

6. Psicologia cognitiva e apprendimento scolastico

Un fortunato testo di **Ellen D. Gagné**¹ presenta i risultati delle ricerche nel settore della psicologia cognitiva che possono aiutare nella progettazione, realizzazione e valutazione dell'attività didattica.

In questo testo si valorizza un **approccio operativo** allo studio dell'intelligenza, chiarendo la natura del sistema di elaborazione delle informazioni da parte dell'uomo e proponendo una sistematica definizione delle abilità di base in rapporto alle singole aree disciplinari. Anche se l'opera prende in considerazione soprattutto situazioni didattiche relative ai livelli dell'istruzione di base, la sua lettura mi pare essenziale per un chiarimento sulla natura delle operazioni mentali che riguardano i processi informativi, le rappresentazioni della conoscenza, la proceduralità, il **problem solving** ed il **transfer** (applicazione delle conoscenze in nuovi contesti problematici).

In particolare l'autrice utilizza due paradigmi significativi, tesi a collegare la psicologia cognitiva con l'attività didattica: la rappresentazione procedurale e la rappresentazione dichiarativa, integrate dalla rappresentazione per immagini, ottenendo un quadro di riferimento di maggiore potenzialità applicativa.

Il [grafo riassuntivo](#) sintetizza alcune delle teorizzazioni fondamentali dell'opera di Ellen Gagné, relative alle **RAPPRESENTAZIONI MENTALI DELLA CONOSCENZA**.

La conoscenza è rappresentata mentalmente in varie forme che comprendono le **PROPOSIZIONI**, le **PRODUZIONI** e le **IMMAGINI**.

- Una **PROPOSIZIONE** è un'unità informativa di base che corrisponde approssimativamente a un'idea.

Le proposizioni sono legate tra loro nella memoria in **RETI PROPOSIZIONALI** (insiemi di proposizioni in reciproca relazione); le proposizioni che hanno in comune lo stesso argomento sono associate più strettamente rispetto a quelle che non lo hanno. Due insiemi di proposizioni, che hanno in comune un'idea, saranno messe in relazione entro una rete più grande, soltanto se sono entrambi attivi contemporaneamente nella memoria di lavoro.

Il grado di integrazione delle informazioni in reti dipende dalla prossimità temporale della presentazione. La bontà dell'integrazione di un'informazione nella memoria dipende dal fatto che, due elementi di informazione collegati, siano o meno contemporaneamente attivi nella memoria di lavoro.

Il ripasso, l'accurata organizzazione del materiale di studio e il richiamare agli studenti le idee che conoscono ma alle quali talvolta non pensano (la ricostruibilità rapida delle conoscenze disciplinari) sono tutti mezzi per aiutarli a mantenere attive nella memoria di lavoro le informazioni collegate, quando possono essere usate per integrare nuove informazioni.²

La **CONOSCENZA DICHIARATIVA**, rappresentata per mezzo delle proposizioni è "sapere che qualcosa è pertinente".

- La **CONOSCENZA PROCEDURALE** è "sapere come fare qualcosa."

Essa può essere attivata più velocemente ed è più reattiva all'ambiente di quanto non lo sia la conoscenza dichiarativa, più lenta ma più cosciente. La proceduralità consiste non in un semplice richiamo di informazioni, bensì in una trasformazione di informazioni.

Le **PRODUZIONI** rappresentano la conoscenza procedurale. Sono **regole di condizione-azione** che eseguono azioni specifiche in presenza di condizioni specifiche. Le produzioni sono unite in **SISTEMI DI PRODUZIONI**, ogni volta che l'azione presa in considerazione da una produzione crea le condizioni per un'altra produzione. Esistono interazioni evidenti tra le conoscenze dichiarative e quelle procedurali, sia a livello di apprendimento che di prestazioni. La natura esatta di tali interazioni non è ancora del tutto chiara ed è oggetto delle più recenti ricerche in psicologia cognitiva.

La conoscenza dichiarativa fornisce molto spesso i dati necessari allo svolgimento di certe procedure e disciplina, regolandola la successione delle operazioni procedurali. Più in generale la conoscenza dichiarativa interagisce con la proceduralità nella risoluzione dei problemi, fornendo i dati necessari per avanzare nella scoperta di nuovi dati significativi, sia durante la risoluzione di

¹ E. D. GAGNÉ, Psicologia cognitiva e apprendimento scolastico, SEI, 1989.

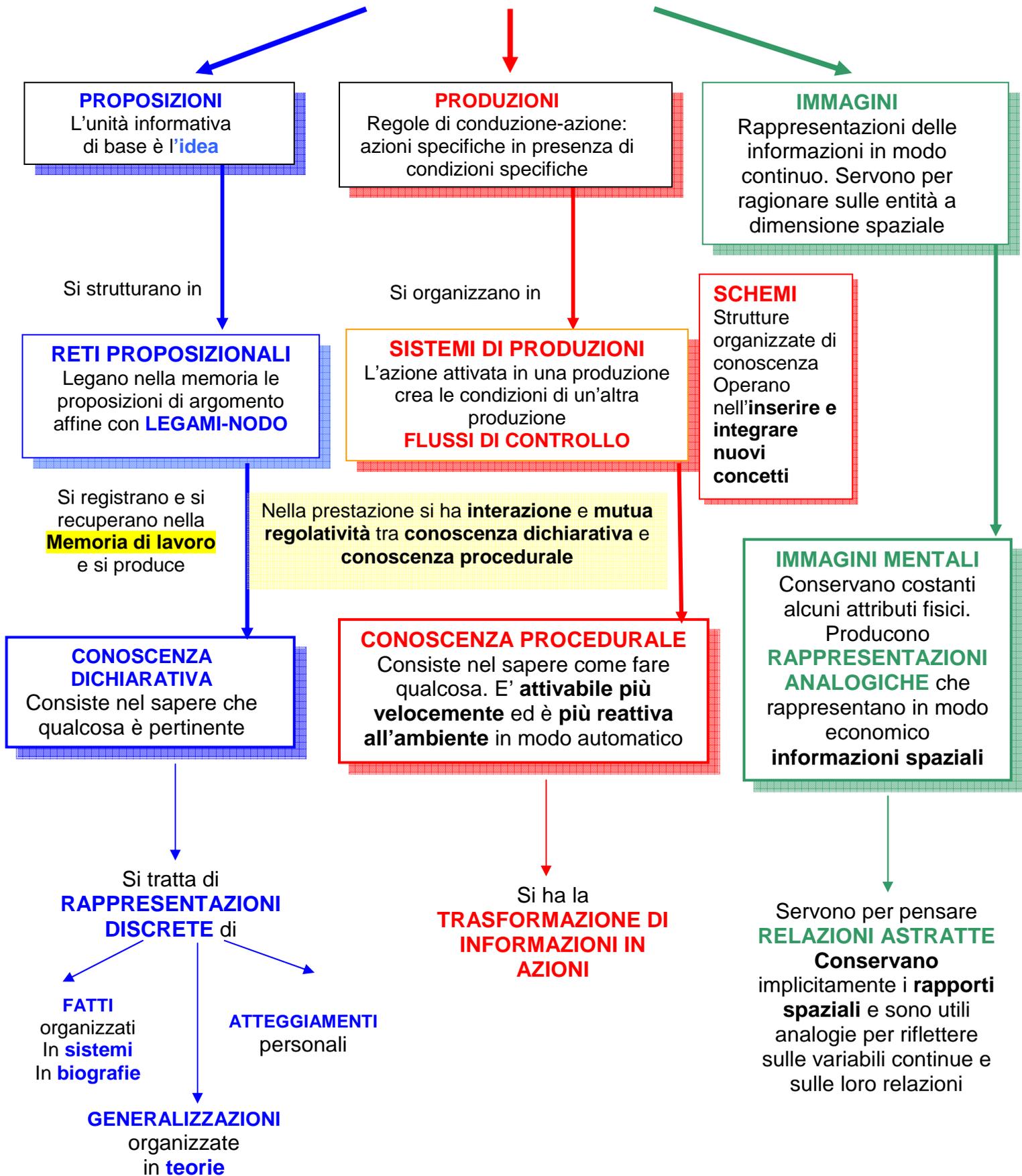
² Questi presupposti sono alla base del massiccio impiego che la DB fa di strumenti di sintesi concettuale (mappe, grafi, matrici rappresentative di variabili in fenomeni complessi, schemi di orientamento, fogli di appoggio...). La rappresentazione grafica riassuntiva, se accuratamente perlustrata, popola la memoria di lavoro di riferimenti incrociati che arricchiscono le reti proposizionali, integrando significativamente le conoscenze.

problemi creativi (come sviluppare un'argomentazione o una composizione pittorica) fornendo nuove intuizioni.³

Le produzioni sono messe in relazione tra loro per mezzo del **FLUSSO DI CONTROLLO**. Tale flusso passa da una produzione all'altra, quando le azioni di una produzione creano le condizioni necessarie per lo svolgersi di un'altra produzione. Si realizza così una sequenza di azioni tra loro automaticamente collegate. E' quanto avviene nella soluzione di problemi attraverso procedimenti algoritmici.

³ E' interessante notare come lo scrivere , il parlare, il creare immagini.... sfruttino ampiamente informazioni dichiarative (idee) inglobandole in una rinnovata proceduralità, arricchita da input in parte imprevisti e ricordati analogicamente. Lo stesso concetto di creatività va inteso come una rete estesa di informazioni, analogicamente ristrutturata in nuovi campi di significati, al fine di essere disponibile per nuove scelte di azioni (procedure)..

RAPPRESENTAZIONI MENTALI DELLA CONOSCENZA



Riepilogando, ogni produzione contiene una clausola **SE**, o condizione, e una clausola **ALLORA**, o azione. La clausola **SE** specifica le condizioni interne ed esterne che devono esistere perché l'azione o le azioni della produzione abbiano luogo. La clausola **ALLORA** specifica le azioni interne ed esterne che hanno luogo quando esistono tutte le condizioni indicate nella clausola **SE**. **IL RISULTATO DELL'APPLICAZIONE DI UNA PRODUZIONE E' UNA TRASFORMAZIONE DELLE INFORMAZIONI.**

- Altre forme di rappresentazione delle conoscenze sono gli SCHEMI. Essi sono strutture organizzate di conoscenze. Possiedono sia qualità statiche (la loro struttura) sia qualità dinamiche (la loro attitudine a prepararci ad attendere certe informazioni). Essi vengono utilizzati consciamente - nel guidare il recupero delle informazioni - oppure talvolta operano automaticamente, nel riconoscere un nuovo concetto e nel trarre una conclusione evidente.

Essi sono costituiti sia da conoscenze dichiarative che da conoscenze procedurali e la loro funzionalità risiede appunto in questa caratteristica, che fa conservare nella memoria conoscenze di vario tipo, relative ad una determinata situazione o ad un problema.

- Le **IMMAGINI** rappresentano le informazioni in modo continuo piuttosto che in modo discreto, come invece avviene per le proposizioni. Vengono usate nella memoria di lavoro per ragionare sulle entità che hanno una dimensione spaziale. Sono rappresentazioni analogiche e costituiscono un modo economico per richiamare la realtà esterna.

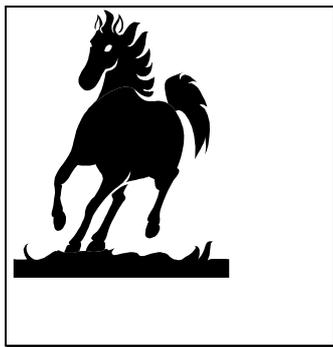
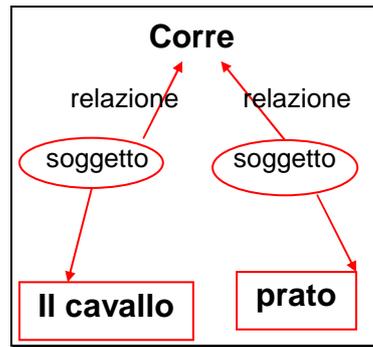


IMMAGINE CON RAPPRESENTAZIONE CONTINUA ED ANALOGICA DELL'INFORMAZIONE



PROPOSIZIONE CON RAPPRESENTAZIONE DISCRETA DELL'INFORMAZIONE.

Le immagini conservano costanti alcuni attributi fisici della realtà e racchiudono in modo implicito molte informazioni sui rapporti spaziali degli oggetti, mentre la proposizione non dà informazioni sulle relazioni reciproche o sulle dimensioni degli elementi del reale.

Data la limitata capacità della memoria di lavoro le immagini si rivelano particolarmente utili nel caso di informazioni spaziali (trasformazioni geometriche, simmetrie).

Il loro impiego è sempre più largo come supporto percettivo di sostegno nella decodificazione di sistemi formali complessi (poetiche, estetiche, stili, strutture simboliche...) in quanto le immagini - ed il loro ricordo - aiutano ad ordinare le informazioni attraverso l'organizzazione delle reti proposizionali.

Molte ricerche sperimentali di psicologia cognitiva inducono a credere che, per compiti che coinvolgono il pensare a relazioni spaziali fra oggetti concreti, la gente **COSTRUISCA** nella propria memoria di lavoro **IMMAGINI MENTALI** di tali oggetti.

Inoltre le immagini mentali possono **SERVIRE PER PENSARE A RELAZIONI ASTRATTE FRA ENTITA' FISICHE, GEOMETRICHE, ...CONCETTUALI**. Molte persone utilizzano le immagini mentali per riflettere a livello astratto sulla individuazione di costanti caratteristiche di classi di concetti, sulle discriminazioni significative, sulla inclusioni in insiemi omogenei.

La costruzione delle mappe concettuali gioca - a livello indiretto - sulle immagini mentali, costringendo a tradurre in rapporti di precisa spazializzazione sul piano, la rappresentazione delle informazioni e a tener conto delle relazioni tra le parti dello schema, evidenziando graficamente i legami. (frecce, archi, nodi...).

• APPRENDERE E RICORDARE LE CONOSCENZE DICHIARATIVE

Le conoscenze dichiarative possedute da una persona possono essere **CONCETTUALIZZATE** come un'ampia rete di proposizioni in relazione tra loro. Le conoscenze procedurali possono essere concettualizzate come produzioni che sono esplicitate mediante proposizioni collegate (regolazione). Solo alcune proposizioni della rete proposizionale sono attive nella memoria di lavoro in un dato momento. La **PROPAGAZIONE DELL'ATTIVAZIONE** è il processo durante il quale l'attivazione si estende da una proposizione attiva alle proposizioni vicine. Mentre l'attivazione si propaga, la proposizione inizialmente attiva viene disattivata.

L'ACQUISIZIONE di nuove conoscenze dichiarative si ha quando nella rete proposizionale nuove conoscenze vengono collegate alle precedenti. **L'ELABORAZIONE** è il processo di generazione di nuove idee collegate con le idee ricevute da sorgenti esterne.

Nel **RECUPERO** la rappresentazione interna del problema attiva le proposizioni, che condividono i concetti con il problema che ha avviato il processo di recupero. L'attivazione si propaga da queste proposizioni a quelle collegate, finché viene trovata la risposta. Se una risposta non può essere recuperata, la si può costruire portando i processi logici a considerare le proposizioni attivate, in modo da generare una **RISPOSTA PLAUSIBILE**.

Le elaborazioni prodotte nell'apprendere nuove informazioni possono facilitare il recupero, fornendo percorsi alternativi al propagarsi dell'attivazione. Infatti le elaborazioni possono facilitare la costruzione di una risposta fornendo ulteriori informazioni sui processi di ragionamento logico da utilizzare in tale costruzione.

L'ORGANIZZAZIONE DELLE CONOSCENZE DICHIARATIVE COMPORTA LA PRODUZIONE DI PROPOSIZIONI, che rappresentano le relazioni tra i sott'insiemi della conoscenza. L'organizzazione durante l'apprendimento aiuta il successivo recupero di informazioni, fornendo efficaci stimoli

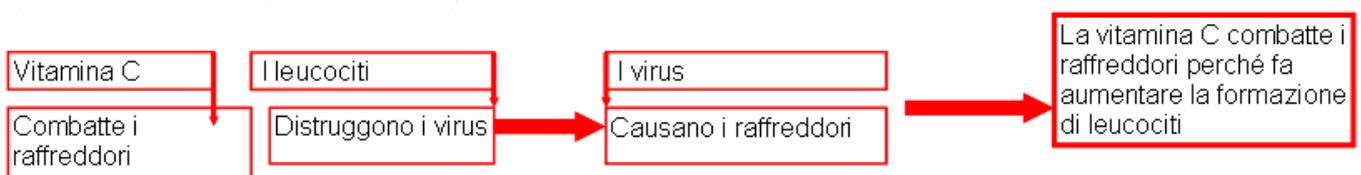
• STRUTTURA DINAMICA DELLA MEMORIA

E' indubbiamente utile conoscere come è strutturata la **MEMORIA A LUNGO TERMINE**.

In essa tutte le conoscenze dichiarative di un individuo sono rappresentate in una grande rete proposizionale.. Tutte le idee sono collegate con tutte le altre, sebbene i legami risultino talvolta lunghi e complessi e si attuino attraverso mediazioni inconscie. Un altro insieme di strutture della memoria a lungo termine comprende tutte le produzioni, che rappresentano la conoscenza procedurale di una persona, alcune presenti da sempre nel cervello (quali le discriminazioni di movimento, di luminosità, di calore, azioni come l'afferrare o il suggerire) altre apprese , programmate attraverso l'esperienza (quali le discriminazioni di colori e lettere o i ragionamenti logici).A causa delle strette interazioni tra conoscenza procedurale e conoscenza dichiarativa durante l'apprendimento e il transfer, la memoria è strutturata in modo da facilitare tale interazione. Di volta in volta - quando si ascolta , si parla, si legge...- si ha propagazione dell'attivazione nella rete proposizionale solo per quanto concerne alcune limitate sezioni.. A partire da particolari legami nodo - strutture di significato - si operano attivazioni di proposizioni correlate, tanto da creare nuove elaborazioni sfruttando le **INFERENZE**.

Es. Proposizione (letta o pronunciata da uno studente): *Gli esperimenti in vitro dimostrano che la vitamina C fa aumentare la formazione di leucociti*". La frase di per sé è nuova per chi la ascolta.

Le parole attivate (leucociti, vitamina C) suggeriscono il recupero delle informazioni ad esse collegate (legami-nodo). L'attivazione si propaga da Vitamina C a " combatte i raffreddori " e da "Leucociti" a " distruggono i virus". Nella memoria di lavoro vengono dunque recuperate due vecchie informazioni, accanto ad una nuova ancora sconosciuta. Si attiva un'ultima propagazione: da "raffreddori" e "virus" alla proposizione nota "i virus causano i raffreddori". Questo livello di attivazione consente con un processo inferenziale di produrre una nuova elaborazione" La vitamina C combatte i raffreddori, perché fa aumentare la formazione di leucociti".



Non si può avere apprendimento di informazioni totalmente prive di significato. Ciò è dovuto al fatto che uno dei requisiti dell'apprendimento è che si stabilisca una qualche connessione tra nuove e vecchie conoscenze. Se un termine nuovo non è mai stato codificato nella memoria a lungo termine ed è incapace di generare un collegamento, propagando un'attivazione nella rete proposizionale, si ha sicuramente la sua perdita nel sistema. **L'APPRENDIMENTO DI CONOSCENZE DICHIARATIVE E' SINONIMO DI CREAZIONE DI SIGNIFICATO. SE NON SI PUO' CREARE SIGNIFICATO NULLA VIENE APPRESO.**

• **ACQUISIZIONE DELLE CONOSCENZE PROCEDURALI**

Esistono due tipi principali di conoscenze procedurali: il riconoscimento di modelli e la sequenza di azioni. Il primo è alla base delle abilità di classificazione, mentre il secondo è alla base delle abilità relative alla realizzazione di sequenze di operazioni simboliche.

La **GENERALIZZAZIONE** e la **DISCRIMINAZIONE** sono processi di apprendimento associati a procedure che sviluppano il riconoscimento di modelli. Il risultato della generalizzazione è una procedura che si applica a una classe più ampia. Il risultato della discriminazione è una procedura che si applica ad una classe più ristretta. La generalizzazione è favorita dalla presentazione, vicina nel tempo di esempi che differiscono notevolmente per proprietà non rilevanti. La discriminazione è invece favorita dalla presentazione, vicina nel tempo, di esempi e di contro-esempi associati al concetto da apprendere.

La **PROCEDURALIZZAZIONE** e la **COMPOSIZIONE** sono processi di apprendimento associati a procedure che sviluppano la sequenza di azioni. La proceduralizzazione traduce la rappresentazione dichiarativa (es. enunciato di un problema) in una rappresentazione procedurale (es. algoritmo).

La composizione trasforma tanti piccoli passi procedurali in una unità che opera automaticamente come un tutto.

• **PROBLEM SOLVING E TRANSFER**

Un problema è costituito da uno stato finale, da uno stato iniziale e dall'insieme di tutti i possibili percorsi di soluzione che, a partire dallo stato iniziale conducono allo stato finale.

Indipendentemente dal tipo di problema, i tre processi cognitivi che avvengono durante il **PROBLEM SOLVING** (risoluzione di problemi) sono la **RAPPRESENTAZIONE DEL PROBLEMA**, il **TRASFERIMENTO DELLE CONOSCENZE (TRANSFER)** e la **VALUTAZIONE**. Il modo in cui le persone rappresentano i problemi è fondamentale perché determina le conoscenze che verranno attivate.

Le **STRATEGIE** generali di problem solving si applicano ad un'ampia varietà di problemi, indipendentemente dal loro contenuto. Alcune strategie generali di problem solving, come il risolvere progressivamente e l'analisi mezzi-fini, sono utili per restringere la ricerca delle soluzioni a quelle che hanno la maggior probabilità di successo.

Altre strategie come il **RAGIONAMENTO PER ANALOGIA** e il **BRAINSTORMING** sono utili ad allargare la ricerca delle soluzioni.

Il ragionamento per analogia viene spesso utilizzato quando si ha un problema che appartiene ad un campo che non si conosce a fondo ma presenta caratteri isomorfi rispetto a problemi a noi ben noti. La strategia comprende la rappresentazione del problema, l'uso di tale rappresentazione per accedere alle conoscenze in un campo familiare, rilevante per la situazione attuale e, infine, la valutazione dell'utilità delle conoscenze recuperate.⁸

Il **TRANSFER** (attivazione e applicazione delle conoscenze in nuove situazioni) può essere mediato da produzioni di riconoscimento di modelli che corrispondono parzialmente a una rappresentazione del problema o da conoscenze dichiarative attivate dalla rappresentazione del problema.

Esistono due proposte alternative, possibilmente attuabili, per aumentare le capacità di problem solving⁹ :

- Insegnare strategie generali, con formulazione di ipotesi e progettazione di verifiche.

⁸ Il ragionamento per analogia è molto utilizzato anche da parte di docenti impegnati nella progettazione di attività multidisciplinari che prevedono il ricorso a competenze estranee alla loro materia di insegnamento. L'abitudine ad adottare prospettive sistemiche nell'analisi dei dati disciplinari è indubbiamente una strada molto comoda da percorrere per uniformare la rappresentazione dei vari problemi.

⁹ Le indicazioni fornite sulle applicazioni didattiche delle abilità procedurali sono contenute in E. GAGNÉ, op. cit., pp. 194 sgg.

- Insegnare conoscenze specifiche ben organizzate (**modellizzate, chiarite nella loro struttura interna funzionale**).

Entrambi questi punti di vista hanno qualche aspetto positivo; le eventuali controversie sono centrate sulla validità del criterio di misura del successo.

In ambiente anglosassone, fin dagli anni Settanta, circolavano programmi per l'insegnamento di strategie generali di problem solving. Ad esempio gruppi di opuscoli di autoistruzione progettati per insegnare agli alunni di scuola media abilità quali : 1) produrre idee originali, 2) lavorare in modo sistematico, 3) cercare di considerare un problema sotto un'altra prospettiva quando ci " si arena ", 4) seguire fatti o eventi importanti , 5) porre domande che favoriscano il problem solving, 6) evitare conclusioni affrettate e intuitive. Tali strategie hanno come obiettivo principale quello di favorire la **PROCEDURALIZZAZIONE**, cioè di ottenere che gli studenti traducano una sequenza di azioni mentali e/o fisiche dalla forma dichiarativa a quella procedurale. Per raggiungere quest'obiettivo la maggior parte delle condizioni e delle azioni pertinenti ad ogni passo viene espressa in modo esplicito.

Un altro modo per accrescere la capacità di problem solving è insegnare conoscenze specifiche, così che siano immagazzinate nella memoria a lungo termine in maniera accessibile. Più le conoscenze sono accessibili, maggiori sono le probabilità di una loro applicazione a nuovi problemi (transfer) .

Sia l'elaborazione sia l'organizzazione rendono più accessibile la conoscenza dichiarativa. E' proprio questa accresciuta accessibilità, intesa come corretta strutturazione preventiva della conoscenza, a permettere un ampio transfer a nuovi problemi.

In esperienze didattiche realizzate negli U.S.A., si è dimostrato fondamentale l'impiego di **MODELLI RAPPRESENTATIVI** in vista del miglioramento di capacità di problem solving.

Ad esempio in un'esperienza degli anni Settanta si verificò che, tra due gruppi di studenti universitari, ai quali venivano insegnati alcuni elementi del linguaggio di programmazione Fortran, erano notevolmente avvantaggiati coloro ai quali era sottoposto preventivamente l' *opuscolo model* , sorta di schema delle unità funzionali di un computer. La realtà fisica del computer era descritta attraverso una serie di analogie con oggetti familiari. L'unità di input fu paragonata allo sportello di una biglietteria, quello di output ad una bacheca per messaggi, la lista delle istruzioni del programma a una lista per la spesa e la memoria cancellabile a una lavagna. Le sette istruzioni Fortran da imparare furono introdotte dopo la presentazione dello schema. I dati dell'esperimento fornirono prove dirette che i soggetti che studiano un modello prima di studiare le istruzioni di un programma organizzano le proprie conoscenze in modo più funzionale rispetto agli altri studenti. In particolare le conoscenze sembrano organizzate attorno ai concetti chiave, con un'idea precisa delle loro relazioni reciproche e della struttura dell'insieme (Funzioni integrate).¹⁰

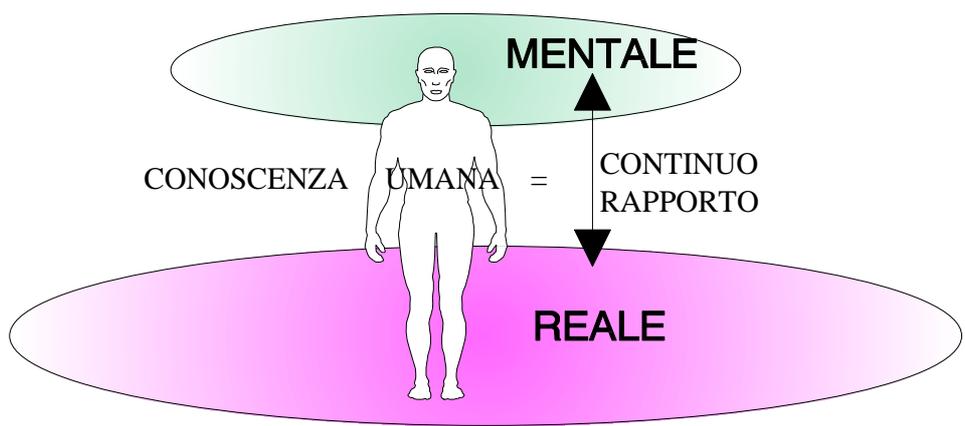
7. L'importanza dei processi di apprendimento.

Dopo questa per lustrazione sintetica relativa alle forme di acquisizione della conoscenza è venuto il momento di trarre alcune conclusioni generali , suggerite dall'intero discorso della psicologia cognitiva in riferimento ai processi di apprendimento scolastico; e non solo limitatamente ai livelli dell'istruzione di base ma anche in relazione a quelli della scuola superiore e dell'università.

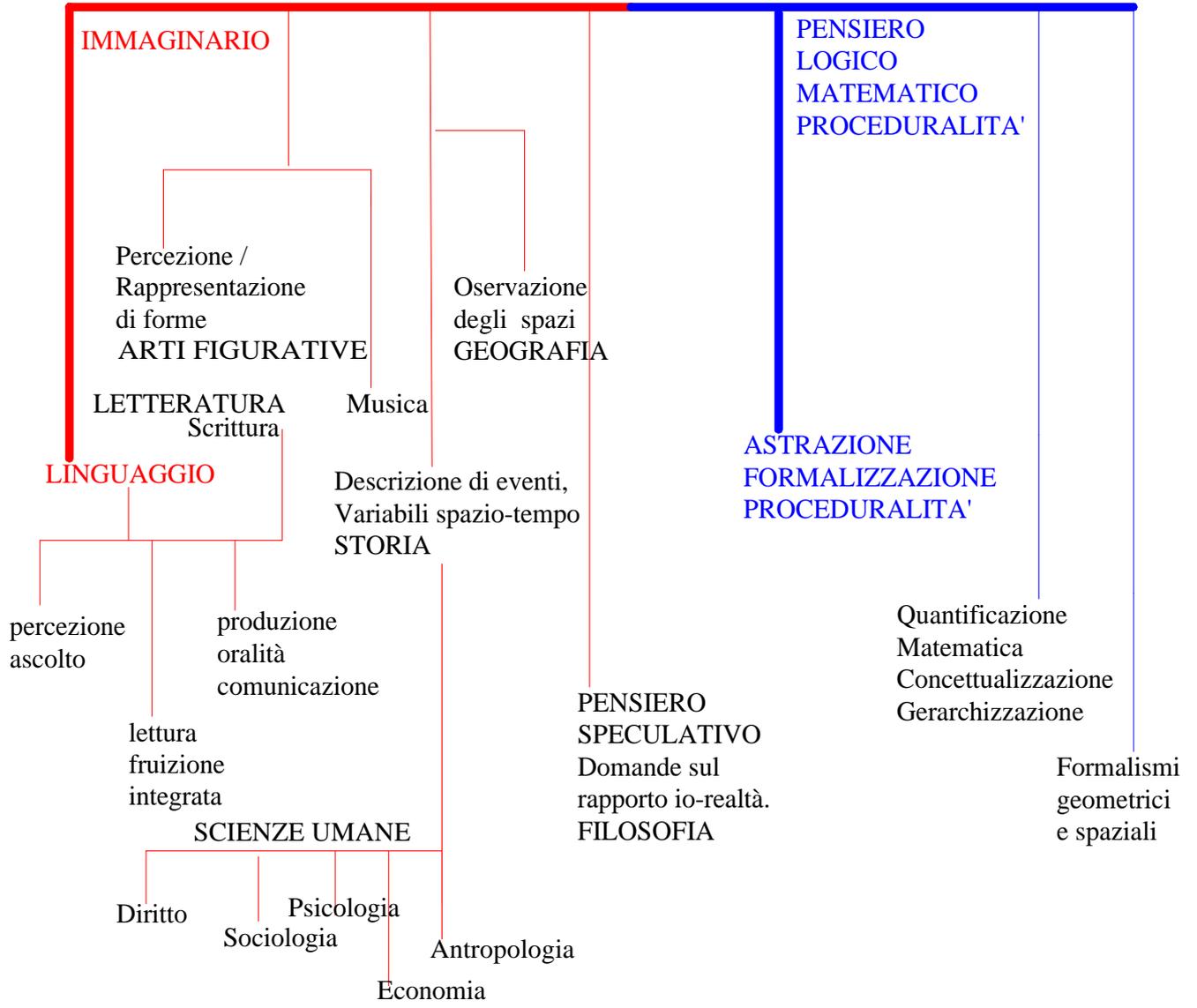
Le basi organizzative del sapere in chiave cognitiva possono essere schematicamente rappresentate in una mappa di riferimento generale che recupera alcuni degli ambiti essenziali delle operazioni mentali.

¹⁰ L'addestramento all'organizzazione delle conoscenze specifiche attraverso la modellizzazione dei problemi è un concetto di forte validità didattica esportabile praticamente a tutte le discipline.

LE BASI ORGANIZZATIVE DEL SAPERE IN CHIAVE COGNITIVA



FUNZIONI COMUNICATIVE, CONOSCITIVE ED ESPRESSIVE BEN INTEGRATE



Il soggetto in condizione di apprendimento è in continuo rapporto con la realtà e le operazioni mentali a cui è chiamato lo inducono a produrre continue rappresentazioni interne di questa realtà. Tali rappresentazioni si traducono poi in abilità di base, in acquisizioni conoscitive di tipo dichiarativo e procedurale tra loro fortemente integrate .

Si può pensare a due assi fondamentali nella costruzione delle abilità: un **ASSE LINGUISTICO** ed un **ASSE LOGICO-PROCEDURALE**.

- L'asse linguistico presiede alla descrizione dei fenomeni attraverso l'elaborazione di sempre nuove reti proposizionali, via via più integrate tra loro. In tutte le materie di studio esiste naturalmente un aspetto descrittivo di fenomeni, fatti, eventi, concetti, procedure che richiede operazioni logiche multiple quali l'identificazione, la significazione, il riconoscimento, l'acquisizione, l'esposizione.....

In particolare si può parlare di aree semantiche strutturate, (più o meno connesse con precise aree disciplinari) all'interno del sistema delle reti proposizionali. Esse sono capaci di auto-organizzarsi sempre meglio, cioè di integrarsi vicendevolmente e di arricchirsi reciprocamente a patto di essere ben organizzate ed abbastanza ricche di elementi significativi.

L'area del linguaggio - integrata dal supporto percettivo delle immagini - è certo fondamentale in tutte le materie dell'area umanistica (immaginario figurativo, letterario, storicità, speculazione filosofica, scienze umane).

- L'asse logico-procedurale della conoscenza è altrettanto importante, in quanto interviene ad organizzare sistematicamente le reti proposizionali e presiede ad operazioni complesse quali la quantificazione di dati e fenomeni, la seriazione, la categorizzazione, l'inclusione in insiemi, la formalizzazione, la simbolizzazione, l'astrazione logico-matematica, la proceduralità, la modellizzazione, la discriminazione, la generalizzazione, la gerarchizzazione. Tali abilità non riguardano soltanto le materie scientifico-matematiche ma più in generale tutta l'organizzazione del sapere.

La riflessione importante, che il cognitivismo ed ancor più il **connessionismo** sembrano suggerire, è che l'asse linguistico e quello logico-procedurale sottendono a funzioni profondamente interconnesse nella mente umana ed un deficit di organizzazione nel sistema produce realisticamente ritardi e carenze nell'elaborazione delle conoscenze.

La scienza informatica indubbiamente ha offerto gli stimoli più importanti alla valorizzazione dell'organizzazione e delle conoscenze, fino ad approdare al concetto di simulazione dei problemi in vista di una corretta implementazione di programmi.

Sul piano disciplinare e ancor più didattico tali suggerimenti orientano ad una riorganizzazione del sapere in chiave sistemica, che a tutti i livelli - da quelli più alti della ricerca epistemologica e disciplinare, fino a quello della costruzione-gestione dei programmi scolastici - tenga conto delle logiche interne di strutturazione delle conoscenze, integrandole in coerenti reti di significati tra loro interconnessi.

8. Sistemi, modelli, processi.

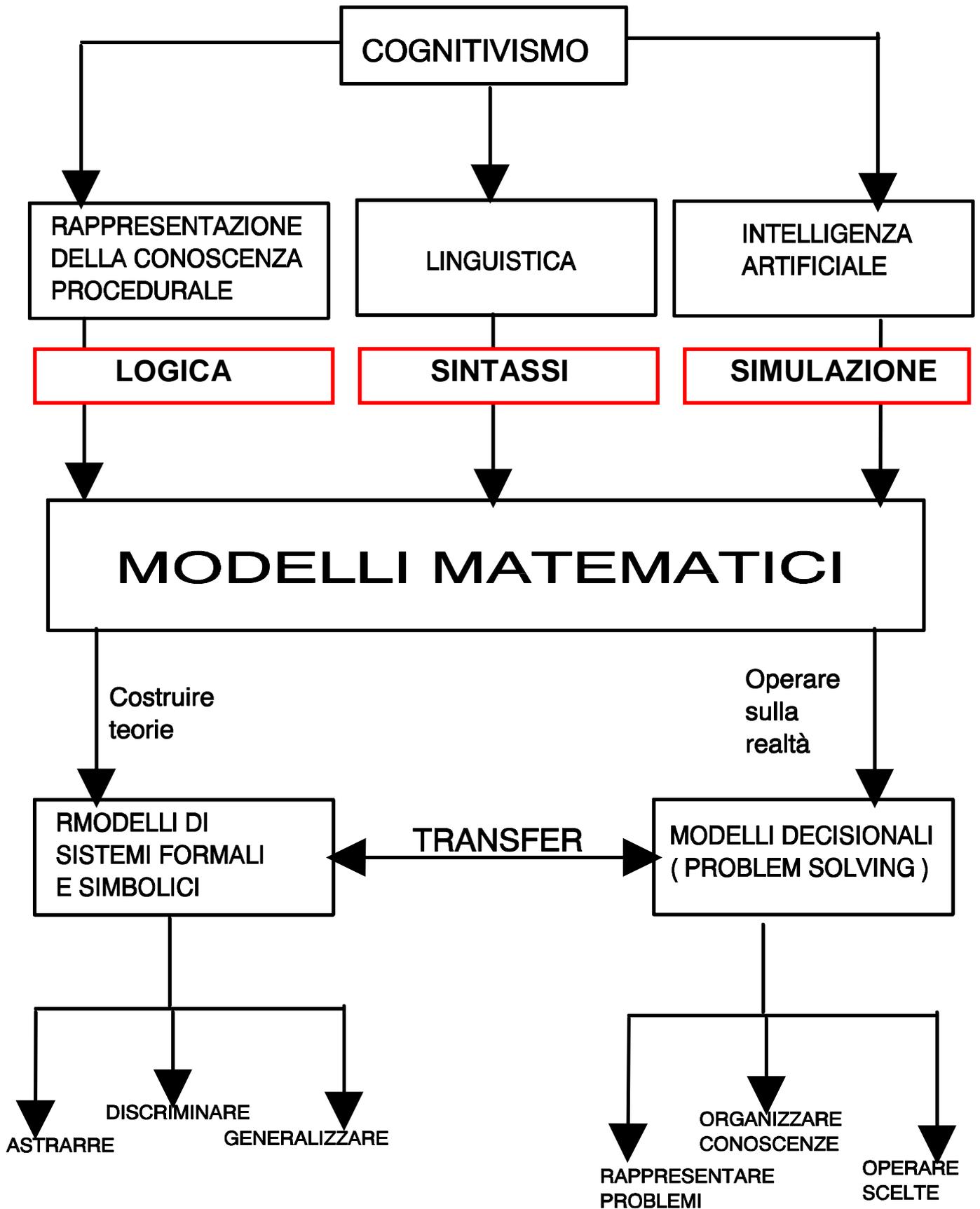
Questi tre concetti sono indubbiamente molto complessi da un punto di vista strutturale, poiché comprendono infinite possibilità di interpretazione passando da un'area disciplinare all'altra ed ancor più analizzandoli in base alle funzioni che assolvono.

Ad esempio si può parlare di sistemi naturali, artificiali, misti (in base alla loro natura), di sistemi continui e discreti (rispetto alla loro struttura), di sistemi aperti, chiusi, deterministici, probabilistici, dinamici, statici, invarianti, combinatori, sequenziali (a seconda del loro comportamento).

Esistono sistemi in Matematica, Fisica, Elettronica... ma esistono anche sistemi letterari, artistici, culturali, ecosistemi. Quindi in concetto può considerarsi davvero trasversale a molte discipline.

Allo stesso modo si può parlare di modelli formali, decisionali, rappresentativi, simulativi in tante accezioni quante sono le situazioni in cui i concetti si trovano inseriti operativamente.

Il cognitivismo e la costruzione di modelli



Lo schema grafico ad esempio visualizza l'importanza e la pervasività del concetto di modello all'interno dei paradigmi del Cognitivismo. Esso si configura nella sua accezione matematica (modello ipotetico deduttivo o assiomatico) come una tipica forma di rappresentazione ordinata e significativa del reale che approda alla costruzione di teorie verificabili. Esso si realizza in fasi ben scandite:

- 1) **Situazione reale iniziale.**
- 2) **Semplificazione e approdo alla schematizzazione della situazione iniziale.**
- 3) **Analisi critica**
- 4) **Individuazione del problema**
- 5) **Sintesi e simbolizzazione dei dati**
- 6) **Costruzione del modello matematico**
- 7) **Elaborazione e sviluppo del modello**
- 8) **Calcolo**
- 9) **Risultati matematici**
- 10) **Interpretazione dei risultati**
- 11) **Ipotesi di soluzione del problema.**
- 12) **Verifica della pertinenza del modello interpretativo al problema iniziale.**

Infine, addentrandoci nella varietà contestuale e semantica di numerose tipologie di processi (processo giuridico, processo di lavorazione, processo di fotosintesi, processo di sedimentazione...) ci accorgiamo che, anche in questo caso, siamo di fronte ad un concetto trasversale, di tipo organizzativo e regolativo di dati esperienziali in dinamica trasformazione, certo avvincente nella sua valenza definitoria ed euristica, ma non facile da ridurre ad unità.

A questo punto tentiamo di estrarre tre chiare definizioni dei concetti di sistema, modello e processo, ai fini di una loro utilizzazione nel campo dell'insegnamento e dell'apprendimento.

Un SISTEMA è un insieme di parti o elementi tra loro correlati, capaci di costruire un tutto, che abbia significato in un certo contesto. Il sistema si presenta come una struttura più o meno rigidamente interconnessa di processi, guidati da precise regole di "funzionamento", dove vengono ad operare forze direzionate, che producono flussi, costruiscono reti di relazioni e nodi di convergenze.¹¹

Per **APPROCCIO SISTEMICO** intendiamo la tendenza a studiare l'**ISOMORFISMO DI ALCUNI SISTEMI**, che, indipendentemente dai loro componenti presentano regole di funzionamento simili. Ciò accade per esempio tra sistemi biologici e sistemi elettrici, tra sistemi meccanici e sistemi elettrici. L'approccio sistemico invita a trascurare in buona parte la specificità dei problemi, ricorrendo piuttosto a modellizzazioni che offrano tecniche applicabili in più campi. Nonostante le critiche rivolte all'uso indiscriminato di questi criteri (con il rischio di introdurre analogie insensate tra sistemi troppo diversi) la logica sistemica ha fatto compiere enormi passi avanti a tutte le discipline scientifiche e informatiche , in campo economico e finanziario e ha fatto la sua comparsa anche nel panorama delle discipline umanistiche. Confrontando tra loro le varie classi di sistemi (ed in particolare i sistemi naturali con quelli artificiali), anche se emergono grandi differenze, sembra emergere una conclusione confortante: **CHE TUTTO E' SISTEMA, IN QUANTO CONSIDERARE QUALCOSA COME SISTEMA VUOL DIRE SCEGLIERE UN METODO DI STUDIO DELL'OGGETTO ADATTO**, prescindendo dalle caratteristiche dell'oggetto stesso. Nella trattazione matematica della **TEORIA DEI SISTEMI**, la definizione di sistema viene data imponendo condizioni più restrittive, ma in termini matematici molto rigorosi. Tanto più restrittive sono le condizioni, tanto più potenti sono i metodi matematici che si possono applicare allo studio dei sistemi e tanto più limitata diventa la classe di problemi che si possono far rientrare e studiare sotto tale definizione.

Viceversa, quando le condizioni sono meno restrittive, il campo dei problemi si amplia, mentre perdono efficacia i metodi di indagine matematica. La difficoltà nell'estendere l'approccio sistemico è quella di trovare una definizione condivisa di sistema, che, collocandosi in una giusta via di mezzo tra le due alternative, soddisfi sia l'esigenza di generalità che quella di efficacia.

CLASSIFICAZIONE DI SISTEMI.

- **Sistemi naturali:** sono quelli che esistono in natura (il sistema solare, un albero, gli oceani ...).
 - **Sistemi artificiali:** sono creati dall'uomo per soddisfare certe sue esigenze oppure sono il frutto di collegamenti logici stabiliti dalla mente umana tra fenomeni che apparentemente hanno una loro evoluzione autonoma. La creazione di un sistema naturale mira all'interpretazione logica e convergente di queste situazioni complesse. Esempi di sistemi artificiali sono le apparecchiature, le macchine.... studiati come insiemi di strumenti che soddisfano esigenze particolari.
- Gli **ecosistemi, i sistemi economici, finanziari, artistici, culturali...** costituiscono altri sistemi artificiali basati sulle necessità conoscitive dell'uomo.

Un MODELLO è una rappresentazione semplificata di realtà complesse o di conoscenze, che ha comunque lo scopo di evidenziare alcuni aspetti significativi della realtà stessa rispetto al contesto in cui opera. Nel modello nessuno degli elementi fondamentali della struttura è assente e tutti i rapporti funzionali interni, essenziali sono evidenziati.

CLASSIFICAZIONE DI MODELLI

La classificazione dei modelli può essere fatta rispetto all'uso, nel senso che la rappresentazione di una particolare realtà può essere diversa a seconda delle varie finalità.

- **Modelli descrittivi:** riproducono con semplificazioni la realtà, senza presupporre l'uso che del modello verrà fatto (fotografia).
- **Modelli predittivi:** danno di una certa realtà gli elementi necessari per prevederne l'evoluzione, lasciando spazio ad eventuali scelte (programmi d'uso).
- **Modelli prescrittivi:** impongono un comportamento particolare in previsione dell'obiettivo da raggiungere (sequenze di comandi, procedure di regolazione).

Classificazione rispetto alla natura del modello.

- **Modelli simbolici:** danno una rappresentazione astratta della realtà a cui si riferiscono.
- **Modelli matematici:** sono particolari modelli formali, costruzioni teoriche che associano relazioni significative tra linguaggi simbolici e situazioni reali problematiche. (Formula fisica del funzionamento della leva).
- **Modelli grafici:** diagrammi cartesiani, tabelle, matrici.
- **Modelli analogici:** danno una rappresentazione fedele della realtà, che riproduce qualitativamente un certo sistema pur riducendone proporzionalmente le dimensioni (modellini d'autovetture, plastici, cartogrammi...).

Il modello ha un carattere soggettivo e dipende dalla particolare prospettiva d'impiego dello stesso. Un problema rilevante a livello didattico appare l'impiego di valide rappresentazioni dei fenomeni studiati. Esiste, infatti, un preciso isomorfismo tra la struttura dei singoli problemi e le loro possibili modellizzazioni.

Come dimostrato da molte ricerche, l'impiego di modelli d'ingresso, che per via simbolico-analogica anticipa la struttura di un problema, facilita l'organizzazione delle conoscenze. Così pure la costruzione di mappe concettuali e cognitive (modelli descrittivo-interpretativi di natura sintetica) affianca utilmente la perlustrazione di una problematica e aiuta a fissarne i tratti più significativi.

PROCESSI

Un PROCESSO è una sequenza temporale di azioni, di comportamenti o, più in generale, di fasi, che un sistema segue, in maniera spontanea o imposta dall'esterno, per realizzare una certa funzione.

“Lo stato di un sistema è una condizione, tra tutte le possibili, in cui esso si trova in conseguenza di una certa sollecitazione esterna; si può allora definire un processo come una successione di stati, imposta tramite una sollecitazione realizzata con ingressi opportuni. Un sistema può avere diversi stati e non è detto che tutti debbano essere coinvolti nella generazione di un certo processo; è possibile in uno stesso sistema forzare più processi.”.

“Esiste nella teoria dei sistemi il diagramma degli stati che rappresenta tutti i possibili stati di un sistema, dove un qualsiasi percorso è rappresentato e prende il nome di trasformazione.

Definiamo nodo un cerchio col quale rappresentiamo lo stato di un sistema espresso attraverso i valori assunti dalle sue variabili di stato e l'uscita relativa.

Definiamo transizione il segmento o arco orientato che congiunge due nodi.”¹²

Tali definizioni, molto tecniche, tratte dalla teoria sistemica, indispensabili alla costruzione di programmi informatici ed in stretta relazione con il campo dell'automazione, possono offrire non solo suggestioni “semantiche” in vista del loro superficiale trasferimento nel campo della didattica, dove sempre più si è soliti parlare di processi di apprendimento e di sistemi di conoscenze.

Essi, se esaminati più da vicino possono suggerire alcune precise regole di costruzione d'insiemi organizzati del sapere disciplinare e pluridisciplinare, possono invitare alla realizzazione di modelli interpretativi trasversali e integrati, che aiutano gli alunni a decifrare più opportunamente la realtà in cui agiscono.

In particolare l'idea di processo si collega sul piano delle varie discipline ad ogni trasformazione dei fenomeni nell'arco temporale e spaziale, sulla scorta di concause che finiscono per determinare una ristrutturazione complessiva del contesto di riferimento: in tal senso si può parlare di un processo storico, o economico o letterario, con la lenta trasformazione non solo di generi e forme ma dell'intero immaginario.

Tutto ciò implica non solo una superficiale attenzione per le concause dei fenomeni, quanto piuttosto una seria e sistematica categorizzazione dei singoli paradigmi che definiscono le interrelazioni significative per i relativi cambiamenti, un'attenzione per il lungo periodo e per gli aspetti strutturali dei problemi.

Processi apparentemente più controllabili, anche se difficilmente definibili nella loro complessità, sono quelli della comunicazione, che la teoria dei sistemi (e dei processi) intende come **PRAGMATICA DELLA COMUNICAZIONE**.¹³ In quest'ottica si studia l'influenza della comunicazione sul comportamento, intendendo per comunicazione sia quella verbale che quella non verbale. Non soltanto le parole, le loro configurazioni, i loro significati espliciti (dati dalla sintassi e dalla semantica), ma anche i fatti non verbali concomitanti, gli atteggiamenti, i linguaggi del corpo, la gestualità, i contesti comunicativi più in generale divengono rilevanti. Appare centrale sotto questo profilo il rapporto trasmettitore-ricevente perché mediato dalla comunicazione: non solo l'effetto della comunicazione sul ricevente, ma anche l'effetto di reazione del ricevente sul trasmettitore, in quanto, per la pragmatica, i due effetti sono inscindibili.

Ai concetti tradizionali di **RELAZIONE - FUNZIONE** tra produttore e fruitore del messaggio si affiancano quelli di **RETROAZIONE**, di **RIDONDANZA**, di **CIRCULARITA'** e di **CAMBIAMENTO**.

E' inutile ribadire che la teoria sopraccitata richiama direttamente una delle prospettive auspicate dalla didattica per obiettivi, che invita ad una costante autoregolazione della comunicazione del

¹² AA.VV. SISTEMI, modellistica-comunicazione-misura-controllo., IDESI, 1980

¹³ P.WATZLAVICK, Pragmatica della comunicazione, Astrolabio,

docente in rapporto ai risultati ottenuti sulla classe, nella prospettiva di un costante riequilibrio del sistema educativo.

9. La Didattica Breve e le scienze cognitive.

E' ormai tempo di tirare le fila di questo lungo discorso sui possibili contributi che la Scienza cognitiva, in sede di attività scolastiche, pare in grado di offrire.

Le valutazioni conclusive potrebbero essere operate in assoluto, ad esempio cercando di valorizzare enfaticamente le indicazioni didattiche che si sono appropriate, in varie forme, dei presupposti teorici del Cognitivismo. In tal senso una difesa - facile e scontata del resto - dell'informatizzazione dell'insegnamento, della multimedialità, o in generale dell'impiego di maggiore tecnologia nella scuola potrebbe coniugarsi con l'indicazione della scienza cognitiva a prendere a modello per lo studio e l'organizzazione del sapere, i programmi ed i linguaggi informatici, per svecchiare pratiche obsolete.

Un altro modo per valutare la positività dei contributi del Cognitivismo potrebbe essere quella di tentare un approccio più realistico ai problemi della scuola, che si rapporti davvero alla situazione italiana. Nelle nostre scuole ad isole felici in cui le nuove tecnologie sono impiegate intelligentemente a supporto di intelligenti metodologie, si contrappongono ancora purtroppo vaste sacche di disinteresse per le logiche dell'insegnamento ed in questi casi nessuna innovazione tecnologica può contribuire da sola a mutare la situazione. La Scienza cognitiva pare offrire indicazioni importanti non tanto (o non solo) sui mezzi da utilizzare, quanto sulle logiche di cui impadronirci.

E' in questa prospettiva che mi pare importante avanzare alcune osservazioni che definiscano l'impatto delle logiche cognitive in rapporto alla Didattica per obiettivi ed alla Didattica Breve.

La prima, nonostante alcuni meriti legati alla razionalizzazione dell'azione didattica (programmazione, analisi del rapporto mezzi-fini, verifica formativa, progettualità...) mi pare carente nell'individuazione dei percorsi che possono portare ad una corretta costruzione delle conoscenze, e ad una loro coerente fissazione e reale gestibilità anche a distanza di tempo.

Il fallimento sostanziale delle attività di recupero testimonia la debolezza progettuale - e d'analisi - di alcuni problemi. Senza una reale e cogente collegialità della programmazione di solidi obiettivi trasversali nel biennio, ad esempio, è velleitario impostare qualsiasi progettualità su obiettivi più avanzati, come pure l'incapacità a percepire le logiche disciplinari da parte degli alunni, finisce per allontanare da traguardi più ambiziosi come l'approfondimento nello studio universitario.

La Didattica breve ha, come già detto , grossi meriti. Innanzitutto quello di non aver dato nulla per scontato nell'insegnamento, a partire dall'innaturale complessità di certi programmi, sempre più imponenti ma sempre meno ragionevolmente strutturati e segmentati. Essa ha affidato ai docenti in prima persona il compito certo impegnativo di riscrivere i percorsi didattici - personalizzandoli e riempiendoli di significati reali - mentre con la Ricerca metodologico-disciplinare si è data il compito di approfondire l'ancor più ostico problema della trasmissione del sapere.

Certo affrontando questi due gravosi obiettivi la DB non ha avuto il tempo - il desiderio, e forse neppure l'interesse e la volontà - di guardare un po' più approfonditamente ad alcune teorizzazioni della scuola anglosassone e francese, che forse l'avrebbero aiutata a risolvere prima i suoi problemi. Mi sto naturalmente riferendo ai contributi del Cognitivismo, che pure a non pochi insegnanti impegnati nelle sperimentazioni di DB, sono ben presenti, magari attraverso l'impostazione di alcuni libri di testo o di certe scuole di pensiero che hanno prodotto una saggistica di notevole valore.

E' pur vero, del resto, che la debole propensione della cultura italiana a porre in reale rapporto la cultura umanistica con quella scientifica - a differenza di quanto avviene in altri Paesi - continua a ritardare la possibilità di convergenze significative. La propensione per la stretta disciplinarietà, o al massimo, per una multidisciplinarietà all'interno di aree contigue (scientifico-tecnologiche, matematiche e logico-informatiche, storico- letterarie...) contrassegna la ricerca universitaria e si trasmette anche a livello di scuola superiore. Come pensare che i Consigli di classe sappiano produrre qualcosa di molto diverso da una volonterosa interdisciplinarietà.

Affrontare una progettualità didattica inviterebbe più a fondo, viceversa, a misurarsi sul rapporto delle logiche disciplinari, spingendo verso un loro adeguamento reciproco, verso una significativa convergenza dei modi di approccio al sapere.

La DB per la verità si è accorta del problema ed in alcuni casi lo ha affrontato nel modo giusto.

La trasversalità tanto invocata nella fissazione degli obiettivi, l'accurata analisi delle logiche disciplinari, la tenace ricerca di ricorrenze, simmetrie, coerenti rapporti nei programmi delle varie materie - che solo la distillazione mette in evidenza - non si coniugano forse naturalmente con la logica sistemica.

L'interesse della DB per una corretta fissazione di abilità di base e per un conseguente sviluppo dei processi di apprendimento nella direzione della crescente autonomia del discente, sembra invitare a studiare un po' più a fondo come si formano le conoscenze nella mente dell'alunno. E, coerentemente, sembra sollecitare a ripercorrere i sentieri della rappresentazione delle conoscenze, costruendo quei facilitatori e quegli organizzatori logici che la Scienza cognitiva tanto auspica.

Lo scompattare e il ricostruire un programma - opera impegnativa di decostruzione dei testi e di ingegneria ricostruttiva in unità coerenti dei contenuti e delle logiche - non significa forse modellizzazione delle conoscenze? E modellizzare non è forse possibile solo a patto di rappresentare, di proceduralizzare, di categorizzare attorno a paradigmi significativi? Ancora: la DB giustamente parla di rapida ricostruibilità delle discipline. Che altro può significare questa frase se non "formattare" adeguatamente la nostra memoria e quella degli alunni, per prepararla a rintracciare in fretta e bene l'essenziale di una disciplina.

Dalle operazioni più semplici che vanno dalla lettura consapevole di un manuale o di un testo letterario, alla decodificazione dell'enunciato di un problema o di una formula, fino alle più complesse abilità riguardanti il ripasso di un intero programma la DB suggerisce non la superficialità e la fretta, ma l'accuratezza e la necessaria ordinata utilizzazione dei tempi. Che altro può significare questo utilizzo mirato dei tempi scolastici se non l'impiego di strategie mirate e specifiche, per precisare ogni forma di abilità con opportune esercitazioni, consapevolmente gestite insieme agli alunni, nel rispetto dei loro stili cognitivi?

L'interesse anche teorico per i risultati recenti delle Scienze cognitive appare dunque come un utile completamento della cultura di quei docenti che vogliono mirare alla qualità totale dell'insegnamento.

Roberto Crosio