
La struttura dei contenuti nello sviluppo del courseware

Giorgio Olimpo
direttore dell'Istituto
per le Tecnologie
Didattiche - CNR,
Genova

*Una breve panoramica sui significati
della struttura dei contenuti
nello sviluppo del courseware e sulle
sue possibili tecniche di rappresentazione*

Che cosa si intende per struttura dei contenuti? Qual è il suo significato e il suo ruolo nella progettazione del courseware? Quali sono i metodi per rappresentare la struttura di un dominio di contenuti? Ecco temi a cui si accennerà in questa nota. Si accennerà soltanto perchè il tema della rappresentazione della conoscenza è molto vasto, ha forti contenuti teorici ed è stato oggetto di non poche speculazioni anche nella ricerca didattica (si pensi agli Intelligent Tutoring Systems). La discussione farà prevalentemente riferimento al courseware per l'apprendimento di specifici contenuti disciplinari, composto di materiali didattici opportunamente organizzati. In qualche caso le considerazioni fatte si potranno applicare anche ad ambienti aperti o ad ambienti per lo sviluppo di courseware.

CHE COSA È LA STRUTTURA DEI CONTENUTI

Potremmo paragonare la struttura dei contenuti alla mappa di un territorio (l'area o dominio dei contenuti) nella quale sono evidenziate le parti che compongono il territorio, le loro caratteristiche e le relazioni fra quelle parti.

Fuor di metafora, nel caso della struttura dei contenuti, le "parti" possono essere, a seconda dei casi e degli approcci seguiti, en-

tità di varia natura: informazioni, concetti, capacità operative, regole, ecc.; e possono essere parti elementari o parti complesse aventi a loro volta una struttura.

Le relazioni fra le parti possono anch'esse essere di natura differente a seconda di quello che di una data area di contenuti interessa rappresentare. Fra i tipi di relazione più frequenti possiamo citare:

- relazioni di *contenimento* (composto_di) in cui una certa parte ne contiene o si compone di altre; un esempio di questo tipo di relazione è offerto dall'indice di un libro in cui il libro stesso è visto come collezione di capitoli e ogni capitolo come collezione di sezioni.

- relazioni di *utilizzo* in cui un dato concetto viene espresso in termini di altri concetti o una data operazione richiede l'esecuzione di altre operazioni. Questa relazione può configurarsi come una relazione di *prerequisito* nell'insegnamento/apprendimento di concetti e teorie quando la spiegazione (o la comprensione) di un concetto richiede l'avvenuta spiegazione (e comprensione) di altri concetti; o in una relazione di *subcapacità* in quelle situazioni in cui l'esercizio di una capacità complessa richiede l'esercizio di altre capacità più elementari.

- relazioni *is_a* (è_un) in cui una parte del dominio dei contenuti è un caso particolare di un'altra parte (per esempio il concetto di

quadrato è un caso particolare di poligono).

- relazioni di *analogia* in cui un componente della struttura risulta analogo per struttura o per attributi ad un altro componente, ecc.

È utile osservare che, in molti casi concreti, alcune di queste relazioni possono risultare sovrapposte. Per esempio, il già citato indice di un libro, con la sua tipica struttura ad albero, può rappresentare, come si è già osservato, una relazione di contenimento, ma può riflettere anche una relazione di prerequisito.

È importante osservare che la struttura dei contenuti ha innanzitutto un significato di tipo logico. Una particolare struttura viene costruita in funzione di un certo processo di insegnamento/apprendimento, ma appartiene ad uno spazio in cui il processo (inteso come sequenza temporale di fasi) non esiste. Uno spazio cioè in cui esistono i rapporti logici, ma non quelli temporali. È vero che i rapporti logici possono determinare rapporti temporali. Ad esempio un vincolo di precedenza logica si può tradurre in un vincolo (o in un insieme di possibili vincoli) di precedenza temporale. Ma nella struttura dei contenuti non dovrebbero essere presenti elementi di dipendenza dal tempo. Questa separazione fra il piano logico e quello della serializzazione nel tempo fa comodo sia a chi progetta che a chi utilizza il courseware. Per chi progetta è sicuramente vantaggioso occuparsi di una componente del problema alla volta: prima ciò che è relazione logica fra i contenuti e poi ciò che è serializzazione delle attività che a quei contenuti si riferiscono. E poi nel passaggio dalla fase logica a quella temporale tutte le possibilità possono emergere in modo sistematico senza che alcuna di esse venga inconsapevolmente esclusa prima ancora di esser presa in considerazione. Questo si traduce per il fruitore del courseware in una maggior ricchezza di possibilità o comunque nell'aver a disposizione il percorso ritenuto migliore dal progettista.

A questo punto è opportuno menzionare anche un altro aspetto della rappresentazione dei contenuti, quello dei modelli di classificazione della conoscenza. Ogni elemento presente nella rappresentazione dei contenuti può essere cioè classificato in base alla tipologia di conoscenza associata a quell'elemento. E questa classificazione può essere utilizzata per determinare le modalità del

processo di insegnamento/apprendimento. Bloom fu il primo a proporre una "tassonomia degli obiettivi didattici" [Bloom, 1956] che prevedeva sei categorie fondamentali (conoscenza, comprensione, applicazione, analisi, sintesi, valutazione) ulteriormente dettagliate in sottocategorie. L'interesse di Bloom era soprattutto orientato a supportare le decisioni degli insegnanti nelle diverse situazioni di apprendimento. Successivamente Gagné [Gagné, 1973] propose una tassonomia in otto livelli (apprendimento di segnali, apprendimento di connessioni stimolo-risposta, concatenazioni, associazioni verbali, apprendimento di discriminazioni, di concetti, di regole, risoluzione di problemi e strategie) che, sotto l'influsso della psicologia cognitiva, subì diverse trasformazioni e si stabilizzò in una tassonomia in cinque livelli (informazione verbale, abilità intellettuale, strategia cognitiva, abilità motoria e atteggiamento) [Gagné, 1985]. L'obiettivo di Gagné era soprattutto quello di individuare per ogni tipologia di conoscenza, le condizioni che favoriscono l'apprendimento e determinare quindi metodi, strumenti e situazioni didattiche.

Successivamente Merrill [Merrill, 1983] sviluppò il lavoro di Gagné con l'obiettivo di fornire una guida al progetto di sequenze di apprendimento individualizzate e arrivò a riconoscere i contenuti come una dimensione separata dalle prestazioni, cioè dalle capacità di cui si vuole disporre in relazione ad un certo contenuto. I contenuti furono così classificati come fatti, concetti, procedure o principi; e le prestazioni come ricordare un caso specifico, ricordare un aspetto generale, usare o trovare.

A CHE COSA SERVE LA RAPPRESENTAZIONE DELLA STRUTTURA DEI CONTENUTI?

Per rispondere a questa domanda può essere utile riprendere la metafora della mappa di un territorio completandola con l'idea di un viaggio attraverso quel territorio. Il viaggio (la visita del territorio) corrisponde naturalmente al processo di apprendimento. Vediamo quindi a cosa può servire la mappa e, fuori di metafora, qual è la corrispondente utilità della rappresentazione dei contenuti nei processi di apprendimento.

Identificare il territorio da visitare

Un particolare viaggio dovrà concentrarsi su

una certa parte di un territorio, includere certe regioni ed escluderne altre in modo da rendere il viaggio il più possibile rispondente alle finalità per cui viene organizzato (divertimento, istruzione, ricerca...) e da tener conto delle caratteristiche e delle esigenze e dei vincoli dei partecipanti.

Nella progettazione didattica, la rappresentazione dei contenuti identifica le conoscenze e le capacità da acquisire, evidenzia i loro elementi componenti e le relazioni esistenti fra di essi. I singoli componenti della rappresentazione potranno essere concetti o teorie, capacità operative, atteggiamenti, ecc. Le relazioni fra questi elementi giocheranno naturalmente un ruolo altrettanto fondamentale che gli elementi stessi.

La rappresentazione dei contenuti non potrà esistere in astratto ma dovrà essere correlata alle finalità dell'intervento formativo e alle caratteristiche dei suoi destinatari. Se per esempio la rappresentazione dei contenuti deve includere l'elemento x che ha un prerequisito y di cui la media degli studenti non dispone, sarà necessario includere nella rappresentazione anche una sezione relativa a y (a cui dovrà corrispondere nel courseware una opportuna sequenza didattica).

Definire i percorsi sul territorio

Non tutti gli itinerari sono possibili. I limiti sono posti dalla struttura e dalle caratteristiche del territorio e dalle risorse di cui disponiamo (andare a piedi è ben diverso da poter usare l'elicottero). E poi, fra tutti gli itinerari possibili, non tutti sono ugualmente opportuni: valicare un colle a 5000 metri di altezza potrà far risparmiare tempo o contemplare panorami di rara bellezza, ma l'impresa non sarà proponibile a tutti: alcuni la affronteranno con entusiasmo e la supereranno con facilità, altri ce la faranno solo con grande fatica, altri ancora abbandoneranno l'impresa.

Come la mappa del territorio può mettere in evidenza i percorsi alternativi, così la rappresentazione della struttura dei contenuti può mettere in evidenza le sequenze di apprendimento possibili e le loro caratteristiche. Queste dovranno essere messe a confronto con le caratteristiche dei discenti, i loro profili, il loro stato di conoscenza, le loro difficoltà individuali e di gruppo per scegliere i percorsi più idonei al gruppo o per realizzare processi di apprendimento individualizzati e *adattivi*.

Definire le tappe del viaggio

Un viaggio verrà di solito organizzato in tappe successive per raggiungere e visitare località diverse di un territorio. La definizione delle tappe successive potrà essere basata su considerazioni diverse: la distanza fra le località, gli elementi di interesse lungo il percorso, la loro omogeneità o varietà, le caratteristiche dei viaggiatori incluse le loro conoscenze precedenti, ecc. La mappa del territorio sarà evidentemente un elemento, anche se non l'unico, per la definizione delle tappe.

In ambito di progettazione didattica la definizione delle tappe potrebbe corrispondere alla suddivisione in moduli. Un modulo è da intendersi come una *capsula* o un contenitore atto a contenere una determinata porzione di materiale didattico o le indicazioni per lo svolgimento di certe specifiche attività didattiche. Un tipico modulo potrebbe essere il capitolo di un libro di testo che approfondisce un determinato aspetto della tematica che il libro ha per oggetto. I criteri per definire i moduli che compongono un certo courseware potranno essere molteplici. Si possono citare fra gli altri:

- la dimensione

Un modulo non potrà essere troppo grande né troppo piccolo così come una tappa del viaggio dovrà avere una dimensione equilibrata. Potrà esistere una corrispondenza fra moduli e struttura dei contenuti in modo tale che ogni modulo corrisponda ad una specifica zona della struttura dei contenuti.

- la coerenza

Di solito un modulo sarà centrato su temi fortemente correlati l'uno all'altro, ossia su elementi della struttura dei contenuti fra loro fortemente connessi.

- la riusabilità

A seconda di come sono stati tracciati i suoi confini e del modo in cui sono trattati i contenuti, uno stesso modulo potrà essere utilizzato diversamente nell'ambito dello stesso corso (in momenti diversi dell'apprendimento per studenti differenti) o riutilizzato in corsi orientati a popolazioni differenti o a tematiche affini, ma non coincidenti.

Definire le modalità del viaggio

A seconda della natura dei luoghi che si vogliono raggiungere e della natura dei percorsi potrà essere opportuno usare tecniche di viaggio differenti. Per raggiungere la cima di una montagna si viaggerà a piedi, per raggiungere un'isola ci vorrà la barca (o l'aereo

se l'isola è servita da un aeroporto, o si potrà andare a nuoto se il percorso è breve e i viaggiatori sono buoni nuotatori), per raggiungere una montagna su un'isola prima ci vorrà la barca e poi si andrà a piedi, e così via.

Fuor di metafora, i metodi, le situazioni e gli strumenti per indurre l'apprendimento potranno essere molteplici e saranno scelti o definiti, da una parte, in base alle caratteristiche del contesto e della popolazione che deve apprendere e, dall'altra, in base alla natura del sapere che deve essere acquisito. Qui entrano in gioco le considerazioni sulle tassonomie della conoscenza e sulle condizioni che, per una data tipologia di conoscenza, favoriscono l'apprendimento.

Preparazione al viaggio e orientamento durante il viaggio

La mappa dei territori servirà sia all'organizzatore, che potrà utilizzarla nel progettare il viaggio, sia agli stessi viaggiatori che potranno prepararsi al viaggio od orientarsi durante il viaggio grazie alla rappresentazione simbolica dei territori offerta dalla mappa.

Anche nell'apprendimento il rendere esplicita ai discenti la struttura dei contenuti, il rapporto fra le parti, il processo di scelta fra sequenze possibili può essere un elemento utile di orientamento e un ausilio importante alla comprensione. Esistono a questo proposito esperienze interessanti sotto differenti punti di vista che hanno messo in evidenza il valore di far ricostruire ai discenti qualche elemento della struttura dei contenuti, di utilizzare il linguaggio di rappresentazione dei contenuti quale linguaggio di comunicazione didattica, di utilizzare la rappresentazione dei contenuti quale spazio di scelta dei propri percorsi individuali di apprendimento, ecc.

Alcuni autori suggeriscono l'evidenza sperimentale che il rendere l'allievo consapevole della struttura dei contenuti e delle relazioni fra le diverse unità di conoscenza che la compongono facilita il processo di apprendimento: "un dato apprendimento scaturisce da una struttura cognitiva organizzata ed elaborata che potrebbe esser chiamata modello mentale.....un processo didattico che organizza ed elabora esplicitamente la conoscenza oggetto dell'apprendimento facilita nel discente la costruzione di un modello mentale." [Jones M.K., Li Z. e Merrill M.D., 1990].

In alcuni casi questo approccio ha portato a far utilizzare direttamente agli allievi metodologie e strumenti per lo sviluppo di courseware. In [Trentin, 1992] viene riportata una esperienza d'uso di DELFI, uno strumento per la progettazione di test di apprendimento basati sulla rappresentazione dei contenuti, da parte di studenti di scuola media superiore. Gli effetti di organizzazione e consolidamento della conoscenza dei singoli studenti, grazie al continuo processo di autovalutazione implicito nell'esperienza, risultano estremamente interessanti.

Che cosa si è visto e imparato durante il viaggio

Re Janaka era un grande re dell'India antica. Re Janaka era anche un grande saggio ed erano molti che andavano da lui per diventare suoi discepoli. Re Janaka aveva un modo singolare di selezionare gli aspiranti per ammetterli alla scuola di saggezza. Li mandava con un servitore a visitare i suoi possedimenti e i suoi palazzi. Il viaggio poteva durare parecchi giorni ed al ritorno il re interrogava gli aspiranti. Chi avesse dimostrato di conoscere tutti i dettagli di tutti i possedimenti del re veniva ammesso. Possiamo pensare che re Janaka, per condurre il proprio interrogatorio, si basasse su una mappa dei propri possedimenti, magari fisicamente inesistente, ma ben presente nella sua mente, e che, per ogni elemento della mappa, ponesse le domande appropriate.

La struttura dei contenuti può quindi essere assunta come base per la valutazione dell'apprendimento. In realtà la valutazione può avere finalità differenti: selettiva, per selezionare chi *sa di più*; sommativa, per esprimere una *misura* complessiva del livello di apprendimento raggiunto; e formativa o diagnostica, per individuare le eventuali lacune dello studente, le possibili cause di quelle lacune e le necessarie azioni di recupero. Quest'ultimo tipo di valutazione è particolarmente importante all'interno dei processi di apprendimento ed è quella che ci interessa di più. È infatti uno degli strumenti che consente ai programmi didattici interattivi di adattarsi alle caratteristiche dell'allievo e alle sue specifiche difficoltà (l'intento di re Janaka era di tipo selettivo/sommativo e comunque non diagnostico/formativo). Questa adattività può tradursi in una migliore qualità dell'apprendimento e anche in una concreta possibilità di osservazione e di con-

trollo di quello che avviene nel processo di apprendimento.

La valutazione diagnostica non può accontentarsi di campionare le conoscenze dell'allievo, ma deve, per così dire, esplorare tutti i meandri della rappresentazione dei contenuti contrassegnando tutte quelle zone in cui l'allievo presenta delle difficoltà. Per essere più precisi quello che la valutazione diagnostica deve fare è esplorare conoscenze, capacità e comportamenti dello studente in relazione alle varie aree della rappresentazione dei contenuti. In generale una diagnosi accurata richiederà non solo la presenza di certe conoscenze corrette, ma anche l'assenza di false conoscenze (misconception) in relazione ad una certa area della rappresentazione dei contenuti (re Janaka poneva anche domande tranello per verificare se gli aspiranti, oltre a ricordare i particolari corretti di un certo posto, attribuissero a quel posto anche dettagli che avevano visto altrove).

STRUMENTI CONCETTUALI DI RAPPRESENTAZIONE

Non è questa la sede per discutere in modo esauriente tutti gli strumenti concettuali per la rappresentazione dei contenuti fino ad oggi proposti. Qui ci limiteremo ad accennare brevemente alle rappresentazioni di tipo gerarchico e a fare qualche cenno a quelle di tipo non gerarchico. Tralascieremo invece strumenti meno strutturati come le *liste di*

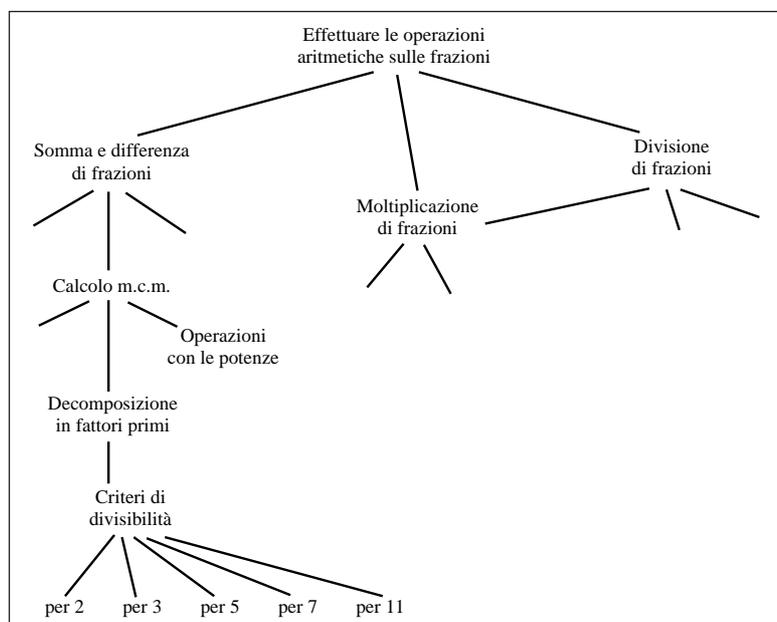
obiettivi didattici o strumenti più specialistici come gli *insiemi di regole* utili per rappresentare particolari tipologie di conoscenza.

Una delle prime proposte di rappresentazione della struttura dei contenuti fu quella avanzata da Gagné con le cosiddette gerarchie di apprendimento [Gagné R.M., 1973]. L'idea chiave, molto semplice, è quella che la regola (o la capacità) da apprendere può essere decomposta in capacità più semplici necessarie come prerequisiti. Continuando progressivamente la decomposizione fino a delineare un insieme di capacità in relazione ordinata tra loro, si ottiene una gerarchia di apprendimento. Naturalmente la decomposizione non deve proseguire indefinitamente, ma deve arrestarsi quando ci si incontra con le capacità che gli allievi a cui ci si rivolge dovrebbero già avere acquisito.

Nella fig. 1 è rappresentato un frammento di gerarchia relativa a una capacità di tipo matematico (eseguire le quattro operazioni su operandi di tipo frazionario). In questo caso i nodi della gerarchia sono specifiche capacità matematiche e l'esercizio di una di queste capacità implica l'esercizio delle capacità *figlie* di quel nodo. Possiamo facilmente immaginare differenti percorsi di apprendimento corrispondenti a diversi modi di *visita* della gerarchia. Così potremmo decidere di imparare (o insegnare) prima la somma-differenza e poi la moltiplicazione di frazioni o viceversa. Entrambe le possibilità sono compatibili con la gerarchia. La moltiplicazione dovrà invece precedere la divisione dal momento che nella gerarchia divisione e moltiplicazione sono nel rapporto gerarchico *padre-figlio*. Quest'ultimo è un tipico caso in cui un legame di precedenza logica equivale strettamente ad un legame di precedenza temporale.

Val la pena di osservare che particolari esigenze didattiche potranno rendere consigliabili visite della gerarchia diverse da quelle di tipo ascendente (bottom up). Per esempio potrebbe essere possibile iniziare ad esercitare la capacità di somma e differenza su frazioni con i denominatori primi fra loro, oppure accettare la possibilità di lavorare inizialmente con denominatori non minimi. In questo modo tutta la porzione di gerarchia relativa al calcolo del minimo comune multiplo potrebbe essere inizialmente tralasciata e diventare oggetto di insegnamento solo in un secondo momento, quando la capacità di somma/differenza viene generaliz-

Fig. 1
Un esempio
di gerarchia



zata a tutte le possibili frazioni.

La struttura gerarchica presenta un notevole interesse anche per quanto riguarda la valutazione. Dal punto di vista diagnostico è naturalmente necessario esercitare tutti i nodi della gerarchia con opportuni quesiti (o compiti). Tuttavia il legame gerarchico consente di rendere più rapida, snella ed efficiente questa attività. Infatti, in base al legame gerarchico, l'esercizio della capacità relativa ad un nodo implica l'esercizio di capacità (alcune o tutte a seconda dei casi) relative ai nodi subordinati. Questo consente una abbreviazione, in taluni casi drastica, del test che si viene a configurare come un processo discendente lungo la gerarchia e che si arresta quando vengono raggiunte le competenze effettivamente possedute dallo studente [Olimpo, 1986]. Così nella nostra gerarchia il successo nei quesiti relativi alla divisione implicherà anche la disponibilità delle capacità relative alla moltiplicazione; e la risposta corretta ai quesiti relativi alla decomposizione in fattori primi implicherà la capacità di applicare qualche criterio di divisibilità.

La gerarchia è un metodo molto efficace per la rappresentazione della conoscenza. Essa è infatti uno strumento naturale della mente per gestire la complessità. La chiave di questo potere di gestione della complessità risiede in due aspetti:

- l'individuazione di livelli successivi di dettaglio ciascuno dei quali è in sé completo e comprensibile
- il fatto che il raffinamento da un livello al successivo avviene riconducendo un elemento della gerarchia a un numero piccolo di elementi più semplici logicamente ben definiti.

Questo potere delle gerarchie ha naturalmente un prezzo: quello che una gerarchia riflette per sua natura un particolare punto di vista sulla conoscenza che essa rappresenta. È vero che nessuna rappresentazione della conoscenza, così come nessun modello della realtà, può avere un valore assoluto. Ma nel caso delle gerarchie la scelta stessa dell'elemento che funge da radice dell'albero coincide di solito con la scelta di un punto di vista. Si pensi per esempio ai concetti fisici di massa, forza e accelerazione. Questi tre concetti potrebbero essere organizzati in due distinte gerarchie entrambe ragionevoli, ma corrispondenti a due distinti approcci: uno in cui la massa è un concetto derivato dai con-

cetti di forza e accelerazione ed un secondo in cui la forza è un concetto derivato da massa e accelerazione.

È interessante accennare come nella Teoria della Conversazione di Pask [Pask, 1976] la conoscenza viene rappresentata in modo non gerarchico come una rete di *topici* (entailment mesh) che collega fra loro tutti i topici che sono in qualche relazione. Da quella rete è successivamente possibile ricavare gerarchie differenti corrispondenti a differenti punti di vista sulla conoscenza rappresentata. Diventa così possibile identificare in modo sistematico punti di vista ragionevoli, ma non immediatamente evidenti al progettista e che in particolari condizioni possono essere di interesse didattico. È singolare il nome attribuito da Pask all'ambiente software per supportare il progettista in questo lavoro di estensione dei propri punti di vista: *thought-sticker* che potremmo tradurre "pungolatore del pensiero".

È opportuno anche accennare ad un aspetto di incompletezza delle gerarchie, almeno nella forma in cui sono state descritte. Nelle gerarchie vengono infatti evidenziati i *figli* di un determinato nodo *padre*, ma non viene in alcun modo specificato come il padre utilizzi i figli o, se vogliamo, come i figli diano origine al concetto padre. Sono state avanzate diverse proposte per arricchire le gerarchie con la descrizione del rapporto fra padri e figli. Una delle prime proposte fu avanzata da Landa che propose di associare ad ogni capacità un algoritmo che utilizza le sottocapacità (i figli) come suoi elementi componenti [Landa, 1974]. Tuttavia l'uso degli algoritmi e la loro intrinseca sequenzialità costituivano una limitazione che non consentiva di rappresentare compiutamente i rapporti padri-figli soprattutto per quanto riguarda i suoi elementi di parallelismo e quindi di indeterminismo. All'algoritmo corrispondeva cioè una particolare scelta didattica, non necessariamente l'unica o la migliore. Una proposta particolarmente interessante per descrivere il rapporto padri-figli nella sua completezza e in particolare in tutte le sue possibili dimensioni di parallelismo fu avanzata con le Reti di Petri, uno strumento formale nato nell'ambito dei sistemi per l'elaborazione dell'informazione e successivamente applicato al settore della rappresentazione della conoscenza [Jantzen, 1980] e [Ferraris, Midoro e Olimpo, 1984]. Qui non è possibile descrivere in dettaglio il mecca-

nismo delle Reti di Petri. È tuttavia opportuno sottolineare come esse costituiscano un vero e proprio linguaggio per rappresentare in modo semplice e sufficientemente completo il rapporto tra un padre e i suoi figli.

Si può anche citare una ulteriore proposta di specifica del rapporto padri-figli particolarmente orientata alla valutazione diagnostica. La proposta riportata in [Olimpo, 1984] punta a mettere in evidenza se l'esercizio di un compito corrispondente ad una capacità associata ad un nodo della gerarchia coinvolge necessariamente tutte le capacità sottostanti o soltanto alcune di esse in relazione al tipo di compito proposto. L'obiettivo è quello di identificare il tipo e il numero minimo di quesiti necessari a coprire tutta una gerarchia.

Per concludere val la pena di citare che sono state recentemente sviluppate rappresentazioni della conoscenza orientate alla progettazione didattica che integrano l'approccio gerarchico con quello non gerarchico e che puntano a rappresentare la natura integrata della conoscenza piuttosto che le sue parti componenti. Particolarmente interessante è il modello proposto nell'ambito del "Second Generation Instructional Design" [Jones, Li e Merrill, 1990]. Qui la conoscen-

za è rappresentata come una collezione di oggetti denominati *frame* che hanno sia una loro propria struttura interna sia collegamenti esterni con altri frame. I frame possono essere di tre tipi: entità, attività e processi. Ogni frame può essere elaborato in quattro modi: identificazione dei suoi attributi, identificazione dei suoi componenti, classificazione in una gerarchia di astrazioni e indicazione delle sue associazioni con altri frame. La rete dei frame, che ha anche, ma non esclusivamente, un aspetto gerarchico rappresenta la conoscenza oggetto del processo di insegnamento/apprendimento.

Non rientra negli scopi di questa nota entrare nel dettaglio di questi modelli di rappresentazione. È tuttavia interessante osservare come il settore dei modelli di rappresentazione della conoscenza orientati alla progettazione didattica abbia preso spunto e riferimento dal settore dell'informatica e in particolare dell'intelligenza artificiale per poi sviluppare una sua specificità molto forte. E questo, a posteriori, non stupisce affatto dal momento che le esigenze della progettazione didattica sono molto differenti da quelle relative alle attività di inferenza o di *reasoning* proprie del settore dell'intelligenza artificiale.

Riferimenti Bibliografici

Bloom B.S. (ed.) (1956), *Taxonomy of Educational Objectives*, David Mc Kay, New York

Ferraris M., Midoro V., Olimpo G. (1984), *Petri Nets as a Modeling Tool in the Development of CAL Courseware*, Computers and Education, Vol. 8, n. 1

Gagné R.M. (1973),

Le condizioni dell'apprendimento, Armando editore, Roma

Gagné R.M. (1985), *The conditions of learning* (4° Edizione), CBS College Publishing, New York

Jantzen, M. (1980), *Structural Representation of Knowledge by Petri Nets as an Aid for Teaching and Research*, in: Net Theory and

Applications, Springer-Verlag, Berlino

Jones M.K., Li Z., Merrill M.D. (1990), *Domain Knowledge Representation for Instructional Analysis*, Educational Technology

Landa L. (1974), *Algoorithmization in Learning and Instruction*, Prentice Hall, Englewood Cliffs

Merril M.D. (1983), *Component Display Theory*, in Reigeluth C.M. (ed.), *Instructional Design Theories and Models*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale

Olimpo G. (1986), *The Computer in the Evaluation of Learning*, in: *Designing Computer Based Learning Material*, Springer-Verlag, Berlino

Pask G. (1976), *Conversation Theory Applications in Education and Epistemology*, Elsevier, Amsterdam

Trentin G. (1992), *Case study: Supporting the Structuring of Personal Knowledge with Computers*, Educational & Training Technology International, Vol. 29, n. 4