



# Approcci basati su ontologie per l'apprendimento per tutti, in qualunque momento e in ogni luogo: studio dei casi CADDIE e IWT

Giovanni Adorni<sup>1</sup>, Serena Battigelli<sup>1</sup>, Diego Brondo<sup>1</sup>, Nicola Capuano<sup>2</sup>, Mauro Coccoli<sup>1</sup>, Sergio Miranda<sup>2</sup>, Francesco Orciuoli<sup>2</sup>, Lidia Stanganelli<sup>1</sup>, Angela Maria Sugliano<sup>1</sup>, Giuliano Vivonet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIST – Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Telematica, Università di Genova, <sup>2</sup>DIIMA - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Matematica Applicata, Università di Salerno

## Abstract

Il Web Semantico appare offrire interessanti opportunità nell'ambito dei sistemi educativi per soddisfare il principio dell' "apprendimento per tutti, in qualunque momento e in ogni luogo". In linea con questo principio, in questo lavoro vengono discussi due progetti di ricerca: CADDIE (Content Automated Design & Development Integrated Editor), sviluppato presso il DIST dell'Università di Genova, e IWT (Intelligent Web Teacher), sviluppato presso il DIIMA dell'Università di Salerno, entrambi caratterizzati dall'uso di ontologie e tecnologie semantiche per supportare la progettazione didattica e processi di apprendimento personalizzati.

Il primo mira allo sviluppo di un sistema autore per la progettazione di risorse per l'apprendimento e percorsi didattici basato su un modello di annotazione logico e astratto, creato con l'obiettivo di garantire la flessibilità e la personalizzazione dei processi di progettazione didattica, la riusabilità dei materiali educativi e delle relative strutture di conoscenza. Il secondo rappresenta una soluzione innovativa per l'e-learning in grado di supportare la modellazione di domini di conoscenza, delle competenze e delle preferenze

degli utenti, tramite un approccio semantico al fine di creare attività di apprendimento personalizzate e contestualizzate, e in grado di consentire agli utenti di comunicare, cooperare, e creare dinamicamente nuovi contenuti da distribuire e condividere.

## 1 Introduzione

L'evoluzione della tecnologia del Web Semantico nel corso degli ultimi anni ha reso i sistemi basati su ontologie un'interessante prospettiva cui guardare per supportare i processi di apprendimento (<http://www.w3.org>).

Esistono però diversi aspetti di tali sistemi che non sono stati affrontati ancora in modo soddisfacente nella letteratura, fra i quali l'esistenza di un profondo gap concettuale esistente tra i sistemi autore e i modelli di progettazione didattica, il fatto che gli applicativi di authoring non siano spesso né intelligenti né particolarmente facili da usare, il fatto che la conoscenza e i componenti integrati negli Intelligent Web-based Education Systems (IW BES) siano raramente condivisibili e riusabili, l'esistenza di un gap tra i modelli di progettazione per l'organizzazione dei domini di conoscenza e le strategie di tutoring per l'adattamento dinamico del comportamento degli IW BES (Mizoguchi & Bourdeau, 2000).

Inoltre, un problema importante deriva dalla mancanza di una rappresentazione canonica delle strutture di conoscenza: un dominio di conoscenza può quindi essere sempre visto secondo differenti prospettive, ognuna delle quali è caratterizzata da una struttura differente. Come evidenziato da Ohlsson (1987), questo fatto ha così rilevanti implicazioni per i sistemi autore che esso può essere definito come il "Principio di non-equifinalità dell'apprendimento", secondo cui

*"lo stato di conoscenza di un determinato dominio non corrisponde a un singolo ben definito stato cognitivo [...] la conoscenza può sempre essere rappresentata in differenti modi e da diverse prospettive [...] dunque, anche il processo di acquisizione del dominio ha vari, differenti, egualmente validi, stati finali".*

Dato un dominio di conoscenza e dato un obiettivo didattico, esiste quindi un numero elevato di possibili rappresentazioni di percorsi di apprendimento: il problema consiste allora nel trovare i contenuti e le relative modalità di presentazione appropriati per lo specifico profilo degli studenti cui ci si rivolge e per lo specifico obiettivo didattico che è stato definito (Baker, 2000).

Ulteriore argomento di discussione che vogliamo evidenziare è quello relativo alla rappresentazione formale dei domini di conoscenza tramite gli standard

esistenti per la modellazione della conoscenza. Tale argomento introduce il problema della incompatibilità spesso esistente tra le diverse fonti eterogenee di metadati relativi ai diversi domini di conoscenza, problema che potrebbe essere evitato utilizzando le ontologie quale schema concettuale unificante in un contesto di e-learning (Stojanovic *et al.*, 2001).

Sono stati proposti in letteratura vari sistemi per la gestione di risorse per l'apprendimento tramite tecnologie semantiche, sistemi che vengono normalmente definiti Sistemi SWBE (Semantic Web Based Education). I loro componenti sono relativi principalmente al ruolo degli utenti (docenti, studenti, autori, gruppi e sviluppatori); alle risorse educative; all'ambiente di apprendimento; alla sua interfaccia e alle funzionalità che esso offre. Poiché il Web Semantico offre innumerevoli vantaggi rispetto al Web "tradizionale", i sistemi SWBE hanno creato notevoli aspettative, e ci si sarebbe aspettato di assistere ad un rapido profondo cambiamento in quello che viene definito The Educational Semantic Web (Anderson & Whitelock, 2004). Tale cambiamento non è stato e non è poi così rapido a causa di non reale disponibilità di ontologie condivise, di annotazione di contenuti educativi basata su tali ontologie, e di servizi educativi basati su Web Semantico. Nonostante questo cominciano ad essere disponibili risultati interessanti soprattutto nel tentativo di applicare metodologie e tecniche di Intelligenza Artificiale ai sistemi WBE, portando alla definizione di quelli che vengono definiti Intelligent Web-based Education Systems (IWBES), e che vedono fra le varie componenti: ontologie, agenti pedagogici e di tutoring, servizi e strumenti semanticamente definiti (Devedzic, 2003).

In questo articolo vengono affrontati alcuni aspetti relativi a IWBES attraverso la discussione di due progetti di ricerca. Il primo, CADDIE (Content Automated Design & Development Integrated Editor) è sviluppato presso il Laboratorio ELKM - E-Learning & Knowledge Management -DIST, Università degli Studi di Genova ([www.elkm.unige.it](http://www.elkm.unige.it)). Il secondo, IWT (Intelligent Web Teacher) è sviluppato presso il CRMPA - Centro di Ricerca in Matematica Pura ed Applicata - Università degli Studi di Salerno ([www.crmpa.it](http://www.crmpa.it)).

CADDIE è un tool di progettazione di risorse per l'apprendimento e percorsi didattici basato su di un modello di rappresentazione di strutture di conoscenza denominato ECM - Educational Concept Map (Adorni *et al.*, 2009). IWT consente di modellare domini di conoscenza educativi, unitamente alle competenze e preferenze degli utenti; seguendo un approccio semantico permette di creare attività di apprendimento personalizzate e contestualizzate, consente agli utenti di comunicare, cooperare e creare dinamicamente nuovi contenuti didattici, integra e supporta piattaforme per l'e-learning 2.0.

## 2 CADDIE (Content Automated Design & Development Integrated Editor)

Il progetto CADDIE ha come obiettivo la realizzazione di un ambiente per la macro e micro progettazione di contenuti didattici, di percorsi di apprendimento e delle relative risorse, da fruire su media differenti. I principali riferimenti teorici a fondamento di tale modello derivano dagli studi su instructional content design (Merril, 1999; Gagné & Briggs, 1990), sulla rappresentazione della conoscenza e sulla modellazione delle esperienze di apprendimento e, in particolare, dai contributi sviluppati in seno agli Educational Modelling Language (Rawlings *et al.*, 2002), al web semantico (Berners-Lee, 2001; Shadbolt, Berners-Lee & Hall, 2006) e alla strutturazione della materia (Adorni *et al.*, 1981).

Basandosi su tali studi, il progetto CADDIE ha avuto avvio con lo sviluppo di un modello per la profilazione degli utenti e di un sistema di notazione logico e astratto, denominato Educational Concept Map (ECM).

Il primo passo verso una corretta progettazione di contenuti didattici è quello di analizzare il profilo dei futuri utenti di quei contenuti. Progettare materiali didattici che propongono una organizzazione dei contenuti appropriata alle caratteristiche dei singoli discenti, significa proporre una tipologia di azione didattica definita in letteratura come “personalizzata” o “individualizzata”. Esiste una distinzione fra i due termini “personalizzazione” e “individualizzazione” (Baldacci, 2005): con il primo si intende un’azione didattica dove ai singoli vengono proposti materiali e strategie tesi a valorizzarne le caratteristiche in relazione a una attività di gruppo, mentre con il secondo si intende una azione didattica dove il singolo apprende in modo individuale per mezzo di materiali didattici ad hoc. In questa sede i due termini verranno utilizzati come sinonimi privilegiando il significato di “individualizzazione”.

I principali standard internazionali per la profilazione degli utenti sono l’IEEE LTSC Personal Private Information Standard (LTSC-IEEE, 2001) e l’IMS Learner Information Package (IMS, 2006). Tali standard propongono una nutrita serie di descrittori con il fine di raccogliere tutte le informazioni sull’utente, utili a delinearne le caratteristiche anagrafiche, cognitive, motivazionali ed competenza. Fra queste, le caratteristiche cognitive sono quelle che risultano funzionali alla scelta della strategia didattica più opportuna e alla progettazione dei più opportuni materiali didattici (Adorni *et al.*, 2008).

Le caratteristiche cognitive di ogni individuo possono essere declinate secondo due dimensioni (Crispiani, 2004): la “tipologia di intelligenza” e lo “stile di apprendimento”. La classificazione per il concetto di “tipologia di intelligenza” a cui abbiamo fatto riferimento nello sviluppo del progetto è quella proposta da Gardner (1983). Egli propone una tassonomia che prevede

la individuazione delle seguenti tipologie: visiva/ spaziale, verbale/ linguistica, logica/ matematica, corporea/ cinestetica, ritmica/ musicale, intrapersonale, interpersonale, naturalistica, esistenziale.

Meno segmentata risulta la classificazione degli stili di apprendimento che la letteratura individua nei seguenti (Crispiani, 2004): analitico, interattivo e introspettivo. McKenzie (2006) propone nei suoi studi di associare a ogni stile di apprendimento una differente tipologia di intelligenza:

- lo stile analitico associato alle tipologie di intelligenza logica/matematica, ritmica/musicale e naturalistica;
- lo stile introspettivo associato alle tipologie di intelligenza visiva/spaziale, esistenziale e intrapersonale;
- lo stile interattivo associato alle tipologie di intelligenza verbale/linguistica, corporea/cinestetica e interpersonale.

Il modello di profilazione dell'utente proposto all'interno del sistema CADDIE è pensato per fornire informazioni utili per la progettazione dei materiali didattici secondo il modello ECM. Infatti la rilevazione dello stile di apprendimento consente di individuare la strategia e la tecnica didattica più opportuna per l'organizzazione e presentazione di contenuti didattici; mentre il tipo di intelligenza consente di individuare il formato del contenuto didattico (testo, video, immagine,...) più adeguato al profilo rilevato (Battigelli & Sugliano, 2009). Ad esempio, a un discente con stile di apprendimento analitico e tipologia di intelligenza logica, il modello consiglia di proporre materiale didattico redatto secondo una tecnica didattica tutoriale con contenuto organizzato sotto forma di grafici.

Dal punto di vista procedurale, il momento della profilazione del discente si realizza utilizzando il test proposto da McKenzie (2006); in tal modo usando un unico questionario si rilevano informazioni cognitive rispetto sia alla tipologia di intelligenza sia allo stile di apprendimento.

Una volta definito il profilo del discente, il modello ECM, realizzando una netta separazione tra struttura dei contenuti (definita in modo formale) e contenuti stessi, mira a garantire non solo la riusabilità dei materiali didattici, ma anche delle strutture di conoscenza che ne costituiscono il fondamento. Tale modello, caratterizzato dall'integrazione di relazioni gerarchiche e associative, invita docenti e progettisti didattici a concentrarsi preliminarmente sugli obiettivi didattici che si intendono perseguire.

Sulla base di questi obiettivi, propone di individuare, all'interno del dominio di conoscenza di riferimento, i concetti chiave che lo compongono e le relazioni di connessione tra essi, con l'obiettivo di suggerire i percorsi di apprendimento più opportuni per supportare l'attivazione di processi di apprendimento significativo negli studenti. Successivamente al disegno della rete concettuale

dell'insegnamento, è possibile associare ai nodi di questa le eventuali risorse didattiche disponibili (quali Learning Object, documenti di testo, file audio e/o video, ecc.).

Gli obiettivi didattici, secondo il modello ECM, possono essere rappresentati come *SingleObjective* o *ComposedObjective*, in dipendenza del fatto che si tratti di singoli obiettivi non ulteriormente scomponibili in sotto-obiettivi o di obiettivi composti da due o più sotto-obiettivi. Ai primi potranno essere associate delle *SingleUoL*, semplici unità didattiche al cui interno possono essere presenti solo topic, mentre ai secondi delle *ComposedUoL*, unità didattiche al cui interno possono essere presenti *SingleUoL* o *ComposedUoL*.

Come si può notare in Figura 1, il modello prevede una strutturazione gerarchica ricorsiva degli obiettivi didattici, cui corrisponde specularmente un'organizzazione su  $N$  livelli del corso e dei relativi contenuti (con  $N$  numero intero positivo).

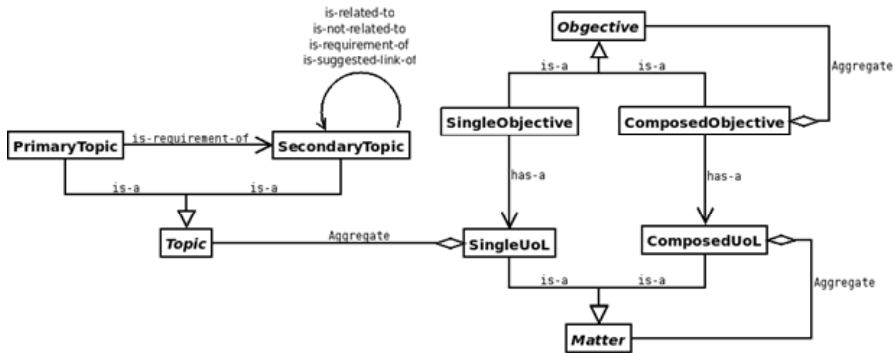


Fig. 1 - Modello di Rete Concettuale Didattica

È bene precisare che il rapporto tra obiettivo e unità didattica è sempre necessariamente un rapporto di 1:1 (a ciascun *SingleObjective* deve corrispondere una sola *SingleUoL*). Si è privilegiata tale struttura ricorsiva con l'intento di massimizzare la flessibilità del processo di progettazione, adattando il disegno di quest'ultimo alle più svariate necessità, sia di articolazione di insegnamenti complessi, sia di progettazione di singole risorse educative. In maniera formale, tramite una grammatica BNF, possiamo definire la sintassi di una ECM come:

$\langle ECM \rangle$	::=	$\langle UoL \rangle +$
$\langle UoL \rangle$	::=	$\langle SingleUoL \rangle \mid \langle ComposedUoL \rangle$
$\langle SingleUoL \rangle$	::=	$\langle Topic \rangle$
$\langle ComposedUoL \rangle$	::=	$\langle ECM \rangle$
$\langle Topic \rangle$	::=	$PrimaryTopic \mid SecondaryTopic$

In questo modo viene descritta la struttura compositiva del modello ECM. Facciamo notare che la grammatica BNF non definisce le relazioni di propedeuticità fra obiettivi e, di conseguenza le relazioni fra le corrispondenti unità didattiche che si possono avere. Tali relazioni binarie hanno la forma:

$$R(UoL\_1, UoL\_2)$$

In tal modo si ottiene una struttura logica e cronologica (tramite i vincoli di precedenza) degli obiettivi didattici che serve da guida per la successiva strutturazione dei contenuti. Ogni obiettivo, infatti, è perseguito attraverso l'identificazione e la conseguente erogazione delle unità didattiche e l'eventuale definizione di relazioni di precedenza tra gli obiettivi comporta un analogo vincolo tra le unità di apprendimento corrispondenti. Identificate le diverse unità didattiche e determinata la loro organizzazione tassonomica, si ha a disposizione la struttura portante dell'insegnamento (SubjectMatter).

Una volta strutturati gli obiettivi didattici e le corrispondenti unità di apprendimento, è possibile individuare e organizzare lo schema dei contenuti, associando alle varie UoL i topic che rappresentano i concetti chiave su cui l'unità didattica è focalizzata. Essi possono appartenere a due classi (Adorni *et al.*, 2009):

- *PrimaryTopic*: questa classe identifica i prerequisiti, in altre parole i concetti che i discenti devono conoscere prima di affrontare il corso (a essi non è associato alcun materiale didattico in quanto rappresentano i requisiti di conoscenza del corso).
- *SecondaryTopic*: questi sono i concetti che saranno esplicitati all'interno dell'unità didattica (a questi sono associati i materiali didattici)

La relazione fra topic primari e secondari è denominata *is-primary-topic-of*, mentre le relazioni possibili fra i soli *SecondaryTopic* sono:

- *is-requirement-of*: identifica una relazione transitiva di propedeuticità tra gli argomenti (questa relazione può essere usata per determinare l'ordine di presentazione dei contenuti);
- *is-related-to*: identifica una relazione simmetrica diretta tra due o più concetti (questa relazione può essere impiegata per collegare tra loro i concetti, dando origine a percorsi di apprendimento in cui non sono

- specificati vincoli di precedenza);
- *is-not-related-to*: identifica una relazione simmetrica di indifferenza tra due o più concetti (questa relazione può essere utilizzata per esplicitare la mancanza di relazione tra due o più topic);
- *is-suggested-link-of*: identifica una relazione indiretta tra due o più concetti (questa relazione può essere utilizzata per la connotazione di link di approfondimento a risorse interne e/o esterne al repository di contenuti).

Lo scopo di tali relazioni è quella di permettere di creare differenti percorsi educativi attraverso vincoli che introducano la sequenzialità e la propedeuticità tra i concetti. Esse consentono inoltre di trovare in maniera automatica i prerequisiti e i learning outcome per ogni *UoL*.

Dato un insieme  $\{t_1, \dots, t_n\}$  di topic  $T$  individuamo il sottoinsieme dei prerequisiti  $P$  ( $P \subset T$ ) come l'insieme di tutti i topic che sono *PrimaryTopic*:

$$t_j \in P \leftrightarrow \exists t_i \in T: \text{is-primary-topic-of}(t_j, t_i) \text{ con } i = 1, \dots, j-1, j+1, \dots, n.$$

In maniera analoga, data una ECM e un insieme  $\{t_1, \dots, t_n\}$  di topic  $T$ , è possibile definire l'insieme dei learning outcome  $L$  come sottoinsieme di  $T$  ( $L \subset T$ ) contenente tutti quegli elementi che all'interno di  $T$  non sono prerequisiti di altri topic:

$$t_k \in L \leftrightarrow \exists t_i \in T: \text{is-requirement-of}(t_k, t_i) \text{ con } i=1, \dots, k-1, k+1, \dots, n.$$

Una volta realizzata una ECM, il passo successivo è quello di associare ai singoli *SecondaryTopic* le risorse didattiche (learning object, documenti di testo, audio, video ecc).

La mappa dei contenuti, espressa da CADDIE in linguaggio XML Topic Maps (Adorni *et al.*, 2007), può essere esportata sul web e navigata seguendo le relazioni fra i topic. In alternativa può essere generata una sequenza lineare dell'ECM per la produzione di documenti o lezioni.

Al fine di linearizzare la struttura dei contenuti, cioè di trovare un percorso all'interno della ECM a partire da un nodo iniziale (prerequisiti) per giungere ad un nodo finale (obiettivi didattici), CADDIE adotta le seguenti strategie per suggerire all'utente i percorsi linearizzati, tenendo conto che per ogni percorso fra i due nodi, e per ogni nodo dei percorsi occorre:

1. Inserire prima del nodo tutti i possibili sottopercorsi dai *PrimaryTopic* fino a quel nodo, percorrendo l'intero grafo ECM.
2. Leggere la sequenza (così come è stata generata al passo precedente) da sinistra a destra, cancellando gli eventuali nodi ripetuti (si tiene solo la prima occorrenza di ogni nodo).
3. Calcolare la distanza  $\Delta S_{ij}$  per tutti i nodi contigui.
4. Inserire un richiamo del nodo  $i$ -esimo (che denominiamo con  $TA_i$ ) prima del nodo  $j$ -esimo se esiste un  $\Delta S_{ij} > \Delta_{max}$ .



In questo modo ottengo tutti i possibili percorsi (in termini di lista di nodi) su un grafo ECM a partire dai prerequisiti fino ad arrivare agli obiettivi, e propongo all'utente una lista di percorsi ordinata secondo valori crescenti di  $\Delta S_{ij}$ .

La scelta di non avere un singolo percorso, ma una serie di percorsi possibili da proporre all'utente risponde al "Principio di non-equifinalità dell'apprendimento" proposto da Ohlsson (1985). L'ordine suggerito invece punta a ridurre il più possibile la distanza fra i topic in relazione nel grafo.

CADDIE è allo stato attuale a livello di prototipo dimostrativo realizzato tutto con tecnologia open source. Un'annotazione conclusiva a questo paragrafo è relativa alla realizzazione della parte di profilatura utente che è stata realizzata in linguaggio Prolog. Questo linguaggio, per le sue caratteristiche, si presta particolarmente alla realizzazione di ragionamenti logico-deduttivi, oltre ad essere strumento prezioso e diffuso per lo sviluppo di applicazioni soprattutto nel campo dell'Intelligenza Artificiale.

## IWT (Intelligent Web Teacher)

IWT è un sistema ad agenti in cui gli agenti intelligenti operano principalmente su tre aspetti: la conoscenza didattica, il modello studente, le procedure di pianificazione (Albano *et al.*, 2006; Capuano *et al.*, 2008).

La conoscenza didattica è rappresentata a diversi livelli di astrazione. Il più basso è dato direttamente dai Learning Object (LO), ovvero il materiale didattico. I LO devono essere indicizzati per consentire al sistema di sapere di cosa trattano e come possono essere impiegati al meglio nei percorsi formativi.

Questo avviene grazie ad un secondo livello di astrazione che consente appunto la rappresentazione, ovvero il livello dei metadata. Un metadata è una collezione di attributi su un LO che ne descrive le caratteristiche quali il tipo (testo, simulazione, slide, questionario, ...), il contesto formativo in cui sia più indicato adottarlo (scuola superiore, università, ...), la lingua, il livello di interattività con l'utente e così via.

Infine, un terzo livello di astrazione e quello delle ontologie impiegato per rappresentare i concetti del dominio in termini semantici e le relazioni tra essi. Un concetto di un dominio è, in termini semantici, il senso di un argomento del dominio che possa essere spiegato da uno o più LO. Le relazioni tipiche tra i concetti sono: *Has Part*, *Is Required By*, *Suggested Order*, che indicano rispettivamente una relazione gerarchica di decomposizione, un vincolo di prerequisito oppure un ordine suggerito durante l'apprendimento (vedi Figura 2).

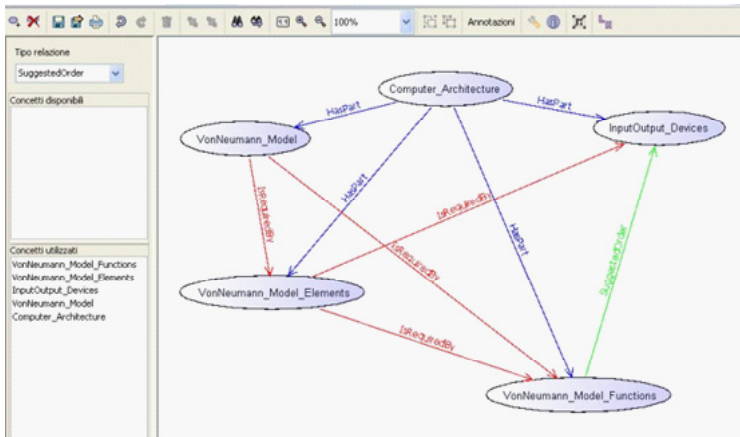


Fig. 2 - Tool di IWT per Dizionario e Ontologia di un dominio

Un'ontologia descrive la semantica sottostante i contenuti attraverso una rappresentazione grafica dei concetti e delle relazioni tra essi (Gaeta *et al.*, 2009). Infatti alcuni concetti sono richiesti da altri quando devono essere inclusi in un corso. Un corso è caratterizzato dal learning path, un percorso di concetti estratto dall'ontologia, ovvero da una serie di concetti del dizionario di dominio (vedi Figura 3).

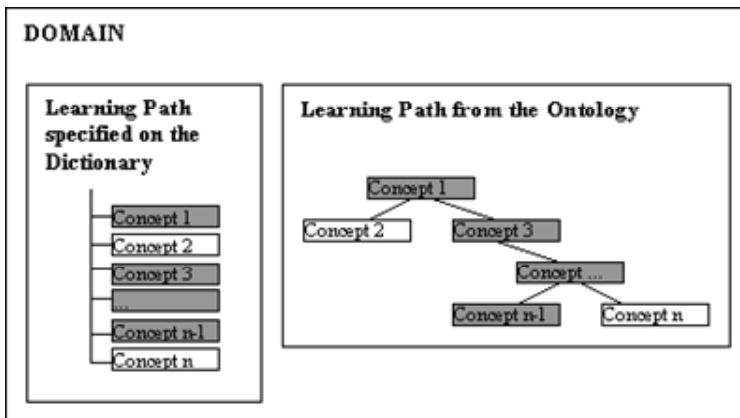


Fig. 3 - Il learning path è una sequenza di concetti del dominio

Quando la piattaforma IWT deve provvedere al delivery di un corso, individua una sequenza di contenuti che trattano i concetti presenti nel learning path.

Nel modello studente sono presenti tutte le informazioni sullo Stato Cognitivo e sulle Preferenze Didattiche. Le procedure di pianificazione di IWT sono capaci di creare automaticamente un corso in grado di soddisfare i requisiti di apprendimento di uno studente rispettando il suo stato cognitivo e le sue preferenze didattiche.

Dato un insieme di obiettivi didattici scelti dal docente direttamente sull'ontologia, IWT genera il miglior Learning Path per ogni studente. Studenti diversi si ritroveranno corsi diversi generati dal sistema.

IWT supporta l'integrazione di risorse, strumenti e servizi (Capuano *et al.*, 2009). Grazie a questa caratteristica, i principali aspetti del Web 2.0 e, quindi, dell'e-Learning 2.0 sono diventate presto estensioni di IWT. Il sistema IWT è pertanto una soluzione e-Learning 2.0 completa poiché offre (MOMA, 2009):

- Approccio con l'utente al centro: IWT dà attenzione all'utente nei processi di apprendimento e insegnamento;
- Personalizzazione e contestualizzazione delle esperienze didattiche: modello, processi e servizi di IWT servono a personalizzare le esperienze didattiche;
- Importanza alle teorie della didattica a distanza;
- Importanza alla semantica e alla conoscenza nella formazione: la rappresentazione semantica è trasversale a tutti i servizi di IWT;
- Vista orientata ai servizi. Qui il modello di IWT è, ovviamente, basato sul concetto di Architettura Orientata ai Servizi.

IWT integra, ovviamente, funzionalità di LMS e LCMS e un ampio insieme di strumenti Web 2.0:

- e-Portfolio. Il portfolio memorizza in modo strutturato, informazioni personali, stili di apprendimento, stato cognitivo, traccia delle attività svolte o in corso, etc. Le informazioni possono essere a scelta pubbliche o private.
- Blog. In IWT gli studenti possono condividere idee su temi vari. I docenti possono rendere meglio esplicita la loro conoscenza su argomenti specifici.
- Podcast. Un modo semplice per catturare e far circolare contenuti audio/video, lezioni, seminari.
- WIKI. Un meccanismo molto diffuso per costruire conoscenza strutturate in modo collaborativo. Il WIKI di IWT può essere usato da gruppi di utenti per costruire contenuti da far valutare ai docenti o, addirittura, per costruire ontologie in modo collaborativo.
- Social Network e Annotazioni. Gli utenti possono tenersi in contatto in modo informale, creare gruppi in cui condividere gli stessi obiettivi o

gli stessi interessi.

- Forum semantici. In cui gli utenti possono inviare domande e risposte e aggiungere annotazioni semantiche, commenti, giudizi in modo informale.
- Aree condivise. In cui gli utenti possono condividere contenuti, scaricare contenuti caricati da altri, aggiungere commenti, giudizi e feedback.
- Feed RSS. Per mezzo dei feed RSS, gli utenti possono pubblicare e raccogliere in modo semplice e veloce informazioni sullo stato, le attività in corso, gli interessi degli altri colleghi.

Tutti i contenuti generati dagli utenti grazie ai servizi Web 2.0 completano l'offerta di IWT (O'Really, 2005). Essi vengono annotati semanticamente attraverso l'impiego di strutture semantiche al pari delle altre risorse. IWT ha così la possibilità di impiegare contenuti e servizi per creare il miglior percorso capace di far raggiungere ai discenti i loro obiettivi formativi.

IWT è stata utilizzata in molti contesti. IWT è stata sperimentata in aziende, università e scuole (coinvolgendo oltre 50000 utenti) al fine di dimostrare quali benefici dia la personalizzazione basata sull'approccio del Web Semantico e quali vantaggi offra la disponibilità di strumenti Web 2.0.

La personalizzazione permette agli utenti di ricevere corsi soltanto sulle reali lacune che hanno e di coinvolgerli nel processo formativo fino al raggiungimento dell'obiettivo didattico. La personalizzazione, inoltre, seleziona le risorse più adatte ad ogni utente, cercando di rispettare le sue preferenze didattiche.

Il Web 2.0 è capace di coinvolgere gli utenti nelle loro attività didattiche, consente ad essi di creare contenuti in modo collaborativo condividendo problemi, soluzioni, contenuti, scambiandosi commenti, rimanendo in contatto gli uni agli altri anche attraverso strumenti avanzati di videoconferenza o servizi fruibili via dispositivi mobili.

Questa sperimentazione (Capuano *et al.*, 2008) ha coinvolto gruppi di studenti universitari e personale di aziende. In ogni esperienza formativa, abbiamo diviso i discenti in due sottogruppi e permesso ad essi di fruire di corsi generati in modo diverso. I risultati sono stati poi confrontati.

Come mostrato in Figura 4, la personalizzazione di IWT consente agli utenti di apprendere in modo più efficace rispetto all'approccio e-learning classico riuscendo a migliorare le performance anche di utenti che, essendo già in possesso di un buon livello di competenze, possono trovare la formazione a distanza noiosa o una perdita di tempo. Le competenze acquisite dai discenti sono state, infatti, divise in tre blocchi: HIGH, MEDIUM e LOW corrispondenti, appunto a competenze di livello elevato, di livello medio e di livello basso.

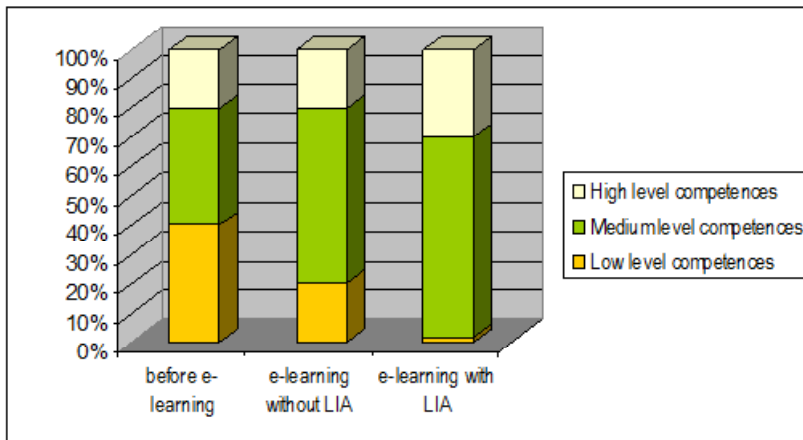


Fig. 4 - Risultati della sperimentazione sulla personalizzazione dei corsi: sulla sinistra la situazione prima della sperimentazione, al centro i risultati relativi a chi ha fruito di corsi non personalizzati, sulla destra i risultati relativi a chi ha fruito di corsi personalizzati.

Le competenze MEDIUM e LOW crescono leggermente di più con i corsi personalizzati (si veda la parte centrale e la parte inferiore della barra e-learning with LIA nella Figura 4) rispetto alla formazione a distanza senza la personalizzazione (si veda la barra e-learning without LIA nella Figura 4). Mentre invece, le competenze HIGH che tipicamente rimangono inalterate offrendo corsi senza fare uso della personalizzazione (si veda la parte superiore della barra e-learning without LIA nella Figura 4), sono aumentate grazie all'uso di corsi personalizzati (si veda la barra e-learning with LIA nella Figura 4).

## Conclusioni

In questo lavoro sono stati discussi due progetti di ricerca, CADDIE (Content Automated Design & Development Integrated Editor), sviluppato presso il DIST dell'Università degli Studi di Genova, e IWT (Intelligent Web Teacher), sviluppato presso il DIIMA dell'Università degli Studi di Salerno, nati nell'ambito dei sistemi educativi per soddisfare esigenze di "apprendimento per tutti, in qualunque momento e in ogni luogo". La scelta di discutere alcuni aspetti dei due progetti all'interno di questo lavoro è motivata dal fatto che entrambe i progetti, pur adottando metodologie differenti, rientrano nella categoria degli Intelligent Web-based Education Systems e risultano essere due "buone pratiche" interessanti dell'uso di ontologie e tecnologie semantiche per supportare la progettazione didattica e processi di apprendimento personalizzati.

I gruppi di ricerca coinvolti nello sviluppo dei progetti discussi in questo lavoro stanno attualmente esplorando differenti ipotesi di sviluppo dei rispettivi sistemi. Con riferimento a CADDIE, la linea di ricerca è quella di integrare l'ambiente con un sistema di pianificazione in grado di generare percorsi educativi, con i relativi materiali, una volta definiti i prerequisiti e gli obiettivi didattici di un corso, effettuando in modo automatico ricerche in rete al fine di individuare le Unit of Learning necessarie. Con riferimento a IWT, la linea di ricerca è quella di una maggiore convergenza tra approcci formali e informali all'e-learning investigando e integrando il paradigma dei Personal Learning Environment e dell'apprendimento basato su competenze e concentrandosi sulla gestione basata sulle competenze in contesti aziendali. L'interesse non è il semplice impiego delle tecnologie 2.0, ma lo studio di queste all'interno di un processo di progettazione didattica così da guidare i processi, organizzare le attività, evitare il cosiddetto "effetto Phoenix" tipico dell'e-learning 1.0 e il rischio di eccessivo "rumore" che eventualmente gli ambienti di empowerment basati su tecnologie possono condurre con sé. Il futuro prossimo dell'approccio semantico in IWT sarà rivolto alla indicizzazione dei contenuti, condivisione della conoscenza, creazione di corsi, e infine alla realizzazione di un sistema di e-learning ove si realizzi la convergenza tra semantica (ontologie, tassonomie, vocabolari controllati) e social web (attività di tagging, folksonomie, rating, reputazione).

## BIBLIOGRAFIA

---

- Adorni G., Di Manzo M. e Frisiani A.L. (1981), *Evaluation of a Formal Approach to the Structuring of Subject Matter*, Journal of Computer-Based Instruction, 8(2): 35-42.
- Adorni G., Coccoli M. e Vivanet G. (2007), *Topic Maps e XTM per l'e-learning*, Journal of e-Learning and Knowledge Society, 3: 51-60.
- Adorni G., Battigelli S., Coccoli M. e Sugliano A.M. (2008), *eLearning, personalizzazione, strategie e tecniche didattiche: definizione di sottoprocessi per una progettazione didattica in qualità*. Atti del convegno Didamatica, 28-29 Aprile 2008.
- Adorni G., Brondo D. e Vivanet G. (2009), *Reti concettuali per la micro e macro progettazione di unità didattiche*, Journal of e-Learning and Knowledge Society, 5(3): 33-42.
- Albano, G., Gaeta, M. e Ritrovato, P. (2007), *IWT: an innovative solution for AGS e-learning model*, International Journal of Knowledge and Learning, 3(2/3): 209-224.
- Anderson T. e Whitelock D. (2004), *The educational semantic web: visioning and practicing the future of education*, Journal of Interactive Media in Education, 7:1-

15.

- Baldacci M. (2005), *Personalizzazione o Individualizzazione?*, Trento: Centro Studi Erickson.
- Baker M. (2000), *The roles of models in Artificial Intelligence and Education research: a prospective view*, International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11: 122-143.
- Battigelli S. e Sugliano A.M. (2009), *Progettazione di contenuto didattico digitale individualizzato: un modello*, Atti del convegno Didamatica, 22-24 Aprile 2009.
- Berners Lee, T., Hendler, J. e Lassila, O. (2001), *The Semantic Web*, Scientific American.
- Capuano N., Gaeta M., Miranda S., Orcioli F. e Ritrovato P. (2008), *LIA: An Intelligent Advisor for e-Learning*, 1st. World summit on The Knowledge Society.
- Capuano N., Gaeta M., Orcioli F. e Ritrovato P. (2009), *On-Demand Construction of Personalized Learning Experiences Using Semantic Web and Web 2.0 Techniques*, 9th. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2009), IEEE Computer Society.
- Crispiani P. (2004), *Didattica cognitivista*, Roma: Armando Editore.
- Gaeta M., Orcioli F. e Ritrovato P. (2009), *Advanced ontology management system for personalised e-Learning*, Knowledge-Based Systems, 22(4): 292-301.
- Gagnè R.M. e Briggs L.J. (1990), *Fondamenti di Progettazione Didattica*, SEI, Milano.
- Gardner, H. (1983), *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic books.
- IEEE LTSC Personal Private Information Standard (PAPI) - <http://edutool.com/papi/> (verificato il 26/03/2010).
- IMS Learner Information Package (LIP) - <http://www.imsproject.org/profiles/> (verificato il 26/03/2010).
- McKenzie W.(2006), *Intelligenze multiple e tecnologie per la didattica*, Trento, Erickson.
- Merril M.D. (1999), *Instructional transaction theory (ITT): instructional design based of knowledge objects*, in C.M. Reigeluth (ed.), *Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, pp.397-424.
- Mizoguchi R. e Bordeau J. (2000), *Using Ontological Engineering to Overcome Common AI-ED Problems*, International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11(2).
- MOMA (2009), *IWT – Intelligent Web Teacher*, <http://www.didatticaadistanza.com/> (verificato il 26/03/2010).
- Ohlsson S. (1987), *Some principles of intelligent tutoring*, in: Lawler R.W., Masoud Yazdani M. (eds.), *Artificial Intelligence and Education: Learning Environments and Tutorial Systems v. 1*, Intellect Books.
- Rawlings, A., van Rosmalen, P., Koper, R., Rodriguez-Artacho, M. e Lefrere, P. (2002), *Survey of Educational Modelling Languages (EMLs)*, CEN/ISSS WS Learning

Technologies Workshop.

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

Stojanovic L., Staab S., e Studer R. (2001), *eLearning based on the Semantic Web*, World Conference on the WWW and Internet, Orlando, Florida, USA, December 2001.

O'Really T. (2005), *What is Web 2.0*, <http://www.oreilynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html> (verificato il 26/03/2010).