



# Topic Maps e XTM per l'e-learning

Giovanni Adorni, Mauro Coccoli, Gianni Vercelli,  
Giuliano Vivanet

Laboratorio E-Learning & Knowledge Management;  
Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Telematica;  
Università di Genova

{adorni, mauro.coccoli, gianni.vercelli, giuliano.vivanet} @  
unige.it

Key words: Topic Maps, XTM, semantic web, e-learning, learning objects,  
learning design.

## Abstract

Topic Maps are a methodology whose aim is describing knowledge structures and associating them with information resources. XML Topic Maps (XTM) is an XML-based encoding scheme to represent topic maps and similar knowledge structures (e.g. semantic networks, associative networks, concept maps, mind maps, etc.).

In this paper Topic Maps and XTM are proposed as a knowledge representation system to be exploited in e-learning environments for a suited integration with semantic web technologies. They may be a useful tool to facilitate the design of learning contents and their delivery in diverse contexts. After a short survey of the Topic Maps standardization process, in this paper key elements and characteristics of TM and XTM paradigm are described. Then it is briefly discussed about Topic Maps applications in e-learning context and also a short survey of related works is presented.

## 1 Introduzione

L'impiego delle mappe concettuali (Novak e Cañas, 2006) nella pratica didattica quotidiana vanta ormai una lunga tradizione. Introdotte da Novak, sulla base della teoria dell'apprendimento significativo di Ausubel (Ausubel, 1963), al fine di studiare l'efficacia degli interventi formativi in termini di variazioni nelle strutture cognitive dei bambini, hanno trovato in seguito ampia diffusione in diversi ambiti applicativi: dai processi collaborativi di costruzione della conoscenza e negoziazione dei significati alla pianificazione dei curriculum formativi fino alle più recenti sperimentazioni nell'ambito della formazione a distanza. Tuttavia, in quest'ultimo contesto, le possibilità d'utilizzo delle mappe concettuali per la gestione dei contenuti e dei processi sono limitate dall'assenza di un modello standardizzato formale con conseguenze negative in termini di interoperabilità e riusabilità.

Un sistema standardizzato di rappresentazione della conoscenza offre da questo punto di vista potenzialità, non solo espressive, decisamente superiori, aprendosi ai risultati delle ricerche sul semantic web (Shadbolt *et al.*, 2006) e sul knowledge management (Wiig, 1997). Le Topic Maps (TM) e XML Topic Maps (XTM) rappresentano in tal senso una promessa e una sfida per quanti impegnati in attività di progettazione sia dei contenuti sia dei servizi di supporto alla didattica.

Le Topic Maps sono uno standard ISO<sup>1</sup> (ISO/IEC 13250) atto alla rappresentazione di strutture associative. XTM è lo schema di codifica delle Topic Maps, basato su XML, specificato nello stesso standard. In sostanza le TM definiscono un modello concettuale di rappresentazione della conoscenza, senza prendere in considerazione problematiche di implementazione la cui risoluzione è demandata prevalentemente all'XTM.

Di seguito, dopo un breve *excursus* sul processo di standardizzazione ISO, si illustreranno le caratteristiche fondamentali delle Topic Maps e di XTM; saranno quindi presentati alcuni scenari di ricerca applicata nell'ambito della progettazione dei contenuti e dei servizi per la formazione a distanza, terminando con una breve rassegna della letteratura internazionale sul tema.

## 2 Topic Maps e XML Topic Maps

Il processo di sviluppo delle TM ha origine nei primi anni '90, quando fu fondato un gruppo di ricerca, noto come Davenport Group, il cui principale obiettivo era lo sviluppo di un framework che consentisse la gestione elettronica di documentazione riguardante software. Il primo prodotto elaborato in seno a questo progetto fu chiamato SOFABED (Standard Open Formal Architecture for Browsable Electronic Documents). Tale progetto fu rielaborato nel 1993 da un nuovo gruppo

---

<sup>1</sup> International Organization for Standardization

di ricerca, il CAPH (Conventions for the Application of HyTime), la cui attività fu ospitata dal GCA<sup>2</sup> Research Institute. Il principale risultato di tale attività fu una revisione del modello SOFABED, denominato Topic Maps (Newcomb, 2002).

Quest'ultimo fu accolto presto dall'ISO che avviò un processo di standardizzazione culminato nel 2000 con la pubblicazione della prima versione ufficiale dello standard ISO/IEC 13250. Nello stesso anno fu fondato un consorzio indipendente, denominato TopicMaps.org, che si pose l'obiettivo di sviluppare delle nuove specifiche per le TM basate sull'XML, in modo da garantire una maggiore diffusione e applicabilità dello standard nell'ambito del web. La prima versione ufficiale di tali specifiche, le XTM 1.0, fu rilasciata nel 2001; l'ISO di conseguenza approvò un Technical Corrigenda dello standard includendovi il sistema di notazione XTM (Ibidem).

Nello stesso anno, sempre in seno all'ISO, furono avviati due nuovi processi di standardizzazione: Topic Map Query Language (TMQL, ISO/IEC 18048), un linguaggio di query per Topic Maps e Topic Map Constraint Language (TMCL, ISO/IEC 19756), un linguaggio per la definizione di schemi tramite cui specificare vincoli strutturali sulle mappe.

La seconda edizione dello standard ISO/IEC 13250 fu pubblicata nel 2003, ma il lavoro di sviluppo intorno ad esso è ancora oggi in corso: nel 2006 è stato pubblicato un data model (in cui viene definito il modello astratto, un modello di interpretazione e le regole per le operazioni di fusione delle TM), mentre è del 2007 la pubblicazione delle specifiche XTM 2.0.

Come anticipato, le Topic Maps definiscono un modello concettuale per la rappresentazione della conoscenza, sviluppato, secondo la definizione ISO, per «rendere le informazioni più facilmente rintracciabili». Esse non definiscono le modalità di implementazione che sono invece determinate tramite le specifiche XTM, le quali forniscono un modello e una grammatica per la rappresentazione di strutture di topic e relazioni tra topic e delle risorse informative ad esse associate. XTM è pertanto una specializzazione del linguaggio XML, adatto per la formattazione di informazioni a struttura associativa quali mappe concettuali, reti semantiche, basi di conoscenza e più in generale strutture logiche e cognitive.

Gli elementi fondamentali di una TM sono rappresentati solitamente in letteratura tramite l'acronimo TAO: Topic, Association e Occurrence (Pepper, 2000).

Come i «concetti» sono gli elementi primitivi di ogni mappa concettuale così i topic lo sono di ogni topic map; un topic può essere un concetto astratto, un oggetto reale, un evento, un nome, etc., generalizzando possiamo affermare che un topic può essere qualsiasi cosa che possa essere oggetto di un discorso o di una dichiarazione. Un'association identifica la relazione tra due o più topic, mentre un'occurrence identifica l'istanza di un topic. È possibile pertanto identificare in questo paradigma due livelli distinti: un livello con la mappa dei topic ed un livello

<sup>2</sup> Graphic Communications Association, ora nota come IDEAlliance.

con la mappa delle occorrenze (Fig. 1).

La presenza di due livelli distinti è un connotato di grande interesse poiché consente che tra i topic siano stipulate associazioni che non vanno ad interferire con la struttura delle risorse informative (Weston, 2002). Questo significa che è possibile astrarre la mappa dei topic dal contesto delle occorrenze e utilizzarla su strutture di documenti differenti oppure predisporre delle mappe differenti per la medesima struttura di risorse.

Rapportando tale paradigma al contesto della progettazione didattica, potremmo immaginare di avere una mappa che definisce i concetti chiave di un corso o di una lezione e le relazioni semantiche tra essi e un archivio di materiali didattici le cui risorse sono associate ai concetti espressi dalla mappa. L'esistenza dei due livelli indipendenti permette di predisporre approcci conoscitivi differenti e personalizzati alla medesima struttura di risorse didattiche.

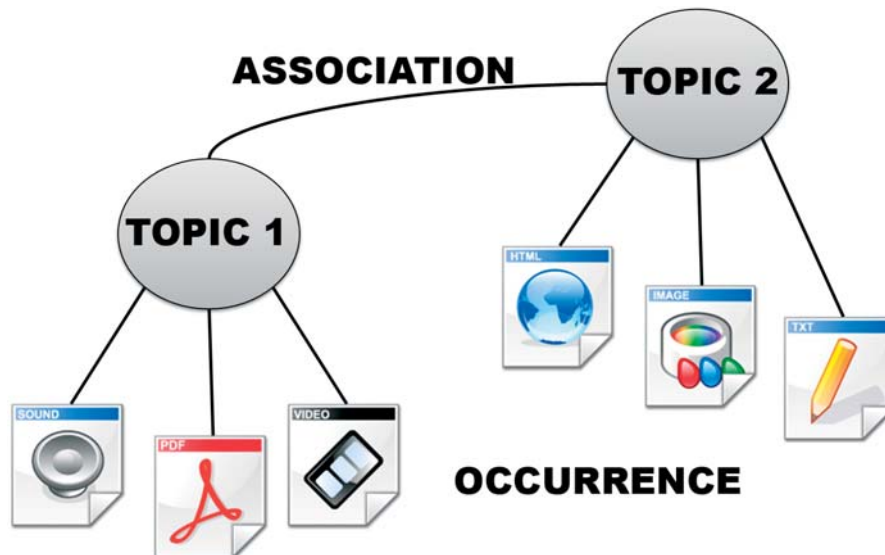


Fig. 1 Rappresentazione su due livelli in una topic map

Le principali caratteristiche di un topic sono il nome, le occorrenze e il ruolo associativo. Ogni topic può avere zero o più nomi e per ciascun nome possono essere definite delle varianti; questo ci consente non solo di risolvere problemi di sinonimia e d'ambiguità terminologica, ma anche di predisporre mappe dei contenuti adatte ad essere fruite in contesti multilinguistici e multiculturali e di prevedere nomi differenti per diversi servizi e output. Ciascun topic può essere istanziato da zero o più occorrenze le quali possono essere interne o esterne alla mappa (offline o online).

Inoltre ciascun topic può essere inserito in una o più relazioni associative e

per ciascuna di queste possiamo specificare il ruolo che esso svolge all'interno della relazione (quest'ultima caratteristica è utile per assicurare una direzionalità alle associazioni).

Il limite di validità delle caratteristiche di un topic (nome, occorrenza e ruolo associativo) può essere definito tramite gli scope, i quali assolvono una funzione simile a quella dei namespaces in XML. Un sistema informativo ben strutturato può sfruttare questa possibilità per finalità che vanno oltre la semplice disambiguazione di termini omologhi, ad esempio variando dinamicamente la presentazione della mappa e dei risultati di una ricerca in base al profilo dell'utente (Ibidem). Al fine di evitare problemi d'ambiguità nell'identificazione dei topic, è possibile associare a questi degli identificatori univoci, solitamente degli URI, in modo simile a quanto avviene in RDF.

Topic, association e occurrence possono inoltre essere portati ad un livello di astrazione superiore definendo dei topic type, association type e occurrence type. Questa caratteristica incrementa sensibilmente le capacità espressive di una topic map poiché permette di costituire degli insiemi di topic sulla base di caratteristiche comuni.

Infine, per ridurre eventuali problemi di ridondanza è possibile compiere operazioni di merging (fusione) tra mappe differenti o porzioni di mappe, il che consente di evitare di replicare porzioni di mappa che potrebbero essere invece più agevolmente importate dall'esterno (caratteristica utile anche in termini di riusabilità dei contenuti).

### **3 Topic Maps e XTM per la progettazione di contenuti e servizi per la formazione a distanza**

L'evoluzione delle teorie dell'apprendimento da una parte e lo sviluppo tecnologico dall'altra hanno portato sempre più a modificare criteri e modalità seguiti durante le fasi della progettazione didattica. L'applicazione delle Topic Maps e l'uso di XTM si inseriscono in questo contesto come strumento atto alla progettazione dei contenuti e alla gestione delle risorse e dei servizi di un sistema di e-learning.

Lo scenario attuale della progettazione didattica per corsi in rete prevede l'applicazione di un modello di sviluppo improntato alla serializzazione dei materiali con l'obiettivo principale di ottenere unità di apprendimento (tipicamente learning object in formato standard SCORM) autoconsistenti. Nella pratica comune, nonostante siano rispettate le caratteristiche di riusabilità, accessibilità, interoperabilità e durabilità dettate dagli standard, questi materiali presentano sovente delle criticità legate al processo di produzione.

In un tipico scenario didattico universitario, un docente crea la sinossi del suo insegnamento per macro-argomenti che poi suddivide in lezioni e singole unità d'apprendimento. Le fasi di ricerca o di produzione del materiale didattico riflettono

tanto lo stile che il docente intende adottare quanto il contesto d'utilizzo, mentre la struttura base della disciplina e le nozioni inerenti rimangono essenzialmente invariate. Per facilitare le fasi di produzione dei learning object (L. O.), la soluzione identificata è la condivisione e distribuzione per il riuso di materiali già esistenti, dopo opportuna catalogazione e indicizzazione. Alcuni gruppi di ricerca stanno già lavorando con ottimi risultati alla creazione di simili sistemi di raccolta, condivisione e distribuzione di L. O. standard, riusabili e reperibili con facilità tramite opportuni sistemi di ricerca semantica, la definizione di ontologie e la corretta implementazione dei metadata descrittivi di tali oggetti. Secondo i criteri sopraesposti, questi materiali sono però frutto di specifiche necessità didattiche e risultano adattabili a contesti differenti (p. es. diversi corsi di Laurea anche se in una stessa Facoltà) con qualche difficoltà.

Per cercare di ovviare a questa problematica si propone di spostare il livello di generalizzazione (e quindi quello di riusabilità) alla definizione dello schema dei contenuti anziché ai contenuti stessi. La struttura fondativa delle TM, basata su due livelli, di fatto implementa questo principio e con il supporto di adeguati motori semantici di ricerca è possibile avere risorse diverse associate al medesimo concetto, tra cui scegliere in base al contesto d'apprendimento desiderato secondo il modello di definizione degli scope nelle TM. La topic map diventa pertanto in quest'ambito un utile strumento progettuale atto alla definizione e realizzazione di corsi per la formazione in rete offrendo essa anche un'infrastruttura semantica dei contenuti che vengono così già dotati di una loro descrizione iniziale datagli dal posizionamento all'interno della mappa stessa e dalle associazioni con altri topic ivi presenti.

Prendendo in considerazione la struttura che un L. O. viene ad assumere secondo lo standard SCORM, osserviamo in particolare (Fig. 2) una sua Organization.

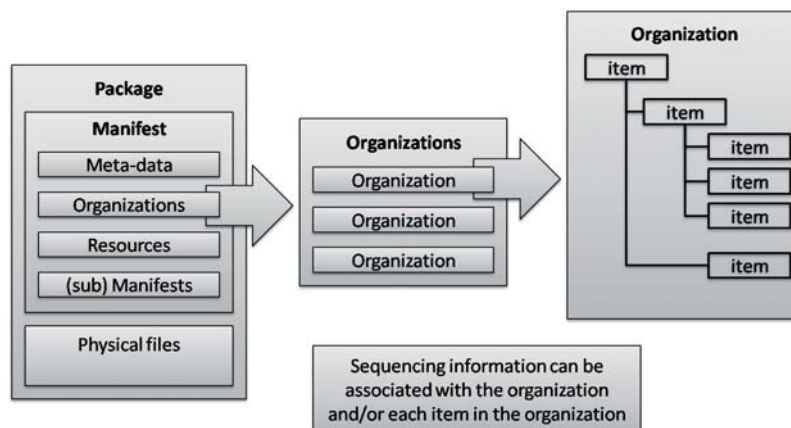


Fig. 2 Un Package standard SCORM e una Organization al suo interno

La struttura ad albero composta dai singoli item 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. La struttura qui rappresentata graficamente è implementata all'interno dei L. O. nei loro file di manifest in formato XML. Nel rispetto di questa struttura standard imposta, il processo di produzione dei materiali didattici può essere automatizzato e i L. O. possono essere costruiti basandosi esclusivamente sulla lettura e interpretazione dei file di descrizione e sulle risorse già rese disponibili e opportunamente etichettate. Tramite TM e XTM e l'osservazione delle association si possono ricostruire ed impostare le informazioni di consequenzialità delle occurrence e dei topic inerenti (Fig. 3); si può pertanto ragionare sulle discipline osservandone le descrizioni e automatizzando il processo di creazione non solo dei contenuti ma anche delle parti descrittive dei Package SCORM.

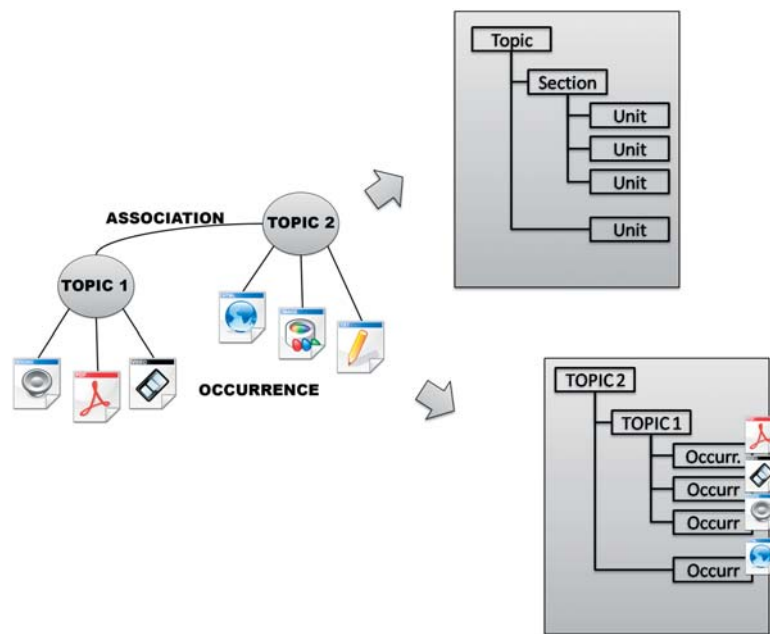


Fig. 3 Dalla topic map alla struttura del corso

#### 4 Related Works

Negli ultimi anni sono stati avviati diversi progetti di ricerca volti ad indagare l'impatto delle tecnologie del semantic web nell'ambito della formazione a distanza (Petrucco, 2003). Gli studi sull'introduzione delle TM in tale contesto si inseriscono in questo filone di ricerca proponendo scenari innovativi per lo

sviluppo degli ambienti destinati alla formazione a distanza.

Nell'ambito del progetto europeo QUIS (Quality, Interoperability and Standards in e-learning), le cui attività sono state rivolte al tema della qualità, interoperabilità, riusabilità dei contenuti e sviluppo di standard, sono stati attivati otto Work Packages (WP). Il WP6, basando il proprio lavoro sullo standard ISO/IEC 13250, ha cercato di definire le specifiche dei sistemi e-learning di prossima generazione il cui primo requisito, secondo tale progetto, dovrà essere la capacità di gestire strutture informative estensive. Si è dato pertanto avvio allo sviluppo di un personal learning environment, la cui architettura è fondata sulle TM, in grado di adattarsi a differenti tipi di obiettivi d'apprendimento, tassonomie e strumenti di valutazione (Kolås e Staupe, 2007).

O4E, Ontologies for Education, è un progetto avviato in collaborazione tra la Winston-Salem State University, l'University of Pittsburgh e la Saint-Petersburg State Polytechnic University, il cui primo obiettivo è la raccolta e la diffusione di risorse web nel campo delle applicazioni delle ontologie per le prospettive educative moderne. È stata sviluppata a tal fine un'ontologia, sono state indicizzate le risorse nei concetti di questa ontologia ed è stato sviluppato un portale topic map-driven (Dicheva *et al.*, 2005).

La stessa Winston-Salem State University, in collaborazione con la National Science Foundation, ha dato inoltre vita ad un progetto, denominato TM4L, Topic Maps for Learning, per la strutturazione e gestione di digital course libraries ponendo la propria attenzione al problema della riusabilità e condivisione dei contenuti didattici ed alla rappresentazione basata su standard dei materiali. Nell'ambito di tale progetto è stato adottato un approccio tipico del semantic web, proponendo, nello specifico, un framework per archivi di corsi digitali basato su una rappresentazione semantico-concettuale del dominio di conoscenza. Allo stato attuale è stato rilasciato TM4L<sup>3</sup>, un e-learning environment che consente la creazione, gestione e uso di ontology-aware learning repositories basati sulle TM (Dicheva e Dichev, 2006).

I possibili vantaggi derivanti dall'applicazione delle TM, e più in generale delle tecnologie del semantic web nell'e-learning sono stati infine sottolineati da Koper, il quale ha evidenziato alcuni dei limiti attuali degli approcci alla formazione a distanza ed il contributo al loro superamento che tali tecnologie possono apportare, soprattutto in termini di flessibilità e personalizzazione (Koper, 2004).

## 5 Conclusione

In questo contributo sono stati presentati gli standard Topic Maps e XTM ed alcuni scenari di ricerca applicata nell'ambito dell'e-learning. I principali obiettivi che s'intendono perseguire con questo approccio sono:

<sup>3</sup> TM4L consta di un TM Editor e di un TM Viewer.



- l'interoperabilità dei materiali didattici (tramite l'applicazione di modelli formali standardizzati e di sistemi di codifica XML-based);
- la riusabilità, non solo dei contenuti ma anche degli schemi di rappresentazione degli stessi;
- la personalizzazione, non solo dei contenuti ma anche dei servizi (perseguibile tramite lo sfruttamento delle proprietà precedentemente evidenziate delle TM e l'applicazione di processi di trasformazione XSLT ai contenuti strutturati mediante XML).

Lo scenario che si prospetta richiede tuttavia un'attenta riflessione critica, i rischi che ne derivano sono ascrivibili ad una eccessiva ingegnerizzazione della conoscenza intesa erroneamente quale pura e semplice somma di mattoni formativi (CNIPA, 2004, p. 61).

L'impiego delle TM non esaurisce tutte le problematiche insite in fase di progettazione didattica, in quanto l'apprendimento è un processo sociale non riducibile a strette logiche modulari. Per questa ragione l'approccio suggerito necessita d'essere accompagnato da attenta considerazione dei più recenti risultati di ricerca in tema di dimensione sociale dell'apprendimento e teorie socio-costruttiviste (Alvino e Sarti, 2004).

## BIBLIOGRAFIA

---

- ADL Advanced Distributed Learning, *Sharable Content Object Reference Model (Scorm)*, URL: <http://www.adlnet.org> (verificato il 1 settembre 2007).
- Alvino S., Sarti L. (2004), *Learning Objects e Costruttivismo*, in: Atti Didamatica 2004, Ferrara.
- Ausubel D. P. (1963), *The psychology of meaningful verbal learning*, New York, Grune and Stratton.
- CNIPA (2004), *Vademecum sulle Linee guida per i progetti formativi in modalità e-learning nelle pubbliche amministrazioni*, Quaderni n.2, URL: [http://www.cnipa.gov.it/site/\\_contentfiles/01377500/1377508\\_cnipa\\_quaderno\\_2.pdf](http://www.cnipa.gov.it/site/_contentfiles/01377500/1377508_cnipa_quaderno_2.pdf) (verificato il 30 luglio 2007).
- Dicheva D., Dichev C. (2006), *TM4L: Creating and Browsing Educational Topic Maps*, British Journal of Educational Technology - BJET, 37(3), 391-404.
- Dicheva D., Sosnovsky S., Gavrilova T., Brusilovsky P. (2005), *Ontological Web Portal for Educational Ontologies*, in: Proceedings of International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for e-Learning, AIED 2005, Amsterdam, The Netherlands.
- Kolås L., Staupe A. (2007), *The PLExus Prototype: A PLE Realized as Topic Maps*, Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- Koper R. (2004), *Use of the Semantic Web to Solve Some Basic Problems in Education*,

Journal of Interactive Media in Education (1), Special Issue on the Educational Semantic Web.

Newcomb S. (2002), *A Perspective on the Quest for Global Knowledge Interchange*, in: Park J., Hunting S. (eds), *XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web*, Addison Wesley.

Novak J. D., A. J. Cañas (2006), *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them*, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01, Florida Institute for Human and Machine Cognition, URL: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf> (verificato il 29 luglio 2007).

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 29 luglio 2007).

Petrucchio C. (2003), *Le prospettive didattiche del Semantic Web*, in: Atti Didamatica 2003, 168-176.

Shadbolt N., Berners-Lee T., Hall W. (2006), *The Semantic Web Revisited*, IEEE Intelligent Systems, v.21 n.3, 96-101.

Weston P.G. (2002), *Dal controllo bibliografico alle reti documentarie*, URL: <http://www.bibliotecheoggi.it/2002/20020704401.pdf> (verificato il 29 luglio 2007).

Wiig K.M. (1997), *Knowledge Management: An Introduction and Perspective*, Journal of Knowledge Management, Vol.1 N.1.