

LEARNING OBJECT E PERCORSI DI APPRENDIMENTO PERSONALIZZATO IN PIATTAFORME DI E-LEARNING

LEARNING OBJECTS AND PERSONALIZED LEARNING PATHS IN E-LEARNING PLATFORMS

Giovannina Albano | Dipartimento di Ingegneria Elettronica e Ingegneria Informatica, Università degli Studi di Salerno

✉ **Giovannina Albano** | Dipartimento di Ingegneria Elettronica e Ingegneria Informatica, Università degli Studi di Salerno |
Via Ponte don Melillo, 84084, Fisciano (SA) | galbano@unisa.it

Sommario Questo lavoro si focalizza sulla creazione di percorsi didattici personalizzati. La piattaforma Intelligent Web Teacher (IWT) implementa opportuni algoritmi di ingegneria didattica che ne permettono la realizzazione. Presupposto della diversificazione dei percorsi è la disponibilità di un'ampia gamma di learning object diversi che spiegano uno stesso concetto del dominio di conoscenza.

PAROLE CHIAVE Trasposizione e ingegneria didattica, Learning object, E-learning.

Abstract This paper focuses on the creation of personalized learning paths. The Intelligent Web Teacher (IWT) platform implements suitable algorithms for engineering education, allowing the creation of such paths. Generation of personalised learning paths requires the availability of a wide range of different learning objects explaining a given concept of the knowledge domain.

KEY-WORDS Engineering education and transposition, Learning object, E-learning.

INTRODUZIONE

È ormai ampiamente superato il credo secondo cui esiste un metodo di insegnamento che in assoluto sia migliore di un altro. Ogni studente ha proprie esigenze e soprattutto proprie caratteristiche, rispetto alle quali il grado di adeguatezza dell'istruzione proposta rende efficace l'insegnamento producendo apprendimento. In questo contesto la trasposizione didattica (Chevallard, 1985) e l'ingegneria didattica (Artigue, 1992) assumono un ruolo importante rispetto a ciascuno studente. La trasposizione didattica consiste nel passare dalla conoscenza che viene dalla ricerca alla conoscenza da insegnare e alla conoscenza effettivamente insegnata. L'ingegneria didattica riguarda invece l'elaborazione di sequenze didattiche, la messa a punto di strumenti e materiali didattici organizzati e articolati nel tempo in modo coerente ai fini del raggiungimento di precisi obiettivi di apprendimento. Soddisfare l'esigenza di personalizzazione richiede la scelta di diversi saperi insegnati e la realizzazione di vario materiale e sequenze didattiche. A tal fine per il dominio della geometria (corso base di algebra lineare e geometria analitica nel piano e nello spazio) sono stati creati diversi Learning Object (LO)¹, tenendo conto di molti risultati della ricerca in Educazione Matematica. I LO creati sono stati utilizzati dapprima in via sperimentale sui corsi di Geometria presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Salerno, per poi contribuire alla costruzione dell'iniziativa MatematicaFacile.it², utilizzando la piattaforma Intelligent Web Teacher (IWT).

TRASPOSIZIONE DIDATTICA: I LEARNING OBJECT

La ricchezza della trasposizione didattica in piattaforma, che si concretizza nella realizzazione di vari LO che spieghino uno stesso concetto, ha un ruolo chiave per supportare la diversificazione dei percorsi di apprendimento, che nella visione costruttivista è visto come guida dell'apprendimento della matematica (Balacheff e Sutherland, 1999). Di seguito vengono descritti i principi didattici alla base del disegno dei LO.

- **Uso di rappresentazioni multiple, trattamenti e conversioni:** secondo Duval (2006), la chiave della comprensione in matematica sta nel coordinamento dei sistemi di rappresentazione semiotica, ovvero nell'abilità di usare rappresentazioni diverse dello stesso oggetto e muoversi velocemente dall'una all'altra. Tale coordinamento, che precisa lo stesso Duval non è affatto naturale, richiede l'uso esplicito di attività come la costruzione di una rappresentazio-

ne in un certo sistema semiotico (ad esempio, scrivere un testo o una formula o disegnare una figura), il trattamento di rappresentazioni all'interno di un dato sistema semiotico (ad esempio, riassumere un testo, semplificare una formula o trasformare una figura geometrica), la conversione da un sistema semiotico a un altro (ad esempio, descrivere a parole una figura, o scrivere una formula per rappresentare dei dati da un problema reale). L'uso di più rappresentazioni può essere collegato all'interazione dell'utente con un LO in termini di *funzionamento multi-modale* (Way, 2004), che fa riferimento a varie modalità: Visuale/Spaziale (grafici e loro relazione con il testo, la forma e la misura), Linguistico (scelta delle parole, presentazione di testi, simboli e figure), Audio (suono) e Gestuale/Movimento (interazione dinamica, causa ed effetto). In tutti i LO creati è stato fatto largo uso di rappresentazioni multiple e dei processi ad essi relativi.

- **Explicitazione dei collegamenti tra diversi concetti:** il National Council of Teachers in Mathematics (NCTM, 2000) enfatizza l'importanza di cogliere i collegamenti all'interno del sapere. Per questo i LO sono stati disegnati in modo da rendere espliciti i collegamenti a diverse aree di contenuti matematici, a conoscenze precedentemente acquisite (concetti, definizioni, teoremi), ad applicazioni in diverse discipline e così via.
- **Enfasi sulla matematica relazionale** (Skemp, 1976): riuscire in matematica significa padroneggiare ragionamento, pensiero critico, problemi e processi. Per questo, particolare attenzione è stata data alle dimostrazioni, in cui, secondo Rav (1999), è immerso tutto il know-how matematico. Abbiamo assunto che una dimostrazione non sia semplicemente un testo unico inseparabile, ma che in esso sia possibile individuare una struttura composta da vari blocchi autonomi con un proprio significato e uno specifico ruolo all'interno del percorso dimostrazione (ovvero, si possa pensarli come sotto-obiettivi). Ognuno di questi blocchi può essere considerato come un modulo a cui ci si può riferire in maniera concisa o in maniera ampia a seconda della convenienza per gli scopi del momento. La composizione di più moduli porta alla costruzione di nuova conoscenza, ovvero permette di provare la tesi del teorema in oggetto.

Andiamo ora a descrivere le principali tipologie di LO creati secondo il quadro teorico appena descritto.

- 1 Per LO intendiamo una «risorsa digitale che possa supportare l'apprendimento» (Wiley, 2000).
- 2 <http://www.matematicafacile.it/> (ultima consultazione settembre 2011).

Ipermedia

Nella pratica scolastica, è evidente il diverso stile degli studenti nello studiare che, troppo spesso, è basato su modelli di apprendimento mnemonico e su uno studio molto focalizzato, trascurando eventuali variazioni e possibili connessioni. Per evitare ciò e favorire l'acquisizione di collegamenti nella conoscenza, sono stati costruiti alcuni LO di tipo ipermediale, composti da un testo HTML principale con *parole chiave*, che portano ad altri LO differenti sia come tipologia di risorse (ad esempio, diapositive animate, esercitazioni, video, ecc.) sia come parametri didattici/pedagogici (approccio didattico, la densità semantica, difficoltà, livello di interattività, ecc.). I link hanno principalmente lo scopo di favorire lo studente nel fare collegamenti (all'interno della matematica o verso altre discipline) e nell'abitarli all'uso di diversi sistemi di rappresentazione semiotica. I link hanno varie etichette: **teorico** - riferimenti a pezzi di conoscenza precedenti o a differenti rappresentazioni dello stesso concetto (ad es. significato geometrico di un concetto algebrico come il determinante di una matrice); **tecnico** - riferimento all'esplicitazione di dettagli tecnici (ad es. in una dimostrazione) come un trattamento in un certo sistema semiotico (ad es. una procedura algoritmica) o una conversione da un sistema semiotico a un altro (ad es. formulazione verbale, simbolica e grafica di uno stesso concetto); **storico** - riferimento al contesto storico nel quale la conoscenza in oggetto è nata e si è sviluppata; **motivazionale** - riferimento a legami tra la conoscenza matematica e le sue applicazioni in altri domini; **bibliografico** - riferimento a libri ed articoli di approfondimento per l'argomento in oggetto.

Video strutturati

I video sono stati realizzati con una lavagna multimediale e riproducono una sorta di lezione in presenza, focalizzata sui passi scritti e sui loro audio-commenti. Vari colori sono stati utilizzati per indirizzare il bilanciamento dell'attenzione. Essi presentano anche collegamenti a pezzi di conoscenze pregresse considerate utili per meglio raggiungere l'obiettivo fissato. Tali collegamenti avvengono attraverso la memorizzazione di opportuni LO (prevalentemente in formato pdf) in altre pagine della lavagna e poi opportunamente richiamati. Osserviamo che, mentre negli ipermedia il discente ha la scelta di usare o meno il link, qui tale scelta è demandata all'autore. I video sono stati suddivisi in più

parti (moduli) corrispondenti ad un frazionamento didattico dei contenuti: ogni modulo ha un titolo che è una frase sintetica che descrive la caratterizzazione del modulo (ovvero il sotto-obiettivo a cui porta il modulo); la lista di questi titoli costituisce un indice laterale e muovendosi lungo di esso lo studente può accedere direttamente alla parte relativa del video. È chiaro che, dove più composizioni sono possibili, solo una scelta sarà presentata e sarà dato come compito a casa agli studenti creare altri indici laterali possibili.

Esercizi statici e dinamici

Al fine di coprire il dominio di conoscenza con le competenze di problem solving, l'attenzione è stata rivolta ad offrire LO che trattino di tecniche risolutive di base. A tale scopo due tipi di esercizi sono stati implementati: uno statico e uno dinamico. Il primo consiste in un modello di soluzione in formato testo per vari esercizi, corredato da molti commenti e richiami teorici per contrastare l'acquisizione mnemonica di alcune procedure di solito applicate in maniera meccanica da parte degli studenti, senza una precedente analisi dell'esercizio in gioco. Gli esercizi dinamici, invece, sono stati progettati e realizzati utilizzando Mathematica³ e WebMathematica⁴, attraverso la creazione di opportuni algoritmi di generazione di infiniti e sempre diversi esercizi *on the fly*, basati sulle seguenti linee guida (Albano, D'Auria e Salerno, 2003). Tutti gli algoritmi sono basati sulla strategia del *divide et impera*: ogni esercizio è stato infatti diviso in uno o più passi elementari, cioè lo studente è guidato alla soluzione affrontando sotto-problemi più facili. Un passo elementare è un sotto-problema visto per la prima volta o un esercizio tra i precedenti. Ad ogni passo elementare viene dato un suggerimento, e di conseguenza è necessaria una interazione, in modo che gli studenti debbano dare una risposta all'attuale sotto-problema. Una valutazione automatica della correttezza della soluzione data viene realizzata, utilizzando Mathematica. Gli algoritmi sono stati opportunamente pensati al fine di riconoscere e distinguere gli errori di carattere teorico (ad esempio, le incoerenze logiche) e gli errori di calcolo. Di conseguenza, un messaggio diverso di avviso viene generato, il che suggerisce la natura più probabile dell'errore e adeguati mezzi per correggerlo. In questo modo allo studente viene fornito sia uno *scaffolding strategico*, in quanto lo stesso LO suggerisce approccio, strategie e percorsi per raggiungere l'apprendimento, sia uno *scaffolding concettuale* poiché riceve feedback appropriati a seconda degli errori individuati.

³ URL: <http://www.wolfram.com/products/mathematica/> (ultima consultazione settembre 2011).

⁴ URL: <http://www.wolfram.com/products/webmathematica/> (ultima consultazione settembre 2011).

Slide animate

Sono significative soprattutto quando entrano in gioco costruzioni di figure, che spesso sono la chiave per risolvere correttamente un problema. A tale scopo, la conversione tra descrizione verbale e rappresentazione figurale è fondamentale.

Ferrari (2004) nota che una quota rilevante di errori degli studenti può essere attribuita a questioni linguistiche. L'animazione e la sincronizzazione tra la descrizione testuale e la corrispondente rappresentazione grafica permette di guidare lo studente in tale conversione. Le conversioni tra le rappresentazioni verbali, grafiche e simboliche sono state trattate da animazioni adeguate, che consentono di vedere passo dopo passo, ad esempio, la costruzione delle equazioni della retta o del piano in due e tre dimensioni attraverso una continua migrazione dalla situazione grafica alla descrizione verbale e alla formula algebrica. In questo modo l'allievo può fare l'esperienza della genesi dell'equazione nota della retta e allo stesso tempo fa esperienza del coordinamento di diversi sistemi semiotici.

Quiz

È stato creato un ampio database di domande a risposta chiusa (scelta multipla, numerica, vero/falso, a corrispondenza) con valutazione automatica. Abbiamo evitato domande puramente nozionistiche, focalizzandoci su matematica relazionale e linguaggio (es. interpretazione di testi scientifici, problemi, ragionamento, dimostrazioni, algoritmi, rappresentazioni semiotiche). Inoltre sono stati creati test come esercizi dinamici con procedure di valutazione ad ogni passo. Sono possibili diverse modalità di scelta delle domande (quiz mirati su un solo argomento, quiz di riepilogo di un intero corso, quiz le cui domande sono scelte casualmente su una o più categorie, ecc.) e diverse modalità di gestione da parte degli studenti. A seconda delle scelte del docente, il quiz può essere ripetuto o meno e prevedere l'accesso alle risposte corrette con qualche spiegazione per le risposte sbagliate.

INGEGNERIA DIDATTICA: IWT E LA CREAZIONE DI LEARNING PATHS

I LO descritti sono alla base della costruzione di percorsi di apprendimento personalizzati all'interno di IWT, piattaforma di e-learning con caratteristiche di Learning Content Management System (LCMS) e *adaptive learning system*. La caratteristica peculiare della piattaforma è la sua capacità di creare, gestire e aggiornare in itinere, in maniera automatica, per ogni studente,

unità di apprendimento personalizzate (Gaeta, Orciuoli e Ritrovato, 2009), grazie a tre aspetti: conoscenza didattica, modello studente, e procedure di pianificazione del Learning Path (LP).

La conoscenza viene implementata attraverso:

- le ontologie che permettono di formalizzare, in una struttura a grafo, domini cognitivi attraverso la definizione di concetti e relazioni tra concetti;
- i LO;
- i metadata, che sono informazioni descrittive e permettono di etichettare ogni LO per associarlo a uno o più concetti definiti in un'ontologia.

Il modello studente permette di associare al singolo studente un *profilo*, cioè informazioni sullo stato cognitivo (conoscenze acquisite) e sulle preferenze didattiche (es. tipologia di contenuti, approccio didattico, livello di interattività, ecc.), raccolte esplicitamente (questionario) ed implicitamente (traccia del comportamento).

La creazione del LP personalizzato avviene sostanzialmente in tre passi:

- il docente fissa l'obiettivo cognitivo, scegliendo un'ontologia e uno o più concetti obiettivo, ed eventuali fasi di test;
- IWT individua sull'ontologia il LP (in termini di successione di concetti) adeguato al raggiungimento degli obiettivi cognitivi fissati;
- IWT, attraverso l'analisi dello stato cognitivo, elimina dal LP i concetti che lo studente già conosce e successivamente associa ai concetti del LP i LO più opportuni in accordo alle preferenze didattiche.

Il LP così costruito viene aggiornato automaticamente dopo i test, essendo le domande associate ai concetti attraverso i metadata. Il nuovo LP include LO di recupero sui concetti per i quali lo studente non ha raggiunto la sufficienza. Per ogni concetto, lo studente può inoltre navigare tra LO alternativi a quello proposto. Qualora lo studente ottenga successo sempre con una stessa tipologia di LO di caratteristiche diverse da quelle del suo profilo studente, queste vengono automaticamente aggiornate da IWT. In tal modo allo studente viene offerta la possibilità di un apprendimento *guidato su misura*, a cui si affiancano sessioni di tutoring individuale e sociale. Infatti, ogni studente annotare gli LO con propri appunti ipermediali, che può rendere pubblici, partecipando così a un processo di condivisione e costruzione della conoscenza.

Lo stesso processo di ingegneria didattica descritto viene usato per rispondere a esigenze formative che lo studente sente di avere e che può esprimere in linguaggio verbale, favorendo così capacità di autoregolazione.

CONCLUSIONI

In questo lavoro sono stati descritti i processi che sono alla base della creazione di esperienze di apprendimento personalizzato nella piattaforma IWT. Dalle sperimentazioni fatte su corsi di Geometria nella Facoltà di Ingegneria dell'Università di Salerno, si è riscontrato un notevole apprezza-

mento da parte degli studenti che si sentono seguiti individualmente e allo stesso tempo si sentono liberi di navigare "a loro piacimento" e arricchiti dal confronto con gli altri. I risultati ottenuti agli esami, sia in termini di voto che di tempi di superamento, ci incoraggiano a proseguire nella direzione intrapresa.

BIBLIOGRAFIA

- Albano G., D'Auria B., Salerno S. (2003). A WebMathematica application for Mathematics learning. In Sloot *et al.* (eds.). *Proceedings of the Third International Conference on Computational Science, ICCS 2003* (Melbourne, Australia e St. Petersburg, Russia, 2-4 giugno 2003), 2657 (1). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, pp. 754-763.
- Artigue M. (1992). Didactic engineering. In R. Douady, A. Mercier (eds.). *Research in didactic of mathematics: selected papers (special issue)*. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12, pp. 41-65.
- Balacheff N., Sutherland R. (1999). Didactical complexity of computational environments for the learning of mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 4 (1), pp. 1-26.
- Chevallard Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Duval R. (2006). The cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61 (1), pp. 103-131.
- Ferrari P.L. (2004). Mathematical language and advanced mathematics learning. In M. Johnsen Høines, A. Berit Fuglestad (eds.). *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Bergen, Norvegia, 14-18 luglio 2004) 2, pp. 383-390. Cape Town, South Africa: International Group for the PME, URL: http://www.emis.de/proceedings/PME28/RR/RR177_Ferrari.pdf (ultima consultazione settembre 2011).
- Gaeta M., Orciuoli F., Ritrovato P. (2009). Advanced ontology management system for personalised e-learning. *Knowledge-Based Systems— Special Issue on AI and Blended Learning*, 22, pp. 292-301.
- NCTM (2000). *Principles and standards of school mathematics*. URL: www.nctm.org/uploadedFiles/Math_Standards/12752_exec_pssm.pdf (ultima consultazione settembre 2011).
- Rav Y. (1999). Why do we prove theorems?. *Philosophia Mathematica*, 7 (3), pp. 5-41.
- Skemp R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, pp. 20-26.
- Way J. (2004). Multimedia learning objects in mathematics education. *Proceedings of ICME 10*, URL: <http://www.icme-organisers.dk/tsg15/Way.pdf> (ultima consultazione settembre 2011).
- Wiley D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (ed.). *The instructional use of learning objects*. Bloomington, In, USA: Association for Educational Communications and Technology. URL: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> (ultima consultazione settembre 2011).