

DALLA CONOSCENZA ALLA PIATTAFORMA

UNA SPERIMENTAZIONE SULLA VALIDITÀ DI VINCOLI E FUNZIONI PER UN AMBIENTE DI APPRENDIMENTO A DISTANZA

Ivana Bianchi^{*}
Roberto Burro^{**}
Riccardo Fattorini^{***}
Ugo Savardi^{****}

Sommario

L'articolo presenta lo stato dell'arte del lavoro sulla formazione a distanza promosso da un gruppo di ricerca del Dipartimento di Psicologia e Antropologia culturale di Verona, in cinque anni di sperimentazione didattica sviluppata in corsi di laurea, scuola di specialità SSIS, master e dottorato di ricerca.

Il cuore del progetto è il problema dell'organizzazione, delle tassonomie e della distribuzione della conoscenza, e si contestualizza in un più vasto ambito di ricerche sperimentali e teoriche condivise da psicologi, informatici e filosofi, nelle aree delle scienze cognitive e ontologie formali.

In questo contesto è stato generato un progetto, ancora in corso, di sistemazione e catalogazione ragionata di materiali informatizzati in un database con funzioni di query e inserimento dati, che ha permesso lo sviluppo e la sperimentazione di un ambiente integrato per la formazione a distanza di materie psicologiche.

* Professore associato di Psicologia generale, Dipartimento di Scienze dell'educazione e della formazione, Università di Macerata.

** Dottore di ricerca in Psicologia e Psicofisica, Assegnista di ricerca presso il Centro Docimologico, Università di Verona.

*** Dottore di ricerca in Psicologia, Assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Psicologia e Antropologia culturale, Università di Verona.

**** Professore associato di Psicologia generale, Dipartimento di Psicologia e Antropologia culturale, Università di Verona.

Abstract

The paper presents the “state of art” of DLS work developed during 5 years of teaching experience for undergraduate, master’s degree, and PhD courses by a group of researchers at the University of Verona’s Department of Psychology and Cultural Anthropology.

The project core concerns knowledge organization, categorization, and distribution and is discussed within a broader theoretical and experimental framework shared by psychologists, computer scientists, and philosophers from the fields of cognitive science and formal ontology.

Within this context, we developed an on-going project, based on a database with query and data entry functions, for knowledge organization and data storage. The project made it possible to develop and test a *distance-learning*-integrated environment for psychology courses.

1. Introduzione

Negli ultimi anni la questione dei repertori dei documenti e degli oggetti disponibili in formato elettronico ha assunto sempre più importanza, facendo di conseguenza crescere la disponibilità on-line di banche dati, archivi, biblioteche. Questo ha implicato anche una sempre crescente disponibilità di materiali e strumenti per l’organizzazione e la distribuzione di conoscenze online. L’organizzazione di tutti questi materiali non segue dei criteri unificati. Il problema degli standard e del senso degli standard verrà discusso specificatamente in uno dei paragrafi che segue (§4), ma vale la pena di introdurre già qui la considerazione che oggi, da molti punti di vista, si sta affrontando il rapporto che esiste tra criteri di archiviazione e criteri di interrogazione (*query*) del sapere archiviato, con una sinergia sempre crescente tra ambienti informatici, filosofici, giuridici e della linguistica cognitiva.

La nostra proposta assume che un progetto di formazione a distanza non possa essere tale se non attraverso la *focalizzazione del problema dell’organizzazione e distribuzione della conoscenza* (in altri termini, un progetto che ha al cuore del sistema le questioni inerenti le conoscenze e la loro organizzazione) e affrontando nella progettazione dell’ambiente online, *solo parallelamente* la scelta o l’implementazione degli strumenti che, di volta in volta, si ritiene possano meglio contribuire ad una buona architettura didattica del sistema.

Nella prima parte di questo contributo accenneremo al contesto generale entro il quale si sta muovendo l'attività di ricerca di coloro che si pongono la questione dell'organizzazione della conoscenza online, disegnando un quadro di prospettive epistemologiche, logiche e anche – come riteniamo – psicologiche, che vanno al di là dei temi di dibattito e ricerca di solito affrontati dalla ricerca psico-educativa o psico-pedagogica sull'*e-learning* (§2). Entro questo quadro generale si contestualizza la ricerca e la rete di collaborazioni degli autori del presente contributo (cfr. §2 e §3).

Quindi considereremo validità e vincoli implicati nella standardizzazione dei repertori (§4) e un *overview* di alcune ricerche contemporanee nell'ambito delle scienze cognitive inerenti la didattica online (§5).

Nella parte conclusiva (§6) descriveremo un'esperienza di ambiente integrato per la formazione online che è il risultato della ricerca e sperimentazione didattica condotta nel quinquennio 2000-05 dagli autori (insieme ad un gruppo di collaboratori), in ambito accademico (SSIS, master, corsi universitari...). Nel sistema proposto, si assume la centralità dell'organizzazione della conoscenza (di qui l'impegno all'implementazione di un database, cfr. De Lotto, Savardi e Bianchi, in questo numero monografico) e un modello di ambiente integrato non vincolato alla rigidità delle piattaforme esistenti, che utilizza strumenti a larga diffusione e liberamente disponibili in rete.

2. La prospettiva generale

Il panorama di questioni che vengono sollevate quando si discute di formazione a distanza ha che vedere principalmente con l'architettura delle cosiddette piattaforme o con gli aspetti delle interfacce; si mettono cioè al primo posto più questioni di tipo ingegneristico che relative alle modalità e ai contenuti dell'organizzazione del sapere.

Il punto di vista dal quale ci siamo mossi in questi anni è stato invece quello di adattare le forme di "usabilità" in rete del sapere (pur di ovvia importanza) ad un progetto che ponesse come questione centrale, sulla quale investire risorse per la riflessione teorica e di ricerca, e poi anche ingegneristica, quella del modo in cui il sapere è organizzato (o dovrebbe essere organizzato) nel WWW.

Di fatto questa riflessione è trasversale a molto luoghi della ricerca di base e applicata che coinvolge insieme filosofi, linguisti e informatici, e che

va sotto diversi nomi: i più noti, quelli di *formal ontology* e *semantic web* (quest'ultimo con radici nella tradizione psicolinguistica che ha originato il progetto Word-Net di G. Miller: <http://www.wordnet.princeton.edu>; <http://wonderweb.semanticweb.org>).

Alla base di queste esperienze è condivisa la necessità che la conoscenza depositata nella rete debba essere *socializzata* attraverso incontri informali, *groupware*, *shared database*, *videoconferencing* e *videostreaming*. Da qui, l'esigenza di una modalità di gestione, detta anche *knowledge management* (insieme di tecnologie e metodologie per la gestione della conoscenza nelle organizzazioni), che tenta di risolvere il modo in cui concetti, termini e immagini possono essere compresi e condivisi da tutti. In generale il problema è quello di trasformare conoscenze implicite, di proprietà dei docenti, scienziati, ricercatori e tecnici, in conoscenze esplicite *attraverso la generazione di semantiche comunemente condivise*.

La questione del modo in cui si organizza il sapere è il problema dentro il quale si muovono *le ontologie contemporanee* supportate da modelli matematici e implementazioni informatiche (National Center for Ontological Research, <http://wings.buffalo.edu/faculty/research/NCOR>; European Center for Ontological Research, <http://ecor.uni-saarland.de>), ma è interessante che questa sia anche la questione con cui *di fatto si confronta la psicologia sperimentale*, in questo caso non necessariamente applicata al web, che si occupa di capire come l'uomo vede, come i concetti organizzano le esperienze, come la memoria le immagazzina, struttura, rielabora, come funzionano le reti semantiche, come si risolvono problemi... La possibilità di produrre eccellente ricerca attorno a come il sistema cognitivo funziona, o al modo in cui il mondo fenomenico naturalmente si organizza in forme di sapere, dovrebbe costituire – e in parte lo fa – la matrice dentro la quale si sta muovendo lo sforzo delle ontologie formali nella progettazione di repertori di sapere. Questo luogo di convergenza è anche il luogo entro il quale dovrebbe, a nostro giudizio, essere promossa gran parte della ricerca per la generazione di ambienti per la formazione a distanza.

3. Un po' di storia

Da alcuni anni a Verona è presente un gruppo di ricercatori che si muove nell'area della Fenomenologia Sperimentale della percezione (<http://ephp.dpac.univr.it>). Molte sono state le occasioni di incontro

promosse tra colleghi provenienti da aree diverse della ricerca di base che, attorno alla figura di Paolo Bozzi, hanno promosso serrati confronti su cosa la recente psicologia stesse e molti di questi incontri sono sconfinati in temi di ricerca di tradizione filosofica. Spesso ci si è imbattuti nella necessità di condividere letture di testi classici, non più disponibili nel mercato, o di lavori sperimentali ormai di difficile reperimento.

A fronte di queste difficoltà, si è generata l'esigenza di provare ad implementare un repertorio elettronico di testi classici e di "inedita e rara", rendendo nel contempo archiviabile e facilmente recuperabile anche la quantità di materiali, discussioni, registrazioni video e audio, oltre che testi, generati negli incontri (cfr. i tre cicli di Letture Veronesi).

Per questa necessità, il gruppo di ricerca ha promosso un progetto (finanziato dai fondi COFIN nel 2001) che ha permesso la realizzazione di un *database* (http://ephp.dpac.univr.it/ephp_db/base/index.jsp) aggiornabile a distanza da ogni utente autorizzato, che consente l'inserimento di qualsiasi formato di file (audio, video, testo...), che rende facilmente accessibile un archivio bibliografico di settore, oltre che la possibilità di implementare esperimenti di percezione e percorsi didattici on-line (una approfondita descrizione del database è presente nel contributo di De Lotto, Savardi e Bianchi, in questo stesso numero monografico). A partire da questo finanziamento è stato possibile archiviare una notevole mole di materiali, attualmente disponibili alla consultazione libera da parte di qualsiasi utente. Questi materiali sono indirizzabili attraverso un proprio URL e quindi recuperabili anche indipendentemente dall'accesso attraverso l'interfaccia del database.

Da questa esperienza di confronti, discussioni e lavoro di archiviazione, attraverso l'incontro tra la fenomenologia sperimentale di Paolo Bozzi e le ontologie contemporanee di Smith, Ferraris, Casati, Varzi, Guarino, si è generato un significativo contatto tra psicologia e filosofia, a forte affinità epistemologica, che ha permesso la generazione di un Centro Internazionale di Ontologia Teoria e Applicata (www.ctaorg.org); e Laboratory for Ontology, (www.labont.it) nel quale sono confluiti molte istituzioni di ricerca e dipartimenti italiani ed europei.

Dopo alcune prime esperienze di integrazione interdisciplinare su temi specifici (PRIN 2002), si è avviato un progetto per lo sviluppo di un "canone" nel quale prendesse forma il pensiero contemporaneo a cavallo tra ontologie e fenomenologia sperimentale, attraverso uno sforzo di archiviazione e sistematizzazione ragionata del sapere pregresso e di quello *in progress*. Il

progetto (finanziato dal PRIN 2004) prevede l'implementazione di un portale web che, funzionando da aggregatore di informazione in rete, faciliti il lavoro di ricerca, permettendo sia l'accesso al corpus di ontologie finale elaborato dalle diverse unità del progetto, sia l'interazione diretta degli utenti nelle varie fasi di sviluppo delle ontologie.

Da questo progetto, nato sul piano della ricerca di base e della ricerca applicata all'organizzazione del sapere nel web, ha tratto vantaggio anche la didattica universitaria

In questi anni, infatti, ci siamo trovati nell'occasione di poter proporre esperienze di formazione online per il raggruppamento disciplinare M/PSI-01, in modalità blended, in contesti diversi (corsi universitari, master, didattica nei dottorati di ricerca, scuole di specialità SSIS). Rimandiamo al paragrafo 6 la presentazione nel dettaglio degli obiettivi, strumenti, modalità e risultati in cui si è articolata la proposta. Qui anticipiamo che i problemi che ci siamo trovati ad affrontare (oltre agli aspetti legati all'alfabetizzazione degli studenti, spesso insofferenti a proposte di didattica mediante l'uso di strumenti informatici) sono stati quelli dell'interoperabilità tra le diverse tipologie di utenti e le diverse tipologie di *tools software* di volta in volta utilizzate per implementare forme di sperimentazione su specifici segmenti dell'apprendimento (strumenti per la rappresentazione della conoscenza attraverso mappe, strumenti per la condivisione di oggetti, strumenti per varie forme di scambio comunicativo, strumenti per deposito e archiviazione materiali, strumenti di *testing* del lavoro in comune) e, in generale, il problema del rapporto tra sistemi centralizzati universitari, protetti da *firewall* di Ateneo spesso compatibili solo con forme di *query* e non di inserimento. Un altro problema importante che abbiamo dovuto affrontare riguarda l'usabilità degli stessi *learning object* in ambienti multipli, differenti per la tipologia degli standard adottati (un esempio banale è quello dell'assenza di uno standard universalmente condiviso dei *font*).

Proprio rispetto a queste problematiche, ci sembra importante contribuire con due riflessioni specifiche: la prima, attorno alla necessità di subordinare i propri progetti di sperimentazione, nella formazione a distanza, al vincolo degli standard (SCORM) e di conseguenza al vincolo delle piattaforme commerciali disponibili; la seconda, attorno ad alcuni aspetti importanti emersi della ricerca sperimentale delle scienze cognitive contemporanee (su memoria, attenzione, discriminazione percettiva, processi di codifica) da tenere in considerazione nella progettazione di un ambiente di formazione a distanza.

4. Il vero e il falso problema degli standard

Riprodurre il processo di apprendimento e la rete di interazioni che lo caratterizza, anche se a distanza e con l'inevitabile mediazione della tecnologia, è l'idea chiave dei moderni sistemi di formazione in Rete i quali, se ben progettati, hanno l'obbligo di considerare che "imparare ed insegnare a distanza" non significa cambiare il modello del processo formativo, ma "semplicemente" riaggiustare il paradigma comunicativo. E' il modo di trasferire l'informazione a mutare, non l'informazione in sé. Alla luce di questo, si è fatto, e si fa, un gran parlare di tutti quei sistemi che consentono di trasformare la comune interazione diretta uomo-uomo nella interazione mediata uomo-macchina-uomo, spendendo, a ragione, tempo a discutere quale sia lo standard tecnico migliore a cui uniformarsi per condividere i contenuti informativi. Non va comunque dimenticato che le discussioni sulle capacità di lavoro delle piattaforme informatiche, sulla struttura degli oggetti che queste possono gestire, sul modo in cui far dialogare tecnologie differenti, *non dovrebbero spostare l'attenzione dal vero problema* della trasmissione del sapere. Dovrebbe cioè essere il problema *tipicamente psicologico* della struttura dei contenuti e del processo di apprendimento a guidare le applicazioni tecniche e non viceversa.

Tuttavia, è corretto sottolineare che l'approccio ad una nuova tecnologia può presentare una miriade di differenti modi in cui affrontare i problemi e che quindi si debbano compiere sforzi verso un processo di standardizzazione dei contenuti e del modo in cui questi vengono gestiti.

Possono essere individuati almeno due modi in cui affrontare il processo di standardizzazione: il primo centrato sulle specifiche, volto alla realizzazione di sistemi che dialoghino tra loro con la massima semplicità; il secondo centrato sull'utente con l'intento precipuo di creare strumenti che diano la possibilità al docente/discente di muoversi liberamente tra i vari fornitori di contenuti informativi, attingendo a questo o a quello senza dover di volta in volta modificare il proprio processo formativo, con la costrizione di modellarsi alle strutture che ciascuna piattaforma offre.

In breve, esiste una standardizzazione dei protocolli per il web ed una standardizzazione delle interfacce macchina-utente.

È possibile individuare una struttura piramidale del livello di standardizzazione in funzione del grado di condivisione dell'informazione concessa a chi li utilizza. Alla base stanno i protocolli largamente condivisi, quali quelli di instradamento dell'informazione in Rete: si prenda come

esempio il protocollo “http” che offre una compatibilità massima tra le macchine on-line. All’apice si trovano i sistemi più complessi che meno dialogano tra loro, come quelli per la creazione e gestione dei contenuti informativi. Un sistema di *e-learning* può essere ritenuto utile se si colloca in un giusto equilibrio tra i livelli della citata piramide. Di contro, la tendenza degli ultimi anni di chi struttura piattaforme per l’insegnamento on-line è solitamente quella di creare oggetti tecnologicamente molto complessi, ma poco esportabili, sia per quanto riguarda la questione delle specifiche, che per quella delle interfacce.

Il problema degli standard è, in ogni caso, di primaria importanza.

4.1 La definizione degli standard comuni: lo SCORM

Se si dovesse fare una recensione degli sforzi fatti dalle principali industrie del settore ITC, ci si accorgerebbe che parecchi sono stati i tentativi di indirizzare il mercato verso scelte e decisioni precise, col fine ultimo di imporre le stesse come basi dei futuri standard per l’*e-learning*. La grande quantità di discussioni fatte, alcune delle quali rapidamente naufragate, hanno avuto il pregio di creare una sorta di precipitato, un sedimento comune che detta le regole del “buon standard per un buon progetto di *e-learning*”.

Precisamente, uno standard deve godere delle sotto elencate proprietà:

- *Accessibilità*: deve generare sistemi di *e-learning* che consentano all’utente di accedere ai contenuti informativi in qualsiasi momento, senza alcun vincolo tecnologico;

- *Interoperabilità*: deve consentire l’interazione tra sistemi *e-learning* differenti con la massima flessibilità;

- *Riutilizzo*: deve permettere agli oggetti del sistema di *e-learning* di poter essere riutilizzati in qualsiasi momento e su qualsiasi tipo di piattaforma;

- *Gestione*: deve essere progettato allo scopo di consentire l’amministrazione agevole dei dati riguardanti docenti, discenti e contenuti;

- *Durata*: la tecnologia sottostante allo standard deve concedere possibilità di sviluppi futuri e non invecchiare precocemente.

Storicamente, i primi tentativi di definizione di standard comuni vengono fatti risalire agli sforzi, tra loro disorganizzati, di più consorzi (Dublin Core, IEEE, AICC, ARIADNE, IMS, ecc). Al fine di incorporare gli standard emergenti in campo *e-learning* in un comune modello di riferimento, all’interno dell’iniziativa ADL (*Advanced Distributed*

Learning) promossa dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, è stato ideato lo SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*).

Attualmente, lo SCORM è un insieme di specifiche e standard per i contenuti, le tecnologie ed i servizi per l'*e-learning* che definisce un modello di aggregazione dei contenuti (*CAM, Content Aggregation Model*) ed un ambiente di elaborazione per oggetti *e-learning* (*RTE, Run-Time Environment*). Nel *CAM* viene descritta una nomenclatura dei contenuti, un meccanismo di impacchettamento (*SCORM Content Packaging*) e le istruzioni per collegare tra loro i diversi *LO (Learning Object)*. L'*RTE* raccoglie le linee guida per la realizzazione di collegamenti all'archivio dei contenuti ed il reperimento delle informazioni, fungendo da ponte tra i *LO* ed il *LMS (Learning Management System)*.

4.2 Standard e specifiche

Nel definire una specifica un insieme strutturato di documentazioni di tipo descrittivo (caratteristiche di una piattaforma, sue funzionalità, strutturazione dei contenuti, ecc), non si fa altro che sottolineare come quest'ultima altro non sia che il primo passo verso la definizione di uno standard. Si individuano, solitamente, due tipologie di standard:

- standard "de iure", fissati per legge e certificati da un organo istituzionale (IEEE, ISO);
- standard "de facto", non istituzionalmente riconosciuti, ma utilizzati da moltissimi erogatori di servizi *e-learning* e dai loro utilizzatori.

Una prima considerazione sugli standard, in generale, evidenzia che ne esistono praticamente un'infinità "de facto" e quasi nessuno "de iure" con due inevitabili conseguenze: l'interoperabilità tra le piattaforme non è mai completa e la stessa dichiarata compatibilità di un sistema *e-learning* verso un preciso standard si mostra spesso non esaustiva.

Idealmente uno standard "de facto" dovrebbe, col tempo, diventare "de iure". La nascita e l'evoluzione di uno standard per l'*e-learning* è serialmente strutturata come segue:

- vengono, in un primo momento, recepite le esigenze degli utenti, le quali si trasformano in problematiche da affrontare e risolvere. Sono i grandi consorzi ad affrontare questa fase;
- in un secondo momento le potenziali soluzioni vengono trascritte, in modo dettagliato, in documentazioni che danno origine all'insieme delle specifiche;

- la terza fase è quella di testing e valutazione-scelta delle specifiche migliori. A questo livello si colloca il progetto ADL SCORM prima discusso. Per tale ragione lo SCORM può essere considerato un complesso di specifiche che hanno superato la fase di *testing*, ovvero una organizzazione di standard “de facto”;
- l’ultimo passo consiste nella certificazione come standard internazionale “de iure”.

4.3 Perché è corretto occuparsi degli standard?

Se i progetti *e-learning* fossero processi didattici all’interno dei quali le conoscenze pregresse dell’istituzione formativa, unitamente alle nuove tecnologie, fossero necessari e sufficienti a garantire un successo didattico, con ogni probabilità non ci sarebbe alcun bisogno di parlare di standard: ciascun erogatore di contenuti informativi creerebbe i propri e li distribuirebbe senza preoccuparsi di cosa fanno gli altri. La pratica ha, però, dimostrato negli anni che questo non è possibile, a causa soprattutto delle differenze che possono esistere tra i sistemi tecnici che consentono l’accesso alle piattaforme *e-learning*.

Se poi si concepisce il sapere anche come una quantità di contenuti da trasmettere, altro non si fa che sottolineare come l’insegnamento sia un prodotto da convogliare attraverso un preciso canale: gli standard, essenzialmente, dettano le regole del passaggio dell’informazione lungo il “canale web”. La standardizzazione dovrebbe avere come primario obiettivo quello di “facilitare la vita”. Si pensi ad esempio al rapporto tra elettrodomestici e corrente elettrica: se non fossero stati definiti degli standard ogni elettrodomestico potrebbe richiedere voltaggi differenti, con il conseguente bisogno di diversi erogatori di corrente ed un naturale aumento della “difficoltà della vita”.

4.4 Perché è sbagliato occuparsi degli standard?

Ad una attenta analisi, ci si accorge che non esiste uno scritto pragmatico che spieghi quali siano i presupposti epistemologici su cui si fonda la formalizzazione degli standard SCORM. Il grande limite della standardizzazione, così come tutt’oggi è concepita, è il non prevedere la

possibilità di metadattare¹ le informazioni circa un preciso modello di insegnamento, lasciando tale compito di volta in volta ai differenti LMS utilizzati dalla piattaforma in uso.

Fermo restando quanto riportato precedentemente circa i vantaggi del processo di standardizzazione, vincolare i processi formativi alla fruizione individuale di contenuti didattici strutturalmente eterogenei, significa limitare fortemente il processo di insegnamento/apprendimento. Se chi apprende non acquisisce solo informazioni passivamente, ma interagisce con chi insegna secondo una varietà di modi, *gli standard fissati spesso riducono i gradi di libertà* di tale interazione. Sulla presente considerazione poggia l'ideologia sottostante alla famiglia dei software "non-standard compatibili". Chi implementa tale categoria di programmi sottolinea che i produttori di standard hanno la tendenza a seguire un modello che, basilamente, tratta il discente come una macchina *input-output*, con l'inevitabile conseguenza che sul mercato si stanno imponendo sistemi di *e-learning* tra loro simili, ma che propongono un modello di insegnamento errato. Di certo, gli standard allontanano i *software* per *e-learning* dal promuovere un apprendimento aperto a tutte le possibili forme di cooperazione.

4.5 Una proposta

Una soluzione possibile per uscire dalla condizione di stallo che si è prefigurata, può consistere nello stare a metà tra i pregi ed i difetti discussi. Questo è ciò che il nostro gruppo di ricerca ha cercato di fare. Tra le tante possibili piattaforme di *e-learning* esistenti si è deciso di implementarne una "ad hoc", che consentisse il rispetto di alcuni principi a nostro giudizio essenziali e di seguito riportati:

a) deve esistere la massima compatibilità del sistema con i calcolatori (tipo windows, linux, mac, solaris, sia lato *server* che lato *client*), anche quelli vecchi di qualche anno;

b) la costruzione del sistema si deve basare su standard che da anni sono al 100% condivisi in tutto il mondo informatico;

¹ I metadati sono informazioni, elaborabili automaticamente (machine understandable), relative ad una risorsa web; sono informazioni che possono essere utilizzate da "intelligent software agents" al fine di fare un uso appropriato delle risorse; dati che possono essere descritti da altri dati.

c) le risorse richieste al calcolatore in termini di memoria di massa, potenza di calcolo e velocità di connessione alla rete non devono essere per forza particolarmente esose;

d) gli utilizzatori (sia docenti che discenti) del sistema non vedono installare praticamente nulla sul proprio calcolatore (basta solo collegarsi ad un sito web);

e) non deve essere necessario istruire gli utilizzatori del sistema (basta che questi sappiano navigare la rete con un comune browser);

f) ci deve essere un azzeramento, o quasi, dei costi di realizzazione, gestione ed utilizzo del sistema;

g) i contenuti informativi gestiti dal sistema devono essere flessibili e realizzabili da chiunque sappia adoperare i normali strumenti di presentazione (tipo Microsoft PowerPoint);

h) deve essere possibile fare *e-learning* sia in modo sincrono che asincrono;

i) video conferenze (fase sincrona) e video streaming (fase asincrona) devono essere di alta qualità;

l) il tracciamento e la relativa memorizzazione dell'informazione deve poter essere fatto senza il bisogno di ricorrere a *database* dall'architettura particolarmente complessa.

In considerazione di quanto scritto, abbiamo iniziato ad implementare una piattaforma basata su Flash Communication Server 1.5 di Macromedia. Alla citata tecnologia lato server, è stato affiancato l'utilizzo di Macromedia Flash 2004 Pro per la creazione e gestione dell'interfaccia lato client (sia discente che docente). Tale commistione ci ha permesso di creare uno spazio web che incorpora applicazioni dinamiche *streaming* (audio e video multidirezionali) e dati *live* che consentono la riproduzione a distanza di una lezione, sia in modo sincrono che asincrono. Il sistema integra oggetti per la videoconferenza/audioconferenza multiutente, oggetti per lo scambio via tastiera delle informazioni (*chat* e spazi per la condivisione del testo), *player* per la riproduzione di video/audio ad alta qualità (videoconferenza/audioconferenza asincrona), aree per la presentazione a distanza di contenuti (*slide*) in formato SWF e facilmente derivabili da sistemi noti quali PowerPoint o OpenOffice, *Whiteboard* e condivisione di oggetti (puntatori per l'indicazione di elementi sulle slide, ecc). Il sistema può essere installato praticamente su qualsiasi tipo di piattaforma lato server disponibile (windows, linux, mac, solaris) e può essere adoperato da qualsiasi browser: agli utilizzatori del servizio è richiesta solamente la presenza di Flash Player (*plugin* gratuito) sul computer in uso (secondo

studi Macromedia, il 97% delle macchine collegate alla Rete ha installato Flash Player). I costi per la creazione e gestione del servizio sono praticamente irrilevanti se paragonati ai costi della maggior parte delle piattaforme oggi presenti in commercio.

Il tracciamento dell'informazione è compatibile con i comuni sistemi di catalogazione/archiviazione (database tipo MDB, mySQL, MS-SQL).

Per concludere: siamo convinti che nel futuro della progettazione di sistemi per l'*e-learning* ci sia ancora molto spazio per non sentirsi unicamente governati dalla generazione di standard "de iure" e che sia necessario ancora un lungo periodo di sperimentazione e confronto tra l'ingegneria del sistema-piattaforma e l'ingegneria cognitiva che la gestisce e utilizza.

5. Ricerca cognitiva e applicazioni

5.1 Usabilità

Da molto tempo è chiaro che per ridurre la distanza tra la nuova tecnologia online e gli esseri umani è necessario costruire sistemi a misura d'uomo, *centrati sull'utente* (Norman & Draper, 1986). È chiaro, cioè, che i sistemi online dovrebbero essere progettati in modo da minimizzare la necessità che l'utente si adatti, anche con grande sforzo, alla tecnologia.

Dal momento che le caratteristiche funzionali dei sistemi informatici e telematici sono ormai abbastanza uniformi nei vari settori di utilizzo, il fattore umano rappresenta il reale elemento critico per l'accettabilità di un sistema. L'utente non si accontenta più di un sistema che svolga i compiti per i quali è stato progettato, ma richiede che l'applicazione sia facile da usare e che lo aiuti a raggiungere i suoi obiettivi con il minore sforzo e la maggiore accuratezza possibili (Hammond, Bernard, Morton & Long, 1987).

Al fine di migliorare l'esperienza di navigazione vengono quindi impiegate misurazioni di usabilità basate su differenti tecniche di valutazione come la valutazione euristica (Nielsen, 1994ab) e i test con utenti (Nielsen, 1993; Spool *et al.*, 1999; Visciola, 2000).

Nei programmi di trasferimento di conoscenza tramite applicazioni *e-learning* quindi, devono essere presi in considerazione sia gli aspetti di progettazione del materiale erogabile in relazione alla tipologia dei potenziali fruitori, sia gli aspetti della comprensibilità dei contenuti al fine di realizzare

percorsi formativi tarati sulle effettive esigenze dell'utenza. Lo studio dei processi di comprensione e la conseguente organizzazione dei contenuti informativi sono utilizzati per migliorare la fruizione di sistemi *e-learning* a seconda della tipologia d'utenza.

Fino ad oggi, lo studio sperimentale degli aspetti ergonomici della tecnologia DLS non ha destato molto interesse e i contributi della ricerca di tipo sperimentale risultano limitati. Le evidenze empiriche raccolte attraverso l'uso di paradigmi quantitativi sono relative a pochi aspetti (Parlangeli, Marchigiani & Bagnara, 1999) e non definiscono in maniera chiara gli standard di usabilità da rispettare in fase di implementazione del servizio per garantire un contesto semplice e amichevole di fruizione ed erogazione del materiale formativo. Lo studio degli aspetti di usabilità è una premessa necessaria alla verifica dell'apprendimento dei contenuti offerti mediante un sistema per *e-learning*. Le verifiche di usabilità permettono che l'accesso al materiale didattico sia caratterizzato dalla facilità d'uso e che quindi l'intero carico di lavoro dell'utente, durante l'interazione, sia dedicato all'apprendimento del materiale didattico. La verifica dell'efficacia del processo formativo, una volta eliminate le limitazioni d'uso, diviene fondamentale per garantire l'apprendimento fornendo all'utente un chiaro feedback sui progressi ottenuti. Generalmente il processo di verifica si esplica mediante la misura del livello di apprendimento raggiunto nell'interazione con il materiale didattico. Anche le ricerche sull'efficacia dei sistemi di *e-learning* risultano tuttavia scarse, soprattutto nell'ambito dello studio della comprensione di informazioni complesse (Burgess & Russell, 2003).

5.2 Interattività

Un sistema di *e-learning* per la condivisione interattiva delle conoscenze genera ambienti di relazioni di apprendimento favorendo la partecipazione attiva dell'utente e la costruzione di una dimensione comunitaria costituita da gruppi di utenti abituali (Costantini & Toinard, 2001). Questi sistemi sfruttano tutte le potenzialità dei multimedia (Frignani, 2003), presentando la stabilità del testo narrato e scritto, offrendo la possibilità di usare materiale figurativo (immagini, animazioni, video) e consentendo la manipolazione dei contenuti informativi (Kozma, 1994). L'uso di questi strumenti facilita il trasferimento di diversi tipi di conoscenze e competenze di tipo dichiarativo, teoriche e applicative. La

costruzione della conoscenza, inoltre risulta più efficace se supportata da un clima interattivo (Papert, 1980).

Un recente lavoro (Sabry & Baldwin, 2003) ha messo in evidenza come le tipologie di interazione varino a seconda dello stile di apprendimento e come conseguentemente il design dei sistemi di apprendimento interattivi possa essere modificato in funzione delle caratteristiche dell'utente. Diverse ricerche hanno mostrato che differenze individuali hanno effetti significativi sul comportamento dei discenti (Riding & Rayner, 1998). Le differenze possono essere legate al sesso (Ford & Miller, 1996), l'esperienza nell'uso di sistemi informatici (Holscherl & Strubel, 2000), conoscenze pregresse e abilità spaziali (Mayer & Gallini, 1990), esperienze di lavoro (Durling *et al*, 1996) e stili cognitivi (Durfresne & Turcotte, 1997; Shih & Gamon, 1999). Questo fa sì che il design di sistemi di apprendimento che prevedono l'interattività risulti estremamente complesso e richieda un adattamento di un'ampia gamma di caratteristiche degli utenti (Galitz, 2002).

Buona parte delle ricerche sullo stile di apprendimento hanno dato scarsa attenzione a fattori quali la percezione dell'utente dei diversi tipi di interazione e come questi relazionino all'approccio che hanno nei confronti dell'apprendimento (stili di apprendimento) e come questa informazione possa risultare importante nel design dei sistemi di apprendimento che prevedono aspetti di interazione quali: interazioni con materiale, con co-discenti e con esperti (Bonk, 1999).

5.3 Memoria e sistemi per l'e-learning

Nel dominio dei media audio-visivi è stata spesso enfatizzata l'importanza dell'adattamento dei materiali alle caratteristiche dello studente; si parla di *Preference for a Representational System*. Molte ricerche confermano l'importanza di queste caratteristiche, soprattutto nella dicotomia fra rappresentazione verbale e visiva (Kirby, 1993; Moore & Scevank, 1995).

In accordo con Jaspers (1992) questa preferenza, esprimendo una tendenza di chi apprende a preferire una modalità piuttosto di un'altra, è da ritenere soggettiva. Se non è presente un controllo dall'esterno quando si presenta l'esigenza di operare una scelta fra le diverse modalità di presentazione, i soggetti scelgono quelle più radicate in loro o quelle basate su una maggior salienza della modalità, vissuta individualmente.

Nel perseguire una certa congruenza fra i materiali di apprendimento e la preferenza per i sistemi relativi alla rappresentazione è dunque importante tener conto dei benefici delle rappresentazioni multiple. Esiste una certa evidenza del fatto che una forte connessione mentale fra rappresentazioni diverse delle stesse informazioni rafforzi la comprensione, l'acquisizione e la memorizzazione dei contenuti (Schnotz, 2001).

L'intercalare di forme diverse di rappresentazione porta alla costruzione di significati ricchi per i concetti che devono essere appresi (Moreno & Sacristan, 1995). A questo proposito l'aspetto principale consiste nell'identificare quando ha effetto la presentazione della stessa informazione attraverso un sistema di rappresentazione multipla, peraltro tenendo conto che, in funzione delle condizioni, la rappresentazione multipla comporta effetti collaborativi o competitivi. Nella comprensione di questi processi, caratteristiche di chi apprende e caratteristiche del contenuto del materiale sono dunque due fattori fondamentali.

Queste indicazioni sono in accordo con la teoria del doppio codice di Paivio (1971), secondo la quale il comportamento viene mediato da due sistemi *indipendenti*, ma *interconnessi*, specializzati per codificare, organizzare, immagazzinare, trasformare e recuperare l'informazione.

Il riferimento all'"indipendenza" indica che ogni sistema può lavorare autonomamente; ciò implica che un item possa essere recuperato qualora il soggetto ricordi il nome dell'oggetto, la sua immagine, o entrambi. Il riferimento all'"interconnessione" serve a spiegare che l'informazione può essere trasferita da un sistema all'altro con facilità. Questa teoria fa riferimento a quella che Paivio chiama l'additività degli effetti dell'uso dei due codici, secondo cui la codifica immaginativa di parole o la codifica verbale di figure hanno effetti additivi sulla rievocazione (Paivio, 1975), mentre ripetute presentazioni di uno stimolo nella stessa modalità (figura-figura, parola-parola) non producono effetti additivi.

Sempre Paivio (Paivio & Csapo, 1973) ha dimostrato che la percentuale di rievocazione raddoppia quando i soggetti devono formarsi immagini da parole presentate visivamente rispetto a quando devono semplicemente pronunciare le parole.

Quando entrambi i codici sono disponibili ci si aspetta che la rievocazione sia facilitata. Risultati sull'effetto positivo della ripetizione verbale (Bartlett et al., 1980; Darley & Glass, 1975; Rundus, 1971) e dell'elaborazione verbale di stimoli visivi (Craik & Tulving, 1975; Daniel & Ellis, 1972; Kerr & Winograd, 1982; Klatzky et al., 1982; Rafnel & Klatzky, 1978; Wiseman

et al., 1985) suggeriscono che l'informazione proveniente da fonti multiple favorisca in modo indipendentemente e additivo la memoria.

Un'analisi più precisa dei risultati di questi e altri studi ha dimostrato che la facilitazione è limitata a situazioni in cui l'informazione verbale integra o semplifica l'informazione visiva. L'elaborazione verbale di materiale pittorico ha un effetto positivo solo quando fornisce ulteriori informazioni o rende quelle esistenti più salienti o distintive. Al contrario, quando il compito dipende da un'analisi degli stimoli visivi specifica della modalità, l'elaborazione verbale può interferire con ricordi visivi anziché favorirli (Brandimonte, 1997).

5.4 Linee guida per i sistemi di e-learning

Nielsen, a partire dal 1990, ha sviluppato una serie di principi guida per la valutazione di interfacce utente (Molich & Nielsen, 1990; Nielsen & Molich, 1990). Partendo dall'analisi di 249 problemi di usabilità, Nielsen (1994a, 1994b) è giunto alla sintesi di alcune euristiche che dovrebbero avere la massima capacità descrittiva (Tab. 1).

Tab. 1 – Euristiche di Nielsen (1994a, 1994b).

N	Nome dell'euristica
01	Visibilità dello stato del sistema
02	Corrispondenza fra sistema e ambiente esterno
03	Controllo da parte dell'utente
04	Utilizzo di standard
05	Prevenzione degli errori
06	Riconoscimento piuttosto che rievocazione
07	Flessibilità ed efficienza d'uso
08	Design minimalista
09	Aiuto all'utente a modificare l'errore
10	Documentazione

01) Visibilità dello stato del sistema: il sistema dovrebbe tenere costantemente informato l'utente sullo stato in cui si trova e su cosa sta accadendo, mediante un feedback fornito in un tempo ragionevole.

02) *Corrispondenza fra sistema e ambiente esterno*: il sistema dovrebbe parlare il linguaggio dell'utente. Dovrebbero essere utilizzati termini e concetti familiari per l'utente piuttosto che un linguaggio orientato al sistema. È inoltre necessario utilizzare convenzioni che appartengono al mondo reale e strutturare le informazioni in un ordine logico.

03) *Controllo da parte dell'utente*: l'utente spesso seleziona funzioni del sistema per errore. In questo caso, è necessaria un'uscita di emergenza ben segnalata per abbandonare lo stato indesiderato (senza dover utilizzare un dialogo esteso).

04) *Utilizzo di standard*. gli utenti non devono domandarsi se differenti parole, situazioni e azioni significano la stessa cosa in contesti diversi: è necessario mantenere la coerenza.

05) *Prevenzione degli errori*: è sempre meglio costruire un sistema che prevenga gli errori piuttosto che fornire messaggi d'errore.

06) *Riconoscimento piuttosto che rievocazione*: è necessario rendere gli oggetti, le azioni e le opzioni visibili. L'utente non dovrebbe essere costretto a ricordare informazioni, passando da una parte dell'applicazione ad un'altra; le istruzioni per l'uso del sistema dovrebbero essere sempre visibili o facilmente recuperabili.

07) *Flessibilità ed efficienza d'uso*: bisogna permettere all'utente esperto l'utilizzo di scorciatoie.

08) *Design essenziale*: i dialoghi non dovrebbero contenere informazioni irrilevanti o raramente richieste; ogni unità addizionale di informazione in un dialogo entra in competizione con le unità rilevanti e ne diminuisce la visibilità.

09) *Aiuto all'utente a modificare l'errore*: i messaggi d'errore dovrebbero essere espressi in linguaggio esplicito, indicando precisamente il problema e suggerendo costruttivamente una soluzione.

10) *Documentazione*: anche se sarebbe meglio che il sistema fosse utilizzabile senza documentazione, potrebbe essere necessario predisporre forme di aiuto e documentazione. Ogni informazione dovrebbe essere facile da trovare e focalizzata sul compito dell'utente.

Parlangeli e colleghi (Parlangeli, Marchigiani & Bagnara, 1999), integrando le euristiche di Nielsen hanno prodotto un insieme di linee guida maggiormente orientate ai sistemi multimediali (Tab. 2). Oltre alle euristiche per la valutazione di sistemi e interfacce esistono specifiche linee guida per pubblicazione di materiale su Web. Queste linee guida sono rilevanti per le piattaforme di *e-learning*, in quanto un sistema per *e-*

learning a larga diffusione può adottare il Web come canale di distribuzione.

Tab. 2 - *Euristiche di Parlangeli, Marchigiani & Bagnara (1999).*

N	Nome dell'euristica
01	Uso di dialoghi semplici e naturali
02	Uso del linguaggio dell'utente
03	Minimizzazione carico di memoria utente
04	Coerenza
05	Feedback
06	Uscite chiare
07	Scorciatoie
08	Messaggi di errore chiari
09	Prevenzione degli errori
10	Percezione del controllo del sistema
11	Reversibilità delle azioni

Dall'analisi di ricerche sperimentali, quasi sperimentali e da studi empirici condotti nel settore dell'HCI sono state sintetizzate una serie di linee guida, che riportiamo in Tab. 3 (vedi pag. seguente).

5.4.1 Un caso specifico di valutazione di usabilità, condotta con utenti

Un recente lavoro di valutazione di usabilità che ha utilizzato un campione di 15 utenti studenti di un Master universitario (Fattorini, 2003) riguardante un sistema per *e-learning* che utilizzava componenti proprietarie con tecnologia jsp ha messo in evidenza una serie di problematiche distinte per Learning Management System (LMS) e Authoring System (AS) che possono servire da linee guida nell'implementazione di nuovi sistemi che utilizzino questo tipo di strumenti.

Per quanto riguarda il LMS le problematiche sono inerenti a 1) informazioni tecniche sullo stato del sistema, 2) organizzazione dei link, 3) gerarchia delle informazioni, 4) struttura dei pulsanti, 5) uso di terminologia non conosciuta, 6) tempi di caricamento.

Tab. 3 - Linee guida per la pubblicazione di materiale su Web, raggruppate per aspetti di interazione.

Aspetti di design	01. Livelli di importanza 02. Carico di lavoro utente 03. Coerenza 04. Feedback 05. Logo attivo 06. Grandezza massima della pagina 07. Uso di frame	Link	28. Link piu' importanti in alto nella pagina 29. Link chiari 30. Link interni rispetto ai link esterni 31. Label descrittive per i link 32. Link testuali 33. Funzione di mouse over 34. Ripetere i link testuali 35. Evidenziare i link visitati
Contenuti	08. Livelli di importanza 09. Contenuti 10. Informazione importante al top della pagina 11. Frasi e paragrafi brevi 12. Materiale stampabile	Grafica	36. Grafica con parsimonia 37. Grafica come link 38. Grafica nelle funzioni ricerca
Titoli e intestazioni	13. Titoli delle pagine 14. Intestazioni ben progettate	Motori di ricerca	39. Motori di ricerca 40. Ampiezza della ricerca 41. Risultato della ricerca
Lunghezza pagine	15. Lunghezza delle pagine 16. Scroll	Navigazione	42. Ausili alla navigazione coerenti 43. Ausili alla navigazione basati su testo 44. Elementi di navigazione raggruppati 45. Elementi di navigazione alla destra
Layout della pagina	17. Allineamento 18. Liveli di importanza 19. Coerenza 20. Spazio inutilizzato 21. Informazione importante in alto 22. Formattazione	Software e hardware	46. Velocità della connessione 47. Tempi di download 48. Grandezza del monitor 49. Risoluzione del monitor 50. Visione a schermo intero o parziale
Caratteri	23. Font leggibili 24. Font familiari		
Lettura	25. Prestazioni di lettura 26. Velocità di analisi della scena 27. Scrolling vs. bisogno di pagine		

Di seguito, accanto alla descrizione un po' più dettagliata delle problematiche, suggeriremo possibili interventi di soluzione.

1) *Informazioni tecniche sullo stato del sistema.* La piattaforma oggetto di analisi fa uso di termini che descrivono una condizione dell'utente relativamente agli argomenti a disposizione nell'elenco dei corsi. I termini indicano che l'utente ha seguito o deve ancora seguire un determinato corso presente sulla piattaforma. Accedendo però a un corso disponibile si ottiene la dicitura "completato" nella lista dei corsi sia nel caso in cui si segua il corso fino in fondo, sia nel caso in cui il corso sia stato interrotto. Un reale tracciamento dell'attività svolta in questo caso manca del tutto, non permettendo alle figure preposte al tutoraggio una reale comprensione del livello di attività condotta dagli utenti-discenti.

2) *Organizzazione dei link.* I collegamenti previsti all'interno della piattaforma che permettono di accedere a nuove finestre o a parti diverse del sistema creano una grossa difficoltà nella navigazione nonché una certa perplessità nella correttezza delle azioni da compiere. Il problema andrebbe risolto con una semplificazione della struttura, ottenuta con una riorganizzazione interna delle diverse parti di una pagina e con l'eliminazione totale di alcune parti. La piattaforma però presenta dei vincoli di programmazione ben precisi, che possono essere violati attraverso l'intervento dei soli sistemisti della casa madre.

3) *Gerarchia delle informazioni.* I diversi livelli delle barre di navigazione presenti nella *homepage*, anche in questo caso immutabili se non con l'intervento dei sistemisti della piattaforma proprietaria, sono stati giudicati dagli utenti-discenti come rigidi e vincolanti durante l'utilizzo.

4) *Struttura dei pulsanti.* Quasi la totalità dei soggetti ha lamentato la presenza di tasti diversi che svolgono la stessa funzione all'interno di una stessa finestra o in punti diversi dello schermo, quali: icone o parti di testo cliccabili per accedere ai diversi servizi.

5) *Uso di terminologia non conosciuta.* L'uso di termini specifici della piattaforma decisi dai progettisti e immutabili sono stati indicati dagli utenti-discenti come poco chiari, particolari, sostituibili con una terminologia più conosciuta. Il riscontro di questa terminologia poco usuale ha lasciato molta perplessità, denunciando una pesantezza nella fruizione del sistema.

6) *Tempi di caricamento.* La durata del caricamento dei singoli *learning object* che il sistema di gestione dell'apprendimento mette a disposizione dell'utente è stato giudicato dagli utenti come poco funzionale e frustrante.

Per quanto riguarda l'AS proprietario le problematiche sono inerenti a: 1) caricamento di singole parti del *learning object*, 2) modalità di narrazione, 3) qualità video, 4) qualità audio, 5) qualità e organizzazione dei contenuti in slide illustrative, 6) dettaglio dei sommari.

Come per LMS, anche qui descriviamo con più precisione problematiche e soluzioni.

1) *Caricamento di singole parti del learning object*. Il sistema autore oggetto di analisi utilizza una funzione di caricamento delle slide nella *cache memory* del computer dell'utente; questo caricamento prevede un certo tempo perché avvenga il *dowload* completo del materiale. Il fatto che il sistema non comunicasse l'operazione che stava compiendo ha fatto supporre agli utenti-discenti che, a schermo privo d'informazioni, ciò che stava accadendo fosse il caricamento del video, lamentando la mancanza sia di un'indicazione di ciò che si stava verificando (sto caricando, ho finito, premi *play*) sia di ciò che ci si accingeva a seguire (un'indicazione degli argomenti trattati nel video, una specie di sommario delle lezioni).

2) *Modalità di narrazione*. Gli utenti-discenti hanno spesso segnalato problematicità riguardanti il tipo d'esposizione degli argomenti per ritmo, chiarezza nell'uso della terminologia, il tono di voce usato, l'impostazione degli argomenti, la presenza o assenza di personalizzazione e la capacità di attirare l'attenzione di chi ascolta e segue l'argomento.

3) *Qualità video*. Le caratteristiche qualitative del video ovvero la risoluzione delle immagini, la presenza di eventuali disturbi (fermo immagine, scatti, sfarfallio), le scelte di direzione dello sguardo e del colore dello sfondo, hanno stimolato le proposte degli utenti; è emersa, infatti, la necessità di poter scegliere se utilizzare o no il video e di ingrandire o rimpicciolire le sue dimensioni, bilanciandoli rispetto alle dimensioni degli altri strumenti a disposizione quali slide o pagine html.

4) *Qualità audio*. Gli utenti-discenti hanno giudicato positivamente le caratteristiche qualitative dell'audio, su indici quali la bontà o meno del materiale narrato, la presenza di rumori (fruscii di fondo, problemi di sincronia durante il caricamento), la possibilità di avanzare con l'ascolto senza perdere di vista cosa si sta seguendo. L'audio nel caso del materiale oggetto d'analisi era stato registrato in un ambiente insonorizzato mediante microfono da collettore.

5) *Qualità e organizzazione dei contenuti in slide illustrative*. Le caratteristiche qualitative delle *slide*, la scelta della grafica e dei colori, la presenza d'interazione o meno con il video e con il soggetto narrante sono

state giudicate estremamente importanti dagli utenti. È stato lamentato il fatto di non poter fruire delle slide in modo separato dal video, costringendo ad una visione quasi totale dell'argomento ed è stata formulata la richiesta di poter cliccare sulle *slide* e di poterle visionare prima della partenza del materiale video: insomma si è richiesta una maggior libertà nell'utilizzo del materiale multimediale sulla base delle proprie esigenze. Utile, secondo alcuni, la presenza di un glossario a finestra con la terminologia sconosciuta da poter approfondire.

6) *Dettaglio dei sommari*. Gli argomenti proposti per la lezione sono raggruppati nell'interfaccia dell'AS proprietario in un elenco testuale immutabile. È stato lamentato il fatto di non avere una descrizione della durata di ciascuna lezione, magari con un sistema a finestra che descriva la durata e indichi se la lezione è già stata seguita parzialmente o totalmente.

6. Un sistema integrato

Nei paragrafi precedenti (§2 e §3) abbiamo mostrato il contesto di ricerca, nel rapporto tra l'esperienza veronese della fenomenologia sperimentale e le ontologie contemporanee, che ha generato lo sviluppo di un repertorio di sapere online, utilizzando competenze informatiche per la generazione di un *database* che possa poi avvalersi di forme di organizzazione ed interrogazione sulla base delle ricerche prodotte dalle ontologie formali contemporanee.

Abbiamo allo stesso modo discusso di alcuni criteri guida per il confronto con le proposte commerciali che vincolano le esperienze di didattica online al rispetto degli SCORM (§4). Abbiamo inoltre fornito alcune indicazioni emerse dal risultato di recenti esperimenti nell'ambito delle scienze cognitive (§ 5)

In questa parte illustreremo in maniera sintetica il lavoro sviluppato in questi anni di didattica online, nel quale, sulla base della disponibilità di un database (vedi §3 e De lotto, Savardi, Bianchi, in questo monografico) è stato possibile generare un ambiente di funzioni integrate mediante il recupero di software dedicati, disponibili online, indipendenti dal mercato commerciale.

6.1 Architettura e funzioni del sistema integrato realizzato

Architettura: È stato sviluppato un ambiente integrato di 5 unità (vd. Fig. 1), utilizzando in gran parte strumenti open-source singolarmente già disponibili, con le funzioni ritenute necessarie e sufficienti per l'ottimizzazione della didattica in rete e in modo da soddisfare alcune esigenze in varianti a qualsiasi ambiente di apprendimento:

a) l'esistenza di uno spazio di discussione (forum: es. BSCW) per la gestione delle dinamiche comunicative di un ambiente di apprendimento collaborativo;

b) l'esistenza di uno spazio di *testing* (es. Wiki), per la costruzione cooperativa dei learning objects;

c) l'esistenza di un *database* (realizzato dal gruppo di ricerca di Verona, <http://dls.dpac.univr.it>) per l'archiviazione e la *reusability* dei *learning object* generati nei percorsi di apprendimento;

d) l'esistenza di uno strumento per la generazione di specifici percorsi di apprendimento, nella forma di mappe cognitive (es. C-Map Tools);

e) l'esistenza di un ambiente di *storage* (parcheggio) temporaneo di materiali.

I cinque spazi di lavoro che corrispondono a 5 funzioni, supportate ognuna da un applicativo *ad hoc*, che soddisfano anche un criterio di sviluppo temporale del naturale percorso formativo online,

Il primo momento, successivo all'iscrizione al corso, viene condiviso in una modalità forum (*BSCW*) che permette al gruppo di poter condividere comunicativamente aspetti informali legati all'incontro comunitario e iniziare, contemporaneamente, a condividere le impressioni sui contenuti: un ambiente semiformale, con i gradi di libertà del linguaggio, vincolati al contenuto di una normale classe dove ci si scambia esperienze, impressioni, note, appunti, sul programma del corso.

In questo primo approccio cooperativo si rende da subito evidente la necessità di avere a disposizione uno spazio (*Storage*) di deposito temporaneo di materiali che, per forma e dimensione, necessitano di una specifica evidenza e recuperabilità in un luogo dedicato.

La terza fase, più propriamente cooperativa sui contenuti, viene sviluppata in un ambiente (*Wiki*) che permette il tracciamento e l'archiviazione di tutti gli interventi condotti sulla stessa struttura di testo, i.e. consente di editare lo stesso testo per generare, al termine di una naturale sedimentazione prodotta da una negoziazione continua sulla bontà dei contenuti, un oggetto finale, esaustivo per i più.

Dalla conoscenza alla piattaforma...

Tutta questa fase di interosservabilità e cooperatività si avvale di un ulteriore strumento (*CMap Tools*) che supera le limitazioni della sequenzialità della struttura testuale, rendendo possibile la trasformazione del percorso di studio in rappresentazioni spaziali (altra funzione cognitiva fondamentale nell'organizzazione della conoscenza), mantenendo il vantaggio della profondità ipertestuale.

Questo percorso giace su un archivio (*Database*) preorganizzato di *learning objects* e allo stesso tempo l'archivio diventa il luogo terminale di deposito del lavoro raffinato e condiviso, generando così nuovi oggetti di sapere per ulteriori approfondimenti e nuove elaborazioni.

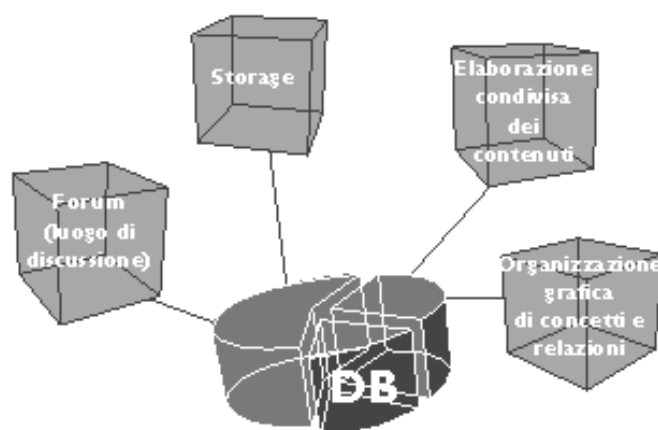


Fig. 1 – Unità del sistema integrato proposto.

Funzioni: Il sistema è improntato alla cooperatività:

- a) ogni unità è utilizzabile in maniera sincrona o asincrona, da singoli o gruppi di utenti;
- b) ogni unità e ogni learning object è raggiungibile con indirizzo http (linkabilità);
- c) ogni unità è consultabile e editabile da ogni utente;
- d) il database ha funzione di interrogabilità e di inserimento dati da parte di ogni utente, garantendo l'accumulo/incrementabilità del sapere;
- e) tutte le unità sono gestite da un sistema operativo Linux.

6.2. Un'esperienza di formazione e ricerca

L'attività di formazione e ricerca a cui faremo riferimento è stata sviluppata nel contesto della didattica proposta per la SISS del Veneto (sede di Verona) nel quadriennio 2001-05, in particolare affiancando l'esperienza di didattica on-line che gli specializzandi stavano affrontando per il Corso di *Psicologia cognitiva e dell'apprendimento* con un percorso sviluppato nel *Laboratorio di analisi dei processi di apprendimento*. In questa fase quinquennale di sperimentazione, abbiamo testato una proposta didattica che rendesse trasparenti le problematiche teoriche e tecniche che il passaggio dal "manuale" alla creazione di un ambiente di apprendimento online condiviso pone, coinvolgendo co-costruttivamente gli specializzandi e arrivando all'integrazione progressiva di più applicativi (fino ai cinque del modello argomentato nel paragrafo precedente e illustrato in Fig.1).

Varie le priorità messe al centro della proposta nei cinque anni. Tra gli aspetti che vogliamo sottolineare è il fatto che il percorso si sia accresciuto integrando ogni anno il percorso fatto nei precedenti. La scelta di progettare l'intervento di ogni anno all'interno di questo disegno di sviluppo diacronico, che veniva esplicitato agli specializzandi coinvolti nelle rispettive fasi, già coglie il senso e la direzione della nostra proposta: la scelta della piattaforma non è il punto di partenza ma un elemento "strumentale" imprescindibile per un progetto di organizzazione e distribuzione della conoscenza in rete, che ha esigenze e muove problematiche che iniziano molto prima della piattaforma e che dovrebbero orientare la scelta dello/degli strumenti (posizione che abbiamo ampiamente argomentato nella prima parte di questo lavoro).

6.2.1 Obiettivi, modalità, risultati specifici delle varie fasi che hanno articolato la sperimentazione

Due gli obiettivi comuni a tutte le fasi in cui ha preso forma la sperimentazione:

- 1) problematizzare la questione dell'organizzazione di un ambiente di apprendimento online, rispetto all'organizzazione dei contenuti:
- 2) confrontarsi con la progettazione e realizzazione di un ambiente di apprendimento in rete, sviluppato attorno a nuclei tematici comuni.

FASE I) Co-costruzione di un ambiente di conoscenza attorno ad un nucleo concettuale condiviso (common ground), sviluppato in modo collaborativi, integrando le specifiche competenze disciplinari.

Obiettivi specifici della fase: Obiettivo specifico di questa fase era mettere i partecipanti di fronte a due diverse forme in cui si declina il significato di co-costruzione di un ambiente di conoscenza intorno ad un nucleo concettuale condiviso.

La prima forma, più diffusa, è quella dei *forum di discussione tematica su specifici contenuti* (testi delle lezioni scaricabili in rete pdf) condivisi dai partecipanti al forum. In tutte le fasi della sperimentazione è stata prevista l'esistenza di uno spazio di discussione (forum: es. BSCW) per la gestione delle dinamiche comunicative di un ambiente di apprendimento collaborativo.

La seconda forma coinvolgeva i partecipanti direttamente nella produzione di nuovi contenuti su un *content object* unico (nel caso specifico si trattava dello studio di relazioni, come l'identità, la contrarietà e la simmetria, comuni a molti modi di organizzare forme di relazioni sociali, linguistiche, naturali e cognitive) da generare a partire dalle proprie competenze disciplinari, ma cercando integrazioni con gli approfondimenti svolti dagli altri gruppi, avendo presente l'obiettivo che quella prodotta dall'insieme dei gruppi fosse una *monografia integrata* sul tema condiviso.

Modalità: I forum (6 in totale, con durata settimanale) sono stati seguiti da tutor esperti.

Per la produzione di contenuti sul content object condiviso, si sono utilizzate 24 ore di laboratorio in presenza, articolate in 10 incontri. I primi due sono stati utilizzati per la presentazione dell'attività e la condivisione degli obiettivi e delle modalità, 7 incontri sono stati gestiti in piccoli gruppi, lavorando intra-gruppo alla discussione, progettazione e realizzazione dei percorsi di apprendimento e al coordinamento inter-gruppo dei contenuti. L'ultimo incontro è stato dedicato alla presentazione dei materiali e dei risultati del coordinamento.

Risultati: 6 forum di discussione contenuto-specifico; una monografia integrata sul *content object* scelto, in forma organizzata di materiale cartaceo, resa anche disponibili in un portale dedicato in rete.

FASE II) La ristrutturazione, nella forma di mappe concettuali, del common ground generato nella fase I, attraverso la sperimentazione di un software dedicato (CMap Tools) che prevede la costruzione co-gestita di mappe a distanza.

Obiettivi specifici della fase: Rispetto al primo obiettivo comune, problematizzare l'organizzazione di un ambiente di apprendimento online per quanto riguarda l'organizzazione dei contenuti, gli specializzandi sono stati messi di fronte a due ordini di questioni:

a) cosa significa progettare un percorso di apprendimento strutturato entro un network di conoscenze (il web), prevedendo da subito una rete di relazioni delle unità di sapere, sia interna alla disciplina, sia con nuclei concettuali appartenenti a domini di conoscenza di altre discipline;

b) cosa comporta passare da un'organizzazione lineare della conoscenza alla sua rappresentazione visuo-spaziale, nella quale siano coerentemente distribuite le unità di sapere (immagini, testi, link), in un appropriato contesto di relazioni che identificano i nessi tra le unità.

Il secondo obiettivo comune, confrontarsi con la progettazione e realizzazione di un ambiente di apprendimento in rete, si è concretizzato nella richiesta di ideare delle mappe concettuali a partire da materiale creato in forma tradizionale di testo durante il laboratorio dell'anno precedente (fase I) e di realizzarle servendosi di un software dedicato alla creazione di mappe concettuali. Lo strumento utilizzato è il CMap Tools, sviluppato nell'Institute for Human and Machine Cognition, Università West Florida (<http://cmap.ihmc.us>), che proviene da una solida base di sperimentazione nell'ambito delle scienze cognitive, sul rapporto che intercorre tra concetto e rappresentazione grafica del medesimo. Si è quindi lavorato sulle competenze necessarie per:

- trasformare un'organizzazione di contenuti *lineare* in una spazializzata e definita da unità di informazione *multi-relazionate*;

- trasformare un percorso *disciplina-specifico* in un percorso *annidato (nested)* su una rete di contenuti, in relazione longitudinale e trasversale;

- gestire in maniera *cooperativa* la costruzione delle mappe concettuali, non solo all'interno del gruppo (co-costruzione *intra-gruppo*), ma prevedendo link tra mappe prodotte da diversi gruppi (co-costruzione *inter-gruppo*);

- gestire l'utilizzo del software CMap Tools, che offre la possibilità di lavorare non solo in locale sul proprio computer, ma depositando le mappe e i materiali in un server visibile a distanza da tutti gli utenti, consentendo forme di collaborazione client-client sugli stessi materiali.

Modalità. Il materiale da usare come content object di partenza per realizzazione delle mappe era quello prodotto nella fase I dagli specializzandi degli a.a. precedenti (2000-01, 2001-02), attorno ad un tema

comune. Quel materiale costituiva il complesso di conoscenze “condiviso” dagli studenti del laboratorio (il common ground) da trasformare in contenuto di un ambiente di apprendimento on-line sullo stesso tema.

Gli specializzandi erano organizzati in gruppi di 3-4 persone, omogenei per competenza disciplinare. Un membro di ciascun gruppo era incaricato di costruire una rete di relazioni inter-gruppo con le mappe in fase di realizzazione negli altri gruppi. In aggiunta, uno specializzando ha assunto il ruolo di editor: per tutta la durata del laboratorio ha avuto l’incarico di seguire l’attività dei vari gruppi, aggiornando in tempo reale la lista delle parole chiave attorno a cui ciascuno stava articolando le proprie mappe, facilitando l’identificazione dei possibili nessi ed evitando la duplicazione di contenuti già realizzati da altri.

L’attività si è articolata in tre momenti:

a) definizione delle “geometrie” di una proposta didattica on-line. Nella prima tappa di lavoro il gruppo era invitato a definire quali criteri di strutturazione delle conoscenze potessero essere primari rispetto ad un percorso di apprendimento in rete: tipologia e ampiezza delle unità di informazione, come sviluppare forme efficaci di produzione di unità di apprendimento utilizzabili dagli altri gruppi disciplinari, come massimizzare la cooperatività, come evitare sovrapposizioni...

b) progettazione del percorso longitudinale (interno alla disciplina) e trasversale (che incrocia definizioni e conoscenze di altre discipline). Identificato il contenuto del percorso di apprendimento che intendeva sviluppare, il gruppo focalizzava la sua attività sulla creazione delle *conoscenze indicizzate* (cioè delle unità di informazione minime), sulla definizione della loro reciproca organizzazione nella mappa (nessi di derivazione causale o temporale, dal semplice al complesso, dal generale al particolare...), sull’identificazione di *relazioni* tra conoscenze indicizzate nella direzione longitudinale del percorso (*internamente alla disciplina*) e trasversalmente *tra discipline*, sulla co-gestione *con gli altri gruppi* delle conoscenze indicizzate funzionali al proprio percorso.

c) realizzazione del percorso di apprendimento, attraverso l’utilizzo dell’applicativo CMap Tools. Il software consiste in 4 sottoprogrammi integrati: *Cmap Tools*, *Cmap Server*, *Cmap Server Thread*, *Cmap Soup*, che costituiscono, nell’ordine, il software per la costruzione di mappe concettuali includenti immagini, testi, altre mappe (client); per la condivisione in rete delle mappe prodotte da tutti gli utenti (server); per lo

sviluppo di piccole chat inerenti ad un concetto; per la ricerca di connessioni tematiche su ciascun nodo di conoscenza presente nelle mappe. Il software è stato presentato nel corso della prima seduta di laboratorio.

L'attività in presenza ha avuto luogo durante 24 ore di laboratorio, articolate in 10 incontri. I primi due incontri sono stati utilizzati per la presentazione dell'attività, la condivisione degli obiettivi e delle modalità, la presentazione del CMap Tools, e si sono svolti secondo il modello di lezione frontale e della demo. Sette incontri sono stati gestiti in piccoli gruppi (2-5 persone), nelle aule di informatica dell'Ateneo, avendo a disposizione un computer ogni 2 persone, e prevedendo che i membri del gruppo lavorassero in computer contigui in modo da poter coordinare con facilità la realizzazione delle mappe e il coordinamento del lavoro individuale da svolgere prima della seduta di laboratorio successiva.

La supervisione dei responsabili e collaboratori di laboratorio ha garantito la consulenza necessaria a risolvere le eventuali difficoltà tecniche incontrate nell'utilizzo del software stesso. Forum tutorati sono stati attivati per tutta la durata del corso.

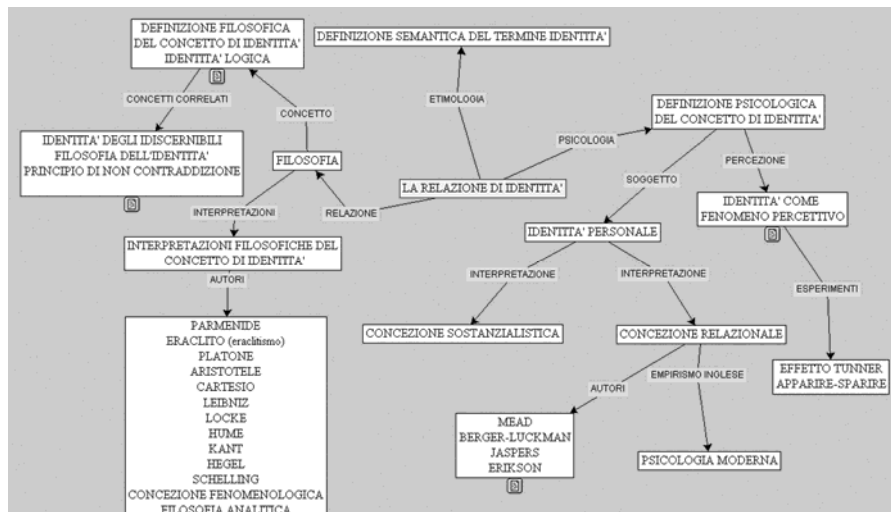


Fig. 2 – Un esempio di mappa prodotta dai gruppi, con risorse allegate.

Risultati: 20 progetti, corrispondenti a altrettante macro-mappe, ciascuna delle quali articolata mediamente in 5 sottomappe, innestate alla

principale e con relative risorse allegate (complessivamente, 800 oggetti testo e 200 oggetti immagine). Tutti i contenuti del testo sono stati tradotti in formato mappa.

FASE III) L'integrazione delle mappe concettuali con un database, che funga da archivio unico delle risorse allegate nelle mappe e delle mappe stesse.

Obiettivi specifici della fase: La stretta relazione fra i due obiettivi comuni diventa evidente in questa terza fase, dove gli specializzandi erano chiamati a confrontarsi con una serie di domande che implicano direttamente entrambi:

- Cosa significa, in generale, identificare in un *data-base* il cuore di un ambiente di apprendimento? E più nello specifico, che vantaggi si ottengono utilizzando come risorsa da allegare unicamente l'url che la identifica (senza quindi il suo caricamento fisico nel server del C-Map) e lasciandola quindi in un ambiente, quello del database, sempre disponibile nel web e quindi non vincolata alle specifiche tecniche del C-Map?

- Che forma devono avere le *unità di contenuto* del database per essere funzionali alla loro *reusability* anche al di fuori della specifica mappa/lezione, in futuri diversi percorsi?

- Quali questioni si incontrano nel tentativo di *indicizzare* le conoscenze in un database (i.e. la questione dei campi ricercabili, della omogeneità o disomogeneità dei contenuti, delle dimensioni delle unità di sapere, ecc..)?

Dal punto di vista degli applicativi, l'obiettivo era sperimentare la gestione integrata del CMap Tools con il database realizzato dal gruppo di ricerca (una copia del database presentato in questo numero monografico nell'articolo di De Lotto, Savardi, Bianchi), prevedendo la linkabilità diretta dalle mappe agli item inseriti nel database.

Modalità. Il materiale da usare come content object di partenza erano le mappe e le relative risorse allegate (file di testo, immagini, link...) prodotte nella fase II dagli specializzandi dell'a.a. 2002-03.

Gli specializzandi, organizzati in gruppi di 3-4 persone, dovevano focalizzare il loro intervento su una specifica mappa, su un gruppo di mappe, o anche su una porzione di mappa, scelta a piacere in base alle competenze, e verificarne intersoggettivamente la condivisibilità, sia rispetto alla struttura spaziale (concetti e relazioni mostrate), sia rispetto ai contenuti integrati nella mappa, apportandovi le modifiche necessarie per aumentarne la qualità e/o la fruibilità. In ogni caso dovevano sostituire le

risorse direttamente allegate alle mappe, trasformandole in item del database e quindi linkarle alle mappe.

Risultati: 24 macro-mappe, ciascuna delle quali articolata mediamente in 6 sottomappe, collegate a circa 1200 voci del database.

FASE V) L'integrazione di ambienti di Forum, Storage, Testing, Database e Mappe concettuali.

Obiettivi specifici della fase: Sperimentare l'usabilità e l'efficacia di un ambiente di apprendimento integrato di 5 unità che consente di soddisfare le esigenze descritte §6.1.

Modalità. Il notevole livello di alfabetizzazione informatica degli studenti dell'a.a. 2004-5 ha permesso un significativo accorciamento della fase propedeutica di familiarizzazione con gli strumenti informatici. La proposta, ben accolta, è stata quella di implementare un articolato learning object (il manuale di psicologia generale adottato per il corso), nelle forme previste in ognuno dei segmenti dell'ambiente on line proposto.

Ogni settimana, utilizzando anche il tempo in presenza delle attività di laboratorio, doveva essere implementato un capitolo del manuale lavorando in parallelo in ognuna delle funzioni:

- discutendo nel forum in maniera informale tutti gli aspetti e le problematiche del contenuto offerti dal capitolo, esprimendo dubbi, perplessità, domande ai tutor;
- depositando, nello storage, materiale comune da rielaborare;
- nell'ambiente wiki, raffinando, attraverso una modalità di negoziazione tra partecipanti, e ipertestualizzando le nozioni sviluppate nel manuale, approfondendole utilizzando tutte le risorse disponibili nel database e nel web;
- nelle ore di laboratorio, riorganizzando e riaggregando risorse elaborate negli altri ambienti, in grafi e flussi di unità di sapere mediamente l'uso di mappe concettuali

Risultati: Se l'obiettivo di quest'ultimo anno di sperimentazione era quello di testare la capacità degli studenti di gestire in parallelo un numero di applicativi tale da poter permettere l'integrazione di molte funzioni, possiamo affermare che i risultati confermano che, garantendo una buona assistenza di tutor d'aula e online, 5 strumenti operanti in parallelo possono essere gestibili con un buon livello di attività interna ad ognuno. Di fatto, sono state prodotte 600 interventi nei forum, sono state trattate in wiki una trentina di voci, sufficienti a dare indicazioni dell'utilizzabilità dello strumento,

e (con una cinquantina di studenti partecipanti al laboratorio, organizzati in 10 gruppi) 70 mappe, collegate ad un centinaio di voci nel database.

7. Conclusioni generali

In questo lavoro abbiamo mostrato che si può integrare attività di ricerca più specificatamente rivolta allo sviluppo di questioni interne alla ricerca di base nell'ambito delle scienze cognitive, con le attività accademiche di didattica svolte dagli stessi ricercatori.

Abbiamo presentato come sia stato possibile, in anni di integrazione e accumulo di esperienze pregresse, giungere allo sviluppo di un ambiente integrato di funzioni, non sulla base di un modello "top-down", generato dai bisogni e dall'estetica dell'ingegneria informatica (spesso più interessata agli aspetti della commerciabilità dei propri prodotti), ma induttivamente, sulla base delle esigenze che si sono imposte integrando le richieste degli stessi soggetti coinvolti nelle varie fasi di sperimentazione con i risultati delle ricerche su percezione, pensiero, memoria, comunicazione e apprendimento sviluppate dalle scienze cognitive.

Bibliografia

- Bartlett, J.C., Till, R.E., & Levy, J.C. (1980). Retrieval Characteristics of Complex Pictures: Effects of Verbal Encoding. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 430-449.
- Bonk, C. J. (1999) Breakout from learner issues *International Journal of Educational Telecommunication*, 5, 4, 387-410. *Computer Networks*, 33, 1, 337-346.
- Brandimonte, M.A.. (1997). *Memoria, immagini, rappresentazioni*. Roma: La Nuova Italia Scientifica.
- Burgess, R., & Russell, P. (2003). The effectiveness of distance learning initiatives in organizations. *Journal of Vocational Behavior*, 63, 2, 52-60.
- Costantini, F., & Toinard, C. (2001). Collaborative Learning with the Distributed Building Site Metaphor. *Digital Library IEEE, July-September 2001*, 21-29.

- Craik, F.I.M., & Tulving, E. (1975). Depth of Processing and Retention of Words in Episodic Memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 268-294.
- Daniel, T.C., & Ellis, H.C. (1972). Stimulus Codability and Long Term Recognition Memory for Visual Forms. *Journal of Experimental Psychology*, 93, 83-89.
- Darley, C.F., & Glass, A.L. (1975). Effect of Rehearsal and Serial list Position on Recall. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 104, 453-458.
- De Lotto, M., Savardi, U., Bianchi, I. (2005). L'implementazione di un database relazionale per la condivisione delle conoscenze. *DiPAV Quaderni, Quadrimestrale di Psicologia e Antropologia culturale*, 12, 183-202
- Dufresne, A., & Turcotte, S. (1997). Cognitive style and its implications for navigation strategies. In B. Boulay & R. Mizoguchi (Eds.), *Artificial Intelligence in Education: Knowledge and Media in Learning Systems*. (pp.287-293) Amsterdam: IOS Press.
- Durling, D., Cross, N. & Johnson, J. (1996). Personality and leaning preferences of learners in design and design-related disciplines. *Proceedings of the International Design and Technology Educational Research and Curriculum Development Conference (IDATER 96)*, Loughborough University.
- Fattorini, R. (2003). *Valutare l'e-learning: servizi, tecnologie e usabilità*. Tesi di Dottorato. Università degli Studi di Trieste.
- Fontanesi, P. (2003). *E-learning*. Milano: Tecnologie nuove.
- Ford, N. & Miller, D. (1996). Gender Differences in Internet Perceptions and Use. *Aslib Proceedings*, 48, 183-192.
- Frignani, P. (2003). *Apprendere in rete*. Pensa Multimedia editore.
- Galitz, W. (2002). *The Essential Guide to User Interface Design (2nd ed)*. USA: John Wiley.
- Hammond, N. V., Barnard, P. J., Morton, J., & Long, J. B. (1987). Characterizing user performance in command-driven dialogue. *Behavior and Information Technology*, 6, 2, 159-205.
- Holscherl, C., & Strubel, G. (2000). Web search behaviour of Internet experts and newbies
- Jaspers, F. (1992). Target group characteristics: Are perceptual modality preference relevant for instructional material design?. *Educational Media International*, 29(4), 235-240.

- Kerr, N.H., & Winograd, E. (1982). Effects of contextual Elaboration on Face Recognition. *Memory and Cognition*, 10, 603-609.
- Kirby, J.R. (1993). Collaborative and competitive effects of verbal and Spatial processes. *Learning and Instruction*, 3(3), 201-214.
- Klatzky, R.L., Martin, G.L., & Kane, R.A. (1982). Semantic Interpretation effects on Memory for Faces. *Memory and Cognition*, 10, 195-206.
- Kozma, R. (1994). Will media influence learning: Reframing the debate. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 7-19.
- Mayer, R. E., & Gallini, J. K. (1990). When is an illustration worth ten thousand words?. *Journal of Educational Psychology*, 82, 715-726.
- Molich, R., & Nielsen, J. (1990). Improving a human-computer dialogue. *Communications of the ACM* 33, 3, 338-348.
- Moore, P.H., & Scevank, J.J. (1995). Comprehension of textbook material: A preliminary examination of the role of visual and verbal preferences. *Journal of Cognitive Education*, 4 (2-3),47-54.
- Moreno, L., & Sacristan, A. (1995). *On visual and Symbolic Representations*. In R. Sutherland & J. Mason (Eds.). Exploiting mental Imagery with Computer in Mathematics Education. *NATO ASI Series, Series F: Computer and Systems Sciences*, 138, 178-189. Berlin, DE: Springer Verlag.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Diego: Academic Press.
- Nielsen, J. (1994a). Enhancing the explanatory power of usability heuristics. *Proc. ACM CHI'94 Conf.* (Boston, MA, April 24-28), 152-158.
- Nielsen, J. (1994b). Heuristic evaluation. In J. Nielsen & R.L. Mack (Eds.), *Usability Inspection Methods*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Nielsen, J. & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. *Proceedings of CHI 90*, 249-256. New York, NY: ACM.
- Norman, D. A. & Draper, S. W. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Paivio, A & Csapo, K. (1973). Picture Superiority in Free Recall: Imagery or Dual Coding? *Cognitive Psychology*, 5, 176-206.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and Verbal Processes*. NY: Holt-Rinehart & Winston.
- Paivio, A. (1975). Imagery and Long-Term Memory. In A. Kennedy & A. Wilkes (Eds.). *Studies in Long Term Memory* (pp. 57-89). NY: John Wiley & Sons.

- Papert, S. (1980). *Mindstorms: bambini, computers e creatività*. Milano: Emme.
- Parlangeli, O., Marchigiani, E., & Bagnara, S. (1999). Multimedia systems in distance education: effects of usability on learning. *Interacting with Computers*, 12(1), 37-49.
- Rafnel, K.J., & Klatzky, R.L. (1978). Meaningful Interpretation Effects on Codes of Non-Sense pictures. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 631-646.
- Riding, R., & Rayner, S. (1998). *Cognitive Styles and Learning Strategies: Understanding Style Differences in Learning and Behaviour*. London: David Fulton.
- Rundus, D. (1971). Analysis of Rehearsal Processes in Free Recall. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 63-77.
- Sabry, K., & Baldwin, L. (2003). Web-based learning interaction and learning styles. *British Journal of Educational Technology*, 34 (4), 443-454.
- Schnotz, W. (2001). Sign Systems Technologies and the Acquisition of Knowledge. In J.F. Rouet, J.J. Levonen & A. Biardeau (Eds.). *Multimedia Learning*. Amsterdam, NL: Elsevier Science Ltd.
- Shih, C., & Gamon, J. (1999). Learner Learning Styles Motivation Learning Strategies and Achievement in Web-Based Course. *Journal of Computer Enhanced learning*, 3, 22-31.
- Spool et al. (1999). *Web site usability: a designer's guide*. San Francisco, CA: Academic Press.
- Visciola, M. (2000). *Usabilità dei siti Web*: Milano: Apogeo.
- Wiseman, S., MacLeod, C.M., & Lootsteen, P.J. (1985). Picture Recognition Improves with Subsequent Verbal Information. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 2, 588-595.