

Un modello per l'adattamento di contenuti multimediali

Pierpaolo Di Bitonto, Paola Plantamura, Teresa Roselli, Veronica Rossano,
Lucia Monacis¹, Maria Sinatra¹, Rino Finamore¹

Dipartimento di Informatica – Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”

Via Orabona, 4 – 70125 Bari

{dibitonto, pplantamura, roselli, rossano}@di.uniba.it

¹ *Dipartimento di Psicologia - Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”
70125 Bari, Italy*

lucymonacis@yahoo.it, m.sinatra@psico.uniba.it, finamore.rino@unibari.net,

La personalizzazione dei percorsi di apprendimento costituisce uno degli elementi più rilevanti degli attuali sistemi di e-learning sul quale convergono la ricerca pedagogica e quella sulle tecnologie informatiche per l'insegnamento. Questo lavoro propone un modello per l'adattamento dei contenuti multimediali basato sugli stili cognitivi dello studente, ovvero sulle modalità tipiche che ciascun individuo utilizza per affrontare lo studio o risolvere un problema. Per la determinazione degli stili cognitivi è stato utilizzato un questionario teso al riconoscimento degli stili globale, analitico, verbale e visuale dello studente. Il modello così definito è stato applicato nella realizzazione di “Adaptive Multimedia Learning Content”, un ipermedia adattivo incentrato sui contenuti di un corso di Psicologia della Comunicazione Digitale.

1. Introduzione

L'avvento dei sistemi digitali ha introdotto nella scuola, con grandi investimenti e altrettante aspettative, le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (TIC). Si è avviato così un processo che considera le nuove tecnologie come un elemento, seppur non indispensabile all'interno di un determinato percorso didattico, capace di offrire uno stimolo motivazionale, di fornire dati aggiuntivi o organizzati in modo diverso, di rafforzare la rilevanza e la significatività del processo di apprendimento [Calvani, 2007].

Poiché l'apprendimento è frutto dell'interazione dell'individuo con l'ambiente circostante, le nuove tecnologie, con la loro capacità di incidere sul modo di comunicare e di interagire tra le persone, hanno modificato profondamente i processi di apprendimento, ponendo l'esigenza di creare paradigmi e sistemi didattici in grado di rispondere alle esigenze poste dalla società dell'informazione [Gilli e Grimaldi, 1990].

In questo contesto si inquadra la ricerca intorno a quei sistemi capaci non solo di permettere l'acquisizione di informazioni, ma anche e soprattutto di permettere questa acquisizione nel miglior modo possibile adattandosi cioè al modo di essere dell'utente finale, al suo modo di agire e, in particolare, di imparare.

Questo lavoro propone un modello per l'adattamento basato sullo stile cognitivo dell'utente e presenta l'applicazione di tale modello in un ipermedia adattivo che offre all'utente – attraverso la somministrazione di un questionario – la possibilità di fruire del materiale multimediale utilizzando lo stile cognitivo a lui più congeniale.

2. Ipermedia adattivi e adattamento

2.1 Gli ipermedia adattivi

Quello degli ipermedia adattivi può essere considerato un settore tecnologico maturo che trova applicazione in vari campi tra i quali quello della formazione a distanza [Brusilovsky, 1996, 2001].

Un ipermedia di tipo tradizionale offre a tutti gli studenti uno stesso spazio informativo. Questa modalità di fare formazione può comportare diversi disagi sia da parte degli studenti principianti, che potrebbero riscontrare grosse difficoltà di apprendimento, sia da parte degli studenti più esperti, che potrebbero incorrere nel rischio di annoiarsi, perdere concentrazione ed interesse. Un problema analogo potrebbe verificarsi anche dal punto di vista della navigazione del sistema in quanto, nonostante lo studente sia libero di stabilire autonomamente il proprio percorso, potrebbe verificarsi uno stato di frustrazione sia nello studente abituato all'utilizzo di interfacce grafiche sia per uno studente meno esperto. Un rimedio è rappresentato da quei sistemi capaci di comprendere le esigenze degli utenti e di adattarsi, o di essere adattati ad esse. Si tratta di sistemi che, rilevando bisogni e preferenze dello studente, sono in grado di fornire uno spazio informativo personalizzato tarato sulla base delle caratteristiche individuali di ogni possibile utente.

In generale questi sistemi si possono distinguere in sistemi adattativi e sistemi adattivi. I primi lasciano all'utente la libertà di scegliere la modalità di esecuzione e di fruizione di ciascuna unità di apprendimento: in pratica è lo studente che sceglie come adattare l'unità di apprendimento alle proprie esigenze. I secondi, i sistemi adattivi, eseguono invece l'adattamento in modo del tutto automatico: ovvero è il sistema a fornire all'utente la migliore modalità di esecuzione avendo valutato in precedenza, attraverso processi espliciti o impliciti, le sue esperienze, il suo stile di apprendimento, il suo modo di elaborare le informazioni, il suo metodo di studio [Kobsa, 2001].

Il contributo presenta un sistema ipermediale adattivo, chiamato "Adaptive Multimedia Learning Content", che è in grado di definire gli stili cognitivi preferiti dallo studente e, in base ad essi, di modificare il contenuto multimediale da presentare. Nel corso dell'interazione, inoltre, è in grado di modificare

ulteriormente il contenuto multimediale in base al livello di apprendimento dello studente.

2.2 L'adattamento

L'adattamento dell'ipermedia, che segue ovviamente la fase dell'osservazione e dello studio delle esigenze degli utenti, può riguardare sia il contenuto che l'architettura del sistema. In questo modo è possibile proporre nel modo migliore il sistema all'utente, predisponendo il percorso di apprendimento più adatto a soddisfare i bisogni dello stesso.

Tipicamente, l'obiettivo dell'adattamento del contenuto è quello di agevolare la comprensione dell'unità didattica, fornendo all'utente le informazioni strettamente necessarie per soddisfare il proprio bisogno informativo o i propri interessi [Brusilovsky 1996, Brusilovsky 2001]. In letteratura numerosi sono i metodi attraverso i quali si effettua tale adattamento. In alcuni casi attraverso la rimozione di informazioni non pertinenti; in altri con l'aggiunta di ulteriori elaborazioni del contenuto [Xenos, 2004, Wang et al. 2007]. L'obiettivo dell'adattamento dell'architettura è invece quello di mettere a disposizione dell'utente una guida dettagliata per la fruizione dell'ipermedia, come ad esempio un sistema di help, oppure di permettere allo stesso utente, utilizzando strumenti quali ad esempio le mappe concettuali, di riuscire ad individuare sempre il punto in cui si trova ed il percorso che ha già compiuto fino a quel momento. Nel caso di un ipermedia adattivo basato sullo stile cognitivo, il sistema deve essere in grado di capire quale sia lo stile più congeniale all'utente per fornire poi il contenuto con un linguaggio coerente con tale stile. Tutto questo deve poter avvenire in maniera automatica così da fornire un sistema in grado di soddisfare la maggior parte delle esigenze dello studente.

3. Gli stili cognitivi

Nell'attuazione di un processo formativo è necessario tenere fortemente in considerazione le differenze individuali, in modo tale che l'apprendimento si sviluppi secondo le modalità proprie di ciascuno studente, individuando le sue inclinazioni e adattandosi per facilitare il superamento delle difficoltà che si potrebbero incontrare in determinati contesti. Ancor prima di erogare un corso è, quindi, particolarmente utile riconoscere la specifica modalità con la quale un individuo apprende, la sua predisposizione ad adottare una o più strategie piuttosto che altre in modo indipendente da quanto specificatamente richiesto dal compito, così da creare le condizioni migliori affinché l'obiettivo possa essere raggiunto.

Le differenze individuali possono essere quantitative, riferendosi a soggetti più o meno abili, e qualitative, che si presentano quando i soggetti manifestano le medesime abilità ma nel dettaglio si distinguono per differenti profili di sotto abilità.

In questo quadro si colloca il concetto di stile cognitivo. Secondo le definizioni riportate in "The role of cognitive style in e-learning: a discussion of literature" [Bartomeus, 2003] gli stili cognitivi sono "modelli per l'elaborazione dell'informazione che rappresentano delle modalità tipiche della persona di

percepire, pensare, ricordare e risolvere i problemi” (Griggs) ed esprimono “il modo in cui le persone cominciano a concentrarsi sul processo, interiorizzare e conservare le informazioni nuove e difficili” (Dunn e Dunn).

Pertanto, come sottolineato da De Beni, Moè e Cornoldi (2003), si ha “uno stile cognitivo tutte le volte in cui si manifesta una tendenza costante e stabile nel tempo a usare una determinata classe di strategie, nell’ambito di una serie di strategie tutte ugualmente applicabili per affrontare il compito specifico”.

Per fare degli esempi, colui che si pone di fronte a un problema in modo sistematico piuttosto che intuitivo adotta un determinato stile cognitivo, così come colui che predilige partire da una visione di insieme per scendere poi nei dettagli.

Si tratta ovviamente di situazioni estreme. Nella realtà, pur tendendo a consolidarsi sulla base del principio del rinforzo – più un modo di porsi porta ad un risultato positivo più spesso sarà adottato – gli stili cognitivi “presentano la caratteristica della plasticità” [De Beni et al., 2003]. Non tanto e non solo perché esistono una serie di sfumature tra i diversi estremi con cui può essere identificato un determinato stile, ma anche e soprattutto perché non è escluso che un soggetto, in determinate condizioni o posto di fronte ad un determinato compito, ritenga più opportuno adottare uno stile diverso dal proprio se non addirittura opposto.

Per questo “nell’apprendimento, è opportuno che i ragazzi conoscano e adottino preferibilmente il proprio stile individuale, ma anche che facciano esperienza con lo stile alternativo, loro meno confacente, imparando a riconoscere le situazioni, ad esempio il tipo di materiale/o di compito, in cui è preferibile utilizzare uno stile piuttosto che un altro” [De Beni et al., 2003]

3.1 Classificazione degli stili cognitivi

Un valido aiuto per riconoscere alcune modalità fondamentali di apprendimento viene dalla ricerca psicopedagogica che ha sviluppato l’approccio degli stili cognitivi. Il riconoscimento di stili cognitivi differenziati favorisce, da un lato, una diversificazione delle metodologie di insegnamento, dall’altro, una attenzione particolare ai casi specifici in cui lo stile è scarsamente compatibile con le procedure adottate. Tale approccio sposta, infatti, l’attenzione da un sistema di insegnamento centrato sulla prestazione ad un sistema che sottolinea, a parità di efficienza, gli aspetti qualitativi del processo di apprendimento nel suo svolgersi [Cornoldi, De Beni, 1997].

Esistono diversi modelli per il riconoscimento degli stili di apprendimento, tra i quali ad esempio quello di Felder e Silverman [Felder, 1993]. Sebbene questi stili di apprendimento non siano stati pensati per corsi supportati dalle nuove tecnologie, essi possono essere facilmente adattati a questi ambienti, facendo adeguati parallelismi tra le caratteristiche di ogni stile e i comportamenti adottati dagli utenti durante l’apprendimento supportato da una determinata tecnologia.

In particolare, il modello ILS - Index of Learning Style proposto da Felder e Silverman fa riferimento a quattro dimensioni: sistematico/intuitivo, visivo/verbale, impulsivo/riflessivo, analitico/globale [Felder, Silverman, 1988].

Nel lavoro in oggetto, che si basa sul modello proposto da Cornoldi e De Beni, sono state prese in considerazione due delle quattro dimensioni previste: quella globale/analitico e quella verbale/visuale.

Gli individui con uno stile globale hanno la tendenza ad organizzare e ad elaborare l'informazione come un insieme; mentre gli individui che si collocano sul versante analitico tendono ad approcciarsi all'ambiente come costituito dalla somma di singole unità separate. Questi ultimi partono dai dettagli, dal particolare e utilizzano pochi aspetti per volta, al contrario dei soggetti definiti globali, che tendono a vedere una situazione nel suo insieme [Cornoldi, De Beni, 1997]

Dall'altra parte il soggetto verbale è colui che preferisce leggere, ascoltare o considerare le informazioni come parole e solo successivamente passa a guardare eventuali illustrazioni, mentre il soggetto visuale legge, ascolta o considera le informazioni che fluiscono alla sua esperienza come immagini mentali. Egli è attratto da rappresentazioni grafiche, mappe nella quali le informazioni di natura visuospatiale hanno un'interfaccia con le parole [Cornoldi, De Beni, 1997]

3.2 Questionario sugli stili cognitivi

Considerata la difficoltà oggettiva di individuare lo stile cognitivo di un soggetto – gli stili cognitivi sono, infatti, per loro natura flessibili e osservabili da diversi punti di vista –, nel caso del modello elaborato e applicato al sistema ipermediale “Adaptive Multimedia Learning Content” si è fatto ricorso ad uno strumento collaudato e accreditato: il questionario sugli stili cognitivi (QSC) elaborato da De Beni, Moè e Cornoldi [De Beni, Moè, Cornoldi, 2003].

Il questionario, suddiviso in due parti, indaga le due dimensioni considerate contrapponendo lo stile globale a quello analitico e lo stile verbale a quello visivo.

Per misurare lo stile cognitivo globale o analitico il questionario utilizza una figura che include una configurazione globale ed elementi di dettaglio. Si tratta in pratica di un disegno analizzabile sia globalmente, sia nei dettagli sulla base del quale vengono poi poste nove domande per indagare la preferenza dell'utente verso un approccio globale piuttosto che analitico.

Per lo stile verbale o visivo viene utilizzata una lista di item espressi visivamente (disegni) o verbalmente (parole) disposti su due colonne in una stessa pagina. Anche in questo caso sono presenti nove domande che vengono proposte agli utenti per evidenziare la preferenza per il codice verbale o visivo sia rispetto al compito proposto, sia in una pluralità di situazioni.

4. La definizione del modello

Come già descritto nel paragrafo precedente, il questionario di De Beni, Moè e Cornoldi misura lo stile cognitivo su due dimensioni globale/analitico e verbale/visivo. In particolare, il test assegna due punteggi uno per ciascuna dimensione misurando la preferenza per l'uno o l'altro stile nell'ambito della stessa dimensione. La preferenza, però, implica che l'altro stile non è da escludere completamente. In altre parole, una volta calcolati i due punteggi

diventa necessario definire un ordine degli stili cognitivi da consigliare all'utente. A tal fine si è ritenuto utile rappresentare (figura 1) su una linea retta gli stili (nelle rispettive dimensioni) in cui gli estremi sono rispettivamente gli stili Analitico-Visivo e Globale-Verbale. Per effettuare la valutazione il sistema utilizza un algoritmo che consente di misurare la distanza tra i punteggi medi ottenibili dal test, che nella figura sono indicati come A e B, e i punteggi ottenuti dal singolo utente (in figura X e Y). La valutazione dell'ordine di preferenza è definito in base ai segni delle differenze tra i punteggi ottenuti dagli utenti e i punti medi. La figura 1 rappresenta il caso in cui A e B siano entrambi negativi.

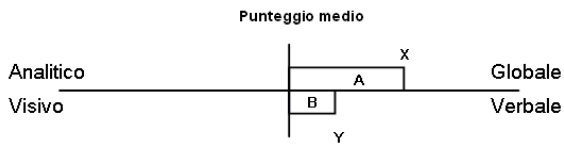


Figura 1. Rappresentazione grafica del calcolo dei punteggi

In questo caso, la X è più vicina allo stile Globale piuttosto che la Y a quello Verbale. Nel profilo utente, quindi, il primo stile sarà lo stile Globale e il secondo quello Verbale. Successivamente si valuta la distanza dagli altri estremi definendo il secondo e il terzo stile. Il profilo illustrato in figura avrà nell'ordine gli stili Visivo e Analitico.

In base a questo ragionamento i casi che si possono verificare sono rappresentati nella seguente tabella.

CASO1: A<0 e B<0	A>B	Globale, Verbale, Visivo e Analitico
	A<B	Verbale, Globale, Analitico e Visivo
CASO2: A>0 e B>0	A>B	Analitico, Visivo, Verbale, Globale
	A<B	Visivo, Analitico, Globale e Verbale.
CASO3: A>0 e B<0	A > B	Analitico, Verbale, Visivo, Globale
	A < B	Verbale, Analitico, Globale, Visivo
CASO4: A<0 e B>0	A > B	Globale, Visivo, Verbale e Analitico
	A < B	Visivo, Globale, Analitico e Verbale

5. Implementazione del modello

L'idea di fondo della ricerca è quella di definire un contenuto ipermediale adattivo. Per salvaguardare gli aspetti di interoperabilità del modello, nella sua

applicazione si è scelto di utilizzare lo standard SCORM (Sharable Content Management Metadata), lo standard più diffuso per la realizzazione dei contenuti per l'e-learning. In particolare, lo SCORM offre le regole di Sequencing and Navigation che consentono di cambiare la navigazione tra i componenti del pacchetto (gli SCO) durante l'interazione dell'utente. Per quanto riguarda, invece, la memorizzazione del profilo studente, sempre per ragioni di interoperabilità e scalabilità, si è scelto di utilizzare lo standard IMS LIP (IMS Learner Information Package). In particolare, gli stili cognitivi saranno memorizzati nell'elemento <preference element> che contiene a sua volta due elementi <typename> e <prefcode> nel primo si memorizza il nome dello stile nel secondo l'ordine di preferenza.

Il modello richiede che per la realizzazione del pacchetto SCORM adattativo il contenuto didattico sia suddiviso in differenti unità didattiche ognuna con un obiettivo di apprendimento specifico. Per ogni unità didattica si realizzeranno una serie di SCO, ognuno di essi dovrà presentare il contenuto utilizzando una rappresentazione adatta ad ogni stile cognitivo. Gli SCO saranno di due tipi: uno che contiene il contenuto didattico che si vuole trasferire; l'altro conterrà un rinforzo da utilizzare nel caso in cui si rilevi che lo studente non ha raggiunto l'obiettivo didattico.

Ogni SCO, inoltre, dovrà contenere anche un test di comprensione. Tale test sarà utilizzato per verificare il livello di apprendimento dello studente e, come effetto collaterale, l'efficacia dello stile cognitivo. Se l'utente, infatti, fallisce il test di comprensione gli sarà presentato il rinforzo, mantenendo invariato lo stile cognitivo. Se, però, l'utente al termine del rinforzo fallisce il nuovo test proposto, allora si presuppone che qualcosa non vada con lo stile di presentazione. A questo punto, usando le regole di Sequencing and Navigation e in accordo con quanto memorizzato nel profilo utente, si cambierà lo stile cognitivo corrente dell'utente andando a visualizzare i rispettivi SCO. In questo modo, la navigazione attraverso gli SCO sarà dinamicamente definita dall'interazione dell'utente e in particolare dai risultati dei test di apprendimento.

6. Un esempio di applicazione del modello

Il modello illustrato nel paragrafo precedente è stato applicato nella realizzazione di un corso ipermediale adattivo per l'insegnamento di Psicologia della Comunicazione Digitale tenuto per i corsi di laurea in Informatica e Comunicazione Digitale e in Lettere dell'Università degli Studi di Bari.

L'obiettivo didattico dell'insegnamento è stato suddiviso in diversi sotto obiettivi e per ognuno di essi è stata realizzata un'unità didattica. Ad ognuna di esse è stato applicato il modello e quindi sono stati realizzati otto SCO (due per ogni stile cognitivo) con i relativi test.

Al primo accesso l'ipermedia chiede all'utente di completare il test per la definizione degli stili cognitivi. Una volta completato i risultati sono memorizzati nel profilo studente e compatibilmente con quanto memorizzato, il primo SCO è selezionato. Ad esempio, supponiamo che nel profilo utente i primi due stili siano, nell'ordine, Visivo e Globale. L'unità didattica che si sta visualizzando è quella relativa alla Comunicazione Persuasiva (fig. 2a). Alla fine

dell'esposizione del contenuto, allo studente viene chiesto di rispondere al test di verifica (fig. 2b). Se lo studente fallisce il test allora sarà presentato il rinforzo sempre usando lo stile Visivo (fig. 2c). Anche in questo caso, è richiesto di compilare un test di verifica che, se fallito nuovamente, porterà alla fruizione dello stesso contenuto utilizzando uno stile diverso, globale nel caso in esame (fig. 2d). Altrimenti la navigazione continuerà con lo stile cognitivo corrente.



Figura 2. Un esempio di interazione

6.2 Valutazione dell'efficacia di apprendimento

La valutazione del modello di adattamento presentato in questo lavoro è stata effettuata mediante la somministrazione dell'ipermedia "Adaptive Multimedia Learning Content" ad un campione di 170 studenti universitari del corso di Psicologia della Comunicazione Digitale dei corsi di laurea in Lettere ed Informatica e Comunicazione Digitale dell'Università degli Studi di Bari.

I dati emersi dalla somministrazione di "Adaptive Multimedia Learning Content" sono stati presentati in modo dettagliato in [Monacis et al, 2009].

In questa sede ci si limiterà invece a richiamare l'attenzione sull'importanza dell'applicazione di un modello per l'adattamento basato su una classifica di stili cognitivi più congeniali a ciascuno studente. In questo modo, infatti, è possibile rendere l'ipermedia capace di commutare il contenuto da presentare in base allo stile cognitivo preferito dello specifico studente.

Prima di fruire dell'"Adaptive Multimedia Learning Content", gli studenti coinvolti sono stati inoltre sottoposti anche al "Computer Attitudes Test" (CAS) [Al-Khaldi and Al-Jabri, 1998] per misurare il loro livello di attitudine al computer.

Al primo test di verifica dell'apprendimento è risultato che i punteggi migliori sono stati conseguiti dai soggetti analitici e visuali, rispettivamente il 75,00% e il 71,11%, mentre i punteggi peggiori sono stati ottenuti dai soggetti verbali (61,11%) e globali (56,10%).

Disponendo anche dei risultati del "Computer Attitudes Test" si è ritenuto di mettere in relazione lo stile cognitivo dei 69 studenti (41,57%) che hanno ottenuto i risultati peggiori a livello di apprendimento con la loro attitudine al computer.

Questa associazione ha prodotto un risultato significativo. In particolare i soggetti con stile cognitivo verbale o globale hanno ottenuto un punteggio più alto nella scarsa attitudine all'uso del computer, mentre i soggetti con stile cognitivo analitico o Visivo hanno ottenuto un punteggio più alto, avendo un atteggiamento medio-alto rispetto all'attitudine all'uso del computer.

Quindi, a questo punto, è stato chiesto agli stessi 69 studenti che avevano dimostrato uno scarso apprendimento di sottoporsi ad un secondo test di verifica. Riscontrando anche in questo caso un elevato numero di risposte sbagliate da parte dei soggetti globali e verbali agli stessi studenti è stata proposta una nuova unità formativa basata su un differente stile cognitivo, il secondo a loro più congeniale sulla base della classifica stilata dopo la somministrazione del questionario sugli stili cognitivi.

Dopo aver somministrato la nuova unità didattica è stata effettuata una ulteriore verifica di apprendimento che ha dato come esito il 78,38% di risposte corrette, dimostrando in questo modo il vantaggio della commutazione dello stile cognitivo.

7. Conclusioni

Il lavoro di ricerca mira a dimostrare quanto sia importante, al fine di ottenere il successo nel raggiungimento degli obiettivi di apprendimento, l'adozione di un modello per l'adattamento di contenuti multimediali basato sugli stili cognitivi dello studente.

I risultati ottenuti in seguito alla somministrazione di "Adaptive Multimedia Learning Content" hanno infatti evidenziato che la fruizione di contenuti coerenti al proprio stile cognitivo migliora i risultati di apprendimento favorendo il raggiungimento di risultati positivi anche da parte di coloro che dimostrano una scarsa attitudine all'uso del computer.

Il punto di forza del modello che è stato implementato utilizzando tecnologie standard, è l'interoperabilità con tutte le piattaforme di e-learning che supportano gli standard. Inoltre, il modello è anche indipendente dal dominio e di facile replicabilità in quanto in un nuovo contesto sarà necessario cambiare i esclusivamente contenuti didattici e dei test di verifica poiché le regole di sequencing and navigation utilizzate sono del tutto indipendenti dal dominio.

I punti di debolezza sono legati alla granularità necessaria e allo sforzo di definizione dei contenuti e dei rinforzi per tutti gli stili. Per ciò che concerne il primo aspetto si può solo dire che, da sempre, quando si parla di contenuti per l'e-learning adattivi sorge il problema della granularità: più è elevata la granularità più efficace sarà l'adattività. È compito dell'esperto del dominio e del docente, quindi, di volta in volta definire il giusto equilibrio. Dal punto di vista della diversa rappresentazione dei contenuti, parlando di autoapprendimento e adattività in base agli stili cognitivi, lo sforzo che si sostiene nella preparazione del materiale didattico si tramuterà in vantaggio in termini di supporto agli studenti che in questo modo apprenderanno in maniera più autonoma e risparmiando tempo.

Bibliografia

Bartomeus G., The role of cognitive styles in e-learning: a discussion of literature, Skrift från Institutionen för pedagogik, Nr 1:2003, Högskolan i Borås, 501 90 Borås, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.126.6829&rep=rep1&type=pdf>

Brusilovski P., Methods and techniques in adaptive hypermedia. *User Modelling and User Adapted Interaction*, 6(2-3):87-129, 1996.

Brusilovsky P., *Adaptive Hypermedia*. User Modeling and User-Adapted Interaction, Kluwer Academic Publishers Hingham, MA, USA, 2001.

Calvani A., *Tecnologia, scuola, processi cognitivi. Per una ecologia dell'apprendere*, Franco Angeli, Milano, 2007.

Cornoldi C., De Beni R., *Imparare a studiare. Strategie, stili cognitivi, meta cognizione e atteggiamenti nello studio*, Erickson, Trento, 1997.

Cornoldi C., De Beni R., *Imparare a studiare 2. Strategie, stili cognitivi, metacognizione e atteggiamenti nello studio*, Erickson, Trento, 2001.

De Beni R., Moè A., Cornoldi C., *Test AMOS. Abilità e motivazione allo studio: valutazione e orientamento. Questionario sugli stili cognitivi*, Erickson, Trento, 2003.

Monacis, L., Finamore, R., Sinatra, M., Di Bitonto, P., Roselli, T., Rossano, V., *An Adaptive Learning Object SCORM standard*. International Workshop on Distance Education Technologies (DET'2009), part of the 14th International Conference on Distributed Multimedia Systems, San Francisco Bay, USA, September 10 - 12, 2009, pp. 222-227.

Felder R., *Reaching the Second Tier: Learning and Teaching Style in College Science Education*, *J. College Science Teaching*, 1993
<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Secondtier.html>.

Felder R.M., Silverman L.K., *Learning and teaching styles in engineering education*, in *Engineering Education*, 1988.

Gilli D., Grimaldi A., *Interazione con il computer e processi formativi: ipotesi di lavoro*, Franco Angeli, Milano, 1990.

Kosba A., *Generic User Modeling Systems*. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 11 (1-2), Ten Year Anniversary Issue <http://www.ics.uci.edu/~kobsa/publi-all.html#Refereed> Journal Papers.

Xenos, M., *Prediction and assessment of student behaviour in open and distance education in computers using Bayesian networks*, *Computers & Education*, 43, 345-359, 2004.

Wang, T. I., Tsai, K. H., Lee, M. C. and Chiu, T. K., *Personalized Learning Objects Recommendation based on the Semantic-Aware Discovery and the Learner Preference Pattern*, *Educational Technology & Society*, 10 (3), 84-105, 2007.

Al-Khaldi, M. A., Al-Jabri, I. M., *The relationship of attitudes to computer utilization: new evidence from a developing nation*, *Com. Hum. Beh.*, 14 (1), 23-42, 1998.