

Technology-enhanced learning to support active ageing

Tecnologie intelligenti per la formazione a supporto dell'invecchiamento attivo

Riccardo De Benedictis^a, Gabriella Cortellessa^b, Francesca Fracasso^c, Amedeo Cesta^d

^a *Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione, CNR, Roma, riccardo.debenedictis@istc.cnr.it*

^b *Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione, CNR, Roma, gabriella.cortellessa@istc.cnr.it*

^c *Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione, CNR, Roma, francesca.fracasso@istc.cnr.it*

^d *Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione, CNR, Roma, amedeo.cesta@istc.cnr.it*

Abstract

The increasing dynamism of contemporary society poses some challenges also to current learning processes that could benefit from new methods based upon intelligent technologies. The use of technology, in this context, can be an enabling factor. The Intelligent Tutoring Systems (ITS), for example, are systems that, despite some limitations (for example, lack of dynamic adaptability and reduced innovation compared to classical learning environments), are able to support the acquisition of knowledge by their users through the use of modern Information and Communication Technologies. The experience of the authors in the field of education, coming from the development of crisis management training systems, has been renewed and enriched over the years, arriving to a new generation of ITSs. This latter one is able to support the dynamic adaptation of the lessons and to bring the educational processes out of the classrooms, overcoming the original limitations of the ITSs and pursuing the idea of a continuous learning both in time and in space.

Keywords: Intelligent Tutoring Systems; active ageing; automated planning and scheduling.

Abstract

La crescente dinamicità della società contemporanea pone delle sfide anche agli attuali processi di apprendimento che potrebbero trarre beneficio da nuovi metodi basati su tecnologie intelligenti. L'utilizzo della tecnologia, in questo contesto, può risultare un fattore abilitante. Gli Intelligent Tutoring System (ITS), ad esempio, sono sistemi che nonostante alcune limitazioni (per es., scarse capacità di adattamento dinamico e ridotta innovazione rispetto agli ambienti di apprendimento classici), sono in grado di supportare l'acquisizione di conoscenze da parte dei loro utenti attraverso l'utilizzo di moderne tecnologie dell'informazione e della comunicazione. L'esperienza degli autori nel campo dell'educazione, generata prevalentemente durante lo sviluppo di sistemi di addestramento alla gestione delle crisi, si è rinnovata ed arricchita negli anni, fino ad andare verso una nuova generazione di ITS in grado di supportare l'adattamento dinamico delle lezioni e di portare i processi educativi fuori dalle aule, superando le originarie limitazioni degli ITS e perseguendo l'idea di un apprendimento continuo sia nel tempo che nello spazio.

Parole chiave: Intelligent Tutoring System; invecchiamento attivo; pianificazione automatica e scheduling.

1. Introduzione

Il rinnovamento del sistema educativo, per rispondere ad una sempre più dinamica società del futuro, rappresenta una sfida sociale superabile solo attraverso l'implementazione di nuovi modelli di apprendimento e di insegnamento e l'ottimizzazione di quelli esistenti sulle varie aree della vita e della conoscenza. Un possibile approccio a questo problema consiste nel ripensare radicalmente l'esperienza di apprendimento attraverso tecnologie dell'informazione e della comunicazione avanzate per arricchire e innovare i metodi e gli strumenti didattici. Gli Intelligent Tutoring System (ITS), in particolare, sono dei sistemi che mirano a replicare, attraverso tecnologie ICT (Information and Communications Technologies), i vantaggi dell'insegnamento individualizzato (*uno-a-uno*) in contesti in cui gli studenti avrebbero accesso solo a lezioni di tipo frontale (*uno-a-molti*) (VanLehn, 2011). In quanto tali, questi sistemi rappresentano dei validi strumenti a supporto del sistema educativo. Essi sono, tuttavia, tipicamente poco flessibili nel tempo, limitando le possibilità di adattamento dinamico ai cambi di contesto. Inoltre, la maggior parte degli ITS sono profondamente ispirati agli ambienti di apprendimento classico, trascurando pertanto la possibilità di agire nel tempo, ad esempio, lungo tutta la vita, e nello spazio, ad esempio, a scuola, durante le tradizionali lezioni, ma anche in un ambiente esterno e durante il tempo libero.

Attraverso il progetto *Città Educante* (<http://www.cittaeducante.it>) il tema dell'apprendimento è inquadrato in relazione alla risposta alle sfide sociali legate al rinnovamento del sistema educativo, da realizzare attraverso l'implementazione di nuovi modelli di apprendimento e di insegnamento in cui la tecnologia (piattaforme e web) diventa un fattore abilitante. In particolare, l'obiettivo degli autori nel progetto è stato quello di pensare ad un'incarnazione di Città Educante per la formazione continua degli anziani. Un segmento di popolazione ad alto rischio di isolamento sociale a causa della propria fragilità fisica. In particolare, considerando le esperienze più recenti nell'interazione degli anziani con le macchine complesse (Cortellessa et al., 2017), tenendo presente le precedenti esperienze di formazione degli anziani (Cesta, Cortellessa & De Benedictis, 2017), abbiamo costruito un nuovo ambiente di apprendimento, denominato ExPLoRAA (ExPeriential LeaRning for Active Ageing), finalizzato a migliorare l'invecchiamento attivo e la partecipazione alla vita sociale degli anziani che vivono a casa, nella comunità e al lavoro.

2. L'adattamento dinamico delle lezioni

L'idea di sviluppare il sistema ExPLoRAA nasce come conseguenza dell'esperienza sul campo da parte degli autori. In particolare, prendendo spunto da un precedente lavoro (Cesta, Cortellessa & De Benedictis, 2014), in cui gli studenti venivano formati per gestire crisi, l'approccio utilizzato in ExPLoRAA si basa sull'idea di comporre dinamicamente un insieme di lezioni attraverso l'uso di una specifica tecnologia di Intelligenza Artificiale chiamata *pianificazione automatica* (Ghallab, Nau & Traverso, 2004). A partire da una rappresentazione statica contenente una traccia di lezione di alto livello, inizialmente memorizzata in un database, la lezione viene pianificata e adattata dinamicamente al contesto, permettendo la personalizzazione della lezione agli utenti coinvolti e consentendo, di conseguenza, di massimizzare l'esperienza didattica. L'idea di utilizzare la tecnologia legata alla pianificazione automatica nasce dall'esigenza di creare un'esperienza didattica sufficientemente ampia da riprodurre un gran numero di situazioni diverse che, allo stesso tempo, sono caratterizzate da un'elevata variabilità di stimoli, al

fine di aumentare il livello di coinvolgimento degli utenti. La pianificazione automatica, infatti, favorisce la generazione di svariate lezioni eterogenee che sarebbero troppo complicate da ottenere con una semplice precompilazione di storie. L'approccio alla pianificazione automatica basato su timeline (Muscettola, 1994), in particolare, rappresenta l'elemento unificante dei vari moduli del sistema ExPLoRAA, garantendo l'adattabilità dinamica dei piani e promuovendo, di conseguenza, l'apprendimento esperienziale.

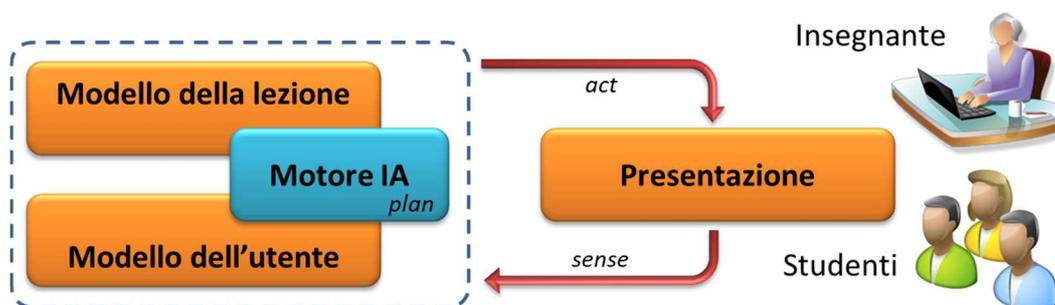


Figura 1. L'idea generale alla base del sistema ExPLoRAA.

Da un punto di vista di alto livello, gli attori coinvolti nel sistema di apprendimento e i suoi moduli principali sono descritti in Figura 1. In particolare, è possibile distinguere due tipi di utenti: gli studenti, cioè un gruppo di persone, potenzialmente di qualsiasi età, interessate all'utilizzo dei servizi di apprendimento offerti; e gli insegnanti, ovvero utenti con privilegi speciali che hanno l'opportunità di osservare gli studenti e motivarli, monitorandone le dinamiche di apprendimento e il grado di coinvolgimento, e di controllare lo stato di avanzamento sia delle lezioni che, più in generale, dell'intero ambiente di apprendimento. La Figura 1 mostra, inoltre, tre blocchi che implementano le corrispondenti funzionalità di alto livello: (a) il *modello dell'utente*, il cui obiettivo è creare e mantenere dinamicamente un modello dell'utente con lo scopo di generare indicazioni per la personalizzazione volte a migliorare il processo di apprendimento; (b) il *modello della lezione*, il cui ruolo consiste nel combinare le informazioni del sottosistema precedente al fine di creare lezioni personalizzate e nel controllarne l'evoluzione; (c) il modulo di *presentazione*, il cui scopo è quello di rappresentare la lezione attraverso efficaci interfacce grafiche interattive. Inoltre, vale la pena sottolineare che il sistema proposto fornisce agli utenti, sia studenti che insegnanti, l'opportunità di adattare l'evoluzione dell'ambiente di apprendimento in tempo reale attraverso l'interpretazione dei loro comportamenti. L'architettura proposta si basa sul paradigma *sense-plan-act* che implementa, in un loop continuo, le tre primitive (a) *sense*, in cui le informazioni vengono raccolte da sensori (per esempio, cardiofrequenzimetri, sensori per misurare la risposta galvanica della pelle, ricevitori GPS, etc.) e domande rivolte verso gli utenti, (b) *plan* in cui, utilizzando le informazioni disponibili, viene creato un piano di lezione e (c) *act*, in cui l'azione scelta dal processo di pianificazione, viene effettivamente eseguita e concretizzata in termini di stimoli (per esempio, documenti da leggere, video informativi, pagine web, etc.) per gli studenti di varie fasce di età.

Vale la pena sottolineare che, sfruttando la tecnologia Mobile, il modulo di presentazione della lezione interagisce a distanza con il sistema consentendo diverse modalità di apprendimento: (a) apprendimento *in loco*, più vicino, come idea, all'insegnamento classico, in cui la tecnologia viene utilizzata come supporto per l'insegnamento in una classe arricchendo le lezioni con nuovi stimoli interattivi e (b) l'apprendimento *distribuito*, in cui la tecnologia mira a supportare le lezioni fuori dalla classe, durante un'esperienza

pratica o nel tempo libero fornendo, a tempo debito e in base alla personalizzazione, stimoli opportuni agli utenti. Più specificamente, nella modalità di formazione in loco, il sistema può essere utilizzato da un gruppo di studenti contemporaneamente. Questa modalità rappresenta un'estensione del metodo di apprendimento classico in cui un insegnante insegna a un gruppo di studenti. In questo caso, tuttavia, rispetto all'approccio classico, l'insegnamento è migliorato dall'introduzione, all'interno della lezione, della tecnologia ExPLoRAA. Ogni lezione è istanziata dall'insegnante definendo obiettivi specifici di apprendimento (Gronlund & Brookhart, 2009) che, prendendo spunto dalla tecnologia utilizzata (la pianificazione automatica), chiamiamo goal. Il sistema elabora la lezione e presenta, al momento opportuno, le informazioni agli studenti attraverso gli strumenti di presentazione. Gli studenti interagiscono direttamente con il sistema, fornendo le loro risposte a determinate circostanze proposte dal sistema e trasmettendo dati dai sensori disponibili sui dispositivi adottati (ad esempio i parametri fisiologici), arricchendo i modelli degli utenti con informazioni utili alla personalizzazione. Viceversa, nel caso della formazione distribuita, la lezione non avviene in una singola stanza fisica ma viene distribuita tra gli utenti che sono collegati, attraverso una connessione internet, in remoto al sistema. La lezione è, ancora una volta, istanziata dall'insegnante che definisce gli obiettivi specifici di apprendimento, ma può avere una durata variabile, potenzialmente infinita. Questo tipo di approccio, rispetto al precedente, è più innovativo. Gli studenti interagiscono direttamente con il sistema mentre si spostano all'interno della città, fornendo le risposte a determinati stimoli proattivi proposti dal sistema e trasmettendo costantemente i dati dai sensori disponibili sui dispositivi scelti (ad esempio, posizione geografica, parametri fisiologici, etc.). I dati dei sensori, in particolare, arricchiscono i modelli degli utenti che, a loro volta, adattano la lezione agli studenti, dando vita a un'esperienza di apprendimento altamente personalizzata.

3. Il ruolo dell'intelligenza artificiale

L'idea di utilizzare la tecnologia legata alla pianificazione automatica deriva, nello specifico, dalla necessità di creare un'esperienza didattica sufficientemente ampia per riprodurre un gran numero di situazioni diverse che, allo stesso tempo, sono caratterizzate da un'elevata variabilità di stimoli rivolti agli utenti, finalizzata ad aumentare il grado di coinvolgimento degli stessi. La pianificazione basata su timeline consente di ragionare sugli eventi nel tempo e, quindi, rappresenta uno strumento valido per soddisfare i nostri bisogni pedagogici. Pianificare una lezione, in particolare, richiede l'invio di stimoli al momento opportuno. Inoltre, reagire alle interazioni degli utenti richiede capacità di adattamento dei piani che possono essere difficilmente raggiunte attraverso altre tecniche di pianificazione automatica. Anche l'adattamento dinamico dei profili utente, che agisce sulle diverse caratteristiche che rappresentano il modello dell'utente, può essere ottenuto, omogeneamente, attraverso l'utilizzo di opportune timeline. Vale la pena notare, infine, che l'integrazione dei diversi tipi di ragionamento necessari è stata possibile grazie all'utilizzo dei nostri pianificatori (De Benedictis & Cesta, 2015).

Al fine di comprendere meglio il funzionamento di ExPLoRAA, è utile fornire alcune informazioni introduttive sulla pianificazione a timeline. In questo tipo di pianificazione automatica, la struttura dati principale è la timeline che, in termini generici, è una funzione del tempo su un dominio finito. I valori sulle timeline vengono estratti a partire da un insieme di espressioni logiche definite su un intervallo temporale T chiamati *token*. Formalmente, un token è una espressione avente forma $n(x_0, \dots, x_k)@[s, e, \tau]$ in cui n è un

nome di predicato, x_0, \dots, x_k sono i suoi parametri (cioè delle costanti, delle variabili numeriche o delle variabili oggetto), s e e sono dei parametri temporali, appartenenti a \mathbb{T} , che rappresentano l'inizio (start) e la fine (end), nel tempo, del token, e τ è un parametro (cioè una costante o una variabile oggetto) che rappresenta la timeline su cui il token agisce. Vale la pena notare che i parametri dei token possono essere soggetti a *vincoli* di diversa natura. Tali vincoli possono essere utilizzati, per esempio, per definire l'uguaglianza fra due parametri, ma anche un particolare ordinamento fra due token. L'insieme di token e di vincoli imposti sui loro parametri si chiama *token-network* e rappresenta, tipicamente, lo stato della memoria dei pianificatori basati su timeline.

Nella pianificazione a timeline esistono, inoltre, due tipi di token: i *fatti* e i *goal*. Mentre i fatti sono, per definizione, intrinsecamente veri, i goal devono essere *raggiunti*. Nello specifico, la causalità, nell'approccio basato su timeline, è definita mediante un insieme di regole che indicano come raggiungere tali goal. Formalmente, una regola è un'espressione del tipo $n(x_0, \dots, x_k)@[s, e, \tau] \leftarrow r$ in cui $n(x_0, \dots, x_k)@[s, e, \tau]$, chiamato anche *testa* della regola, rappresenta il goal da raggiungere, e r , chiamato anche *corpo* della regola, indica il requisito per raggiungere il goal. In parole povere, il requisito nel corpo di una regola indica quello che serve per raggiungere il goal nella testa della regola. Un requisito r può essere, nello specifico, un altro token, un vincolo fra i parametri di più token, una congiunzione di requisiti o una disgiunzione di requisiti. Si noti che questa definizione ricorsiva permette una grande espressività nella modellazione del problema, permettendo di combinare a piacere espressioni logiche e vincoli.

Nella pianificazione a timeline, le regole definiscono le relazioni causali che devono essere rispettate per raggiungere un determinato obiettivo. In altre parole, per ogni goal che ha la forma della testa di una regola, anche il corpo della regola deve essere presente nella token-network. Per esempio, la regola $matematica()@[s, e, \tau] \leftarrow \{moltiplicazioni()@[s_1, e_1, \tau_1] \wedge [10 \leq s - s_1 \leq 20]\}$ potrebbe essere utilizzata per esprimere il concetto che la conoscenza delle moltiplicazioni è un requisito fondamentale per la conoscenza della matematica, e che l'apprendimento delle moltiplicazioni, per permetterne l'assimilazione, deve avvenire da 10 a 20 unità temporali (per esempio, giorni) prima di conoscere la matematica.

Un problema di pianificazione a timeline è, a questo punto, definibile da (a) un insieme di timeline, (b) un insieme di regole, e (c) un requisito. Una possibile strategia di risoluzione da parte di un pianificatore, atta a trovare una soluzione al problema di pianificazione, potrebbe essere, intuitivamente, quella di costruire una token-network a partire dal requisito del problema e applicare le relative regole (cioè, aggiungere il corpo della regola nella token-network), rispettando i vincoli, per tutti i goal presenti nella token-network, fintanto che essa ne contiene di non raggiunti. Si noti, infatti, che l'applicazione di una regola può introdurre nuovi goal che, a loro volta, devono essere raggiunti per mezzo della successiva applicazione di ulteriori regole. L'apprendimento delle addizioni, nell'esempio precedente, potrebbe essere propedeutico all'apprendimento delle moltiplicazioni (concetto esprimibile, per esempio, per mezzo della regola $moltiplicazioni()@[s, e, \tau] \leftarrow \{addizioni()@[s_1, e_1, \tau_1] \wedge [5 \leq s - s_1 \leq 10]\}$). Vale la pena notare, inoltre, che i corpi delle regole potrebbero contenere disgiunzioni, le quali renderebbero il processo di risoluzione tutt'altro che banale. Quest'ultimo aspetto, in particolare, ha reso necessario lo sviluppo di opportune euristiche (De Benedictis & Cesta, 2016) per migliorare l'efficienza dei suddetti processi risolutivi.

4. Il modellamento degli studenti e delle lezioni

L'idea generale, perseguita in ExPLoRAA, consiste nell'utilizzare i token della pianificazione a timeline per rappresentare, omogeneamente, sia lo stato degli utenti che gli stimoli da inviare ad essi. Inseguendo l'obiettivo generale di migliorare l'esperienza di apprendimento, infatti, diventa fondamentale mantenere un modello dell'utente aggiornato, al fine di valutare come i suoi parametri emotivi, psicologici, fisiologici, ma anche la loro posizione geografica, possano influenzare il processo di apprendimento. L'insieme dei fattori rilevanti considerati include, tra le altre cose, lo stato di salute, la fatica, gli interessi personali, il livello di impegno e l'attuale valutazione della prestazione. L'uso di braccialetti Bluetooth (come [Empatica E4](#) o simili), ad esempio, consente l'estrazione di valori fisiologici come la temperatura periferica della pelle, la sua conduttanza, la frequenza cardiaca e la variabilità cardiaca. Inoltre, è possibile sfruttare i servizi di geolocalizzazione, offerti dai dispositivi mobili, per ottenere una buona stima della posizione degli utenti nel tempo. La valutazione iniziale di queste variabili, utilizzata come base per inizializzare l'esperienza didattica e come punto di riferimento per le misurazioni successive, può essere effettuata mediante l'uso di questionari standardizzati o misurazioni fisiologiche eseguite prima della lezione. Vale la pena notare, tuttavia, che il profilo di uno studente può anche essere aggiornato sfruttando le interazioni degli utenti con il sistema chiedendo loro, ad esempio, di rispondere a domande sporadiche. Il coinvolgimento degli utenti, ad esempio, è misurato attraverso una scala di tipo Likert a cinque livelli che viene somministrata agli utenti a intervalli regolari. Infine, viene data particolare enfasi alle prestazioni degli studenti che vengono monitorate e osservate attraverso la somministrazione di domande e l'interpretazione accurata delle risposte fornite.

Analogamente allo stato degli utenti, gli stimoli (cioè video, messaggi di testo, domande, etc.) che caratterizzano le lezioni sono rappresentati per mezzo di token da *inviare*, a tempo debito, ai diversi utenti. In questo caso, inoltre, i token sono dotati di informazioni aggiuntive come l'insieme di argomenti trattati nello stimolo (ad esempio arte, architettura, religione, etc.) e alcuni contenuti dipendenti dalla natura specifica dello stimolo (ad esempio, il testo per uno stimolo di tipo testuale o l'URL per uno stimolo di tipo audiovisivo). Specificamente, quando un utente si iscrive a una lezione, definisce quali degli argomenti trattati dalla lezione sono di suo interesse. Quando si inviano stimoli agli utenti, una procedura di filtraggio garantirà la consegna dei soli stimoli per i quali l'utente ha dichiarato un particolare interesse.

Vale la pena notare che, sebbene la rete di cui sopra sia inizializzata per rappresentare un progetto astratto di una lezione, essa viene successivamente personalizzata e adattata dinamicamente al profilo dell'utente coinvolto. La personalizzazione, infatti, avviene sia per mezzo dell'interesse espresso dagli utenti per alcuni argomenti, come spiegato in precedenza, che in termini di tipo (e numero) di token nella rete di token. In particolare, gli adattamenti alla rete sono realizzati grazie all'applicazione delle regole di pianificazione associate alla lezione, che definiscono come *reagire* al profilo degli utenti, ai loro aggiornamenti e alle loro azioni (ad esempio, trasferirsi in una posizione specifica o rispondere a una domanda). Tali regole, in particolare, hanno lo scopo di introdurre nella token-network i requisiti, in termini di ulteriori stimoli da inviare agli utenti e delle relazioni fra di essi, per la presenza degli stimoli presenti nel problema di pianificazione. Un esempio pratico di regola utilizzata nel sistema ExPLoRAA espressa, per semplicità, in linguaggio naturale, può essere la seguente: “per stimolare l'attività cognitiva del gruppo di utenti coinvolti in una lezione, o proporre un semplice cruciverba se la prestazione del gruppo è bassa, oppure proporre un cruciverba complesso se la prestazione del gruppo è

alta”. Si noti che sfruttando la possibilità di definire congiunzioni e disgiunzioni all’interno delle regole (nel linguaggio naturale, “... se ...” e “o ... oppure ...”) e di poter combinare tali regole in modo sequenziale, è possibile ottenere una grande ricchezza di possibili evoluzioni delle lezioni. Infine, dal momento che alcune di queste regole possono contenere condizioni che riguardano il modello utente, non tutte risultano applicabili (ad esempio, nel caso precedente, verrebbe proposto solamente un semplice cruciverba qualora le prestazioni del gruppo fossero basse), producendo una token-network che è sempre compatibile con i profili attuali degli utenti.

In linea generale, l’idea è che l’insegnante carica da un database una lezione specifica in base alle proprie esigenze didattiche. Una token-network iniziale viene creata a partire dal problema di pianificazione a timeline associato alla lezione e allo stato attuale degli utenti coinvolti. Successivamente, attraverso il processo di pianificazione, ulteriori stimoli vengono aggiunti alla token-network e posizionati nel tempo in base ai vincoli e alle regole, producendo una token-network che rappresenta, a tutti gli effetti, una lezione personalizzata. Tali stimoli, saranno poi inviati agli utenti attraverso il modulo di presentazione che si occuperà di visualizzare, a seconda della natura dello stimolo, video, messaggi di testo, domande, etc. Vale la pena notare che al fine di favorire l’interazione e la collaborazione tra gli studenti è possibile modellare le lezioni sulla base di giochi di ruolo (O’Donnell, Lawless, Sharp & Wade, 2015). Ad esempio, le informazioni distribuite possono essere parziali, richiedendo agli utenti la necessità di inviare messaggi ad altri studenti in modo da poter costruire, attraverso la condivisione delle informazioni, una panoramica e rispondere adeguatamente alle sfide poste dal sistema, favorendo così la cooperazione fra gli utenti. Ogni volta che il profilo di un utente cambia perché, ad esempio, aumenta il suo livello di affaticamento, vengono applicate ulteriori regole che determinano un aggiornamento della token-network tale da riportarla *coerente* con il nuovo stato degli utenti. Allo stesso modo, gli aggiornamenti potrebbero accadere come conseguenza di azioni intraprese dagli utenti, generando una rete che è sempre rappresentativa della lezione iniziale sebbene dinamicamente adattata al contesto specifico.

5. Prototipo e valutazione

Facendo affidamento sul concetto schematizzato nella Figura 1, abbiamo realizzato un primo prototipo di ExPLoRAA. In particolare, diverse istanze delle applicazioni Desktop e Mobile, illustrate nella Figura 2, consentono agli studenti e agli insegnanti l’accesso al sistema attraverso l’interazione remota con un back-end, responsabile per il mantenimento delle lezioni attive, la gestione dei segnali provenienti dagli utenti e l’invio personalizzato degli stimoli.

In particolare, attraverso queste applicazioni, gli insegnanti hanno la possibilità di creare nuove lezioni e gestire quelle attive mentre, in concomitanza, monitorano attivamente gli studenti che seguono le lezioni. Gli studenti, d’altro canto, si iscrivono alle lezioni disponibili, specificando i propri interessi, e ricevono stimoli personalizzati in base al loro stato psicofisiologico valutato attraverso una combinazione di sensori e domande mirate.

Al fine di valutare il sistema, abbiamo creato un esempio di modello di lezione ispirato alle *madonnelle stradaiole* di Roma, delle edicole votive presenti in grandi quantità sulle pareti e sugli angoli degli edifici storici romani, testimonianza di una religiosità popolare, di strada e di quartiere, e più in generale di un modo di vivere la città.

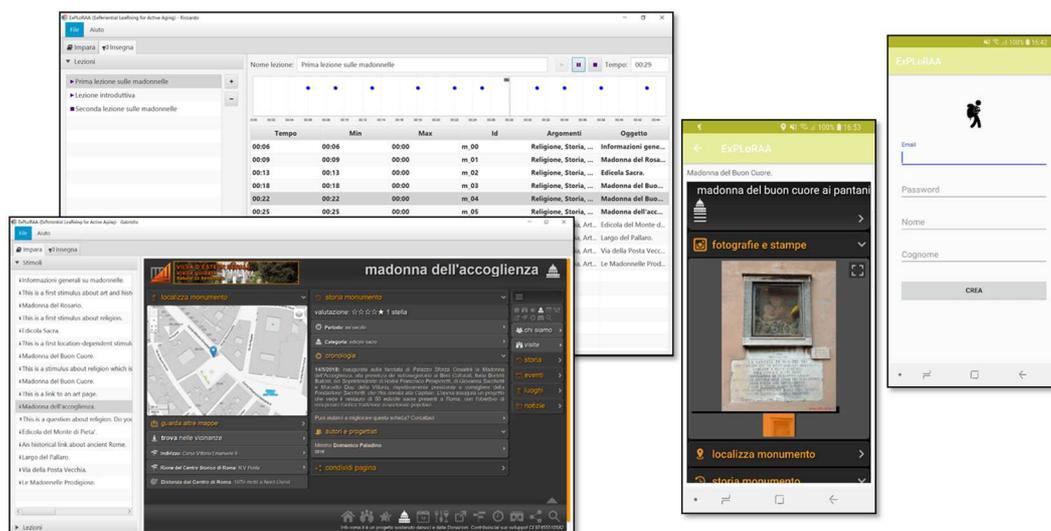


Figura 2. Le applicazioni Desktop e Mobile del sistema ExPLoRAA.

Nello specifico, l'idea consiste nell'inviare stimoli agli utenti in modo da guidarli a visitare tali edicole, personalizzando il percorso in base al proprio stato psicofisiologico. Sfruttando la georeferenziazione, inoltre, il sistema ExPLoRAA chiede agli utenti di fotografare i santuari. Tali foto saranno utilizzate, in seguito, per costruire giochi che, messi insieme, riducano l'isolamento sociale e stimolino l'attività cognitiva. Il primo passo per l'implementazione di uno scenario di questo tipo consiste nel raccogliere informazioni sulle edicole come, per esempio, una breve storia su ciascuna di esse e, per la referenziazione geografica, le loro coordinate GPS. Inoltre, un questionario personalizzato, somministrato agli utenti, ha lo scopo di estrarre un profilo iniziale da utilizzare come base di riferimento. A partire da questo profilo iniziale, tramite il processo di pianificazione, viene selezionato un percorso, compatibile con i profili degli utenti coinvolti che, passo dopo passo e al momento opportuno, viene suggerito agli utenti (ad esempio, tramite messaggi del tipo "raggiungi via del Pellegrino", "l'edicola in via del Pellegrino è stata costruita nel 1716", "Fa' una foto al santuario di via del Pellegrino", "vai a Porta S. Paolo", etc.). Prendendo in considerazione i dati fisiologici, il sistema può adattare il percorso. Ad esempio, qualora il sistema ExPLoRAA si rendesse conto che l'utente non sia troppo stanco, si opterebbe per un percorso più lungo, al fine di favorire l'attività fisica e un'interazione prolungata con gli altri utenti coinvolti. Infine, una volta terminato il percorso, il sistema ExPLoRAA costruisce un gioco di *Memory* a partire dalle foto raccolte, sfidando i partecipanti a scoprire, con il minor numero possibile di passaggi, le coppie delle foto, scattate nascoste sotto delle tessere, stimolando così l'attività cognitiva dei partecipanti.

La raccolta di feedback ha avuto luogo presso le strutture di [Televita](#), un'organizzazione di volontariato attiva nel terzo Municipio di Roma. In particolare, è stato organizzato un focus group in cui hanno partecipato i volontari dell'associazione, oltre a rappresentanti di altre associazioni che si occupano di assistenza a persone anziane e/o di disagio psicologico attive, anch'esse, sul territorio del terzo Municipio di Roma per un totale di dieci partecipanti. Nello specifico, sei dei partecipanti svolgevano attività di volontariato per l'organizzazione Televita, tre dei partecipanti erano rappresentanti della [Società San Vincenzo de Paoli](#) e un'ultima persona era rappresentante dell'organizzazione di volontariato [Oltre Le Barriere](#). L'incontro (vedi Figura 3) è stato strutturato attorno alla presentazione del prototipo sviluppato che si è rivelato funzionale per suscitare commenti

e suggerimenti dai partecipanti. Abbiamo affrontato la discussione indirizzandola verso la raccolta di feedback intesa a migliorare l'interfaccia grafica, le modalità di fornitura del servizio, i modi per migliorare l'impegno, nonché la possibilità per i partecipanti di fornire suggerimenti e commenti gratuiti.



Figura 3. I partecipanti al focus group.

In generale, il feedback ottenuto sulla piattaforma e sui suoi servizi è stato decisamente positivo e i partecipanti hanno trovato particolarmente interessante l'aspetto di gioco del progetto. Ad ogni modo, il gioco è stato letto non solo come strumento ricreativo, ma anche come apprendimento e coesione sociale, un aspetto cruciale per promuovere il benessere negli anziani. Inoltre, è emerso il valore della possibilità offerta ai cittadini che possono partecipare alla cogestione del bene pubblico attraverso il volontariato municipale e, grazie a ExPLoRAA, hanno l'opportunità di assumere alcuni aspetti in un'area territoriale favorendo così un certo senso di appartenenza. Ciò riflette la necessità di motivare le persone anziane a sentirsi attive, piuttosto che un peso per la società o per la famiglia. La partecipazione alle attività, inoltre, motiva le persone e le fa sentire vive. Il sistema risulta, per di più, proficuo nel cercare di far fronte a uno dei maggiori problemi degli anziani: la sofferenza della solitudine. È emerso, infatti, che la formula proposta potrebbe rappresentare uno strumento efficace, in particolare considerando il carattere sociale delle attività che si basano essenzialmente sull'aggregazione e il raffronto tra le diverse persone in un contesto di gioco. La possibilità di personalizzare l'esperienza è stata giudicata molto utile, sia per incoraggiare la motivazione e il coinvolgimento delle persone durante l'attività, sia per fornire l'accesso a una più ampia gamma di utenti, tenendo conto delle possibili limitazioni fisiche. In questo senso, la personalizzazione dei servizi non è definita solo da aspetti psicologici, come il livello di coinvolgimento, attenzione, stato emotivo, ma anche da fattori più puramente fisici, come la fatica. Secondo i partecipanti, queste caratteristiche rendono la proposta ancora più efficace e auspicabile. Infine, un aspetto molto interessante emerso dall'interazione con i volontari, riguarda la possibilità di utilizzare il sistema ExPLoRAA per favorire lo scambio intergenerazionale. Di fatto, è stata data molta enfasi alla possibilità di sfruttare il sistema per far interagire anziani e giovani e per promuovere il confronto. Infatti, un sistema focalizzato su aspetti come la condivisione e le attività di gruppo favorisce lo scambio di conoscenze, tenendo conto delle preferenze e dei bisogni individuali, grazie alla possibilità di personalizzare l'esperienza.

Fra le sfide aperte, emerse durante l'evoluzione del focus group, spicca la difficoltà, da parte degli utenti che ricoprono il ruolo di insegnanti, di progettare le lezioni. Nello specifico, nonostante gli ITS si siano dimostrati efficaci in diversi domini, essi rimangono inerentemente difficili da costruire (Aleven, McLaren, Sewall & Koedinger, 2006). Per

questo motivo, attualmente, stiamo investigando la possibilità di integrare tecniche per la generazione automatica di domini al fine di supportare i progettisti didattici nel recupero efficace ed efficiente dei materiali di apprendimento (Gasparetti, De Medio, Limongelli, Sciarrone & Temperini, 2018).

6. Discussione e conclusioni

La capacità di personalizzare le attività e le strategie didattiche in base alle caratteristiche e alle esigenze dello studente costituisce un requisito comune di tutti gli ITS (Mousavinasab et al., 2018). Questo documento, in particolare, introduce il sistema ExPLoRAA come un ambiente di apprendimento basato su strumenti intelligenti, specializzato per supportare l'invecchiamento attivo. Fra gli elementi distintivi di ExPLoRAA ricordiamo (a) la possibilità di personalizzare dinamicamente le lezioni, durante la loro fruizione da parte degli utenti; (b) l'introduzione di dispositivi di geolocalizzazione e sensori fisiologici volti ad incrementare l'accuratezza della personalizzazione; (c) l'idea generale di aiutare le persone anziane a mantenersi mentalmente e fisicamente attive, attraverso il supporto di tecnologia intelligente, sia durante una lezione in classe che durante eventuali escursioni.

In conclusione, l'utilizzo di strumenti ICT rappresenta un fattore abilitante al rinnovamento degli attuali sistemi educativi. Le moderne tecnologie di Intelligenza Artificiale costituiscono un'opportunità per arricchire e personalizzare la fruizione dei contenuti da parte degli utenti, di qualunque età, al fine di massimizzare il loro processo di apprendimento. Attraverso l'impiego della tecnologia abbiamo la possibilità di formare nuovi studenti (senza dimenticarci di quelli più anziani) e di renderli maggiormente consapevoli e preparati ai sempre più rapidi cambiamenti della società contemporanea.

Bibliografia

- Aleven, V., McLaren, B.M., Sewall, J., & Koedinger, K.R. (2006). The cognitive tutor authoring tools (CTAT): preliminary evaluation of efficiency gains. In M. Ikeda, K.D. Ashley & T.W. Chan (eds), *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 61-70). Berlin: Springer.
- Cesta, A., Cortellessa, G., & De Benedictis, R. (2014). Training for crisis decision making - an approach based on plan adaptation. *Knowledge-Based Systems*, 58, 98–112.
- Cesta, A., Cortellessa, G., & De Benedictis, R. (2017). Using training with older people for active ageing in time and space. *Proceedings of the Third Italian Workshop on Artificial Intelligence for Ambient Assisted Living 2017 (AI*AAL@AI*IA)*, 87-101, Bari, 16-17 Novembre, 2017. <http://ceur-ws.org/Vol-2061/paper7.pdf> (ver. 15.04.2019).
- Cortellessa, G., Fracasso, F., Sorrentino, A., Orlandini, A., Bernardi, G., Coraci, L., ...Cesta, A. (2017). ROBIN, a telepresence robot to support older users monitoring and social inclusion: development and evaluation. *Telemedicine and e-Health*, 24(2), 145–154.
- De Benedictis, R., & Cesta, A. (2015). Integrating logic and constraint reasoning in a timeline-based planner. Integrating logic and constraint reasoning in a timeline-

- based planner. In M. Gavanelli, E. Lamma & F. Riguzzi (eds), *Congress of the Italian Association for Artificial Intelligence* (pp. 424-437). Cham: Springer.
- De Benedictis, R., & Cesta, A. (2016). Investigating domain independent heuristics in a timeline-based planner. *Intelligenza Artificiale*, 10(2),129–145.
- Gasparetti, F., De Medio, C., Limongelli, C., Sciarrone, F., & Temperini, M. (2018). Prerequisites between learning objects: Automatic extraction based on a machine learning approach. *Telematics and Informatics*, 35(3),595–610.
- Ghallab, M., Nau, D., & Traverso, P. (2004). *Automated planning: theory and practice*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Gronlund, N.E., & Brookhart, S.M. (2009). *Gronlund's writing instructional objectives, 8th Edition*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Mousavinasab, E., Zarifsanaiey, N., Rostam Niakan Kalhori, S., Rakhshan, M., Keikha, L., & Saeedi Ghazi, M. (2018). Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1558257> (ver. 15.04.2019).
- Muscettola, N. (1994). HSTS: Integrating planning and scheduling. In M. Zweben & M.S. Fox (ed.). *Intelligent scheduling* (pp. 169-212). San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- O'Donnell, E., Lawless, E., Sharp, M., & Wade, V.P. (2015). A review of personalised e-learning: Towards supporting learner diversity. *International Journal of Distance Education Technologies*, 13(1), 22–47.
- Progetto Città Educante. <http://www.cittaeducante.it/>(ver. 15.04.2019).
- VanLehn, K. (2011). The Relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221.