

LE OPERAZIONI ELEMENTARI SULL'INFORMAZIONE

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 che si accompagna ad una limitata segnalazione gestuale e mimica. Sul linguaggio naturale si basa la nostra possibilità di agire efficacemente in gruppi, dote che consentì nel passato di affrontare la caccia ai grandi animali 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 tecnica delle telecomunicazioni nasce dunque come risposta ad un bisogno primario dell'essere umano, come un naturale potenziamento artificiale di una operazione elementare biologica, per vincere l'opposizione della distanza.

Ma esistono altre operazioni sull'informazione che possono essere a questa 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. In effetti potremmo dire che il tempo nasce, per l'uomo come per le macchine, con la memoria, come si vedrà più avanti. 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. Tavole, papiri, libri, 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 prima¹ che viene estratta, a volte assai faticosamente, dall'ambiente circostante

¹Il 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

(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'ambiente² 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. 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.

2.1 - Lo sviluppo dell'infosfera

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.

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?

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

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 rete furono direttamente corrispondenti fra loro e strettamente collegati ai particolare messaggi trasmissibili, tutto derivando dalla base concettuale della tecnologia di origine.

³Solo 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.

³Quanto sopra può costituire la versione tecnologica dell'affermazione di McLuhan "il medium è il messaggio".

Tutto ciò è schematicamente rappresentato nella fig. 2.1 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. 2. 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 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.

2.3 –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 trionfante⁴.

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 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.

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

Nella fig. 2.2 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 fundamentalmente 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.

⁴Questo 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'ELETTROTECNICA, Vol. LXXVI, N. 12, Dicembre 1989.

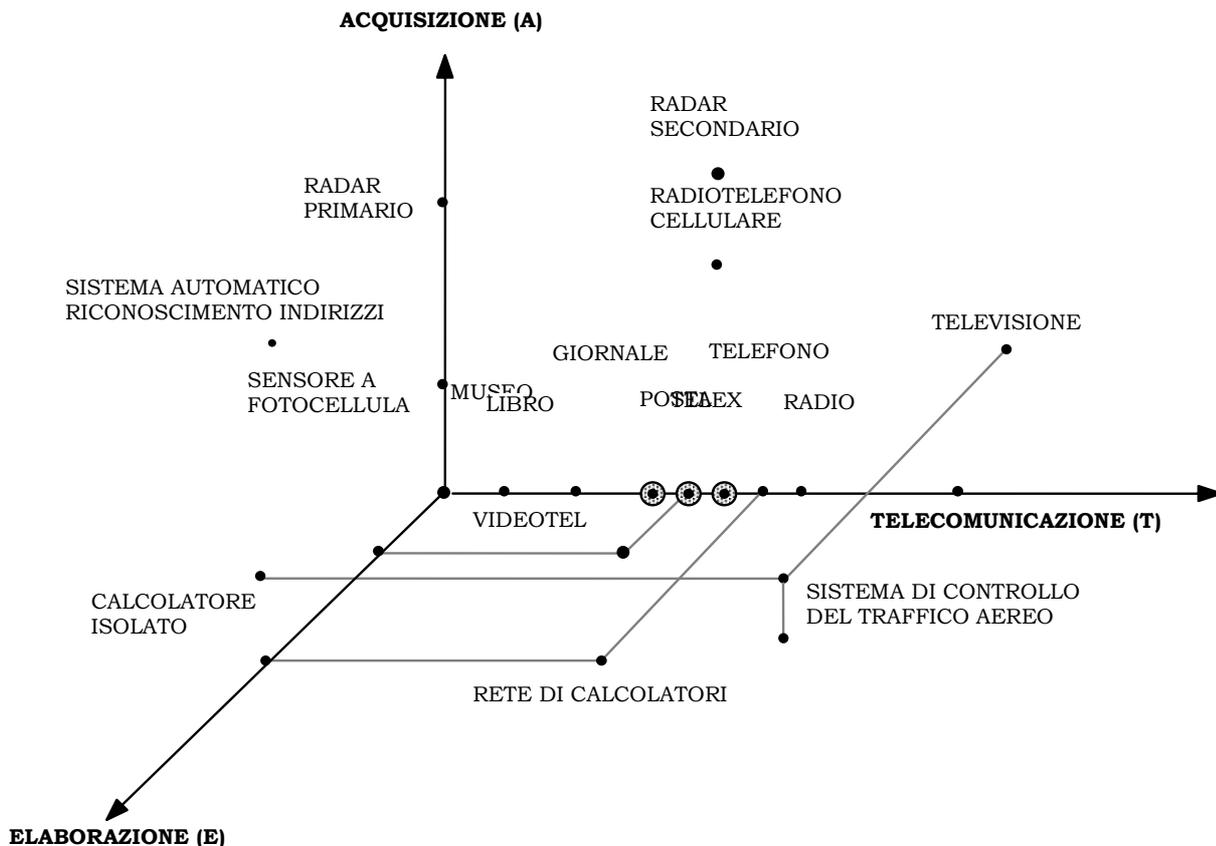


Fig. .2.2 Lo spazio della informazione artificiale o **infosfera**

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 fondamentalmente 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.

Questo processo che è in atto ora prepotentemente offre a chi domina le competenze della operazione di acquisizione uno scenario pieno di opportunità. Non vi sono solo i servizi basati sulla conoscenza della posizione, ma una quantità di possibilità legate alla sicurezza, alla logistica, alla demotica ecc.