E-LEARNING: UNA SOLUZIONE ONTOLOGICA.

Cristina Coulleri 1
Via Tomaso Gar 15, Trento, 38100, Italia
ccoulleri@hotmail.com

Gilson Da Silva Leite 2
Via Rosmini, 70, Trento, 38100, Italia
gleitejr@yahoo.it

SOMMARIO

L'e-learning sta acquisendo importanza sempre maggiore negli ambienti didattico/formativi moderni grazie ai suoi innegabili vantaggi rispetto alla tradizionale formazione in aula. Purtroppo gli attuali sistemi di didattica a distanza in Italia non sono privi di difetti. Problemi tali come l'information retrieval e l'integrazione tra sistemi e-learning non sono ancora risolti. Il presente articolo descrive una soluzione ontologica per i sistemi e-learning dell'Università di Trento che si propone a superare questi limiti. Nell'introduzione verrà data una panoramica dello stato dell'arte nell'ambito di e-learning siccome le definizioni di terminologie legate ad esso. In conseguenza verrano descritte le iniziative nell'ambito dell'e-learning proposti dall'Università di Trento (progetti *"Corsi On-line"* e *"Didattica On-line"*,) e le sue limitazioni. Verrà inolte proposto un modello di conoscenza a tre livelli per le piattaforme e-learning. Infine verrà proposta una soluzione ontologica come un'iniziativa per risolvere il problema dell'interoperabilità tra piattaforme eterogenee siccome il problema del ricupero dell'informazione.

KEYWORDS

e-Learning, Ontologia, Interoperabilità tra sistemi e-learning, Semantic Web, Information Retrieavel.

1. INTRODUZIONE

L'osservatorio ANEE ha definito l'e-Learning come una metodologia d'insegnamento e apprendimento che coinvolge sia il prodotto sia il processo formativo. Per prodotto formativo si intende ogni tipologia di materiale messo a disposizione in rete. Per processo formativo s'intende invece la gestione dell'intero iter didattico che coinvolge gli aspetti di erogazione, fruizione, interazione, valutazione. Peculiarità dell'e-Learning è l'alta flessibilità garantita al discente dalla reperibilità sempre e ovunque dei contenuti formativi, che gli permettono l'autogestione e l'autodeterminazione del proprio apprendimento[1].

Il termine "e-Learning" è stato usato per descrivere le attività web a supporto dell'insegnamento e dell'esperienza di apprendimento. Molti sono i termini che vengono usati intercambiabilmente ad e-learning alcuni esempi sono "online learning" e "web-based learning".

[1] Domenico Capano. "Open and Distance Learning via web: un esperimento su corsi di Fondamenti di Informatica". l'Università degli Studi di Roma, "La Sapienza", dicembre 2003 (relatore prof. Marco Temperini) http://www.comunedasa.it/mimc/index.asp

Molti sono i tipi di e-Learning che possono essere messi in atto; se la tecnologia è usata propriamente in relazione ad un corso, l'impatto sullo studente è significativo. È comunque bene ricordare che non è la tecnologia di per se che permette di migliorare l'apprendimento ma come la tecnologia viene utilizzata dall'insegnante allo studente. Ci sono molti modi di utilizzare la tecnologia nelle attività di insegnamento e apprendimento. È possibile individuare tre principali modi di utilizzo di un sistema e-Learning in base alla percentuale di relazioni intervenute durante il corso online o faccia a faccia:

- Utilizzo di un sistema e-Learning a supporto di corsi tradizionali.
- Utilizzo di un sistema e-Learning integrato nei corsi tradizionali.
- Corsi completamente Online.

Il primo modo è quello nel quale le relazioni faccia a faccia hanno un apporto maggioritario nel corso. Nel secondo caso i contenuti d'insegnamento vengono forniti in parti uguali attraverso classi face to face tradizionali e con l'utilizzo delle tecnologie. Per l'altra parte l'ultimo modo è assente la componente face to face, le nozioni e tutte le interazioni vengono fornite on-line con l'utilizzo delle tecnologie.

Negli ultimi anni il radicale cambiamento nel modo di intendere il binomio insegnamento/apprendimento ha portato, a livello mondiale, numerose scuole ed università ad integrare nel loro modo di fare didattica le più moderne ed avanzate tecnologie basate principalmente sul Web.

La formazione a distanza attraverso le nuove tecnologie assicura vantaggi notevoli, primo tra tutti un'estrema flessibilità di tempo e di spazio: il discente non è più costretto ad essere presente nel medesimo luogo dell'insegnante e può studiare anche da casa quando e quanto vuole. Se a questo aggiungiamo il miglioramento dell'accesso all'istruzione, l'aumento della qualità del contenuto formativo, una sua gestione più flessibile, la possibilità di misurare facilmente i risultati e la diminuzione dei costi, capiamo perché la formazione a distanza è al giorno d'oggi molto appetita in tutti gli ambienti didattico/formativi.

Purtroppo gli attuali sistemi di didattica a distanza non sono privi di difetti. La principale pecca dei sistemi attualmente in commercio è che essi non sfruttano appieno le potenzialità del mezzo che hanno a disposizione utilizzandolo come mero veicolo di informazione e non come strumento capace di elaborare tale informazione in maniera intelligente e personalizzata [2].

In seguito verrano descritti le due principali iniziative da parte dell'Università di Trento che riflettano localmente i problemi appena menzionati:

Il *"Progetto Corsi On-line"* [3] è iniziato nel 2001 con un finanziamento iniziale di 16 milioni di lire (8.000,00 €) finanziato dal Rettorato. Il progetto Corsi On-line consiste in un sistema per la gestione cooperativa della comunicazione elettronica durante la didattica di corsi universitari e ha come obiettivo quello di permettere all'Università di Trento di utilizzare forme di comunicazione elettronica durante la sua didattica. Nell'anno accademico 2004/2005 sono state incluse nuove funzionalità al progetto Corsi On-line. Viene cosi creato la nuova piattaforma "Comunità On-line"[4] come una estensione del progetto Corsi On-line [5].

Il *"Progetto d'Ateneo Didattica On-line"* [6]dell'Università di Trento è stato avviato nel gennaio del 2001. Tale progetto ha come scopo quello di sviluppare e offrire a docenti e studenti di tutte le facoltà servizi innovativi che implicano l'utilizzo delle ICT a supporto della formazione di tipo tradizionale. È stato progettato e realizzato un portale per la didattica e la formazione permanente ed è stata sviluppata

[2] Capuano N., Gaeta M., Micarelli A. IWT: Una Piattaforma Innovativa per la Didattica Intelligente su Web. Università degli Studi di Salerno e Università degli Studi ROMA TRE.
http://www.crmpa.it/intraserv/documents/AIxIA_2003.pdf
[3] Corsi Online. http://corsionline.cs.unitn.it/economia/
[4] Comunità Online. http://comunitaonline.form.unitn.it/versione_test/index.htm
[5] Università Degli Studi di Trento. Dipartamento di Informatica e Studi Aziendali. Rendiconto Scientifico Anno 2000-2001. http://www.cs.unitn.it/Research/rendicontoFinale.pdf
[6] Ditattica Online. http://didatticaonline.unitn.it

la tecnologia ad esso connessa: piattaforma tecnologica, Tools per la comunicazione in rete, Tools multimediali e per lo streaming audio e video. [7].

Insieme al problema del non sfruttamento delle potenzialità tecnologiche si può includere la mancanza di trovare le informazioni corrette e pertinente nell'oceano di documenti.

Lo scopo di questo articolo sarà di mostrare come è possibile superare questi limiti attraverso l'utilizzo di una soluzione ontologica. Tale soluzione faciliterà sia il ricupero dell'informazione (information retrieval) che l'interazione e gestione delle risorse contenute nelle due piattaforme (Corsi On-line e Didattica On-line). Tale interazione potrà essere conseguita tramite lo scambio e l'utilizzo delle informazioni scambiate (interoperabilità tra i sistemi Corsi On-line e Didattica On-line).

2. LEARNING OBJECT, METADATA, ONTOLOGIA

L'esigenza di rendere riutilizzabile, accessibile ed interoperabile la conoscenza codificata nei diversi sistemi di e-learning, ha portato a riconsiderare le modalità con le quali i contenuti per l'apprendimento vengono creati su sistemi software proprietari, inutilizzabili cioè in altri contesti. In un futuro prossimo lo studente o il docente potrebbero ad esempio muoversi liberamente e selezionare risorse educative all'interno di più sistemi differenti. In una prospettiva di questo tipo, lo scambio, l'integrazione e la costruzione collaborativa di conoscenza si potranno attuare creando degli ampi "repository di conoscenze" a cui si potrà accedere in modo rapido ed intuitivo attraverso software adeguati. Esistono già dei software come Edutella [8], in grado di gestire servizi peer-to-peer per lo scambio di risorse educative on-line. Per raggiungere questi obbiettivi è stato necessario ripensare ai modelli utilizzati per la rappresentazione della conoscenza (vede figura 1) e di descrizione dei contenuti, il che ha portato alla definizione di oggetto di apprendimento o "learning object" (LO). Essi sembrano appunto offrire una soluzione a questi problemi sia dal punto di vista degli utenti che degli sviluppatori: per gli utenti in quanto possono offrire una modalità adattiva per la creazione di courseware "su misura" in base ai bisogni e agli stili di apprendimento propri di ciascuno; per gli autori in quanto soddisfano le esigenze di condivisione e riutilizzo delle risorse, facilità di aggiornamento, risparmio di tempo e di costi [9]. Un learning Object può essere definito come un modulo composto da una piccola unità di apprendimento su di un argomento specifico completa di materiale didattico e di una parte dedicata alla valutazione dell'apprendimento, completa di esercizi e di soluzioni. Il modulo così creato può poi essere usato in molti courseware diversi. In questa prospettiva i LO sono intesi come elementi modulari da utilizzare liberamente prelevandoli da appositi "Learning Object Repositories". Esistono già molti "repository" su web dove è possibile recuperare learning objects, come ad es. il sito MERLOT [10]. Attraverso un'interfaccia di ricerca il sistema propone i LO che soddisfano gli specifici requisiti inseriti dagli utenti.

Questo problema del recupero efficiente degli oggetti di apprendimento (LO) è un molto sentito perché è vicino al problema della ricerca di documenti attraverso i motori e gli indici di Rete. Cercare informazioni in Internet comporta un altissimo tasso di "rumore", cioè di documenti non pertinenti. Per questo motivo, fin da subito, si è stabilito che i LO dovessero essere dotati di un sistema di classificazione il più possibile completo ed efficiente: i metadati, o meglio i LOM (Learning Objects Metadata) [11]. A differenza di una scheda bibliografica, i LOM devono riuscire a comunicare oltre che i riferimenti essenziali, anche tutta una serie di informazioni utili per le potenziali applicazioni educative dell'oggetto di apprendimento in questione. Un aspetto interessante è che i LOM sono scritti

[7] Patrizia Ghislandi. Progetto "Didattica on line", Università di Trento. Rovereto, 14 aprile 2004. http://www.campusone.it/ICT/default.asp
[8] Edutella: RDF-based Metadata Infrastructure for P2P Applications. http://edutella.jxta.org/
[9] Corrado Petrucco. Le prospettive didattiche del Semantic Web. IUAV Università degli Studi CIRCE e Università di Padova.
http://cidoc.iuav.it/~conrad/pubblicazioni/Le%20prospettive%20didattiche%20del%20Semantic%20Web.pdf
[10] MERLOT: Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. http://www.merlot.org
[11] IEEE LTSC P1484.12.1 Learning Object Metadata (LOM) specification, version 1.0.
http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_WD6_4.pdf

in *XML*, e a loro volta, anche i Learning Object stessi possono essere "scritti" in questo linguaggio con notevoli vantaggi in termini di flessibilità nella gestione del contenuto.

Ma la descrizione a marcatori dell'XML non è sufficiente a convogliare una semantica che esprima relazioni fra concetti. Con esso è possibile formalizzare la conoscenza attraverso espressioni del tipo "soggetto-predicato-oggetto" i cui termini e restrizioni operative sono definite in apposite strutture chiamate RDF-Schema [12]. In sostanza mentre l'XML aiuta a dichiarare una struttura di conoscenza, l'RDF aggiunge ad essa l'aspetto relazionale. Con *RDF* [13], ogni oggetto descritto è una risorsa identificata in modo univoco su Web, attraverso la sua URL o URI cioè degli indirizzi in grado di localizzare esattamente e senza ambiguità una ed una sola risorsa.

L'RDF, pur essendo un linguaggio potente per la rappresentazione della conoscenza, non ha di per sé, alcun modo di operare inferenze o deduzioni. Bisogna rifarsi ad un ulteriore livello che riesca ad associare i concetti a regole logiche d'uso attraverso software specifici: questo rappresentato dalle ontologie. Esse sono considerate l'ultimo scalino verso il web semantico. Esse suppongono un estratto al di sopra di RDF e RDF-Schema. L'ontologia è una descrizione formale dei concetti e delle relazioni fra concetti [14]. L'uso di ontologia permette di stabilire corrisponde e relazioni tra differenti domini di entità di informazione. Le ontologie hanno un ruolo fondamentale nella risoluzione di *interoperabilità semantica tra sistemi e-learning*.

Lo standard IEEE Learning Object Metadata RDF binding [15] fornisce una rappresentazione dello IEE LTSC p1484.12.1 Learing Object Metadata versione 1.0 (LOM) in RDF. La proposta di questo standard è quella di fornire un legame tra LOM con RDF per concedere lo scambio di istanze di Learning Object Metadati (LOM) tra sistemi che implementano il modello di dati 1484.12.1. Questo legame è definito come un set di costruttori RDF che facilitano l'inserimento metadati di contenuto formativo dentro del Web semantico. La figura 1 mostra quelli che sarebbero i livelli previsti in questo modello della conoscenza proposto dall'autore, adattato dal Modello della Conoscenza di IWT [16].

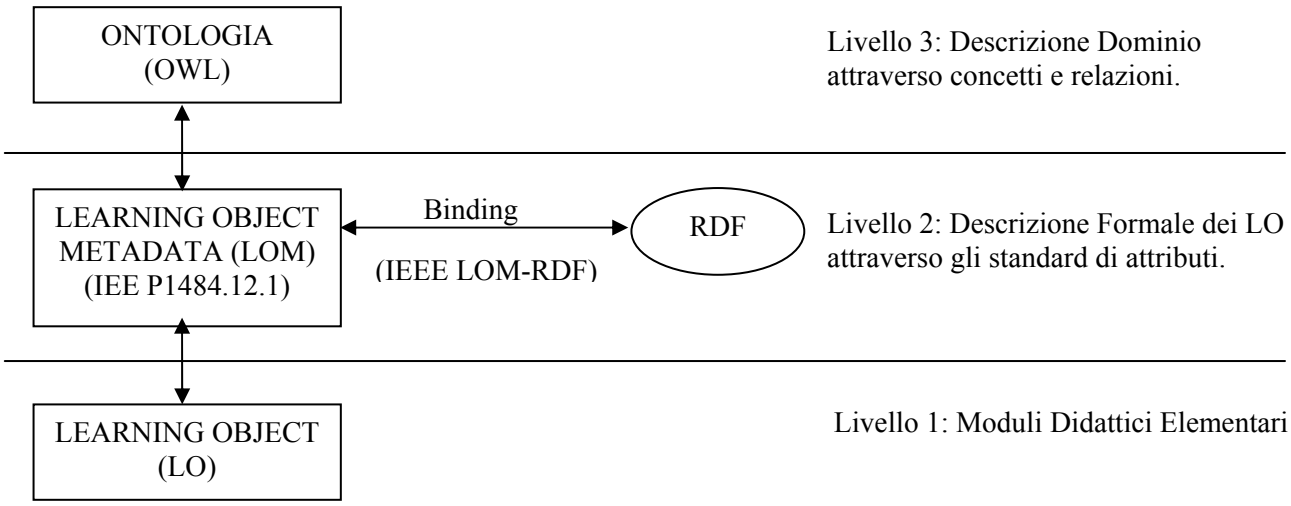

Figura 1: I tre livelli del Modello della Conoscenza.

[12] RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema (Working Draft). http://www.w3.org/TR/rdf-schema/
[13] Resource Description Framework (RDF) Specification. http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222
[14] Gruber Tom. What is an Ontology? Stanford University.
[15] IEEE Learning Object Metadata RDF binding. http://kmr.nada.kth.se/el/ims/md-lomrdf.html#LOM
[16] Capuano N., Gaeta M., Micarelli A. IWT: Una Piattaforma Innovativa per la Didattica Intelligente su Web. Università degli Studi di Salerno e Università degli Studi ROMA TRE.
http://www.crmpa.it/intraserv/documents/AIxIA_2003.pdf

Como si può vedere dalla figura 1, il livello 3 di descrizione di dominio, vale a dire il livello ontologico permette una rappresentazione formale di un concetto oltre alla rappresentazione semantica e sintatica dello stesso. Si considera che la concessione di Web Semantico permetterà un nuovo livello di servizi nei sistemi e-learning. Le ontologie permettono l'interoperabilità semantica.

L'interoperabilità è definita dalla IEEE [17] come "l'abilità di due o più sistemi o componenti di scambiare l'informazione che di utilizzare l'informazione che è già stata scambiata". Nei sistemi e-learning, l'interoperabilità permette lo scambio e la riutilizzazione delle risorse educative (tutorial, documenti, lucidi) che sono stati sviluppati nelle piattaforme educative eterogenee. Esso permette:

- Aumentare la qualità e varietà delle risorse educative nel mercato
- Preservare il capitale invertito in tecnologia e sviluppo di risorse educative, giacché una risorsa educativa potrà essere scambiata o utilizzata senza la necessità di realizzare modificazioni costose.
- Garantire che gli utenti con differenti piattaforme hardware e software possano accedere alle risorse educative di diverse fonti con perdite minime di contenuto e funzionalità.

Per riuscire ad avere una completa interoprablità nei sistemi e-Learning è necessario:

- Definire una sintassi e semantica comune per la descrizione di risorse educative (standard e tecnologie di Web Semantico)
- Stabilire un sistema di comunicazione, mediazione e scambio delle risorse educative. [18]

Per facilitare l'utilizzo di un linguaggio comune sono stati creati degli standard che permettono l'integrazione e l'interoperabilità tra diversi sistemi e tecnologie con poca perdite sia di contenuto sia di funzionalità. La standardizzazione delle tecnologie applicate alla formazione rende possibile la riutilizzazione delle risorse educative e l'interoperabilità tra sistemi software eterogenee [19].

Secondo Hodgins [20], gli standard nell'e-learning permettono l'accessibilità, l'interoperabilità, l'adattabilità, la riusabilità, la durabilità e la produttività. L'accessibilità proporziona l'accesso al contenuto da qualsiasi posto attraverso l'uso di un browser Internet; rispetto l'interoperabilità lo stesso contenuto dovrebbe essere indipendente dal Tool o piattaforma; L'adattabilità è la possibilità d'adattazione o personalizzazione dell'ambiente di formazione; Mentre la riusabilità si riferisce alla facilità di disegnare contenuti che possono essere utilizzati più di una volta in differenti corsi. La durabilità è la capacità di utilizzare il contenuto formativo senza aver bisogno di cambiamento della tecnologia di base nella quale esso è stato elaborato. Se i fornitori di tecnologia e-learning sviluppano i suoi prodotti seguendo standard comunemente accettati, le effettività di e-learning si incrementa riducendo tempo e costo. Questo comporta una significante produttività.

Le più importanti organizzazioni e gruppi che lavorano nel campo delle specificazioni e degli standard in e-learning sono: Aviation Industry CBT Commitee (AICC), IEEE Learning Tecnologies Standards Comité, IMS Global Consortium, Advanced Distributed Learning (ADL), Alliance of Remote Instructional and Distribution Networks for Europe (ARIADNE) [21].

3. SOLUZIONE PROPOSTA

[17] IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, New York: IEEE,1990

[18] Aguirre S.,Quemada J.,Salvachua j.,"Mediadores e Interoperabilidad en Elearning". Departamento de Ingenieria de Sistemas Telematicos. Universidad Politecnica de Madrid.
http://jungla.dit.upm.es/~saguirre/publications/virtualEduca2004.pdf

[19] Anido L. E., Fernandez M. J., Caeiro M. Santos, JM Rodriges, J. S. Llamas M. (2002). "Educational Metadata and Brokerage for learning resources.". Computers & Education 38: 351-374.

[20] Hodgins W. (2001). IEEE LTSC Learning Tecnology Standards Committee P1484. ADLNET, USA

[21] Aguirre S.,Quemada J.,Salvachua j.,"Mediadores e Interoperabilidad en Elearning". Departamento de Ingenieria de Sistemas Telematicos. Universidad Politecnica de Madrid.
http://jungla.dit.upm.es/~saguirre/publications/virtualEduca2004.pdf

Nonostante le iniziative avviate dall'Università di Trento nel campo dell'e-learning si può notare una certa indipendenze ed allo stesso tempo rivalità tra le facoltà responsabili dei progetti avviati, giacché sono stati gestiti da Facoltà diverse con pensiero autonomo. Se invece di avviare progetti isolati e non interconnessi si avesse investito in una piattaforma unica almeno il problema dell'interoperabilità tra piattaforme diverse si sarebbe risolto. Dall'altra parte si deve tener conto che l'aspetto dell'anarchia può trarre anche buoni frutti, tali come creatività ed innovazione. Si induce inoltre il riconoscimento da parte del rettorato dei vantaggi che l'e-learning può trarre all'Università di Trento. Una prova di questo è l'avviamento di diversi progetti in questo campo di ricerca già dalle sue origine nel 1999. Si noto inoltre che l'Università di Trento ha avuto finora come obiettivo di tali iniziative quello di diffondere ed stimolare l'uso di questa tecnologia sia da parte del corpo docente che da parte dei discenti. Senza voler entrare negli accerti ed errori delle scelte politico-strategiche dell'Università di Trento rispetto le iniziative dell'e-learning, verrà quindi proposta una soluzione ontologica al problema dell'eterogeneità delle piattaforme "Corsi On-line", Didattica On-line e "Comunità On-line" siccome al problema dell'Information Retrieval ad esse connesso.

Per la scelta della soluzione ontologica verrà proposto un prototipo iniziale di una ontologia per la Comunità On-line ad una fase iniziale di prova. L'obiettivo futuro è quello di poter espanderla fino ad interoperare tutte le piattaforme e-learning esistenti nell'Università di Trento. In una seconda fase si potrebbe creare un'ontologia unica a tutte le piattaforme avendo come obiettivo l'interoperabilità delle piattaforme locali con altre piattaforme ad un livello più ampio.

Seguendo il modello della conoscenza proposto dall'autore (vede figura 1) e partendo dalla premessa che si è già stato sviluppato il livello 1: *Moduli Didattici Elementari* (i Learning Object) ed il Livello *2: Descrizione Formale dei LO attraverso gli standard di attributi* verrà in seguito modellata quello che sarebbe il livello ontologico, vale a dire Livello 3: *Descrizione Dominio attraverso concetti e relazioni*.

3.1 Modellazione dell'ontologia

Non esiste finora nessuna metodologia standard per la modellazione di ontologie. Natalya F. Noy e Deborah L. McGuinness [[22]] hanno proposto alcuni passi importanti per la costruzione di una ontologia:

1. Determinare l'ambito dell'ontologia.
2. Considerare la possibilità di riusare l'ontologia esistente
3. Enumerare i termini importanti nell'ontologia
4. Definire le classi e le gerarchie di classi
5. Definire le proprietà delle classi
6. Definire gli aspetti di ogni slot
7. Creare le istanze

In questo lavoro si è cercato di seguire la linea guida sopra menzionata per facilitare la creazione dell'ontologia. Si è partito da una definizione dell'ambito dell'ontologia tenendo conto l'aspetto importante della riusabilità ma purtroppo non ci è trovata nessuna ontologia in rete che rispecchiasse lo specifico dominio. Poi si è passato all'enumerazione dei concetti più importanti dell'ontologia. In seguito si sono definite le classi e le gerarchie di classi. Inoltre, per ogni classi sono state definite le proprietà e le relazioni tra di esse. Alla fine, sono state create le istanze delle classi che servono poi alla fase di test dell'ontologia.

Lo strumento usato in questo lavoro è stato Protegé nella sua ultima versione 3.0. Protègè è un Tool per l'edizione di ontologie e l'acquisizione di conoscenza, è di tipo Open Source sviluppato in linguaggio Java.

[22] Noy N. e McGuiness D.. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your Fist Ontology. Stanford University. Stanford, CA, 94305

L'obbiettivo dell'ontologia è quello di agevolare il ricupero di informazioni siccome favorire l'interoperabilità tra i sistemi e-learning presenti nell'Università di Trento. Come già detto, il dominio scelto è quello della piattaforma e-learning, più specificamente "Comunità On-line".

La raccolta dei concetti è stata realizzata tramite ricerca su Internet, colloquio con il responsabile del Corso Online/Comunità On-line, una minuzioso analisi della piattaforma e-Learning e la lettura di tesi collegate al dominio. Tutto ciò, ha portato l'acquisizione della conoscenza di dominio permettendo cosi l'enumerazione dei concetti più importanti trattati. I concetti individuati sono in seguenti: argomento, corso, dipartimento, facoltà, materiale, professore, studente, università e lezione.

Avendo identificato i concetti, seguendo la guida linea si è passato alla fase successiva di "definizione delle classi e gerarchie di classi". In seguito verrano descritti ogni concetto:

- *Concetto di Argomento*: si intende per argomenti, il tema collegato al materiale delle lezioni. Ad esempio argomento di tipo economico, informatico, aziendale, ecc.
- *Concetto di Corso*: per coso si intende l'insegnamento di un area specifica con lo scopo di fare conoscere un preciso campo di ricerca.
- *Concetto di Dipartimento*: per dipartimento si intende quel luogo a cui appartengo determinate persone che hanno una competenza in comune.
- *Concetto di Facoltà*: luogo in cui vengono offerti corsi formativi.
- *Concetto di Materiale*: è un documento usato nelle lezione dai professori, e sono lasciati a disposizione degli studenti. Può essere suddiviso in appunti (che sono fatti dai professori e studenti), bibliografia (che possono essere libro o un link), eserciziari, lucidi, report (può essere un paper o una tesina)
- *Concetto di Professore*: persona competente in uno o vari ambiti di ricerca che possiede metodologia di insegnamento e specializzazione. Esse può essere del tipo associato e ordinario.
- *Concetto di Studente*: persona iscritta nella facoltà che è in periodo di formazione.
- *Concetto di Università*: corrisponde all'insieme di facoltà dove sono svolto lavoro di formazione e ricerca.
- *Concetto di Lezione*: insegnamento che il docente impartisce a uno o più allievi senza interruzione in un arco determinato di tempo. Il corso è suddiviso in lezioni.

Una volta definiti i concetti delle classi il passo successivo è quello di costruire le loro gerarchie. Si è partito dal concetto più generale del dominio andando verso la specializzazione delle classi (metodologia top-down). La figura 2 mostra chiaramente la gerarchia sviluppate per il dominio in questione.

Figura 2: Le classi e le loro gerarchie.

Le proprietà definite nell'ontologia sono di tipo oggetto (proprietà che lega una classe all'altra) e di tipo data type (proprietà che lega una classe con un tipo di dato primitivo).

Proprietà della classe Corso:

- *Nome_Corso*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'oggetto della classe Corso con un tipo di dato primitivo (string).
- *Appartiene*: Proprietà di tipo oggetto che mette in relazione la classe Corso con un'istanza della classe Facoltà. Questa classe è di tipo transitivo e di tipo funzionale giacché il corso può appartenere ad una sola facoltà.
- *Composto*: Proprietà di tipo oggetto che mette in relazione la classe corso con la classe Lezione. Questa classe non è di tipo funzionale giacché il corso può essere composto da varie lezioni.
- *Ha_Iscritti*: Proprietà di tipo oggetto che mette in relazione la classe Corso con un'istanza della classe Studente. Questa classe non è di tipo funzionale giacché il corso può avere vari iscritti.
- *Insegnato_da*: Proprietà di tipo oggetto che metter in relazione la classe Corso con un'istanza della classe Professore. Questa classe è di tipo funzionale giacché il corso può essere insegnato da un solo professore e non è inversamente funzionale perché un professore può insegnare più corsi.

Proprietà della Classe Dipartimento:

- *Appartiene*: Proprietà di tipo oggetto che mette in relazione la classe Dipartimento con un'istanza della classe Facoltà. Questa classe è di tipo transitivo e di tipo funzionale giacché un Dipartimento può appartenere ad una sola facoltà.

Proprietà della Classe Facoltà:

- *Appartiene*: Proprietà di tipo oggetto che mette in relazione la classe Facoltà con un'istanza della classe Università. Questa classe è di tipo transitivo e di tipo funzionale giacché una Facoltà può appartenere ad una sola Università.

- *Indirizzo*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'oggetto (istanza) della classe Facoltà con un tipo di dato primitivo (string).

Proprietà della Classe Materiale:

- *Autore*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'oggetto della classe Materiale con un tipo di dato primitivo (string).
- *Ha_Argomento*: Proprietà di tipo oggetto che mette in relazione la classe Materiale con un'istanza della classe Argomento. Questa classe è di tipo funzionale giacché un Materiale può appartenere soltanto ad un certo tipo di argomento.
- *Titolo_Materiale:* Proprietà del tipo data type che relaziona un'oggetto della classe Materiale con un tipo di dato primitivo (string). Questa classe è di tipo funzionale giacché un Materiale può avere soltanto un titolo.

Proprietà della Sottoclasse Libro:

La sottoclasse Libro (e tutti i figli della classe Materiale) eredita tutte le proprietà delle classe superiore a questa, vale a dire, la sottoclasse libro avrà le seguenti proprietà ereditate:

- *Autore*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'oggetto della classe Materiale con un tipo di dato primitivo (string).
- *Ha_Argomento*: Proprietà di tipo oggetto che mette in relazione la classe Materiale con un'istanza della classe Argomento. Questa classe è di tipo funzionale giacché un Materiale può appartenere soltanto ad un certo tipo di argomento.
- *Titolo_Materiale:* Proprietà del tipo data type che relaziona un'oggetto della classe Materiale con un tipo di dato primitivo (string). Questa classe è di tipo funzionale giacché un Materiale può avere soltanto un titolo.

La sottoclasse "libro" avrà inoltre la seguenti proprietà che è applicata soltanto a sé stesso:

- *Casa_editrice*: Proprietà di tipo data type che relazione un'oggetto (istanza) della classe libro con un tipo di dato primitivo (string).

Proprietà della Classe Professore:

- *Appartiene*: Proprietà di tipo oggetto che mette in relazione la classe Professore con un'istanza della classe Dipartimento. Questa classe è di tipo transitivo e di tipo funzionale giacché un Professore può appartenere ad un solo Dipartimento.
- *Email_Professore*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'oggetto della classe Professore con un tipo di dato primitivo (string).
- *Home_Page*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'oggetto della classe Professore con un tipo di dato primitivo (string).
- *Matricola_Professore*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'istanza della classe Professore con un tipo di dato primitivo (integer). Questa classe è di tipo funzionale giacché un professore può avere solo una matricola e di tipo inversamente funzionale per la semplice ragione di che una matricola può essere assegnata solamente ad un professore.
- *Nome_Professore*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'istanza della classe Professore con un tipo di dato primitivo (string).
- *Telefono_Ufficio*: Proprietà ereditata dalla proprietà Telefono. È del tipo data type che relaziona un'oggetto della classe Professore con un tipo di dato primitivo (integer).
- *Telefono_Particolare*: Proprietà ereditata dalla proprietà Telefono. È del tipo data type e relaziona un'istanza della classe Professore con un tipo di dato primitivo (integer).

Proprietà della Classe Studente:

- *Email_Studente***:** Proprietà di tipo data type che relaziona un'istanza della classe Studente con un tipo di dato primitivo (string).

- *Matricola_Studente***:** Proprietà di tipo data type che mette in relazione un'istanza della classe Studente con un tipo di dato primitivo (integer). Questa classe è di tipo funzionale giacché uno Studente può avere solo una matricola e di tipo inversamente funzionale per la semplice ragione di che una matricola può essere assegnata solo ad uno Studente.
- *Nome_Studente*: Proprietà di tipo data type che mette in relazione un'istanza della classe Studente con un tipo di dato primitivo (string).
- *Telefono_Particolare*: proprietà ereditata dalla proprietà Telefono. È del tipo data type che relazione un oggetto della classe Studente ad un tipo di dato primitivo (integer).

Proprietà della Classe Università:

- *Nome_Università*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'istanza della classe università con un tipo di dato primitivo (string). Questa classe è di tipo funzionale giacché una Università può avere solo un nome.

Proprietà della Classe Lezione:

- *Data*: Proprietà di tipo data type che relaziona un oggetto della classe Lezione con un tipo di dato primitivo (integer). Questa classe è di tipo funzionale giacché una Lezione può avere solo una data.
- *Hanno_Associato*: Proprietà di tipo oggetto che relaziona la classe Lezione con una istanza della classe Materiale. Questa classe non è di tipo funzionale giacché una Lezione può avere associato più di un Materiale.
- *Note*: Proprietà di tipo data type che relaziona un oggetto della classe Lezione con un tipo di dato primitivo (string).
- *Orario*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'istanza della classe Lezione con un tipo di dato primitivo (integer). Questa classe è di tipo funzionale giacché una Lezione può avere solo un orario.
- *Programma*: Proprietà di tipo data type che relaziona un'istanza della classe Lezione con un tipo di dato primitivo (string).
- *Titolo_Lezione*: proprietà del tipo data type che mette in relazione un'istanza della classe Lezione con un tipo di dato primitivo (string). Questa classe è di tipo funzionale giacché una Lezione può avere solo un titolo.

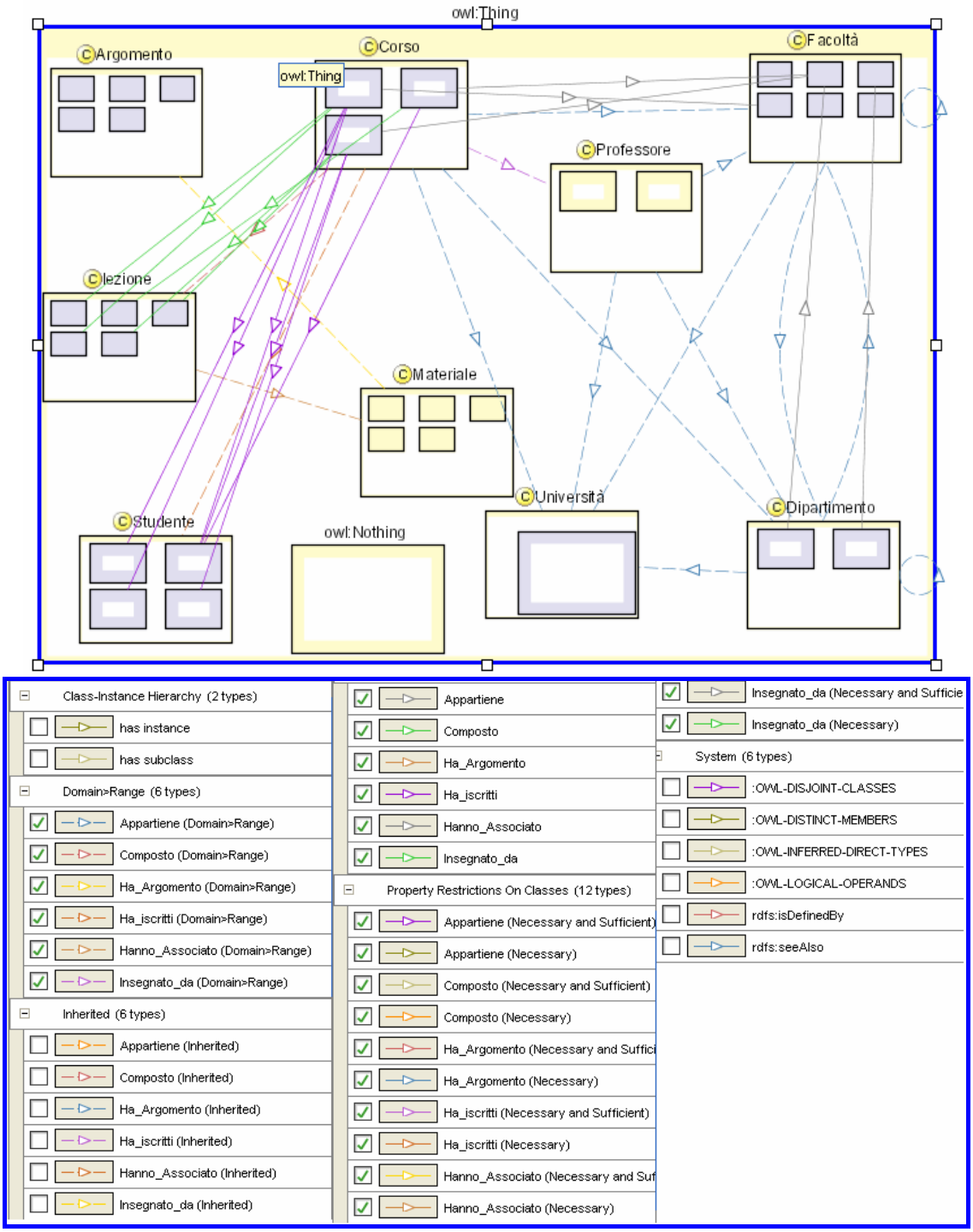

Figura 3: Visualizzazione in delle classi e le sue relazioni dal Protegé.

Per la creazione delle istanze si sono creati gli oggetti per ogni classe con la finalità di realizzare una valutazione e test dell'ontologia. Gli oggetti creati sono i seguenti:

Per la classe argomento:

- Aziendale
- Economico
- Giuridico
- Informatico
- Matematico

Per la classe corso:

- Modelli di rappresentazione della conoscenza

- Matematica
- Project Management

Per la classe Dipartimento:

- DISA
- DSG

Per la classe Facoltà:

- Arte
- Economia
- Giurisprudenza
- Ingegneria
- Lettere
- Sociologia

Per la classe Materiale:

Appunti:

Appunti Professore:

- Appunti Fedrizzi
- Appunti Bouquet

Appunti Studente.

- Appunti Cristina

Bibliografia:

Libro:

- Libro Semantic Web

Link:

- HTML
- XML

Eserciziari:

- Esercizio Integrale
- Esercizio Pert

Lucidi:

- Lucidi Lez1 Modelli
- Lucidi Lez1 Project

Report:

Paper:

- Ontologia

Per la classe Professore:

Professore Associato:

- Bouquet
- Gaio

Professore Ordinario:

- Camussone
- Fedrizzi

Per la clase Studente:

- Cristina
- Carolina
- Tatiana
- Luisa

Per la classe Università:

- Università degli Studi di Trento

Per la classe Lezione:

- Lezione1 Matematica
- Lezione2 Matematica
- Lezione1 Modelli
- Lezione1 Project
- Lezione2 Project

Una volta creata la Knowledge base attraverso il tool di query è possibile interrogarla in modi più svariati. Le domande all'ontologia sono state fatte con lo strumento Queries Tab del Portégé. Date una o più classi è possibile realizzare la ricerca di uno o più attributi appartenenti ad esse secondo determinati i seguenti criteri prescelti:

- Ricerca di determinanti materiali che abbiano contenuto del tipo informatico.
- Ricerca di un materiale fatto dal professore Bouquet.
- Ricerca di un corso che sia insegnato da un professore in particolare.
- Ricerca di un professore che appartenga al dipartimento DISA.
- Ricerca delle Facoltà che appartengano alla Università degli Studi di Trento.
- Ricerca di un corso che appartenga alla Facoltà di Economia.

4. CONCLUSIONI

L'e-learning è un percorso di formazione e di apprendimento, caratterizzato da una modalità di rapporto con la conoscenza che richiede all'utente un'interazione diretta e costante: la costruzione della conoscenza è facilitata se gli studenti possono mettere in pratica tutte le loro capacità di ricerca, selezione, interpretazione e giudizio sulle informazioni provenienti dall'ambiente.

Il processo dell'apprendimento degli studenti è facilitato se essi sono direttamente coinvolti nella costruzione della conoscenza, invece che riceverla passivamente: al centro del processo formativo non è più il docente, l'istruttore, bensì lo studente, l'allievo, reso partecipante attivo e protagonista del proprio processo di apprendimento continuo. Purtroppo le nostre Università vedono l'e-learning ancora un qualcosa di strutturalmente inferiore alla didattica in presenza, considerata il riferimento ottimale. La formazione basata sulla modalità e-learning non può più essere considerata come una realtà educativa secondaria rispetto alla formazione in presenza tradizionale: l'e-learning risulta essere una modalità ideale per portare avanti le cosiddette forme di open learning, in cui lo studente è individualizzato nei tempi, nei modi e nei luoghi, e in cui sono previsti i contratti formativi.

In questo elaborato si riflette sul come l'uso dell'ontologia potrà trarre dei notevoli vantaggi alle piattaforme di sistemi e-learning dell'Università di Trento: creando un'ontologia unica si potrà fare interoperare i sistemi e-learning attualmente in funzionamento siccome si potrà favorire il ricupero di informazioni ad essi connessi (Information Retrieval). Come sviluppi futuri si potrà inoltre pensare nella possibilità di offrire corsi di laurea interamente on-line siccome la possibilità di integrare tali piattaforme con il mondo esterno favorendo sia l'apprendimento che lo sviluppo della basi di conoscenza.

Per questo lavoro si è partito dall'introduzione di alcune definizioni e modalità di apprendimento a distanza attualmente usate, facendo riflettere quello che sarebbe lo stato dell'arte in questo ambito di ricerca. In seguito sono state presentate alcune iniziative di progetto di e-learning da parte dell'Università di Trento. Si è mostrato l'importanza dei learning object, metadata e standard di e-learning siccome alcuni lavori in questo ambito di ricerca. Si è proposto in seguito un modello della Conoscenza basato su livelli per lo sviluppo dell'e-learning. Infine viene proposta una soluzione ontologica per il problema delle piattaforme di e-learning dell'Università di Trento in cui viene mostrata la modellazione di un'ontologia basata sulla piattaforma Corsi On-line del DISA seguendo la linea guida proposta da Natalya F. Noy e Debora L. McGuiness e sviluppata tramite Protegé: un Tool per l'edizione di ontologie e l'acquisizione di conoscenza. Dopo aver modellato le ontologia l'autore ha creato le istanze (oggetti) delle classi dell'ontologia per testare sia la validità ed integrità tassonomica dei concetti creati.

BIBLIOGRAFIA

[1] Aguirre S.,Quemada J.,Salvachua j.,"*Mediadores e Interoperabilidad en Elearning"*. Departamento de Ingenieria de Sistemas Telematicos. Universidad Politecnica de Madrid. http://jungla.dit.upm.es/~saguirre/publications/virtualEduca2004.pdf

[2] Cui Guangzuo. *OntoEdu: Ontology-based Education Grid System for e-Learning*. Modern Education Technology Center at Peking University. http://www.metc.pku.edu.cn/melab/publications/mepaper13.pdf

[3] Domenico Capano. *"Open and Distance Learning via web: un esperimento su corsi di Fondamenti di Informatica"*. l'Università degli Studi di Roma, "La Sapienza", dicembre 2003 (relatore prof. Marco Temperini)

[4] Franco Meloni. *E-Learning nella P.A. Per migliorare la formazione dei dipendenti Supplemento telematico del periodico Coinfo News*, Anno IV - numero 7 - luglio 2003. http://www.coinfonews.it/

[5] IEEE Standard Computer Dictionary: *A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*, New York: IEEE,1990

[6] Massimo Carfagna. *Innovazione Tecnologica e Didattica Universitaria. L'esperienza CampusOne*. Centro Studi CRUI.http://www.fondazionecrui.it/e-learning/data/allegati/links/1979/E-learning/CampusOne.pdf

[7] Patrizia Ghislandi. *Progetto "Didattica on line"*, Università di Trento. Rovereto, 14 aprile 2004. http://www.campusone.it/ICT/default.asp

[8] Tane J., Schmitz C., Stumme G., Staab S., Studer R. *The Courseware Watchdog: an Ontology-based tool for finding and organizing learning material*. Learning Lab Lower Saxony (L3S) and Institute for Applied Informatics and Formal Description Methods (AIFB),University of Karlsruhe. http://projekte.learninglab.uni-hannover.de/pub/bscw.cgi/d39858/Tane_et_al-Mobillernen2003.pdf

[9] Università Degli Studi di Trento. Dipartamento di Informatica e Studi Aziendali. *Rendiconto Scientifico Anno 2000-2001*. http://www.cs.unitn.it/Research/rendicontoFinale.pdf

[10] *Edutella: RDF-based Metadata Infrastructure for P2P Applications*. http://edutella.jxta.org/

[11] Corrado Petrucco. *Le prospettive didattiche del Semantic Web*. IUAV Università degli Studi CIRCE e Università di Padova. http://cidoc.iuav.it/~conrad/pubblicazioni/Le%20prospettive%20didattiche%20del%20Semantic%20Web.pdf

[12] *MERLOT: Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*. http://www.merlot.org

[13] Gruber Tom. *What is an Ontology? Stanford University*.

[14] IEEE LTSC P1484.12.1 *Learning Object Metadata (LOM) specification*, version 1.0. http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_WD6_4.pdf

[15] IEEE *Learning Object Metadata RDF binding*. http://kmr.nada.kth.se/el/ims/md-lomrdf.html#LOM

[16] RDF Vocabulary *Description Language 1.0: RDF Schema* (Working Draft) http://www.w3.org/TR/rdf-schema/

[17] *Resource Description Framework (RDF) Specification*. http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222

[18] *Ditattica Online*. http://didatticaonline.unitn.it

[19] *Corsi Online*. http://corsionline.cs.unitn.it/economia/

[20] *Comunità Online*. http://comunitaonline.form.unitn.it/versione_test/index.htm

[21] Capuano N., Gaeta M., Micarelli A. IWT: Una Piattaforma Innovativa per la Didattica Intelligente su Web. Università degli Studi di Salerno e Università degli Studi ROMA TRE. http://www.crmpa.it/intraserv/documents/AIxIA_2003.pdf

[22] Anido L. E., Fernandez M. J., Caeiro M. Santos, JM Rodriges, J. S. Llamas M. (2002). "Educational Metadata and Brokerage for learning resources.". Computers & Education 38: 351-374.

[23] Hodgins W. (2001). IEEE LTSC Learning Tecnology Standards Committee P1484. ADLNET, USA

[24] Noy N. e McGuiness D.. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your Fist Ontology. Stanford University. Stanford, CA, 94305