Roy Davies

SISTEMI INFORMATIVI INTELLIGENTI

Risultati e prospettive

SAGGIO CAMPIONE GRATUITO
FUORI COMMERCIO

Esente IVA - Art. 2 punto D - D.P.R. del 26-10-72 n. 633

Esente Bolla di accompagnamento
punto 6 art. 4 - D.P.R. 6-10-78 n. 627

franco muzzio editore

1988

9
Un modello cognitivo per sistemi informativi intelligenti

Mildred L. G. Shaw e Brian R. Gaines, Department of Computer Science, Calgary University, Alberta Calgary, Canada T2N 1N4

9.1. Introduzione

Siamo in un'epoca di rapidi cambiamenti nella tecnologia dei sistemi informativi. I sistemi di elaborazione delle informazioni di ieri stanno diventando i sistemi di elaborazione della conoscenza di oggi. Gli sviluppi del software e dell'hardware stanno procedendo a una tale andatura che è diventato impossibile mantenersi aggiornati con la tecnologia di base. Inoltre, gli sviluppi di interfacce uomo-computer (*Human-Computer Interface*: HCI) e di sistemi basati sulla conoscenza (*Knowledge-Based Systems*: KBS) sono a loro volta tanto rapidi che la letteratura relativa sta esplodendo. I progettisti di sistemi informativi intelligenti, le biblioteche del futuro, devono gareggiare con questo mondo di cambiamenti e fare proiezioni ragionevoli sulle tecnologie e le aspettative degli utenti nel prossimo decennio. Questo capitolo fornisce una cornice di lavoro per queste proiezioni, un modello della scienza cognitiva della comunità degli utenti e del ruolo della tecnologia dell'informazione in essa.

).1.1. Sistemi di quinta generazione basati sulla conoscenza

.a conoscenza è sempre stata significativa per la nostra civiltà. Però, negli ultimi :inquanta anni, questa importanza è cresciuta a un livello tale che sta arrivando a lominare altri fattori socio-economici (Marschak 1968). Machlup (1962) pone 'attenzione al ruolo sempre crescente dei servizi informativi nell'economia degli Stati Uniti, e ha stimato che nel 1958 la produzione di conoscenza arrivò al 29% lel PIL (Prodotto Interno Lordo) degli Stati Uniti. Porat (1977) ha fatto una lettagliata analisi delle entrate e delle uscite degli Stati Uniti a livello nazionale nel 1967 e ha stimato che il settore dell'informazione ha coperto il 46% del PIL. Drucker (1968) ha considerato questo fatto come uno dei problemi principali nel suo libro, *The Age of Discontinuity* [*L'era del discontinuo*], e ha stimato che per l 1975 il settore della conoscenza coprirà il 50% del PIL degli Stati Uniti.

Presentazioni più drammatiche delle conseguenze socio-economiche sono state fatte da Toffler (1980) nel suo libro, *The third Wave* [*La terza ondata*], da Dizard (1982) nel suo libro, *The Information Age* [*L'era dell'informazione*], e da molti altri scienziati dell'informazione e commentatori sociali. Bell (1973) ha fornito un'analisi economica preoccupante nel suo *The Coming of Post-Industrial Society* [*L'avvento della società post-industriale*], e Wojciechowski (1983) ha analizzato il significato crescente dei costrutti di conoscenza nella società umana e ha enfatizzato l'importanza di gestire e capire l'ecologia della conoscenza. Questi modelli globali di una civiltà umana che cambia enfatizzano la crescente dipendenza della corsa umana da un'efficace diffusione, dall'uso ed estensione della memorizzazione della conoscenza. Il nostro pianeta sovraffollato, con le sue risorse calanti, può sostenere la popolazione umana ancora crescente solo perché abbiamo la conoscenza per fare un uso efficiente delle risorse disponibili.

Dal punto di vista di uno spostamento verso un'economia della conoscenza, la crescita esplosiva della tecnologia del computer a partire dagli anni quaranta può essere vista non come una causa della società dell'informazione ma piuttosto come ciò che ha fornito l'infrastruttura necessaria con cui sostenerla. La tecnologia del computer è avanzata a una velocità estremamente alta ed è stata sostenuta per un periodo tale che può essere vista come una serie di rivoluzioni piuttosto che una evoluzione tecnologica. Tra il 1959 e il 1980 il numero di dispositivi attivi in un circuito integrato è aumentato da uno a due milioni; per il 1990 raggiungerà i mille milioni (Robinson 1984). Nello stesso periodo i costi di memorizzazione delle informazioni si sono ridotti a un livello tale per cui è ora possibile memorizzare l'Enciclopedia Britannica su un disco ottico che costa pochi dollari, in un lettore

che è collegato a un personal computer che costa poche centinaia di dollari (Gaines & Shaw 1984b). Ogni otto anni la tecnologia del computer ha migliorato di cento volte le sue prestazioni (Gaines & Shaw 1985b). Cinque di questi periodi di avanzamento possono essere distinti storicamente, e ora noi siamo nel sesto, chiamato la quinta generazione. Per fare un paragone l'industria aeronautica ha visto un solo avanzamento paragonabile a questi nei suoi 75 anni di storia.

Il culmine tecnologico della pressione socio-economica per generare tecnologie adeguate per gestire una civiltà basata sulla conoscenza può essere ora vicino a noi nei sistemi di elaborazione di quinta generazione (*Fifth Generation Computing System*, FGCS in inglese). L'iniziativa Giapponese del 1981 di pianificare un programma di sviluppo per FGCS (Motooka 1982, ICOT 1983) ha dato l'avvio ad attività simili nel mondo (HMSO 1982, Steier 1983). Il lavoro all'ICOT di Tokyo è proiettato a immettere migliorie su una integrazione ad altissima scala (VLSI), a sistemi di gestione di basi di dati, all'intelligenza artificiale, e all'interfaccia uomo-computer in una nuova gamma di computer che sono vicini alla gente sia nella loro comunicazione che nella capacità di elaborazione della conoscenza (Fuchi 1984, Gaines 1984a, b). Il cambiamento principale che ci si aspetta da questa generazione sarà uno spostamento dalla tecnologia dell'informazione alla tecnologia della conoscenza, con i computer di quinta generazione che forniranno basi di conoscenza già pronte per essere usate da gente senza alcuna conoscenza specialistica di computer e che saranno integrati in tutti gli aspetti del funzionamento della società. L'impatto dei primi computer di quinta generazione è già evidente nella crescita rapida, nei cinque anni trascorsi, dell'industria dei sistemi esperti relativa alla codifica della conoscenza ad alto livello e delle esperienze di supporto alle decisioni di esperti chiave, e rendendo queste conoscenze largamente disponibili attraverso i sistemi di elaborazione (Gevarter 1983). Inizialmente questi sistemi erano costosi ed erano interessanti principalmente per le esplorazioni minerarie nella petrolchimica e nelle industrie farmaceutiche, dove la conoscenza degli esperti nella ricerca esplorativa è essenziale per ridurre il rischio in imprese ad alto costo. I costi calanti dei computer hanno reso i sistemi esperti interessanti per utilizzo di esperienze e di conoscenze di routine, per esempio nelle industrie dove il ritiro di impiegati esperti è un grosso problema (Hayes-Roth 1984).

9.1.2. La sesta generazione di scienza della conoscenza

Capire la natura della conoscenza è materia per diverse aree della filosofia (Gaines & Shaw 1983). Nel contesto delle applicazioni è parte della filosofia della scienza,

lella tecnologia, delle professioni e del ragionamento pratico. Gli attrezzi pratici sono quelli della logica, di cui soltanto la parte relativa alla matematica è sviluppata molto bene. Gli scienziati del computer, particolarmente quelli che lavorano con computer di quinta generazione, sono a conoscenza del ruolo importante della logica nei sistemi basati sulla conoscenza e stanno diventando sempre più attenti ai problemi filosofici coinvolti. Anche i filosofi stanno diventando sempre più interessati al ruolo dell'elaborazione come dominio operativo per l'espressione e l'esplorazione di problemi filosofici.

Capire il ruolo della conoscenza in un'applicazione è materia sia per la disciplina scientifica che per la professione associate con quella applicazione. Ogni disciplina e ogni professione sarà sempre più coinvolta con la tecnologia basata sulla conoscenza dei computer di quinta generazione. Questa universalità presenta i problemi principali nella gestione socio-economica della tecnologia della conoscenza. Non c'è un forum naturale per la raccolta delle informazioni e per la divulgazione. Non c'è una disciplina singola che possa servire come punto centrale della maggior parte delle attività, anche se non di tutte. La scienza del computer sta diventando soltanto adesso ben stabilizzata ed è interessata principalmente allo sviluppo delle infrastrutture tecnologiche, le impalcature. Ognuna delle discipline professionali ha il proprio contributo da dare per la codifica della conoscenza che sottosta a essa, per la sua divulgazione attraverso i sistemi di elaborazione. Ognuna delle discipline scientifiche ha la possibilità di un nuovo impulso al proprio sviluppo attraverso l'uso della tecnologia della conoscenza. Le scienze sociali e umanistiche hanno il doppio ruolo da giocare: possono fare un uso maggiore di tecnologia della conoscenza nel loro sviluppo e sono importanti per capirne l'impatto sulla nostra società e civiltà.

Questo bisogno di scambi interdisciplinari è stato riconosciuto nella proposta di sviluppo dei computer della sesta generazione (*Sixth Generation Computer System* — SGCS) presentata nel rapporto "Promotion of R&D on Electronics and Information Systems that may Complement or Substitute for Human Intelligence" (Promozione di ricerca e sviluppo su sistemi informativi ed elettronici che possono complementare o sostituire l'intelligenza umana), dal "Subcommitee on Artificial Intelligence of The Council on Aerospace and Electronics Technology in Tokyo" (STA 1985) — (Sottocomitato sull'Intelligenza Artificiale del Concilio della tecnologia aereospaziale ed elettronica in Tokyo). Al comitato era stato richiesto dal Ministro della Scienza e della Tecnologia nel gennaio 1983 di stilare un rapporto sull'Intelligenza Artificiale in questi termini. Questo ha formato un

sottocomitato che si è incontrato dodici volte per preparare questo rapporto, usando il termine scienza della conoscenza per la materia in oggetto, e il rapporto è stato presentato nel marzo 1985. La traduzione inglese comprende circa 18.000 parole. È stato riportato che il MITI si è detto d'accordo per finanziare almeno parte della proposta SGCS, con 32 milioni di dollari in dieci anni cominciando da metà 1986, come una estensione delle attività dell'ICOT (Chapman 1985).

Sono stati specificati quattro obiettivi per promuovere la scienza della conoscenza: innovazioni nella frontiera dell'alta tecnologia; avanzamenti economici e culturali; contributi all'esplosione del potenziale umano; e lo stabilire una base per una scienza creativa. Il programma di ricerca proposto esce dai confini della tecnologia dei computer e richiede interazioni interdisciplinari tra le scienze del computer e la filosofia, la psicologia, la linguistica e la logica. Il rapporto analizza lo stato dell'arte in queste quattro scienze rilevanti e propone lo sviluppo di otto tecnologie basate su di esse per le applicazioni in quattro aree principali (figura 9.1). Le aree applicative non differiscono da quelle del programma dei computer di quinta generazione ma il percorso specificato è assai più fondamentale. Questo percorso attraverso il cervello e le scienze umane verso la generazione futura di computer è stato anticipato in una intervista con Fuchi, il Direttore dell'ICOT, quando in risposta alla domanda: "Sta dicendo che il disegno della quinta generazione può essere modellato imparando di più sui processi del pensiero umano?", lui rispose:

> Sì, dovremmo avere più ricerche sui processi del pensiero umano, ma abbiamo già alcune strutture di base. Per più di duemila anni l'uomo ha tentato di trovare le operazioni basilari del pensiero e ha stabilito una logica. Il risultato non è necessariamente sufficiente; è solamente ciò che è stato trovato. Al momento abbiamo solo una soluzione — un calcolo dei predicati simile a un sistema. È abbastanza simile al modo in cui l'uomo pensa. Ma abbiamo bisogno di più ricerca. Cosa, realmente, sta succedendo nel nostro cervello? È un problema piuttosto difficile. (Fuchi *et al.* 1984).

Il programma dei computer di quinta generazione è stato impostato sullo sviluppo di macchine molto veloci a ragionamento deduttivo che usano il calcolo dei predicati come linguaggio di rappresentazione della conoscenza. Però, la logica standard ha solo una remota rassomiglianza con i processi di ragionamento umano (Wason & Johnson-Laird 1972). La logica formale moderna è stata sviluppata come un fondamento per la matematica proprio perché il rigore matematico è così estraneo alle attività umane di tutti i giorni (Mohanty 1982).

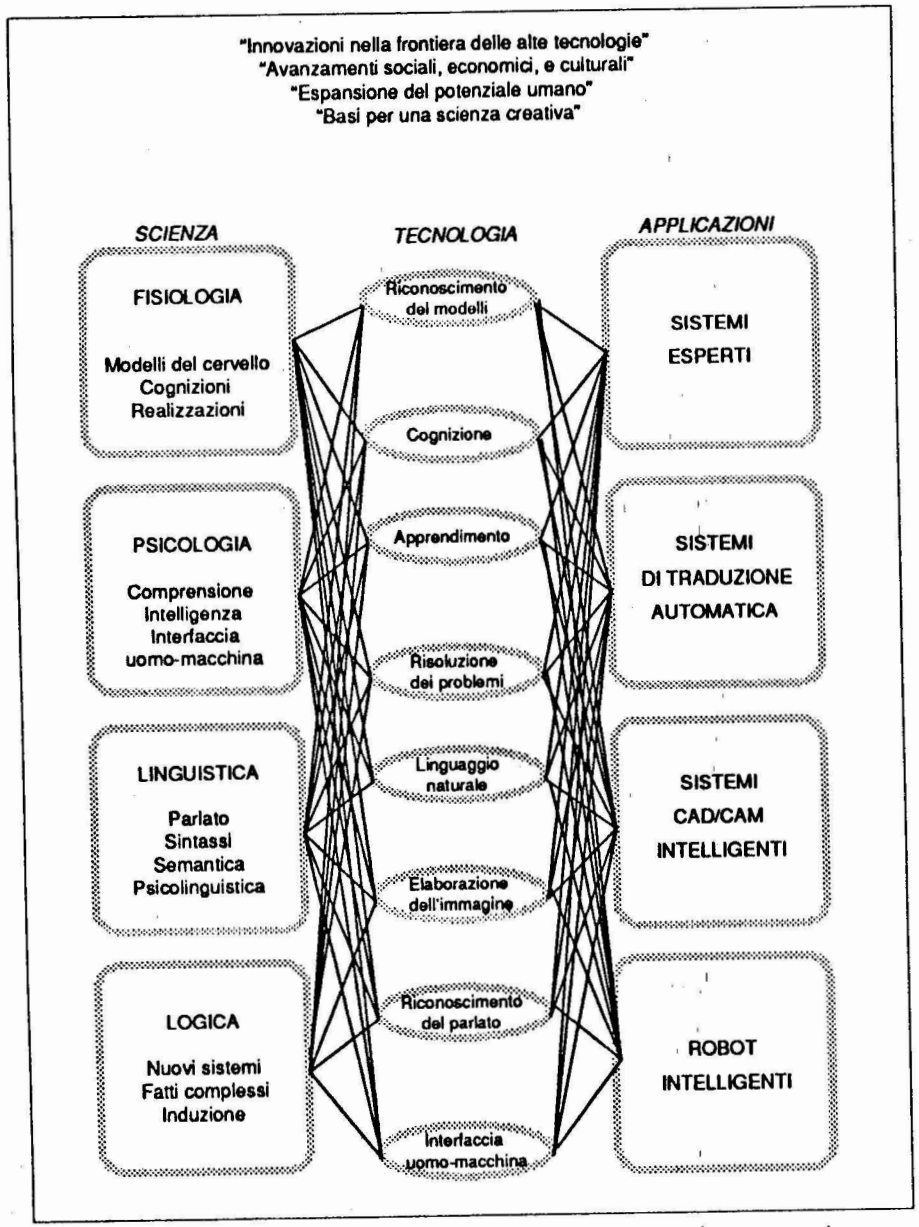


Fig. 9.1. La proposta giapponese per lo sviluppo dei computer di sesta generazione — scienza della conoscenza, tecnologia e applicazioni.

Modelli casuali possono essere incapaci di comprendere i processi dei sistemi biologici, e attualmente non abbiamo un formalismo in cui esprimere le dinamiche anticipatorie dei sistemi viventi (Rosen 1985). Sapere che cosa succede nel nostro cervello è un problema certamente difficile, ma lo sviluppo dei sistemi informativi intelligenti richiede che sia risolto. La proposta dei sistemi di sesta generazione si prefigge di fare questo e non fa alcuna deviazione per evitare l'uso di parole come "intuizione, analogia e creatività" nella sua descrizione delle capacità del ragionamento umano.

La tecnologia dell'informazione ha raggiunto una fase nel suo sviluppo in cui è necessario attraversare i confini delle discipline: all'interno della scienza dell'informazione per integrare tecnologia nei sistemi basati sulla conoscenza; e fuori dalla scienza dell'informazione per raggiungere una comprensione dell'elaborazione della conoscenza adeguata per applicare questi sistemi. Il programma di sviluppo dei sistemi di elaborazione della quinta generazione tende alla integrazione dei sistemi, e il programma di sviluppo dei sistemi della sesta generazione tende alla scienza della conoscenza. Il rimanente di questo capitolo fornisce una cornice di lavoro della scienza cognitiva per i sistemi basati sulla conoscenza che comprende i processi sociali e psicologici degli esseri umani come pure processi similari nei sistemi basati sulla conoscenza.

9.2. Le basi sociali della scienza cognitiva

Sociologi e psicologi sociali hanno per lungo tempo sostenuto che il comportamento umano, e la società umana, possono essere capiti solo nel contesto dell'ambiente sociale totale.

Le persone devono essere viste come integrate nel mondo reale costituito dai processi sociali e dagli altri individui e reso esplicito attraverso norme culturali, norme sociali, linguaggio, letteratura e la base di conoscenza totale accresciuta dalla società e memorizzata in una varietà di mezzi (Schutz e Luckman 1973). Negli ultimi anni questo concetto è stato esteso all'acquisizione stessa della conoscenza, ed è stato notato che i processi della scienza possono essere capiti meglio come dinamiche cognitive sociali (Rubinstein, Laughlin & McManus 1984).

Questo esame del comportamento cognitivo umano, i processi delle scienze e la dinamica dell'acquisizione della conoscenza hanno portato a un numero crescente di teorie operazionali e formali. Il sociologo Luhmann (1979) ha usato la teoria

dei sistemi per formalizzare il meccanismo della fiducia e del potere nelle organizzazioni, cominciando con la spinta alla sopravvivenza e notando i problemi peculiari presentati a un individuo dai processi cognitivi di un altro. Il filosofo K. R. Popper (1968) ha notato che la conoscenza stessa forma un mondo con uno stato ontologico equivalente a quello del mondo fisico, che chiama Mondo 3. Un altro filosofo, Wojciechowski (1983), ha documentato la velocità esponenziale dell'accrescimento della conoscenza umana, e ha notato che molti problemi umani oggi sono creati da questa conoscenza così come sono risolvibili da essa, e ha proposto un insieme di leggi che stanno alla base di una ecologia della conoscenza. L'economista americano Machlup (1980, 1982, 1984) ha fatto degli studi statistici sul ruolo crescente delle industrie basate sulla conoscenza nell'economia degli Stati Uniti e ha evidenziato il loro ruolo dominante dagli anni settanta in poi. Mentre l'inferenza logico-deduttiva che è alla base delle operazioni dei computer convenzionali è ben compresa e con solide fondamenta, l'inferenza induttiva che sta alla base dell'apprendimento umano non lo è. La deduzione garantisce di portarci da dati validi a inferenze valide, e perciò le inferenze sono parte dei dati: non viene generata alcuna nuova conoscenza. L'induzione ci porta da dati validi a modelli di quei dati che vanno oltre a essi — prevedendo dati che non abbiamo ancora osservato, e dando spiegazioni dei dati in termini di concetti che non sono osservabili. L'induzione genera nuova conoscenza ma, come ha evidenziato Hume (1739) oltre 200 anni fa, il processo non è deduttivamente valido, ed è un argomento "circolare" dire che è valido induttivamente.

I filosofi hanno continuato a discutere gli argomenti di Hume per trovare una giustificazione del processo induttivo. Goodman (1973) ha proposto di accettare la circolarità ma ha notato che essa implica un equilibrio dinamico tra i dati e le regole di inferenza: "Una regola è modificata se produce una inferenza che non siamo disposti ad accettare; una inferenza è rifiutata se viola una regola che noi non vogliamo modificare". Rawls (1971) nella sua teoria della giustizia chiama questo equilibrio riflessivo. Recentemente Stich e Nisbett (1984) hanno notato delle incrinature nell'argomento di Goodman e le hanno riparate proponendo che l'equilibrio sia considerato sociale e non individuale: "una regola di inferenza è giustificata se cattura la pratica riflessiva non della persona che la usa ma degli appropriati esperti nella nostra società".

Questa formulazione sociale dell'inferenza induttiva è uno sviluppo significativo per i sistemi informativi intelligenti perché:

1. Suggerisce che il sistema cognitivo di base che dovrebbe essere considerato è una organizzazione sociale, anziché un individuo;
2. Dà un modello operativo della nozione di esperienza e del ruolo che svolge nella nostra società, e perciò fornisce basi formali per i sistemi esperti;
3. Enfatizza la natura sociale della competenza e suggerisce che dovremmo considerare gruppi di esperti anziché esperti individuali, nello sviluppo dei sistemi esperti;
4. Fornisce un modello operativo per la crescita della conoscenza nella società che implica la differenziazione in "discipline" corrispondente all'equilibrio riflessivo delle diverse aree della competenza — e perciò sostiene la conoscenza che racchiude il processo completo e attraversa necessariamente i confini delle discipline;
5. Fornisce un modello per il ruolo dei mezzi nel comunicare e memorizzare conoscenza con una continuità dai supporti tradizionali ai sistemi attuali basati su computer;
6. Il modello computazionale dell'inferenza induttiva già sviluppato può essere applicato direttamente al modello sociale;
7. Ci sono collegamenti tra questi modelli e i processi neurologici nel cervello che cominciano a dare un significato al ruolo degli studi fisiologici del cervello nel programma dei computer di sesta generazione.

Il rimanente di questo capitolo abbozza i tratti chiave della scienza cognitiva basata su un equilibrio riflessivo sociale, mostrando come questi risultati vengano fuori e diano sostanza agli obiettivi di sesta generazione.

9.3. Lo scienziato comune

La figura 9.2 mostra il sistema base in considerazione, una organizzazione sociale che acquisisce conoscenza che sperimenta il mondo e agisce su esso. Kelly (1955) ha proposto un modello cognitivo dell'individuo come un sistema anticipatorio che fa distinzioni sul mondo, che chiamò "costrutti personali", e che costruisce ricorsivamente distinzioni su distinzioni che sono modelli predittivi del mondo. Il suo modello è stato chiamato "dell'individuo come scienziato personale", (*personal scientist*, PS) (Shaw 1980) e noi abbiamo esteso la terminologia alle organizzazioni sociali come scienziati comuni (*communal scientists*, CSs). Il termine

"scienziato" dovrebbe essere letto con il significato di "acquisitore di conoscenza", con nessuna connotazione della scienza fisica positiva — il modello di Kelly si applica a tutti i processi psicologici dell'individuo.

Il concetto chiave che sta sotto la figura 9.2 è che l'obiettivo primario delle organizzazioni viventi è sopravvivere, e questo si manifesta in una spinta ad anticipare il futuro modellando il mondo.

L'azione è spiegata come una anticipazione attiva che agisce sul mondo per cambiarlo, per renderlo più prevedibile e proietta la sopravvivenza ancor più nel futuro. In termini di teoria dei sistemi, lo scienziato comune è un sistema che usa la previsione e il controllo per massimizzare le probabilità della continuità della sua esistenza. Sono stati sviluppati modelli generali della struttura necessaria per questi sistemi, e l'interno dello scienziato comune nella figura 9.2 mostra la gerarchia epistemologica di Klir (1976) dei sistemi di modelli.

Il sistema effettua distinzioni che producono dati sull'esperienza che esso modella in modo tale da rigenerare i dati. Al livello più alto questa sequenza è applicata ricorsivamente ai modelli interni per abilitare cambiamenti tra classi di modello e il trasferimento dei modelli da una classe di esperienza a un'altra.

Gaines (1977) ha dato una spiegazione generale degli algoritmi per realizzare questi sistemi di modellamento e ha dimostrato la loro efficacia con i problemi relativi all' inferire modelli probabilistici da dati comportamentali. Un effetto collaterale di questa spiegazione è quello di introdurre due segnali di controllo molto generali: la *sorpresa* che risale la gerarchia quando i livelli più bassi non possono spiegare i dati; e la *preferenza* che scende nella gerarchia quando i livelli più alti tentano di influenzare il futuro previsto. Questo schema di modellamento è stato esposto formalmente per risolvere il problema dell'inferenza induttiva per mondi che sono conformi a certe classi di modelli largamente usati: deterministici, lineari, probabilistici, sfumati, e così via.

C'è una evidenza psicologica e comportamentale dell'esistenza, nel cervello, dei due canali di comunicazione mostrati nella figura 9.2 (Tucker & Williamson 1984). Il sistema del *risveglio* passa la sorpresa in alto verso la corteccia dalla regione limbica quando succedono eventi inattesi. Il sistema di *attivazione* passa le preferenze in basso dalla corteccia alle regioni motorie.

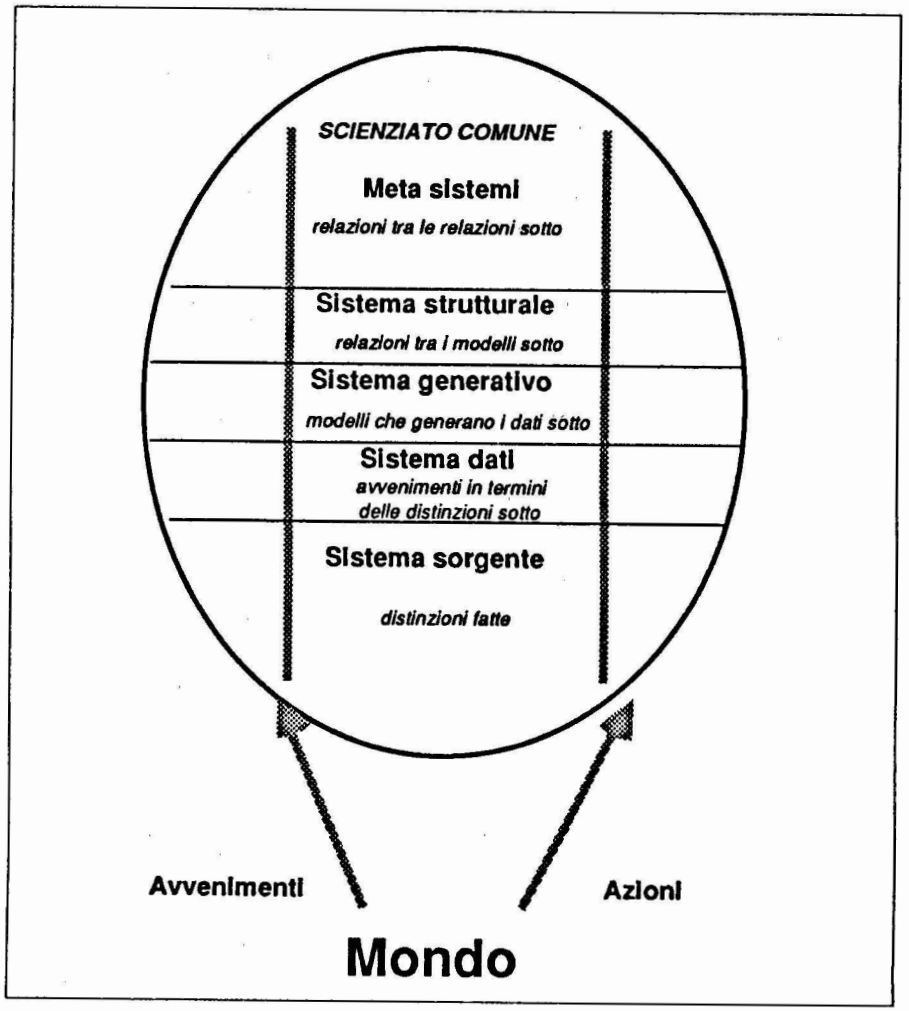


Fig. 9.2. Struttura sistemica dello scienziato comune come sistema modellante, che sperimenta il mondo e agisce su di esso.

9.4. Processi psicologici all'interno dello scienziato comune

L'individuo in una società è una sezione trasversale della gerarchia modellante della figura 9.2. La figura 9.3 mostra due scienziati personali differenziati nello scienziato comune, e sostituisce anche il vocabolario astratto della figura 9.2 in un

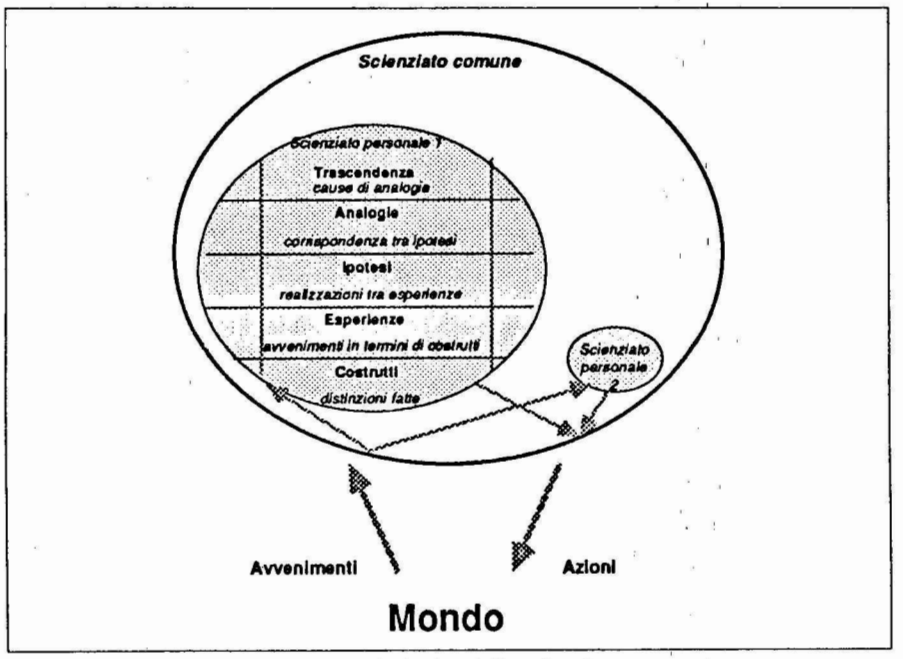


Fig. 9.3 Struttura psicologica dello scienziato personale all'interno di uno scienziato comune.

contesto di scienza cognitiva, dando termini psicologici ai livelli della gerarchia (Gaines & Shaw 1981a). Un individuo è definito in termini cognitivistici come un processo psicologico. Il cervello che effettua questo processo può essere visto come un elaboratore psicologico (Pask 1980). Strutture sociali e psicologiche più complesse possono essere viste a loro volta in termini di tali concetti, prendendo in considerazione le possibilità di partizione di tempo, scambio di processi ed elaborazione distribuita con processori psicologici. Per esempio, una persona può assumere molti ruoli psicologici (scambio di processi), mentre un gruppo di persone che lavorano insieme possono agire come una singola entità alla ricerca di un obiettivo e perciò comportarsi come un unico processo (elaborazione distribuita). La figura 9.4 mostra due persone, ognuna con due ruoli, che formano un gruppo. Lo scienziato comune originale, CS1, e gli scienziati personali da PS1 a PS4, sono tutte elaborazioni psicologiche. La persona *A* e la persona *B* come entità fisiche sono elaboratori psicologici. La comunicazione simbolica è importante nel coordinare le elaborazioni psicologiche.

Nella figura 9.4, PS1 e PS2 sono mostrati come aventi una comunicazione interna. PS3 e PS4 sono mostrati senza questa comunicazione e possono solo coordinare, controllando le azioni dell'altro come eventi nel mondo. PS2 e PS3 hanno una comunicazione esterna corrispondente all'uso del linguaggio.

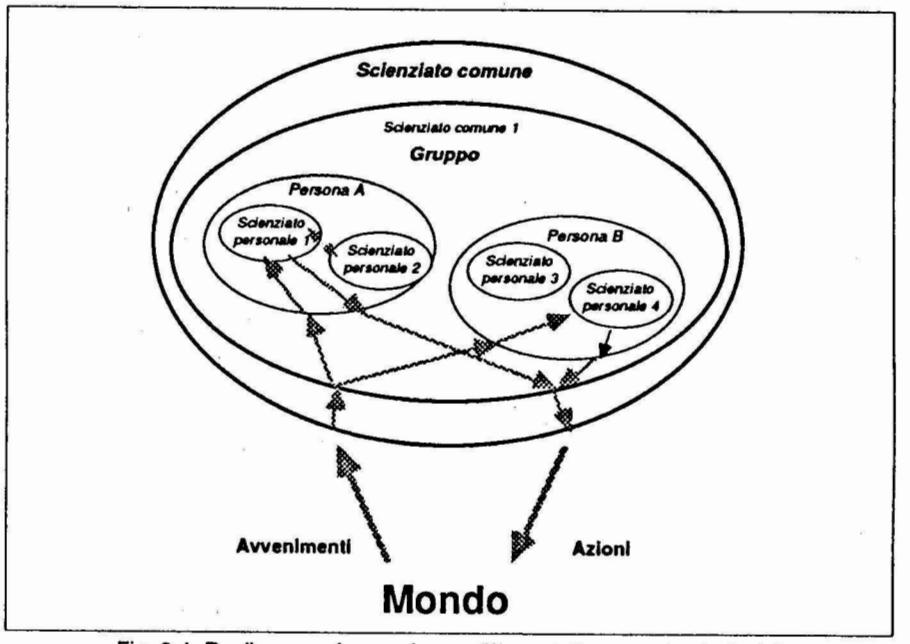


Fig. 9.4. Ruoli e gruppi come forme differenti di processi psicologici nello scienziato comune.

Questi concetti sono esemplificati in termini più concreti nella figura 9.5 che mostra persone in più ruoli e più gruppi (Shaw 1985). John ha i ruoli di marito, di vice presidente commerciale della sua azienda, di campeggiatore e di pescatore. Giovanni usa costrutti differenti quando è nel ruolo di marito e quando è nel ruolo di pescatore, ma alcuni dei costrutti che usa nel ruolo di pescatore sono usati anche nel ruolo di campeggiatore e questo è mostrato con due PS (scienziati personali) che si ricoprono. Anna è moglie di Giovanni, matematica e giocatrice di golf. Mario è vice presidente tecnico nell'azienda di Giovanni, e Susanna è vice presidente alla produzione. Qualche volta John si comporta con sua moglie o con i suoi colleghi in modo tale da formare delle elaborazioni di gruppo che hanno alcuni costrutti condivisi dai partecipanti e altri che vengono da uno solo di essi. Per esempio, Gio-

vanni e Anna (e i loro bambini) formano un nucleo familiare. Questa è una elaborazione distribuita che ha diritti legali, comportamento specifico, concetti e linguaggio che vanno oltre quelli dei suoi sotto-processi. Il responsabile di prodotto dell'azienda è un altro processo distribuito che ha autorità, responsabilità, e un comportamento specifico di quell'entità che non è quello di qualunque dei suoi partecipanti.

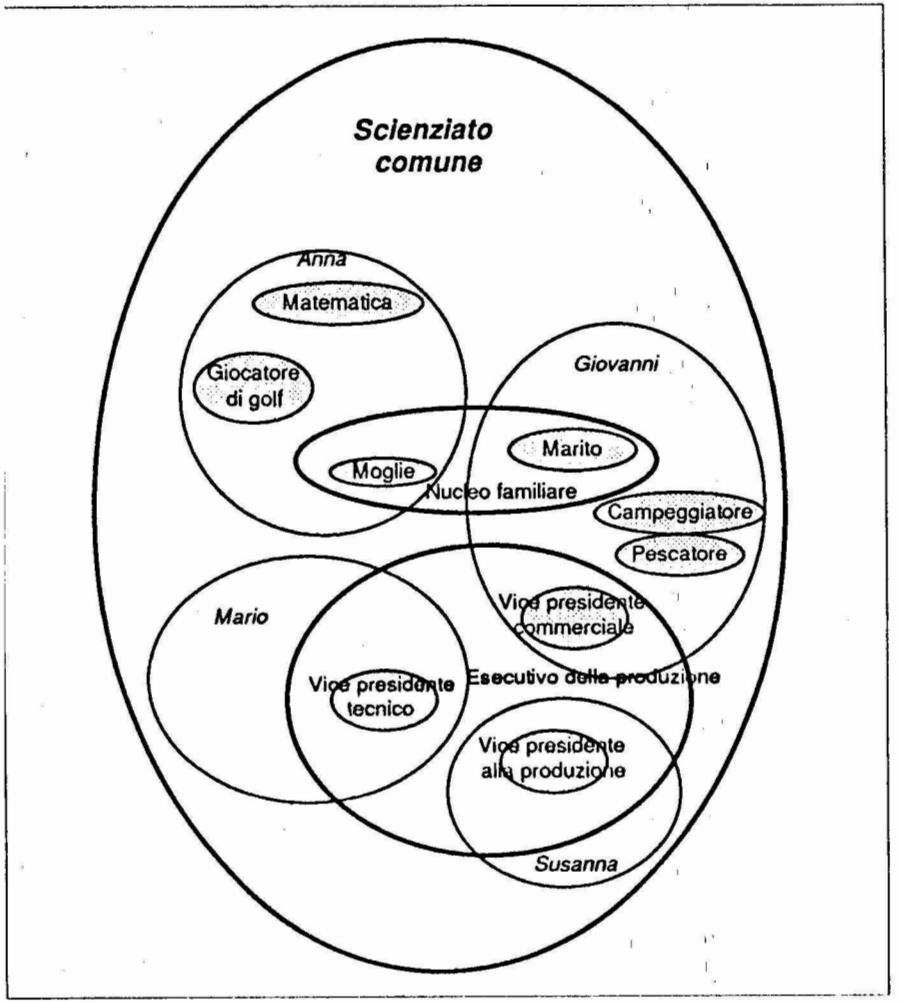


Fig. 9.5. Le persone in vari ruoli e gruppi all'interno di uno scienziato comune.

9.5. Competenza e mezzi nello scienziato comune

I ruoli dei mezzi (o *media*) trovano un modello semplice nello scienziato comune (Shaw & Gaines 1984). La figura 9.6 mostra la persona *A* che interagisce con il mondo attraverso un mezzo rappresentativo, come per esempio la radio e la televisione.

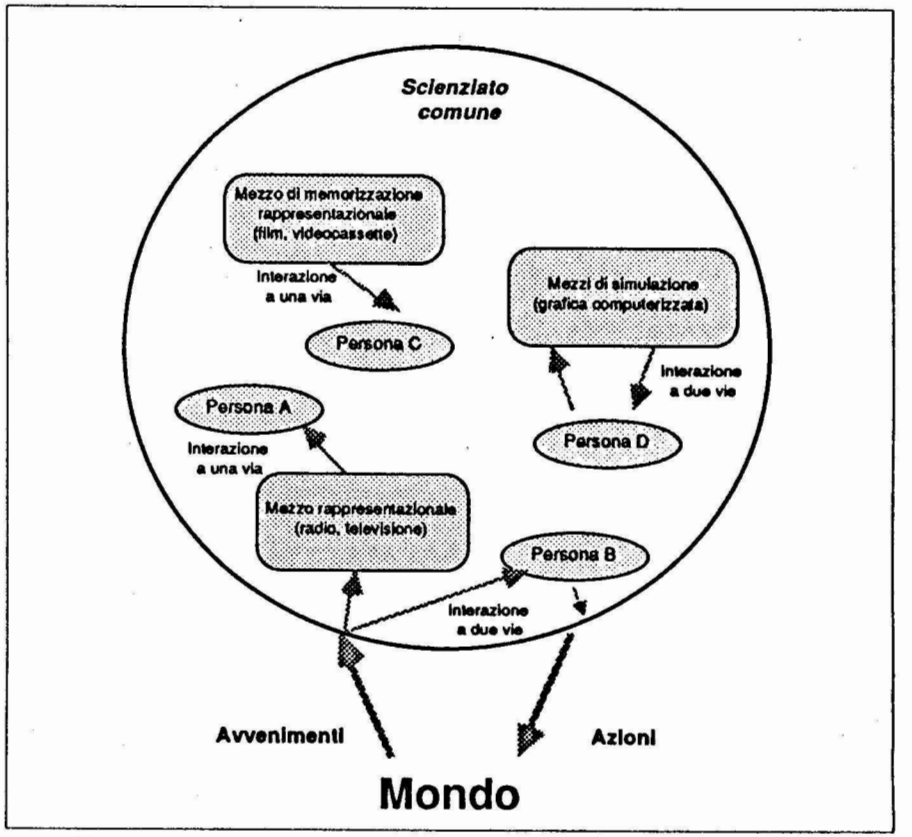


Fig. 9.6. Varie forme di mezzi di rappresentazione nello scienziato comune.

L'interazione contrasta con quella della persona *A* che interagisce direttamente con il mondo nel fatto che questa è a una via anziché a due vie (Gaines & Shaw 1984a). La persona *A* può percepire il mondo attraverso il mezzo ma non influenzarlo. Mezzi di memorizzazione rappresentativa, come per esempio film o videocassette usate dalla persona *C*, danno accessi simili che trascendono il tempo permettendo

di rivedere gli eventi passati, ma sono ancora a senso unico. I mezzi di simulazione basati sulla grafica computerizzata usati dalla persona *D* permettono un accesso a due vie a un mondo simulato, e più diventano realistici più sostituiscono l'esperienza diretta (Gaines & Shaw 1985a). Notate come le persone *C* e *D* non abbiano necessariamente interazioni con il mondo reale. I mezzi della grafica computerizzata nei sistemi informativi intelligenti possono dare accesso alla competenza in mondi di realtà simulata che possono, o meno, modellare eventi del mondo reale. Il ruolo di un esperto può essere anch'esso modellato nell'ambito di uno scienziato comune. La persona *C* nella figura 9.7 sta svolgendo una attività con l'aiuto di un consulente esperto, la persona *B* che non ha altre interazioni con l'attività.

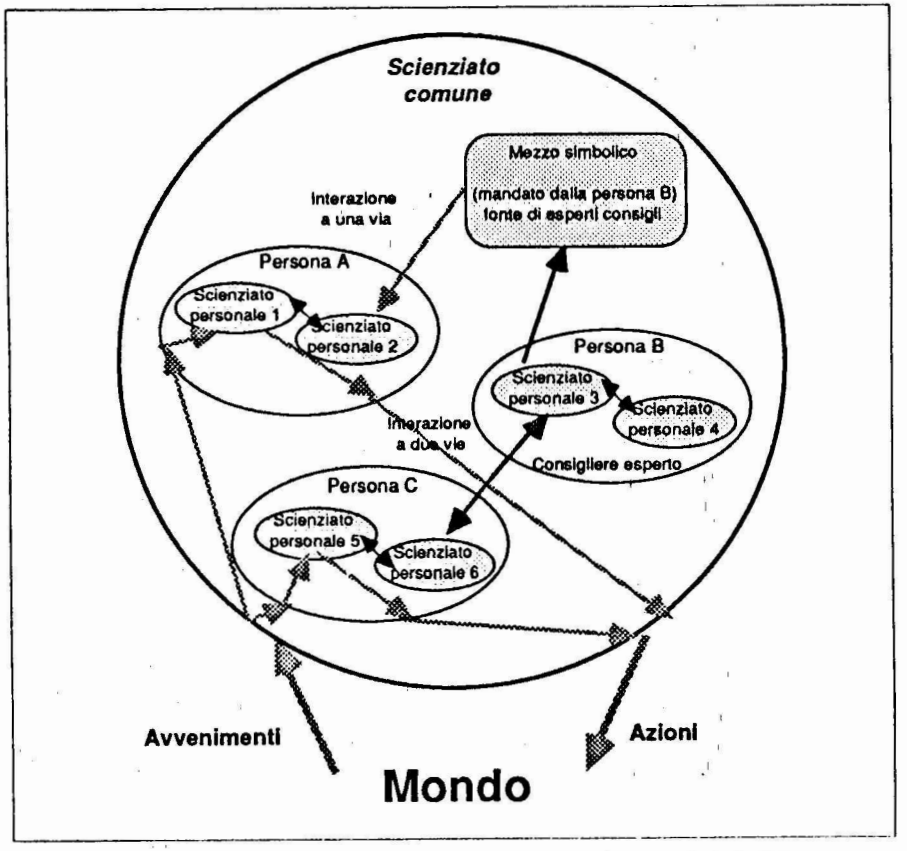


Fig. 9.7. La rappresentazione di consiglieri esperti e mezzi simbolici all'interno di uno scienziato comune.

Il ruolo dei mezzi simbolici è mostrato anche nel fatto che la persona *A* sta svolgendo quell'attività con suggerimenti inviati dalla persona *B*. Però, come con i mezzi rappresentativi, la comunicazione mediata è a una via mentre la comunicazione diretta è a due vie (Gaines & Shaw 1984a). Alcuni dei problemi dell'ingegneria della conoscenza, di trasferire conoscenza dagli esperti ai sistemi esperti, sono evidenti nella figura 9.7. Lo scienziato personale 4 (PS4) è l'elaboratore con la conoscenza richiesta nella persona *B* e deve comunicare attraverso lo scienziato personale 3 (PS3), un elaboratore di linguaggio esterno, ma a volte questo collegamento può non essere disponibile (Bainbridge 1979). Allo stesso modo lo scienziato personale 5 richiede la conoscenza nella persona *C* e deve essere capace di comunicare internamente con il processore di linguaggio PS6 che a sua volta deve essere capace di comunicare esternamente con PS3; la mancanza di comunicazione effettiva in qualunque connessione impedirà il trasferimento della conoscenza.

9.6. PLANET: Un sistema di supporto conversazionale

I modelli di scienziato comune e di scienziato personale si applicano al sistema esperto nella figura 9.8 come si applicano alla persona, e la struttura del sistema esperto può essere rappresentata nella gerarchia di sistema induttivo della figura 9.2. La figura 9.9 mostra i processi di risposta ai diversi livelli di questa gerarchia per fornire un modello di acquisizione della conoscenza sia per gli esseri umani che per i sistemi esperti. I livelli sono stati etichettati usando i termini delle forme di trasmissione culturale di Hall (1959), e il lato destro indica il modo in cui la conoscenza è trasferita da ogni livello. Senza trasmissione culturale il solo modo in cui un'attività può essere imparata è attraverso l'acquisizione induttiva primitiva, basata su tentativi, un processo lento e non sicuro. Il primo livello di trasmissione culturale è quello *informale*, dove la conoscenza è acquisita attraverso l'imitazione; il secondo è quello *formale*, dove la conoscenza è acquisita attraverso il rinforzo di premi e punizioni; il terzo livello è quello *tecnico*, dove la conoscenza è acquisita dalla sua espressione palese nei mezzi simbolici; il quarto è la forma *comparativa* dove la conoscenza è acquisita tracciando analogie tra culture; e il quinto è quello *trascendentale* dove la conoscenza è acquisita derivando il principio sottostante.

Il trasferimento della conoscenza ai sistemi esperti attualmente avviene a livello tecnico, anche se ci sono esperimenti sulla sua trasmissione a tutti gli altri livelli.

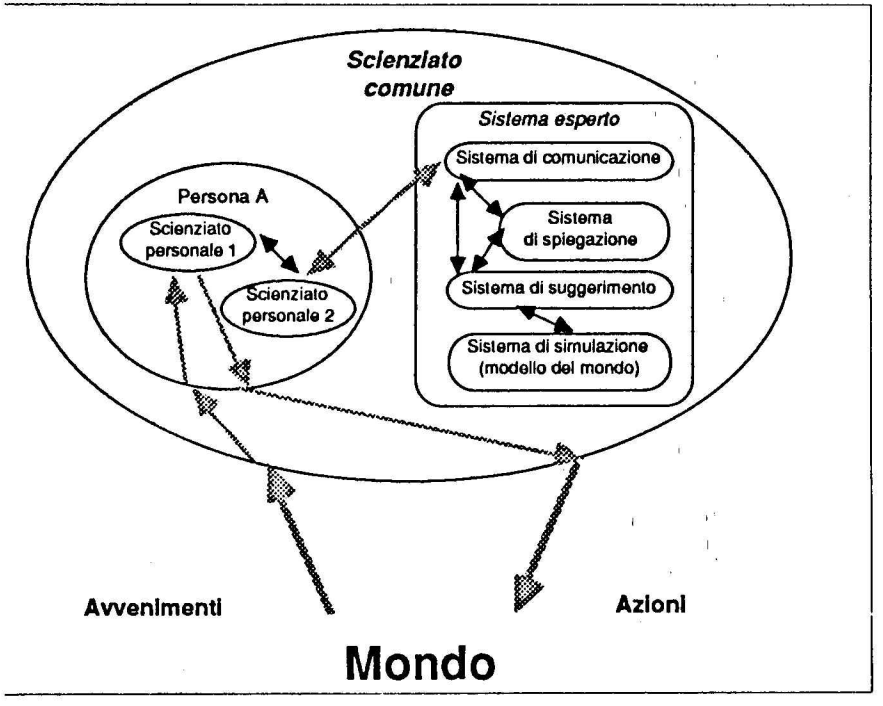


Fig. 9.8. Struttura di un sistema esperto in un mezzo simbolico a due vie in uno scienziato comune.

n particolare, sistemi già funzionanti sono stati basati sull'imitazione a livello informale (Michalski & Chilausky 1980), e sulle tecniche di intervista basate sulla sicologia dei costrutti personali a livello formale (Shaw & Gaines 1983b, Shaw 984, Gaines & Shaw 1986, Boose 1985). La figura 9.10 mostra il sistema di suporto conversazionale, PLANET, che abbiamo sviluppato usando la derivazione dalla griglia del repertorio per catturare modelli personali del mondo e renderli disponibili attraverso un sistema esperto (Gaines & Shaw 1981b, Shaw 1982, Shaw & Gaines 1981a, b, 1983a). Kelly (1985) ha sviluppato la griglia di repertorio come n mezzo per accedere ai sistemi del costrutto personale degli individui. Noi l'abbiamo funzionalizzata attraverso una serie di programmi interattivi per computer he sono stati largamente usati nell'istruzione, nella gestione clinica e in applicaioni industriali (Shaw 1980, 1981, Pope & Keen 1981, Shepherd & Watson 1982). l PLANET, i sistemi esperti, le reti di comunicazione e la simulazione avanzata pos-

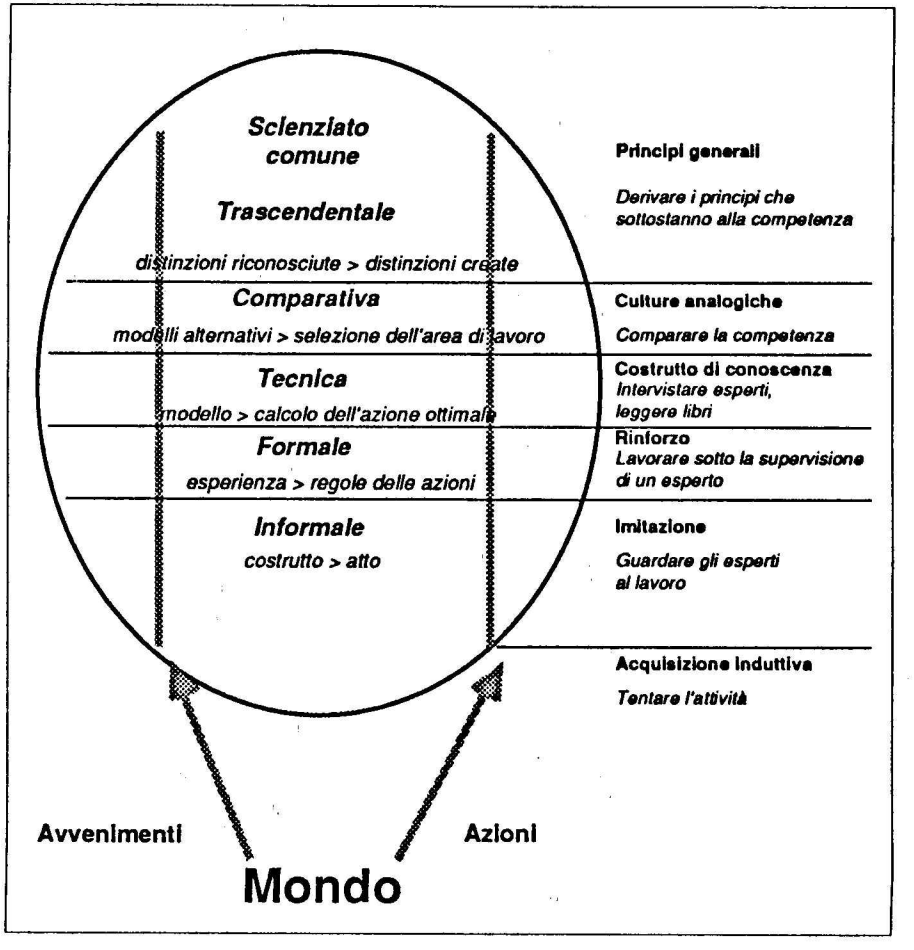


Fig. 9.9 Processi di risposta ai diversi livelli di una rappresentazione di un sistema modello dell'acquisizione dell'esperienza sia nella gente che nei sistemi esperti.

sono essere visti come precursori di sistemi informativi intelligenti che aiutino le elaborazioni della conoscenza di grandi comunità attraverso basi di conoscenza di computer interattivi. Le biblioteche del futuro aggiungeranno queste capacità ai mezzi di memorizzazione rappresentazionali e simbolici dei sistemi bibliotecari correnti. Le tecnologie dei computer della quinta e della sesta generazione dovrebbero essere pensate come estensioni e integrazioni dei mezzi attuali anziché come una loro sostituzione.

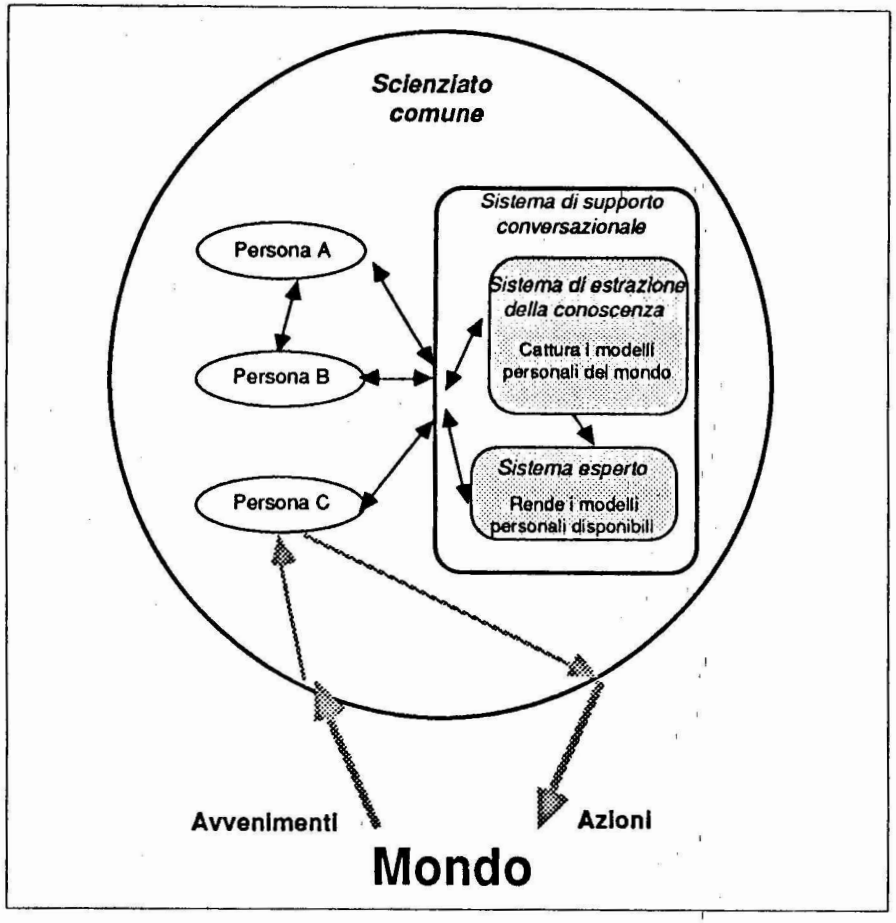


Fig. 9.10. Sistema di supporto conversazionale che estrae la conoscenza individuale e la rende disponibile a una comunità.

La figura 9.11 mostra come il Mondo 3 di Popper e il costrutto della conoscenza di Wojciejowski stiano diventando evidenti attraverso l'integrazione della conoscenza passata e presente usando i mezzi di comunicazione e i computer. L'accesso conversazionale e sperimentale che abbiamo con le altre persone e con il mondo esistente si sta estendendo agli accessi conversazionali e sperimentali agli uomini e agli avvenimenti del passato, e alla conoscenza ed esperienza che corrisponde a mondi possibili anziché alla realtà. Come la macchina a vapore fornì la potenza che

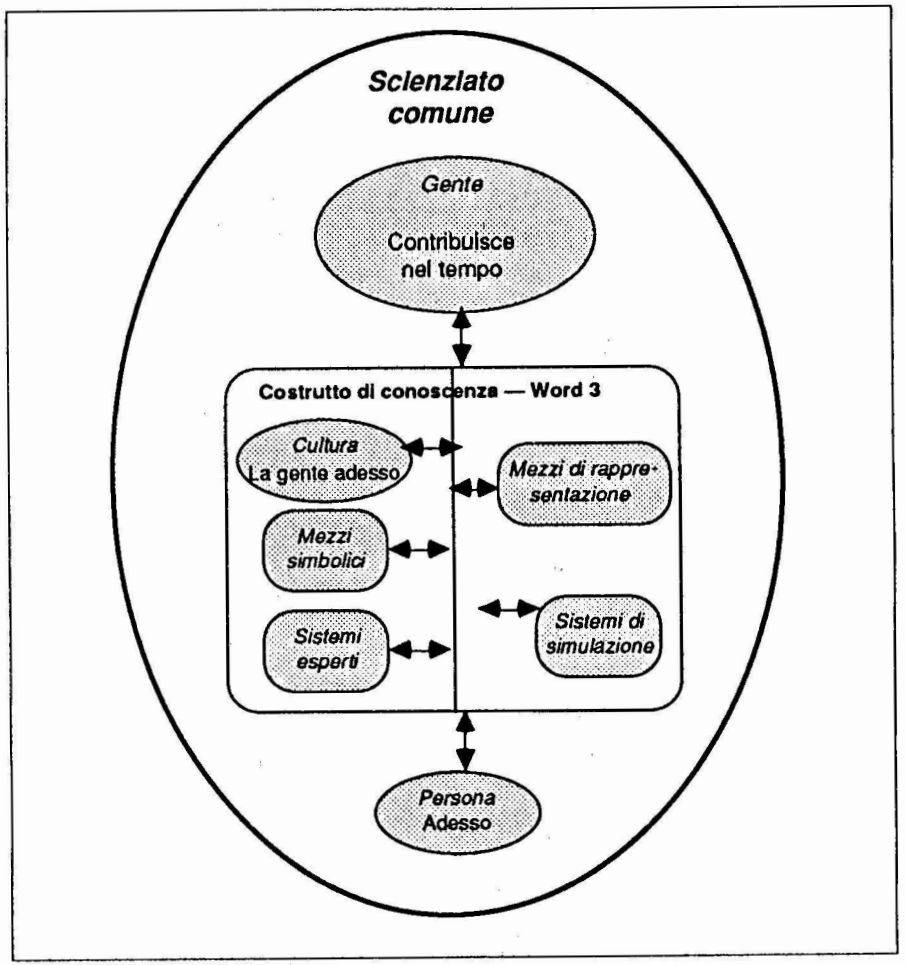


Fig. 9.11 Sistema informativo intelligente che supporta il costrutto della conoscenza — calcolando come un veicolo per attraversare il Mondo 3.

diede il controllo sul mondo fisico e iniziò la rivoluzione industriale, così l'elaborazione ci dà la potenza per controllare i costrutti di conoscenza, ci permette di costruire veicoli per attraversare il Mondo 3 (Gaines 1978), e farà partire la rivoluzione informatica.

La prospettiva sociale della figura 9.11 è complementata dalla prospettiva personale della figura 9.12 in cui una persona che acquisisce conoscenza è vista come

aiutata da altre persone, mezzi e varie forme di tecnologia dell'informazione. Dal punto di vista individuale queste possono essere viste come un'estensione dei processi nel suo cervello, e la struttura totale può essere propriamente vista come un "cervello con protesi". Da un punto di vista sociale l'intero sottosistema mostrato è parte dei processi di conoscenza della società e può essere compreso in termini di scienza della conoscenza. Queste due prospettive sono la chiave per capire le priorità della quinta e della sesta generazione e degli sviluppi che stanno portando ai sistemi informativi intelligenti.

9.7. Conclusioni

Lo sviluppo di sistemi informativi intelligenti ha raggiunto una fase in cui è necessario attraversare i confini delle discipline: dentro la scienza del computer per integrare la tecnologia nei sistemi basati sulla conoscenza; e fuori dalla scienza del computer per raggiungere una comprensione dei processi della conoscenza adeguata per applicare questi sistemi. Il programma di sviluppo del sistema di elaborazione della quinta generazione è orientato alla integrazione sistemica e il programma di sviluppo del sistema di sesta generazione ha come obiettivo la scienza della conoscenza.

Questo capitolo ha fornito una cornice di scienza cognitiva per sistemi informativi intelligenti che comprende le elaborazioni sociali e psicologiche degli esseri umani come processi simili nei sistemi basati su computer. Le fondamenta sono basate su un modello sistemico dell'acquisizione di conoscenza induttiva, e il modello generale tiene conto del ruolo della cultura, dei mezzi, degli esperti e dei sistemi esperti nei processi della conoscenza umana. Supponiamo che nel cervello esistano sistemi filosofici che sembrano svolgere le funzioni base di risveglio e attivazione richieste dal modello. Il linguaggio ha il ruolo di coordinare i molteplici processori che sono cervelli individuali in una società che acquisisce conoscenza.

9.8. Ringraziamenti

E stata resa disponibile l'assistenza finanziaria per questo lavoro dal National Sciences and Engineering Research Council of Canada.

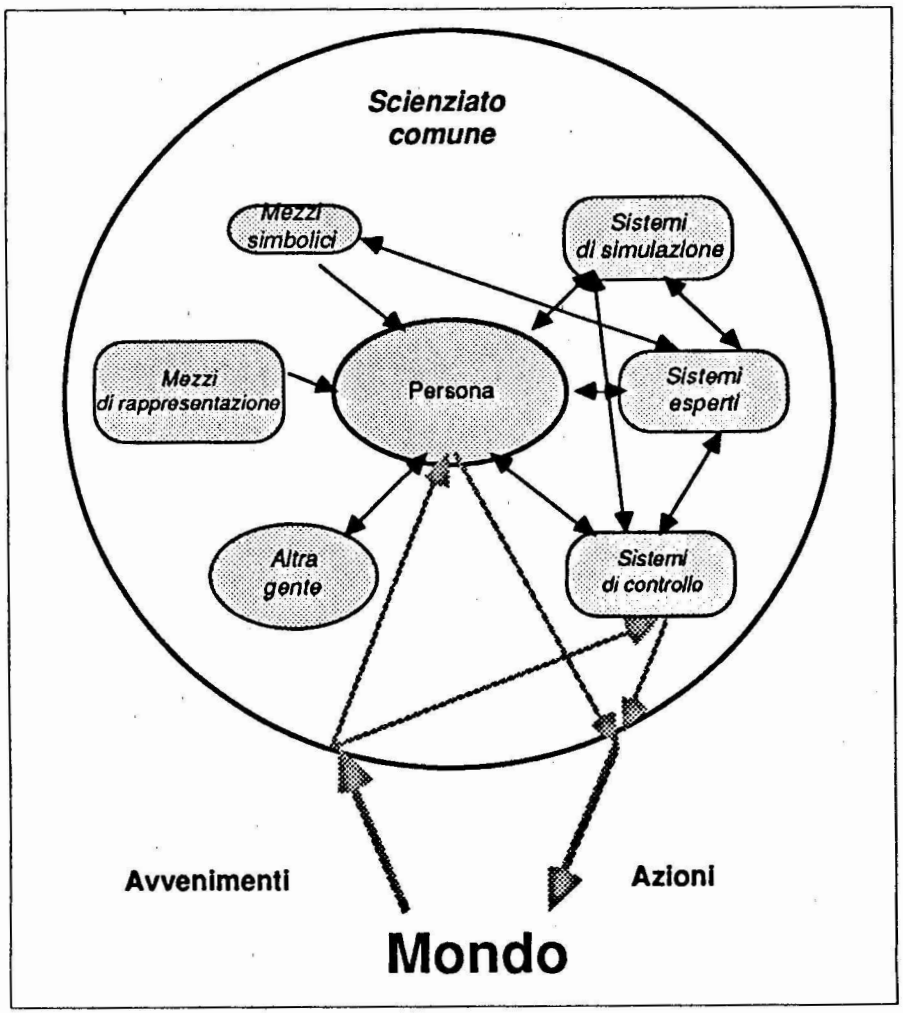


Fig. 9.12 Il sistema di supporto della conoscenza di una persona — il cervello con protesi.

9.9. Riferimenti bibliografici

Bainbridge, L. (1979) "Verbal reports as evidence of the process operator's knowledge". *International Journal of Man-Machine Studies* 11(4) 411-436

Bell, D. (1973) *The coming of post-industrial society*. New York, Basic Books [Tr. it. *La società post-industriale*, Milano, Edizioni di Comunità]

Boose, J. H. (1985) "A knowledge acquisition program for expert systems based on personal construct psychology". *International Journal of Man-Machine Studies* 23(5) 495-526

Chapman, R. E. (1985) *Background paper on biologically-related computing (Japan's 'sixth' generation)*. Falls Cgurch, Virginia: Technicom International Corporation.

Dizard, W. P. (1982) *The coming information age: an overview of technology, economics and politics*. New York, Longman.

Drucker, P. F. (1968). *The age of discontinuity*. New York, Harper & Row [Tr. it. *L'era del discontinuo*, Milano, Etas].

Fuchi, K. (1984) "Significance of fifth generation computer systems research and development". *ICOT Journal* (3), 8-14.

Fuchi, K., Sato, S. e Miller, E. (1984) "Japanese approaches to high-technology R&D". *Computer* 17(3) 14-18

Gaines, B. R. (1977) "System identification, approximation and complexity". *International Journal of General Systems* 3 145-174.

Gaines, B. R. (1978). "Computers in world three". *Proceedings of the International Conference on Cybernetics and Society, 78CH-1306-0-SMC III, (November) Tokyo, Japan*, 1515-1521.

Gaines, B. R. (1984a) A framework for the fifth generation. *Proceedings of National Computer Conference*, 53. Arlington, Virginia, AFIPS Press, pp. 453-459.

Gaines, B. R. (1984b) "Perspectives on fifth generation computing". *Oxford surveys in information technology* 1 1-53

Gaines, B. R. e Shaw, M. L. G. (1981a) "A programme for the development of a systems methodology of knowledge and action". In: Reckmeyer, W. J. (ed), *General systems research and design: precursors and futures*. Society for General Systems Research, pp. 255-264.

Gaines, B. R. e Shaw, M. L. G. (1981b) "New directions in the analysis and interactive elicitation of personal construct systems". In Shaw, M. L. G. (ed), *Recent advances in personal construct technology*. London, Academic Press, pp. 147-182.

Gaines, B. R. e Shaw, M. L. G. (1983) "Is there a knowledge environment?". In: Lasker, G. (ed), *The relationship between major world problems and systems learning*. Society for General Systems Research, pp. 27-34.

Gaines, B. R. e Shaw, M. L. G. (1984a) *The art of computer conversation: a new medium for communication*. New Jersey, Prentice-Hall.

Gaines, B. R. e Shaw, M. L. G. (1984b) "Logical foundations of expert systems". *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, and Cybernetics (October), Halifax, Nova Scotia*, pp. 238-247.

Gaines, B. R. e Shaw, M. L. G. (1985a) "Expert systems and simulation". In: Birtwistle, G. (ed), *AI, graphics and simulation*. La Jolla, California: Society for Simulation Research, pp. 95-101.

Gaines, B. R. e Shaw, M. L. G. (1985b) "The infrastructure of fifth generation computing". *Compint'85 (September), Montreal*, pp. 747-751.

Gaines, B. R. e Shaw, M. L. G. (1986) "Induction of inference rules for expert systems". *Fuzzy sets and systems*, to appear.

Gevarter, W. B. (1983) "Expert systems: limited but powerful". *IEEE Spectrum* 18 39-45.

Goodman, N. (1973) *Fact, fiction and forecast*. Indianapolis, Bobbs-Merril [Tr. it. *Fatti, ipotesi e previsioni*, Bari, Laterza]

Hall, E. T. (1959) The *silent language*. New York, Doubleday [Tr. it. *Il linguaggio silenzioso*, Milano, Boringhieri].

Hayes-Roth, F. (1984) "The industrialization of Knowledge engineering". In: Reitman, W. (ed), *Artificial intelligence applications for business*. New Jersey, Ablex, pp. 159-177.

HMSO (1982) *A programme for advanced information technology: the report of the Alvey Committee*. Londra, HMSO.

Hume, D. (1739) *A treatise of human nature*. Londra [Tr. it. *Trattato sulla natura umana*, Bari, Laterza]

ICOT (1983) *Outline of research and development plans for fifth generation computer systems*. Tokyo, ICOT.

Kelly, G. A.(1955) *The psycology of personal constructs*. New York, Norton.

Klir, G. J. (1976) "Identification of generative structures in empirical data". *International Journal of General Systems* 3 89-104.

Luhmann, N. (1979) *Trust and power*. Chichester, John Wiley.

Machlup, F. (1962) *The production and distribution of knowledge in the United States*. Princeton University Press.

Machlup, F. (1980). *Knowledge and knowledge production*. Princeton University Press.

Machlup, F. (1982). *The branches of learning*. Princeton University Press.

Machlup, F. (1984). *The economics of information and human capital*. Princeton University Press.

Marschak, J. (1968) "Economics of inquiring, communicating and deciding". *American Economic Review* 58 1. Maggio 1-18.

Michalski, R. S. e Chilausky, R. L. (1980) "Knowledge acquisition by encoding expert rules versus computer induction from examples — a case study involving soyabean pathology". *International Journal of Man-Machine Studies* 12 63-87.

Mohanty, J. N. (1982) *Husserl and Frege*. Bloomington, University of Indiana Press.

Moto-oka, T. (ed) (1982) *Fifth generation computer systems*. Amsterdam, North-Holland.

Pask, G. (1980) "Developments in conversation theory — Part I". *International Journal of Man-Machine Studies* 13 (4) 357-411.

Pope, M. L. e Keen, T. R. (1981) *Personal construct psychology and education*. Londra, Academic Press.

Popper, K. R. (1968) "Epistemology without a knowing subject". In: Van Rootselaar, B. (ed) *Logic, methodology and philosophy of science III*. Amsterdam, North-Holland Publishing Co., pp. 333-373 [Tr. it. "Epistemologia senza soggetto conoscente". In K. R. Popper, *Epistemologia, razionalità e libertà*, Roma, Armando, 1972].

Porat, M. U. (1977) *The information economy*. Washington, US Departement of Commerce.

Rawls, J. (1971) *A theory of justice*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press [Tr. it.*Una teoria della giustizia*, Milano, Feltrinelli]

Robinson, A. L. (1984) "One billion transistors on a chip?". *Science* 223 267-268.

Rosen, R. (1985) *Anticipatory systems*. Oxford, Pergamon Press.

Rubinstein, R. A., Laughlin, C. D. e McManus, J. (1984) *Science as a cognitive process*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press.

Shutz, A & Luckmann, T. (1973) *The structures of the life-world*. Londra, Heinemann.

Shaw, M. L. G. (1980) *On becoming a personal scientist*. Londra, Academic Press.

Shaw, M. L. G. (ed) (1981) *Recent advances in personal construct technology*. Londra, Academic Press.

Shaw, M. L. G. (1982) "PLANET: some experience in creating an integrated system for repertory grid applications on a microcomputer". *International Journal of Man-Machine Studies* 17 (3) 345-360.

Shaw, M. L. G. (1984) "Interactive knowledge elicitation". *Proceedings of CIPS SESSION 84*. Calgary: Canadian Information Processing Society.

Shaw, M. L. G. e Gaines, B. R. (1981a) "The personal scientist in the community of science". In: Reckmeyer, W. J. (ed), *General systems research and design: precusors and futures*. Society for General Systems Research, pp. 59-68.

Shaw, M. L. G. e Gaines, B. R. (1981b) "Exploring personal semantic space". In: Rieger, B. (ed), *Empirical Semantics II*. Bochum, West Germany, Studienverlag Brockmeyer, pp. 712-791.

Shaw, M. L. G. e Gaines, B. R. (1983a) "Eliciting the real problem". In: Wedde, H. (ed), *International working conference on model realism*. Oxford, Pergamon Press, pp. 100-111.

Shaw, M. L. G. e Gaines, B. R. (1983b) "A computer aid to knowledge engineering". *Proceedings of Expert Systems 83*. Londra, British Computer Society, pp. 263-271.

Shaw, M. L. G. e Gaines, B. R. (1984) "Fifth generation computers as the next stage of a new medium". *Proceedings of National Computer Conference, 53*. Arlington, Virginia, AFIPS Press, pp. 445-451.

Shepherd, E. e Watson, J. P. (eds) (1982) *Personal meanings*. Chichester, John Wiley.

STA (1985) *Promotion of R&D on electronics and information systems that may complement or substitute for human intelligence*. Tokyo, Science and Technology Agency

Steir, R. (1983) "Cooperation is the key: An interview with B.R. Inman". *Communications of the ACM* 26 (9) 642-645.

Stich, S. P. e Nisbett, R. E. (1984) "Expertise, justification and the psychology of inductive reasoning". In: Haskell, T. L. (ed), *The authority of experts*. Bloomington, Indiana, Indiana University Press, pp. 226-241.

Toffler, A. (1980) *The third wave*. New York, Bantam [Tr. it. *La terza ondata*, Milano, Sperling & Kupfer]

Tucker, D. M. e Williamson, P. A. (1984) "Asymmetric neural control systems in human self-regulation". *Psycological Review* 91 (2) 185-215.

Wason, P. C. e Johnson-Laird, P. N. (1972) *Psychology of reasoning*. Londra, Batsford [Tr. it. *La psicologia del ragionamento*, Firenze, Giunti-Barbera]

Wojciechowski, J. (1983) "The impact of knowledge on man: the ecology of knowledge". *Hommage a Francois Mayer*. Marseille, Laffite, pp.161-175.