

UN MODELLO SEMANTICO DI PROGETTAZIONE DI CONTENUTI DIDATTICI IN AMBIENTI DI E-LEARNING

Giovanni Adorni, Mauro Coccoli, Gianni Vercelli, Giuliano Vivonet

{adorni, mauro.coccoli, gianni.vercelli, giuliano.vivanet}@unige.it
E-Learning & Knowledge Management Laboratory
DIST - University of Genoa
Viale Causa, 13 16145 Genova, Italy

Abstract: *L'integrazione delle ICT negli ambienti di formazione ha dato origine negli anni a una rapida evoluzione non solo degli strumenti pedagogici, ma anche dei criteri e dei paradigmi della progettazione didattica. L'introduzione in questo scenario di tecnologie semantiche, guidata dai più recenti risultati di ricerca sulla natura reticolare della conoscenza e dei processi d'apprendimento, offre nuove interessanti prospettive nella definizione di disegni progettuali formali e standardizzati per la modellazione delle risorse e delle attività didattiche. In questo contributo, si presenterà uno schema ontologico per la progettazione dei contenuti in ambienti di apprendimento in rete, le relative strategie d'implementazione mediante lo standard ISO/IEC 13250: Topic Maps e alcune riflessioni conclusive sulle prospettive future di sviluppo e gli aspetti critici connessi.*

Scenario

Negli ultimi anni, il rapido sviluppo e l'ampia diffusione delle Information and Communication Technology (ICT) sono stati elementi fondamentali nel processo di trasformazione della società in cui viviamo. L'attuale società della conoscenza si contraddistingue per il ritmo incessante di cambiamento che investe ogni settore e i saperi che ne costituiscono fondamento. In questo scenario, l'introduzione delle ICT negli ambienti di formazione ha comportato non solo una trasformazione degli strumenti per l'apprendimento, ma, ancor più, la necessità di ripensamento dei criteri e dei modelli di progettazione didattica.

L'assunzione di nuovi paradigmi progettuali non può, tuttavia, prescindere da un'attenta riflessione intorno alla natura dell'apprendimento e della conoscenza (Novak, 2001), che deve essere posta a fondamento dell'intera infrastruttura formativa. Essa costituisce il quadro di riferimento che dà significato ai modelli d'implementazione delle soluzioni tecnologiche, dando ragione di ogni scelta compiuta in fase di progettazione dei percorsi didattici e relativi contenuti.

Sebbene non vi siano, allo stato attuale, teorie generali in grado di spiegare, in conformità a evidenze empiriche inconfutabili, la totalità e complessità dei processi neurobiologici e delle dinamiche affettive e cognitive che sottendono lo svolgersi dell'apprendimento umano, non mancano studi esemplari che fissano al riguardo elementi di chiarezza. Tra questi, ormai da diversi anni, hanno assunto una posizione illuminante quegli studi che hanno prospettato la natura reticolare della conoscenza umana (Rumelhart *et al.*, 1991) e, seppur tra innegabili zone d'ombra e non senza differenti interpretazioni, ormai in letteratura appare esserci un buon grado di accettazione di questo fatto, tale da poter impostare su di esso un discorso cauto ma convinto.

In fase di progettazione dei contenuti didattici, l'adozione di un modello reticolare offre la possibilità di rappresentare generici domini di conoscenza con un elevato grado di espressività semantica. L'introduzione di una semplice semantica, a questo livello, è la chiave per rispecchiare, in fase di modellazione dei contenuti, la struttura non lineare di rappresentazione delle conoscenze della mente umana e facilitare di conseguenza, in accordo con Ausubel, lo svolgersi di processi di apprendimento di tipo significativo (Ausubel, 1963).

Queste considerazioni, qui assai sintetizzate, ci spingono a integrare nel processo di progettazione dei contenuti didattici (*learning content design*) tecnologie derivanti dagli studi sul web semantico (Shadbolt *et al.*, 2006). In conformità a queste e all'analisi della letteratura esistente, abbiamo tracciato un modello ontologico di progettazione di contenuti didattici destinato a essere impiegato prevalentemente, ma non esclusivamente, in ambienti di e-learning.

Studi e linguaggi sulla modellazione dei contenuti didattici

Negli ultimi anni la riflessione sul tema della interoperabilità e riusabilità degli oggetti didattici in contesti di e-learning ha condotto differenti organizzazioni internazionali e gruppi di ricerca ad affrontare il problema della formalizzazione dei modelli di rappresentazione dei contenuti e delle attività educative.

In assenza di standard internazionali *de iure* in questo ambito, si è assistito alla nascita di assai interessanti linee di ricerca il cui esito solo il prossimo futuro potrà rivelarci. Si presenterà di seguito in maniera coincisa un quadro della situazione in modo da inquadrare la nostra proposta di modello semantico per la progettazione di contenuti didattici all'interno di quello che si può definire al momento come lo stato dell'arte. Non si pretende di fornire una panoramica esaustiva, ma più modestamente di fornire i riferimenti corretti che possano consentire al lettore di inquadrare il nostro progetto all'interno del contesto di ricerca che gli è proprio.

Un grosso lavoro di studio è stato condotto in questi anni nell'ambito degli Educational Modelling Languages (EMLs) (Rawlings *et al.*, 2002), da cui è emersa la specifica IMS Learning Design (Koper e Olivier, 2004). Per EML si intende un modello di notazione semantico volto alla descrizione, da una prospettiva pedagogica, di contenuti e processi all'interno di unità di apprendimento al fine di supportare la riusabilità e l'interoperabilità (ad esempio degli oggetti didattici, degli obiettivi, delle attività, etc.).

Fra le diverse proposte che sono state fatte in questi anni, ha assunto un notevole rilievo in letteratura OUNL-EML, sviluppato dalla Open University of the Netherlands (da cui deriva l'acronimo del nome), che è stato adottato successivamente come base per lo sviluppo della già citata specifica IMS-LD. Si tratta di un sistema di notazione il cui processo di evoluzione ha avuto inizio nei tardi anni '90 e destinato, nelle intenzioni dei ricercatori olandesi, alla descrizione di un'ampia varietà di modelli educativi. Questo linguaggio è adatto alla descrizione di materiali didattici in una forma generalizzata e astratta e in modo indipendente dal modello pedagogico sottostante.

Altrettanto interessante appare il progetto Learning Material Markup Language (LMML), una applicazione XML flessibile ed estensibile, sviluppata all'interno della Università di Passau in Germania, specificamente progettata per la descrizione di materiali didattici. LMML fornisce una serie di sub-linguaggi destinati a coprire differenti domini di conoscenza. Fra le sue caratteristiche più interessanti si segnala la flessibilità, la compatibilità con authoring tools in grado di gestire XML; la adattabilità a situazioni di apprendimento differenti; le possibilità offerte in termini di personalizzazione; la possibilità di impiego con differenti media e la indipendenza da specifici modelli pedagogici. Questo EML è costituito da un modello gerarchico per contenuti denominato Passau Teachware Model e da un linguaggio XML denominato myLMML. L'impostazione dei contenuti che ne deriva è gerarchica e modulare (quest'ultima caratteristica consente un più facile riutilizzo dei materiali didattici).

PALO è il nome, invece, che ha assunto un linguaggio che ha visto la luce all'interno del Department of Languages and Computer Systems of UNED University alla fine degli anni '90. Tramite PALO è possibile definire la struttura di un corso (attività e contenuti) attraverso un approccio basato su moduli, compiti, prerequisiti e dipendenze tra le diverse componenti del corso. Questo EML definisce scenari di apprendimento mediante *templates* educativi, i quali specificano date proprietà pedagogiche dello scenario stesso. Tra le sue caratteristiche più interessanti segnaliamo la neutralità rispetto ai diversi modelli pedagogici.

L'universo di proposte in termini di formalizzazione e modellazione dei contenuti didattici e delle esperienze educative è piuttosto variegato. Qui abbiamo preferito citare solo alcune delle proposte che ci sono apparse più interessanti e rispetto alle quali, il nostro lavoro di ricerca dovrà assolutamente confrontarsi (non abbiamo riportato soluzioni di tipo chiuso, proprietarie,

sviluppate in seno a realtà private). Chiudiamo questo breve quadro citando altre due proposte di grande interesse: CDF, sviluppato dal Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), che si basa sull'ARIADNE Course Description Format per la descrizione dei corsi (CDF prende la forma di un documento XML che, usato in congiunzione con un LMS, può essere impiegato per la generazione di corsi online) e Targeteam, un sistema di supporto nella preparazione, l'uso ed il riuso di materiali didattici, basato sull'applicazione XML denominata TeachML.

Come anticipato, lo sviluppo degli EMLs negli anni passati è stato di grande aiuto nella successiva riflessione che ha portato al rilascio della specifica IMS-LD. Come evidenziato da Koper e Olivier (2004), gli attuali sistemi di e-learning sono fondati su architetture di organizzazione e gestione dei contenuti volte alla erogazione sequenziale dei materiali didattici, in contrasto con modelli, oggi in avanzato stato di sperimentazione, in grado di offrire soluzioni semanticamente più espressive tese a sviluppare processi di apprendimento significativo negli studenti (Ausubel, 1963). Tuttavia la portabilità di tali sistemi è un ostacolo cui ancora non si sono fornite adeguate soluzioni e, proprio da tali considerazioni, è emersa la necessità di sviluppare una specifica, quale IMS-LD, in grado di risolvere il problema, garantendo una alta interoperabilità.

Essa è costituita da un modello concettuale, un modello dei dati, una serie di schemi XML tesi a risolvere problematiche di implementazione, oltre che da una serie di documenti di supporto. Il modello concettuale definisce gli elementi base tramite cui è possibile rappresentare, da una prospettiva pedagogica, le unità di apprendimento (che possono intendersi di differente granularità), quali gli attori del processo (Role); le attività didattiche (Activity); gli ambienti di apprendimento (Environment); i metodi seguiti nel corso del progetto educativo (Method) e le relative proprietà.

Il nostro progetto, allo stato attuale, si pone un obiettivo meno vasto di quello della specifica IMS LD. Il modello ontologico che di seguito sarà presentato, infatti, è teso alla progettazione e modellazione dei soli contenuti didattici e non delle attività e dei ruoli che ne risultano coinvolti (anche se non si esclude una evoluzione futura dello stesso in questa direzione).

Descrizione del modello

Il processo di definizione del modello qui presentato ha avuto origine dall'individuazione del quadro teorico-pedagogico di riferimento e dalla successiva definizione dei criteri cui lo stesso deve conformarsi.

Recenti studi, tesi all'individuazione di strategie ottimali per garantire la riusabilità dei materiali didattici, hanno prospettato la possibilità di formalizzare la conoscenza, e la meta-conoscenza, sottostante i processi di progettazione didattica. In quest'ottica sono stati sviluppati differenti linguaggi di modellazione sia dei contenuti sia dei processi didattici, estendendo il concetto di riusabilità dai singoli materiali, tipicamente Learning Objects (L.O.), all'intera esperienza di apprendimento, come nel caso degli EMLs e di IMS Learning Design.

Il focus della nostra ricerca è centrato sulla progettazione delle risorse, con l'intento di fornire un sistema di notazione semantico e astratto in grado di garantire la riusabilità non solo dei materiali, ma anche delle strutture di conoscenza che ne costituiscono fondamento. L'obiettivo finale è la definizione di un modello utile per lo sviluppo di applicazioni in grado di supportare progettisti e docenti nell'elaborazione dei propri corsi e dei relativi contenuti.

I principali requisiti pedagogici e tecnologici individuati che questo deve rispettare sono:

- espressività pedagogica: capacità di rappresentazione delle strutture di conoscenza indipendente dall'approccio pedagogico adottato (Fini, 2005);
- centralità dello studente: progettazione dei contenuti in dipendenza degli specifici fabbisogni degli studenti;
- centralità degli obiettivi didattici: progettazione dei contenuti fondata sulla preliminare determinazione degli obiettivi di apprendimento degli studenti;
- personalizzazione: capacità di modellazione flessibile dei contenuti e delle risorse in dipendenza del profilo degli studenti e dei loro stili cognitivi e di apprendimento (Adorni *et al.*, 2008a);

- indipendenza dal dominio: capacità di modellazione dei contenuti indipendente dalla natura disciplinare degli stessi;
- riusabilità: capacità del modello di generare mappe di contenuti e risorse didattiche esportabili in contesti differenti;
- interoperabilità: definizione del modello di progettazione in modo che questo sia implementabile attraverso differenti linguaggi che lo rendano esportabile su differenti applicazioni e sistemi di e-learning;
- neutralità: capacità di progettazione dei contenuti indipendente dal formato e dai media di erogazione (Koper, 2001);
- compatibilità: capacità d'integrazione del modello di progettazione con i più diffusi standard relativi alle risorse didattiche per l'e-learning (Fini, 2005).

Il modello teorico scaturito dalle riflessioni su evidenziate è stato disegnato tramite una struttura ontologica, caratterizzata dall'integrazione di relazioni gerarchiche con associazioni reticolari (Figura 1).

L'elemento radice del modello, da cui può iniziare la lettura dello stesso, è *Learner*. Si richiede, infatti, dapprima la determinazione di tutti i possibili utenti del corso, i quali possono essere individuati singolarmente o per gruppi. Questa scelta avverrà in conformità a un processo di *user profiling* che non è esplicitato nel modello, poiché attività esterna e indipendente dal processo di rappresentazione e modellazione dei contenuti didattici cui il nostro lavoro fa riferimento. Tuttavia tipicamente il profilo dello studente consisterà di elementi d'informazione derivanti da due macro-categorie fondamentali, le sue caratteristiche cognitive e le sue conoscenze d'ingresso (la cui attenta analisi potrà consentire di selezionare i contenuti e i percorsi più adatti).

Per ciascun utente è necessario definire l'*OverallGoal*, l'obiettivo di apprendimento generale facente riferimento all'insegnamento (*Course*) e tarato sulle esigenze degli studenti. Il modello prevede una strutturazione gerarchica degli obiettivi didattici (*OverallGoal*, *Objective* e *SubObjective*), cui corrisponde specularmente un'organizzazione su tre livelli del corso e dei relativi contenuti¹ (*Course*, *Module*, *UnitOfLearning*).

Il modello invita a una definizione puntuale degli obiettivi e sotto-obiettivi, l'individuazione dei quali, in conformità a radicate teorie di *instructional design* (Merrill, 2002), dovrà essere preliminare alla determinazione dei contenuti. Come si può facilmente notare, il sistema di rappresentazione degli obiettivi, rispondendo alle istanze evidenziate dagli studi classici su questo tema, consente l'organizzazione degli stessi in forma gerarchizzata e tassonomica (Bloom, 1956). È, inoltre, possibile specificare relazioni di propedeuticità tra i diversi obiettivi.

Ogni obiettivo è dunque perseguito attraverso l'identificazione e la conseguente erogazione di uno o più *Module*, i moduli di cui si compone ciascun corso. L'eventuale definizione di relazioni di precedenza tra gli obiettivi comporterà un'analogia associazione tra i moduli corrispondenti. Questi, a loro volta, si compongono di una o più *UnitOfLearning*, le unità di apprendimento tra le quali è nuovamente possibile specificare eventuali relazioni di propedeuticità. Per ciascuna unità di apprendimento è necessario individuare i *topic*, i concetti chiave che essa tratterà. Questi possono essere di due tipi fondamentali (*TopicType*): *PrimaryType* o *SecondaryType*. La prima classe identifica i concetti ritenuti prerequisiti dell'unità di apprendimento (i *topic* che lo studente deve già conoscere prima dell'erogazione del corso, che non hanno, pertanto, risorse didattiche specifiche associate e il cui insieme costituirà il *CourseRequirement*, la conoscenza pre-requisito del corso). La seconda identifica i concetti che saranno presentati durante l'erogazione dell'unità di apprendimento e ai quali saranno associate specifiche risorse didattiche. Tra i concetti di tipo secondario possono essere fissate un numero finito di relazioni² del tipo:

¹ La strutturazione su tre livelli dei contenuti del corso può essere estesa attraverso l'uso della relazione *isPartOf* tra i *topic*.

² Inizialmente il modello includeva anche la relazione iperonimica *isA*. Tuttavia, al momento, il suo uso è stato abbandonato, in ragione di difficoltà di trattamento nel processo di linearizzazione (la trasformazione della struttura a grafo in una struttura ad albero).

- *isRequirementOf* (relazione inversa: *hasRequirement*): identifica una relazione di propedeuticità tra gli argomenti (esempio: questo tipo di relazione può essere impiegato, in fase di costruzione dei materiali didattici, per individuare l'ordine di presentazione dei contenuti);
- *isPartOf* (relazione inversa: *hasPart*): identifica una relazione meronimica³, del tipo parte-tutto (esempio: questo tipo di relazione può essere utilizzata per la strutturazione dei materiali didattici in capitoli, paragrafi e sottoparagrafi);
- *isRelatedTo*⁴: identifica una relazione diretta tra due o più concetti (esempio: questo tipo di relazione può essere impiegata per collegare tra loro i concetti, dando origine a percorsi di apprendimento, senza fissare vincoli di precedenza);
- *isSuggestedLink* (relazione inversa: *hasSuggestedLink*): identifica una relazione indiretta tra due o più concetti (esempio: questa relazione può essere utilizzata per la connotazione di link di approfondimento a risorse interne e/o esterne al repository di contenuti).

Terminando la descrizione del modello, notiamo come, sfruttando le capacità espressive delle associazioni reticolari, sia stata definita e introdotta per ciascun topic una indicazione di *Effort* attraverso la quale si possono esprimere concetti inerenti il dato topic che esulano dalla definizione dei contenuti formativi e che sono assimilabili a contenuti informativi di altro genere. L'*Effort* potrebbe in questo contesto rappresentare il tempo richiesto per apprendere determinati concetti (variabile dipendente dalla profilazione dello studente) così come il valore del corso in termini di Crediti Formativi (ambito universitario) o di altre unità di misura di merito o economiche. La composizione dei valori associati a ciascun topic trattato durante l'insegnamento rappresenterà il *CourseEffort* per l'intero corso, quindi il tempo necessario al suo completamento o il suo "valore".

³ Le relazioni di meronimia possono essere di diversa natura, quali componente-oggetto; membro-insieme; parte-massa; materia-oggetto; caratteristica-attività; posto-zona; fase-processo. Tuttavia, ai fini del nostro progetto di ricerca, non si farà qui alcuna distinzione tra esse.

⁴ Non è prevista in questo caso una relazione inversa del tipo *isNotRelatedTo*, poiché essa è considerata implicita, nel nostro modello, ogni qual volta non sia stata definita alcuna relazione tra due topic.

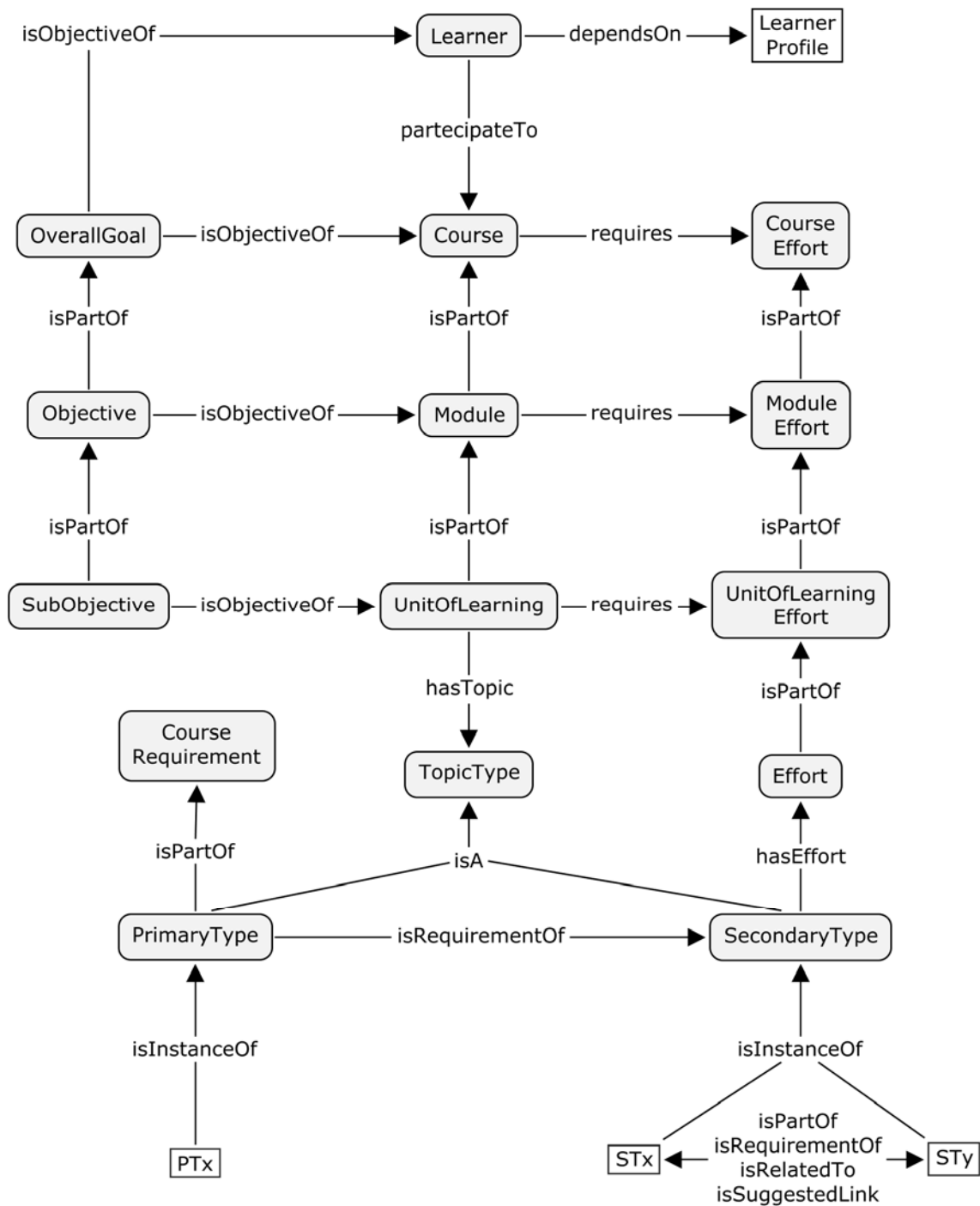


Fig.1 Rappresentazione del modello di progettazione dei contenuti didattici.

Implementazione del modello: lo standard ISO/IEC 13250 Topic Maps

L'implementazione del modello ha avuto inizio con l'identificazione dei più opportuni formalismi per la traduzione dello stesso in linguaggi che consentissero la necessaria espressività semantica e interoperabilità tra differenti applicazioni e sistemi di e-learning.

Allo stadio attuale, il primo schema di codifica individuato e che ha mostrato maggiore conformità agli obiettivi che ci siamo posti è lo standard ISO/IEC 13250: Topic Maps (TM). Esso definisce un modello formale e standardizzato di rappresentazione della conoscenza, sviluppato, secondo la stessa definizione ISO, per «rendere le informazioni più facilmente

rintracciabili»; al contempo specifica un vocabolario e una grammatica, tramite l'XML Topic Maps (XTM), per la codifica XML delle topic maps (ISO13250, 2003).

Gli elementi primitivi che costituiscono una topic map sono i *Topic*, le *Association* e le *Occurrence* (Pepper, 2000). Un topic è un simbolo usato dentro una topic map per rappresentare un (e un solo) subject, al fine di poter fare delle "dichiarazioni" su di esso. Generalizzando possiamo affermare che un subject può essere qualsiasi cosa riguardo cui è possibile fare una dichiarazione. Una association identifica la relazione tra due o più topic, mentre le occurrence individuano le istanze dei topic, in altre parole le risorse ritenute in qualche modo esplicative per quel particolare subject che il topic rappresenta. Il paradigma delle TM è pertanto caratterizzato da una struttura a due livelli: un *knowledge layer* corrispondente alla mappa dei topic e un *information layer* corrispondente al livello delle risorse (Figura 2).

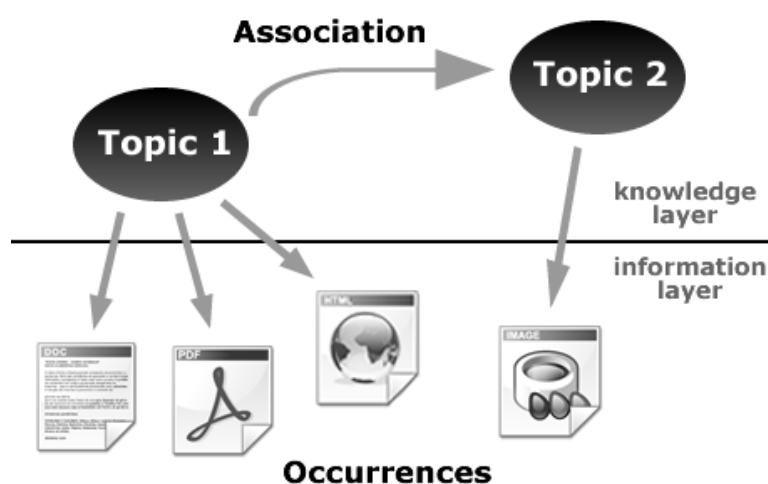


Fig.2 Struttura a due livelli di una topic map (Adorni *et al.*, 2007).

Ciascun topic può essere contrassegnato da zero o più nomi (utili per risolvere problemi di sinonimia e ambiguità terminologica), da zero o più occurrence e dal proprio ruolo associativo. Tali caratteristiche assumono validità entro gli *scope*, che rappresentano i limiti entro i quali nome, occurrence e ruolo associativo sono validi; questa caratteristica consente di variare dinamicamente la presentazione della mappa e dei risultati di una ricerca in base al profilo dell'utente (Weston, 2002).

Date le caratteristiche dello standard, qui molto sintetizzate, esso ci è apparso un valido modello per la traduzione in un linguaggio formale dello schema ontologico prima presentato. Per tale motivo, il processo d'implementazione dello stesso ha avuto avvio dalla traduzione del modello in XTM. Lo strumento impiegato è stato TM4L (Topic Maps for e-Learning), un ambiente di authoring che consente la creazione, la gestione e l'impiego di archivi di risorse didattiche, fondati su ontologie espresse tramite lo standard Topic Maps (Dicheva e Dichev, 2006).

Il processo di traduzione in XTM non ha presentato particolari difficoltà. Dapprima sono stati individuati, tra gli elementi che costituiscono il modello (Figura 1), i principali topic: *Learner*, *Course*, *Module*, *UnitOfLearning*, *OverallGoal*, *Objective*, *SubObjective*, *TopicType*, *PrimaryType*, *SecondaryType*, *CourseRequirement*, *Effort*, *UnitOfLearningEffort*, *ModuleEffort* e *CourseEffort*. Quindi si è proceduto all'organizzazione degli stessi mediante l'organizzazione di una preliminare tassonomia e delle association che li mettono in relazione (ad esempio: *partecipateTo*, *hasObjective*, *hasTopic*, *hasEffort*, etc.).

Rapportando il paradigma delle TM all'ambito della progettazione dei contenuti didattici, potremmo così generare una mappa che definisce i concetti chiave di un corso e le relazioni tra essi e associare questa a un archivio di materiali didattici, le cui risorse sono associate ai concetti espressi dalla mappa. L'esistenza di questi due livelli ci consente di predisporre approcci conoscitivi differenti e personalizzati alla medesima struttura di risorse.

Una volta che il disegno è stato tradotto in XTM, si è potuto procedere a una prima fase di test, in questo periodo in corso, in cui si sta modellando uno specifico dominio di conoscenza (rappresentato nel nostro caso dai contenuti di un corso d'insegnamento universitario), associando ai topic le opportune occorrenze.

Il modello consente in modo ricorsivo la gestione di risorse di differente granularità quali Learning Objects e/o assets. La determinazione del livello di granularità determina due diversi scenari applicativi. In un primo caso, potremmo associare a ciascun topic dei L.O. finiti e progettare percorsi didattici costituiti dall'erogazione in sequenza degli stessi (archiviati in appositi repositories), il cui ordine di presentazione sarà determinato in base alle relazioni definite tra i topic. In un secondo caso, potremmo progettare e realizzare L.O., associando a ciascun topic degli assets e assemblando questi ultimi (ad esempio, immagini e testi) attraverso la lettura delle relazioni tra i topic.

Come in precedenza detto, lo schema ontologico è stato disegnato indipendentemente da specifici formalismi. Come conseguenza, è possibile implementare il medesimo disegno attraverso la sua traduzione in linguaggi differenti da XTM. In particolare, allo stato attuale, si sta procedendo alla sua traduzione in OWL (Web Ontology Language), un linguaggio per la definizione di ontologie strutturate basate sul Web, il cui sviluppo è sostenuto dal W3C⁵. Lo strumento adottato per la traduzione in OWL è Protégé⁶, un software free che fornisce un insieme di tools per la definizione di modelli e applicazioni basati su ontologie.

Prospettive future e riflessioni conclusive

Il modello qui presentato sarà sperimentato nei prossimi mesi, utilizzando lo stesso per la modellazione dei contenuti di differenti corsi d'insegnamento universitario erogati dallo staff di docenti del laboratorio di E-Learning & Knowledge Management dell'Università di Genova. Contemporaneamente, si studierà l'integrazione dello stesso all'interno di un altro progetto di ricerca, portato avanti dal medesimo laboratorio, volto allo sviluppo di un ambiente per la progettazione e la realizzazione di L.O. già presentato in altre pubblicazioni (Adorni *et al.*, 2008b).

Entrambe queste sperimentazioni avranno l'obiettivo di verificarne l'adeguatezza rispetto ai requisiti in precedenza esposti e l'idoneità a rappresentare la struttura di materiali didattici di differente natura (quali *Lecture, Presentation, Tutorial, WebQuest, Quiz-Test*, etc.).

Riguardo ai requisiti individuati, si è riscontrata finora un'ottima rispondenza in termini di indipendenza dall'approccio pedagogico adottato, dal dominio di conoscenza e dal formato e media di erogazione; flessibilità, consentita dal ruolo centrale assegnato agli studenti e ai loro specifici obiettivi didattici, la cui pre-determinazione consente di modellare in modo flessibile i contenuti (personalizzazione); interoperabilità, favorita dall'adozione di linguaggi formali standardizzati basati su XML.

In previsione di migliorare la riusabilità delle risorse, si propone di spostare il livello di generalizzazione alla definizione dello schema dei contenuti anziché ai contenuti stessi (la struttura a due livelli delle TM di fatto implementa questo principio). Inoltre, con il supporto di un motore di ricerca semantico è possibile il recupero di risorse differenti associate al medesimo concetto, tra cui scegliere in funzione del contesto d'apprendimento, della tipologia di studenti e dei loro obiettivi didattici (sfruttando a tal fine anche le potenzialità degli scope) (Adorni *et al.*, 2007).

Resta invece insufficiente, al momento, la verifica dei requisiti di compatibilità con gli standard più diffusi relativi alle risorse didattiche per l'e-learning. Ci si concentrerà per questo motivo, in primis, sulla sua capacità di rappresentazione di L.O. standard SCORM e sull'integrazione con gli schemi di metadata IEEE Learning Object Metadata e Dublin Core.

La strutturazione dei contenuti attraverso una rappresentazione a grafo, quale quella presentata, potrebbe presentare interessanti vantaggi in previsione di compilazione degli schemi di metadata in modo semi-automatico. I topic associati a specifiche risorse didattiche

⁵ World Wide Web Consortium. URL: <http://www.w3.org/>

⁶ Protégé. URL: <http://protege.stanford.edu/>

potrebbero, infatti, essere utilizzati al fine di definire una prima e primitiva descrizione del contenuto delle risorse.

Rispetto alla realizzazione dei contenuti in forma di materiali didattici standard SCORM (ADL), è da notare come questi ultimi siano oggetti modulari, composti attraverso le *Organization* e secondo quanto descritto nel file di *manifest*. La struttura ad albero che deriva dal nostro modello reticolare, una volta linearizzato in forma di "indice del corso", è la stessa struttura che verrà ad assumere il relativo materiale didattico, dove le gerarchie saranno trasposte in capitoli, sezioni e sottosezioni alle quali saranno associate le risorse. Tramite l'interpretazione delle relazioni previste dal modello (in particolare le relazioni di propedeuticità e di meronomia), tradotte in XTM come *association*, si possono ricostruire e impostare le informazioni di consequenzialità delle occorrenze e dei topic inerenti, automatizzando, di fatto, il processo di creazione non solo dei contenuti ma anche delle parti descrittive dei Package SCORM (Adorni *et al.*, 2007).

Rispetto allo standard IMS Learning Design (IMSLD, 2003), non sono stati compiuti finora studi di compatibilità, in ragione della diversa natura dei due modelli: uno rivolto alla modellazione dei contenuti, l'altro alla modellazione delle esperienze di apprendimento nella loro totalità, dunque con l'introduzione dei ruoli e delle attività, elementi non compresi nel nostro modello.

In conclusione degli spunti di riflessione qui offerti, si vuole richiamare l'attenzione su di una considerazione già esposta in altre occasioni (Adorni *et al.*, 2007), ma che appare doveroso riproporre. Lo scenario qui prospettato richiede un'attenta riflessione critica: i rischi che ne possono derivare sono ascrivibili, infatti, a un'eccessiva ingegnerizzazione della conoscenza, se intesa erroneamente come pura e semplice somma di mattoni formativi (CNIPA, 2004). L'impiego del nostro modello non esaurisce tutte le problematiche insite in fase di progettazione didattica, poiché l'apprendimento è un processo sociale non riducibile a strette logiche modulari. Per tale ragione l'approccio suggerito deve essere necessariamente accompagnato da opportune metodologie di progetto che tengano conto della dimensione sociale dell'apprendimento e dei più recenti risultati di ricerca derivanti dalle teorie socio-costruttiviste (Alvino e Sarti, 2004).

Bibliografia

- (ADL) Advanced Distributed Learning. Sharable Content Object Reference Model (SCORM). URL: <http://www.adlnet.gov> (verificato il 26 maggio 2008).
- (Adorni *et al.*, 2008a) Adorni G., Battigelli S., Coccoli M., Sugliano A.M. (2008a), *E-learning, personalizzazione, strategie e tecniche didattiche: definizione di sottoprocessi per una progettazione didattica in qualità*, Taranto, Atti Didamatica 2008.
- (Adorni *et al.*, 2008b) Adorni G., Brondo D., Coccoli M. (2008b), *Design and implementation of a user friendly environment for the creation of Learning Objects: CADDIE (Content Automated Design and Development Integrated Editor)*, Paper Accepted at Boston, DMS 2008. The 14th International Conference on Distributed Multimedia Systems.
- (Adorni *et al.*, 2007) Adorni G., Coccoli M., Vercelli G. e Vivinet G. (2007), *Topic Maps e XTM per l'e-learning*, Journal of e-Learning and Knowledge Society, n°3 September 2007.
- (Alvino e Sarti, 2004) Alvino S. e Sarti L. (2004), *Learning Objects e Costruttivismo*, Ferrara, Atti Didamatica 2004.
- (Ausubel, 1963) Ausubel D. P. (1963), *The psychology of meaningful verbal learning*, New York, Grune and Stratton.
- (Bloom, 1956) Bloom B.S. (1956), *Taxonomy of educational objectives - Handbook I*, New York, David McKay Company Inc..

- (CNIPA, 2004) CNIPA (2004), *Vademecum sulle Linee guida per i progetti formativi in modalità e-learning nelle pubbliche amministrazioni*, Quaderni n.2.
- (Dicheva e Dichev, 2006) Dicheva D. e Dichev C. (2006), *TM4L: Creating and Browsing Educational Topic Maps*, British Journal of Educational Technology - BJET, 37(3), 391-404.
- (Fini, 2005) Fini A. (2005), *Dai Learning Object al Learning Design*, Journal of e-Learning and Knowledge Society, 2005/2.
- (IMSLD, 2003) IMSLD (2003), IMS Learning Design. Information Model, Best Practice and Implementation Guide, Binding document, Schemas, URL: <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.cfm> (verificato il 26 maggio 2008).
- (ISO13250, 2003) ISO13250 (2003), ISO/IEC 13250:2003: Information Technology - Document Description and Processing Languages - Topic Maps. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. URL: http://www.y12.doe.gov/sgml/sc34/document/0322_files/iso13250-2nd-ed-v2.pdf (verificato il 26 maggio 2008).
- (Koper, 2001) Koper R. (2001), *Modelling Units of Study from a Pedagogical Perspective: the pedagogical metamodel behind EML*, Heerlen: Open Universiteit Nederland, URL: <http://dspace.learningnetworks.org/handle/1820/36?mode=simple> (verificato il 26 maggio 2008).
- (Koper e Olivier, 2004) Koper R. e Olivier B. (2004), *Representing the Learning Design of Units of Learning*, Educational Technology & Society 7 (3), pp 97-111.
- (Merrill, 2002) Merrill M.D. (2002), *First Principles of Instruction*, ETR&D, Vol. 50, No. 3, 2002, pp. 43-59.
- (Novak, 2001) Novak J.D. (2001). *L'apprendimento significativo*. Trento, Edizioni Centro Studi Erickson.
- (Pepper, 2000) Pepper S. (2000), *The TAO of Topic Maps*, Proceedings of XML Europe 2000. Paris France, URL: <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html> (verificato il 26 maggio 2008).
- (Rawlings et al., 2002) Rawlings A., van Rosmalen P., Koper R., Rodriguez-Artacho M., Lefrere P. (2002), *Survey of Educational Modelling Languages (EMLs)*, CEN/ISSS WS Learning Technologies Workshop.
- (Rumelhart et al., 1991) Rumelhart D.E., McClelland J.L. e PDP (1991), *Microstruttura dei processi cognitivi*, Bologna, Il Mulino.
- (Shadbolt et al., 2006) Shadbolt N., Berners-Lee T., Hall W. (2006), *The Semantic Web Revisited*, IEEE Intelligent Systems, v.21 n.3, p.96-101.
- (Weston, 2002) Weston P.G. (2002), *Dal controllo bibliografico alle reti documentarie*, URL: <http://www.bibliotecheoggi.it/2002/20020704401.pdf> (verificato il 26 maggio 2008).