costi ragionevoli, anche se è fondamentalmente diversa da quelle già esistenti. In questo senso va inteso che il "business" dell'informazione è oggi, e ancor più in prospettiva, globale. Non che necessariamente una ditta di computer debba fare telecomunicazioni o viceversa. Ci sono invece molte applicazioni integrate che ben si prestano ad essere sviluppate da



un'organizzazione che ha come cultura dominante quella di telecomunicazioni o di calcolatori.

Sul piano culturale e della formazione professionale, non c'è dubbio che da questa visione ne esce una spinta unitaria. Se le applicazioni del futuro non saranno sugli assi è persa la diretta corrispondenza con un'area culturale (informatica, telecomunicazioni ecc.): saranno, al contrario, necessarie più competenze. Inoltre nell'integrazione delle competenze potrà essere di volta in volta più strategica una delle tre basi culturali, tecnologica o sistemistica che sia ecc.. La giusta necessità di specializzazione va dunque temperata con una sufficiente larghezza di vedute, e va coltivata la capacità di comprendere per quali applicazioni la propria cultura di base (individuale o aziendale) è strategica.

Sul piano economico-industriale, non c'è dubbio che si aprono possibilità di "business" per imprese anche di dimensioni medio/piccole, in grado di avvertire l'esistenza di un'opportunità e di predisporre a sfruttarla in tempi brevi, mentre la pura e semplice funzione di trasporto dell'informazione potrà rimanere legata a pochi grossi gruppi, a loro volta in concorrenza con chiunque altro per ogni servizio aggiuntivo. Nel contempo, per la produzione di alcuni componenti di base (che possono essere, al limite, anche dei terminali o delle centrali di commutazione) si accentuerà la necessità di realizzare un prodotto flessibile, adatto a più usi, commercializzato in grandi quantità. La spinta all'unificazione dei mercati, può accelerare la tendenza sopra descritta, ma anche, come già in parte avvenuto, limitare la possibilità di sopravvivenza, per tali prodotti, di poche industrie, di enormi dimensioni. La conseguenza inevitabile di ciò, che è sotto gli occhi di tutti, è che diviene irrinunciabile, per ditte che operino in questo contesto, il procurarsi adeguate collaborazioni e alleanze internazionali.

Dal punto di vista dell'utenza, si apre un periodo in cui essa potrà con maggior intensità determinare le caratteristiche delle applicazioni.

Non sarà più soggetta a poche ma chiare offerte, ma ad opportunità che essa stessa dovrà contribuire a meglio definire. Naturalmente potrà porsi in posizione passiva, e subire acriticamente l'impatto della pubblicità e dei sistemi di vendita che anche qui diventeranno sempre più insistenti. Ma se il disporre degli strumenti giusti nel settore informativo sarà sempre più determinante per il conseguimento degli obiettivi aziendali, non c'è dubbio che saranno privilegiati quegli utenti che sapranno porsi in posizione attiva di fronte alle opportunità e alle offerte.

Prima di concludere è opportuna un'ultima osservazione, anch'essa diretta conseguenza dell'analisi condotta tramite lo spazio trioperazionale dell'informazione. Si è detto che le macchine e le organizzazioni di macchine

stanno integrando le tre operazioni elementari, mentre prima ciò era privilegio dell'uomo. Ciò significa acquisire, comunicare informazioni, prendere decisioni e di nuovo comunicarle o renderle esecutive, senza diretto controllo umano. Questo richiama subito alla memoria il rischio della catastrofe nucleare, innescata da un calcolatore cui i sistemi radar hanno comunicato l'arrivo di missili nemici. Ma c'è un rischio ben più sottile. I nostri sistemi di elaborazione ed acquisizione delle informazioni, sono oggi potentissimi. Quando vengono messi in comunicazione fra loro essi funzionano in realtà come un unico sistema integrato, il cui comportamento può essere stabile, oscillatorio, ma anche instabile catastroficamente. Poiché la rete di comunicazione si sta estendendo come una ragnatela, dobbiamo attenderci la creazione di tanti supersistemi derivanti dalla connessione di unità isolate l'una dall'altra fino a poco prima. Dopo la connessione il comportamento globale può cambiare drasticamente e del tutto inaspettatamente. Una avvisaglia di ciò è stata fornita dal "lunedì nero di Wall Street", che ha generato un effetto di crollo a catena delle quote azionarie sulle varie piazze internazionali, dovuto certamente, almeno in parte, alla interconnessione dei mercati borsistici mondiali e alle gestioni dei portafogli computerizzati (integrazione di telecomunicazione ed elaborazione).

In vari settori fenomeni a valanga come questo possono verificarsi: ancora una volta per farvi fronte è necessaria una vigilanza che sia assieme tecnica ed economica, come già precedentemente suggerito.

Quanti "lunedì neri" delle più svariate organizzazioni si verificheranno inaspettatamente prima che si affronti il problema di identificare queste nuove "entità sistemistiche" che il progresso ci farà incontrare? Una società libera si distingue per la capacità di determinare il proprio futuro e farlo nel settore dell'infosfera significa farlo in un'area strategica per la vita moderna. Non credo sia opportuno adottare un atteggiamento di osservazione passiva di fronte all'evoluzione qui descritta; l'alternativa è una chiarificazione di valori ed obiettivi, ma, più importante ancora, è necessario predisporre strumenti tecnici in grado di agire al momento giusto. E' fondamentale una vera padronanza tecnico-scientifica perchè un'azione prematura può risolversi in un dirigismo velleitario, ma ogni intervento tardivo sarebbe inevitabilmente interpretato come un soffocamento di libertà ed iniziativa.