

Giovanni Adorni e Frosina Koceva



# DIDAMATICA 2019

informatica per la didattica

*BYOD, realtà aumentata e virtuale:  
opportunità o minaccia per la formazione?*



# AICA



16-17 MAGGIO 2019 | Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria



Atti Convegno Nazionale

# DIDAMATICA 2019

informatica per la didattica

Università degli Studi "Mediterranea"  
di Reggio Calabria

Reggio Calabria, 16-17 maggio 2019

A cura di

Giovanni Adorni e Frosina Koceva

ISBN 978-88-98091-50-8



AICA



## Atti Convegno Nazionale **DIDAMATiCA 2019**

Campus di Cesena – Università degli Studi “Mediterranea” di Reggio Calabria  
Reggio Calabria, 16-17 maggio 2019

A cura di: Giovanni Adorni e Frosina Koceva

ISBN: 978-88-98091-50-8

Risorse e aggiornamenti relativi a questi Atti sono disponibili all'indirizzo [www.aicanet.it/didamatica2019](http://www.aicanet.it/didamatica2019)

Copyright © 2019 AICA - Associazione Italiana per l'Informatica ed il Calcolo Automatico  
Piazzale Rodolfo Morandi, 2 - 20121 Milano  
Tel. +39-02-7645501 - Fax +39-02-76015717  
[www.aicanet.it](http://www.aicanet.it)

Licenza Creative Commons  
Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0



Tu sei libero: di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera, di modificare quest'opera alle seguenti condizioni: 1) devi attribuire la paternità dell'opera citando esplicitamente la fonte e i nomi degli autori; 2) non puoi usare quest'opera per fini commerciali; 3) se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica a questa; 4) ogni volta che usi o distribuisi quest'opera, devi farlo secondo i termini di questa licenza, che va comunicata con chiarezza.

E' possibile rinunciare a qualunque delle condizioni sopra descritte se ottieni l'autorizzazione dal detentore dei diritti. Nel caso in cui l'opera o qualunque delle sue

componenti siano nel pubblico dominio secondo la legge vigente, tale condizione non è in alcun modo modificata dalla licenza.

Questo è un riassunto in linguaggio accessibile a tutti del Codice Legale (la licenza integrale è reperibile su <http://www.creativecommons.it/Licenze>).

Prima edizione: Maggio 2019

Editing a cura di: Giulia Carmeci e Antonio Picano



## Prefazione

**DIDAMATiCA - DIDAttica e inforMATiCA** – (Informatica per la Didattica), dal 1986 è il punto di riferimento per studenti, docenti, istituzioni scolastiche, professionisti ICT, aziende e Pubblica Amministrazione sui temi dell'innovazione digitale per la filiera della formazione. Ponte tra scuola, formazione, ricerca e impresa, tiene vivo il confronto su ricerche, sviluppi innovativi ed esperienze in atto nel settore dell'Informatica applicata alla Didattica, nei diversi domini e nei molteplici contesti di apprendimento.

**DIDAMATiCA 2019** si propone di dare inizio a una riflessione concreta e strutturata sul tema dei nuovi scenari imposti nel mondo della Scuola, del lavoro, della società dalle tecnologie “mobili” e dagli strumenti di realtà aumentata e virtuale. Esito delle due giornate di convegno dovrà essere la definizione di una agenda di ricerca per tutti gli attori dell'innovazione digitale che stanno realizzando le proprie particolari e specifiche attività lavorative con strumenti mobili e facendo uso di applicazioni e dispositivi per espandere la realtà nell'ottica della realtà aumentata e virtuale.

Non solo buone pratiche, ma problematizzazione di un nuovo modo di produrre e fruire di contenuti e spazi digitali. I temi della realtà aumentata e virtuale portano in sé istanze relative a tutte le discipline STEAM e alle richieste dell'attuale mondo del lavoro: programmazione, intelligenza artificiale, Internet delle cose e l'ormai consolidato modello economico e sociale che va sotto il nome di Industry 4.0.

Coding, making, agenti intelligenti, big-data, machine learning, block-chain dematerializzazione, sicurezza, sono parole chiave non solo per pubbliche amministrazioni, aziende e industrie IT, ma sempre di più per il sistema educativo più ampiamente esteso (Scuola, Università,

Formazione professionale, ITS) primo luogo di alfabetizzazione per future specializzazioni di settore.

**DIDAMATICA** è organizzata annualmente da AICA, in collaborazione con il MIUR. L'edizione **2019** si svolge presso l'Università "Mediterranea" di Reggio Calabria. Tema del convegno è **"BYOD, realtà aumentata e virtuale: opportunità o minaccia per la formazione?"**. Tale titolo sintetico non vuole essere solo uno slogan, ma vuole porsi come sfida e opportunità per rendere la Scuola e il mondo del lavoro produttivi e smart, rendere Studenti, Docenti, Professionisti consapevoli e capaci di mettere in atto comportamenti sicuri e pronti ad affrontare le sfide e minacce del futuro.

Come sempre i lavori si sviluppano in due momenti, ben definiti, ma strettamente interconnessi; le sessioni generali di confronto sui temi fondanti del convegno, e le sessioni scientifiche.

Le sessioni generali vedono quest'anno tre momenti chiave; un confronto sulle *"Competenze digitali certificate a scuola, esperienze e prospettive"* in cui verranno presentate anche le nuove iniziative di certificazione proposte a livello internazionale dalla Fondazione ECDL/ICDL; una Tavola Rotonda su *"Realtà aumentata e mista per avvicinare in modo naturale al conoscere: gli strumenti più innovativi nelle mani del docente"*; una Keynote su *"Bitcoin e Blockchain nel mondo Accademico"*.

Alla Tavola Rotonda partecipano rappresentanti del mondo della ricerca didattica accademica e del mondo della Scuola, quella scuola che ha deciso in modo strutturale di inserire gli strumenti della realtà aumentata per l'insegnamento curricolare delle discipline. A partire dall'esperienza dei relatori, obiettivo della Tavola Rotonda è identificare le opportunità e gli elementi critici che rendono possibile realizzare la più innovativa frontiera della didattica con il digitale.

Il Keynote vuole affrontare il tema Bitcoin e la Blockchain anche come strumento concreto in ambito didattico e accademico. Durante l'intervento, dopo una breve presentazione delle attività della Blockchain Education Network Italia, vengono discusse le basi di Bitcoin e le caratteristiche della Blockchain con l'illustrazione di Caso d'uso della certificazione nella didattica tramite il progetto Growbit.

Lo slogan del convegno **DIDAMATiCA 2019** è "*DIDAMATICA cambia pelle*"; infatti il convegno aggiunge alla sua tradizionale valenza scientifica un importante momento formativo dedicato al mondo dei docenti con un corso di formazione "*Fare didattica con la Realtà Aumentata: applicazioni e metodologie per inserire la Realtà Aumentata nella quotidiana pratica didattica*". Tale corso viene organizzato durante la seconda giornata del Convegno e introduce all'uso pedagogico delle tecnologie per la realtà aumentata: partendo dall'illustrazione di alcune applicazioni web per realizzare contenuti aumentati, si focalizza sugli elementi critici per una proficua introduzione di tali innovative modalità didattiche nella quotidiana pratica della scuola.

I contributi scientifici selezionati dal Comitato Scientifico sulla base della doppia valutazione effettuata per ogni singolo lavoro sottomesso da parte del Comitato dei Revisori, sono suddivisi in quattro sessioni scientifiche:

- Realtà Virtuale e Realtà Aumentata
- BYOD, Mobile e Mixed Learning
- Coding, Robotica, Pensiero Computazionale e Problem Solving
- Digitalizzazione, Innovazione Digitale e Sperimentazione.

Come tradizione di AICA, gli abstract di tutti i lavori presentati al Convegno e contenuti in questo volume vengono pubblicati su un numero speciale della rivista **MONDO DIGITALE** che ospiterà, in forma estesa, anche i 4 Best Paper, uno per ogni sessione scientifica del Convegno, che verranno selezionati con una ulteriore doppia revisione da parte del Comitato Scientifico.

Vogliamo ringraziare quanti hanno reso possibile **DIDAMATICA 2019**. In modo particolare lo staff di AICA, che ha avuto modo di esprimere ancora una volta alta professionalità e capacità di soddisfare tutte le necessità organizzative, adeguandosi anche ai cambiamenti legati alle nuove forme di comunicazione, i colleghi della Sezione AICA Calabria, e colleghi dell'Università "Mediterranea" di Reggio Calabria per il lavoro svolto e per l'ospitalità al Convegno.

Giovanni Adorni  
Frosina Koceva

## Comitato di Programma

Giovanni Adorni, Presidente AICA, Chair  
 Nello Scarabottolo, Vice-Pres. AICA, Co-Chair  
 Lucia Abiuso, USR Calabria  
 Paolo Atzeni, GII e Università Roma Tre  
 Raffaele Bolla, CNIT e Università Genova  
 Anna Brancaccio, MIUR  
 Marina Cabrini, AICA Internazionale  
 Edoardo Calla, Fondazione Links Torino  
 Paolo Ciancarini, GRIN e Università Bologna  
 Massimo Cicognani, Università Bologna  
 Rosario Crisaldi, AICA Campania  
 Rocco Defina, AICA  
 Claudio Demartini, Politecnico Torino  
 Gaetano Di Bello, AICA  
 Roberto Ferreri, AICA Liguria  
 Salvatore Gaglio, AICA Sicilia  
 Gloria Gazzano, DBridge  
 Roberto Grossi, AICA Toscana  
 Renato Marafiotti, AICA Calabria  
 Giuseppe Mastronardi, Politecnico Bari  
 Tomaso Minerva, SIE-L e Università MORE  
 Pierluca Montesoro, CRUI e Università Udine  
 Giorgio Mortali, AICA Emilia-Romagna  
 Franco Patini, AICA Lazio  
 Giuseppe Pirlo, AICA Puglia  
 Antonio Piva, AICA Triveneto  
 Piero Poccianti, AI\*IA  
 Ernesto Damiani, CINI e Università Milano  
 Roberto Ronutti, AICA Triveneto  
 Nicola Rossignoli, AICA  
 Angelo Rizzo, AICA  
 Emanuela Scalzotto, AICA  
 Paolo Schgor, AICA  
 Carlo Tiberti, AICA  
 Giuseppe Tittoto, AICA  
 Paolo Traverso, FBK Trento  
 Anna Verrini, AICA Lombardia  
 Calogero Volo, AICA  
 Rodolfo Zich, AICA Piemonte e Politecnico TO

## Comitato Scientifico

Giovanni Adorni, Università Genova, Chair  
 Francesco Buccafurri, Univ. Reggio C., Co-Chair  
 Chiara Alzetta, Università Genova  
 Mariacarla Calzarossa, Università Pavia  
 Antonio Chella, Università Palermo  
 Anna Ciampolini, Università Bologna  
 Paolo Ciancarini, Università Bologna  
 Mauro Coccoli, Università Genova  
 Antonina Dattolo, Università Udine  
 Claudio Demartini, Politecnico Torino  
 Pasquale De Meo, Università Messina  
 Giovanni Fenu, Università Cagliari  
 Marco Ferretti, Università di Pavia  
 Luca Forlizzi, Università Aquila  
 Salvatore Gaglio, Università Palermo  
 Frosina Koceva, Università Genova  
 Gianluca Lax, Università Reggio Calabria  
 Pierpaolo Limone, Università Foggia  
 Roberto Maragliano, Università Roma Torvergata  
 Marina Marchisio, Università Torino  
 Paolo Maresca, Università Napoli Federico II  
 Giuseppe Mastronardi, Politecnico Bari  
 Luisa Mich, Università Trento  
 Tomaso Minerva, Università Modena e Reggio  
 Michele Missikoff, IASI-CNR Roma  
 Monica Mordonini, Università Parma  
 Pierluca Montesoro, Università Udine  
 Enrico Nardelli, Università Roma Torvergata  
 Roberto Nardone, Università Reggio Calabria  
 Fiorella Operto, Scuola Robotica Genova  
 Stefano Paraboschi, Università Bergamo  
 Samuele Passalacqua, Università di Genova  
 Donatella Persico, ITD-CNR Genova  
 Giuseppe Pirlo, Università Bari  
 Roberto Pirrone, Università Palermo  
 Pierfranco Ravotto, AICA  
 Alessandro Ricci, Università Bologna,  
 Pier Cesare Rivoltella, Università Cattolica  
 Piergiuseppe Rossi, Università Macerata

Nello Scarabottolo, Università Milano  
 Viola Schiaffonati, Politecnico Milano  
 Angela Maria Sugliano, Università Genova  
 Massimo Tistarelli, Università Sassari  
 Michele Tomaiuolo, Università Parma  
 Iliaria Torre, Università Genova  
 Genny Tortora, Università Salento  
 Guglielmo Trentin, ITD-CNR Genova  
 Gianni Vercelli, Università Genova  
 Giuliano Vivonet, Università Cagliari

## **Comitato Organizzatore**

Renato S. Marafioti, AICA Calabria, Chair  
 Gianluca Lax, Univ. Reggio C. Co-Chair  
 Giuseppe Baffo, AICA Calabria  
 Elisabetta Benetti, AICA  
 Eleonora Caracciolo, AICA Calabria  
 Giulia Carmeci, Università Genova  
 Pasquale De Meo, Università Messina  
 Stefania Dimatteo, AICA  
 Sonia Guaragni, AICA  
 Gianluca Lax, Università Reggio Calabria  
 Antonio Picano, Università Genova  
 Antonia Russo, Università Reggio Calabria

## **Comitato dei Revisori**

Giovanni Adorni, Università Genova  
 Chiara Alzetta, Università Genova  
 Francesco Buccafurri, Univ. Reggio Calabria  
 Giulia Carmeci, Università Genova  
 Antonio Chella, Università Palermo  
 Anna Ciampolini, Università Bologna  
 Paolo Ciancarini, Università Bologna

Mauro Coccoli, Università Genova  
 Antonina Dattolo, Università Udine  
 Claudio Demartini, Politecnico Torino  
 Giovanni Fenu, Università Cagliari  
 Luca Forlizzi, Università Aquila  
 Salvatore Gaglio, Università Palermo  
 Manuel Gentile, ITD-CNR Palermo  
 Frosina Koceva, Università Genova  
 Pierpaolo Limone, Università Foggia  
 Roberto Maragliano, Università Roma Torvergata  
 Marina Marchisio, Università Torino  
 Paolo Maresca, Università Napoli Federico II  
 Mara Masseroni, ITOS "Marie Curie" Milano  
 Giuseppe Mastronardi, Politecnico Bari  
 Luisa Mich, Università Trento  
 Pierluca Montessoro, Università Udine  
 Monica Mordonini, Università Parma  
 Nello Scarabottolo, Università Milano  
 Fiorella Operto, Scuola Robotica Genova  
 Stefano Paraboschi, Università Bergamo  
 Samuele Passalacqua, Università di Genova  
 Riccardo Pecori, Università eCampus  
 Donatella Persico, ITD-CNR Genova  
 Antonio Picano, Università Genova  
 Giuseppe Pirlo, Università Bari  
 Roberto Pirrone, Università Palermo  
 Pierfranco Ravotto, AICA  
 Pier Cesare Rivoltella, Università Cattolica  
 Antonia Russo, Università Reggio Calabria  
 Lidia Stanganelli, Università Napoli Federico II  
 Angela Maria Sugliano, Università Genova  
 Federica Tamburini, IC Marco Polo Viareggio  
 Michele Tomaiuolo, Università Parma  
 Giusi Antonia Toto, Università Foggia  
 Guglielmo Trentin, ITD-CNR Genova  
 Gianni Vercelli, Università Genova

DIDAMATICA 2019 è stato realizzato

*in Collaborazione con:*



*Ministero dell'Istruzione  
dell'Università e della Ricerca*

*con il Patrocinio di:*



**Agenzia per l'Italia Digitale**  
*Presidenza del Consiglio dei Ministri*







# Indice

## Capitolo 1 – Realtà Virtuale e Realtà Aumentata

### Full Paper

- G.L. Dierna, A. Machì, P.M. Ruffino. *Integrazione di modelli interattivi virtuali e reali per visite educative museali* • Best Paper Award pg 3
- G.F. Anastasi, E.G. Munna. *Realtà virtuale e realtà aumentata: esperienze scolastiche* pg 13
- G. Chiazzese, E. Mangina, C. Tosto, R. Treacy, A. Chifari, G. Merlo. *Supportare l'Apprendimento della Lettura e della Scrittura attraverso la Realtà Aumentata in Bambini con Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività: Il Progetto AdHd-Augmented (AHA)* pg 23
- Angela Maria Sugliano. *Documentazione didattica "aumentata": un modello ipermediale e multimodale* pg 33
- D. Taibi, M. Arrigo, G. Chiazzese, M. Farella, G. Fulantelli, G. Todaro, C.C. Rusu, L.R. Mistodie, M. Pizzuto, P. Di Benedetto. *Il progetto FabSchoolNet: Realtà Aumentata, Robotica Educativa e Stampanti 3D nelle scuole* pg 43
- F.C. Tamburini. *La Mixed Reality e l'uso del Green Screen nella didattica della Storia alla scuola primaria* pg 53

### Short Paper

- U. Castaldo, F. Conti, F. Lamberti, M. Mezzalama, E. Venuto. *VR@Polito: The Virtual Reality initiative of Politecnico di Torino – the experience of the Virtual Tour for Foreign Students.* pg 63
- G.A. Cignoni, M. Gazzarri. *Narrativa storica: un esempio molto particolare di realtà virtuale e aumentata.* pg 67
- P. Fedele, C. Fedele. *BrainControl Avatar: a robotic alter ego for students with severe disabilities.* pg 71

## Capitolo 2 – BYOD, Mobile e Mixed Learning

### Full Paper

- F. Ravicchio, G. Robino, G. Trentin. *CPIAbot: un chatbot nell'insegnamento dell'Italiano L2 per stranieri* • Best Paper Award pg 77
- A. Barana, F. Casasso, M. Marchisio. *BYOD per imparare l'algebra in maniera interattiva* pg 87
- A. Baratè, G. Haus, L.A. Ludovico, E. Pagani, N. Scarabottolo. *Scenari d'uso della tecnologia 5G per l'apprendimento dentro e fuori la scuola* pg 97
- M. Chiappini. *Aumentare l'apprendimento del lessico in Lingua Inglese e il coinvolgimento degli studenti attraverso UDL e Byod* pg 107
- P. Muoio. *un ambiente di apprendimento cloud per la didattica BYOD* pg 115
- M.C. Reyes, G. Trentin. *Un modello di Interactive MOOC per potenziare l'interattività e infrangere la sequenzialità* pg 125

### Short Paper

- A. Giardi. *I dispositivi mobili rappresentano veramente un'opportunità per migliorare l'apprendimento?* pg 135
- P. Leone. *Smart pendulum.* pg 139
- P. Picerno, R. Pecori, P. Raviolo, P. Ducange. *Exergame e dispositivi wearable per la didattica esercitativa nei corsi di laurea on line in scienze delle attività motorie e sportive.* pg 143

## Capitolo 3 – Coding, Robotica, Pensiero Computazionale e Problem Solving

### Full Paper

- D. Consoli. *La metodologia aziendale Agile applicata al Coding* • Best Paper Award pg 149
- A. Barana, A. Conte, C. Fissore, F. Floris, M. Marchisio. *Analisi dei processi di pensiero computazionale alla base della creazione di grafici animati per il problem solving* pg 159
- R. Campagni, D. Merlini, M.C. Verri. *A data mining approach to study gender differences in scientific degrees courses* pg 169
- M. Corbato, A. Dattolo, M. Urizio. *Le app e il loro ruolo nella didattica e nell'apprendimento: un catalogo multimediale per conoscerle ed usarle* pg 179
- P. Cozza, A. Ledonne, P.F. Armentano. *I tre pirati e la cassaforte: il percorso STEAM* pg 189
- L. Denicolai, R. Grimaldi, S. Palmieri, S. Brignone, S. Ambrosio, V. Fabris. *Il robot come strumento e veicolo di "esperienza aumentata"* pg 199
- L. Forlizzi, G. Melideo, G. Rosa. *Industria 4.0, sviluppo delle competenze con didattica Project Based Learning* pg 209
- F. Maiorana. *"Low floor high ceiling" Computer Science: Riflessioni su un curriculum per un primo corso d'informatica* pg 219
- P. Schiavone, F. Labarile, A.T. Attollino. *PLS: "comunicare" la scienza* pg 229

### Short Paper

- F. De Stefano, S. Schiavello. *Ambienti, linguaggi, piattaforme per il coding e la robotica educativa* pp 239
- M. Vincini, M. Neri, A. Zoboli. *Pensiero Computazionale: imparare facendo nella Scuola Primaria* pg 243

## Capitolo 4 – Digitalizzazione, Innovazione Digitale e Sperimentazione

### Full Paper

- A.M. Sugliano, M. Chiappini. *"Aumentare" la figura professionale del docente: il docente ricercatore* pg **249**  
• **Best Paper Award**
- F. Buccafurri, G. Lax, A. Russo. *Implementazione di un Protocollo di Firma Elettronica Avanzata basato su SPI* pg **257**
- C.G. Demartini, M. Marchisio. *PP&S e Riconessioni: "apprendere" e "fare" nel quadro della Trasformazione Digitale dell'Ecosistema Educativo* pg **267**
- G. Fenu, M. Marras. *Servizi Intelligenti per il Tracciamento e l'Elaborazione di Dati Multi-Biometrici in Piattaforme di Apprendimento Digitale* pg **277**
- L. Forlizzi, G. Melideo, G. Rosa, C. Scafa Urbaz Vilchez. *Dalla Proposta di Indicazioni Nazionali per l'insegnamento dell'Informatica ai Percorsi formativi: Strumenti Operativi per la Scuola Primaria* pg **287**
- P. Maresca, L. Stanganelli, V. de Francesco. *Intelligenza artificiale nella didattica universitaria: lo studio di un caso per la rilevazione delle discariche abusive nelle zone urbane di Genova* pg **297**
- S. Perna, A. Signa, M. Gentile, G. Città, V. Dal Grande, S. Ottaviano, D. La Guardia, M. Allegra. *Quando il gioco si fa serio: uManager* pg **307**
- D. Taibi, G. Fulantelli, L. Basteris, G. Rosso. *"In WWW veritas?" - i motori di ricerca come "filtri" della realtà - una sperimentazione in classe* pg **317**

### Short Paper

- F.R. Albano, G. Modugno. *Formazione in realtà virtuale: il caso Magna Getrag* pg **327**
- G. Bassi, B. Lami. *Ludoteca del Registro .it: sicuri e consapevoli in Rete* pg **331**
- L. Manelli. *Il percorso obbligato della digitalizzazione della PA e la valorizzazione delle competenze interne* pg **335**

**Capitolo 1**  
**Realtà Virtuale**  
**e**  
**Realtà Aumentata**



**DIDAMATICA** 2019  
*informatica per la didattica*

# Integrazione di modelli interattivi virtuali e reali per visite educative museali

Giovanni Luca Dierna<sup>1</sup>, Alberto Machi<sup>2</sup>, Paola Monica Ruffino<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Istituto Salesiano Paritario “S. M. Mazzarello” di Palermo, Italia

<sup>2</sup> Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni - CNR, Italia

<sup>3</sup> I.C.S. “G. Marconi”, Palermo, Italia

gianlucadierna@gmail.com

alberto.machi@icar.cnr.it

monicaruffino@gmail.com

**Abstract.** Il progetto di ricerca qui presentato risponde alle esigenze di un potenziamento della didattica museale attraverso gli strumenti della *digital education* [1,2] ed in particolare di educazione attraverso il divertimento attraverso *gamification* [3,4,5,6] nella fruizione didattica del patrimonio storico-artistico.

L'articolo descrive in particolare l'attività di sperimentazione di una versione web per l'esplorazione interattiva virtuale preliminare e post-visita nonché un applicativo su terminale mobile, denominato *Archeogames*, da utilizzare *in situ*. Tutte integrano la tecnica dello *storytelling* [7], ovvero l'uso di tecniche narrative nella presentazione di contenuti, con tecnologie di localizzazione *indoor* nell'ambito di percorsi didattici di conoscenza e contestualizzazione di reperti museali.

Più specificatamente, il presente lavoro illustra come può essere utilizzata una web application di preparazione o di approfondimento relative a visite educative museali per navigazione virtuale con foto panoramiche, punti di vista non predefiniti e più coinvolgenti di una navigazione con semplici immagine statiche.

La web application presenta un tour virtuale ed esperienza immersiva attraverso l'uso di una piattaforma che propone l'esplorazione di panorami a 360 gradi. In particolare, attraverso una sequenza di video o di immagini a 360 gradi totalmente esplorabili e con l'ausilio combinato di una immagine statica della mappa dotata di ancore, è possibile simulare una *caccia al reperto* arricchita da altri elementi multimediali come suoni o testi di accompagnamento.

**Keywords:** Visita virtuale, gamification, storytelling, caccia al reperto.

## 1 Premessa

Nel corso degli ultimi anni il numero delle esplorazioni virtuali create per e nell'ambito dei beni culturali si è notevolmente accresciuto. A tale aumento ha senz'altro contribuito il progresso degli strumenti hardware e software nella misura di una sempre maggiore semplicità di utilizzo degli stessi.

I parchi e le zone archeologiche propongono al visitatore ricostruzioni tridimensionali di architetture scomparse (come templi o case) presentate sotto forma di filmati o ambienti esplorabili (tipo videogame) mentre i musei offrono sempre più spesso la possibilità di una visita virtuale alle loro sale partendo dai propri siti web ed utilizzando la tecnologia del tour virtuale.

Quest'ultima si caratterizza come una tecnica di semplice creazione e utilizzo la quale, a partire da una serie di fotografie effettuate con una normale macchina fotografica, permette di ricostruire un'immagine che copre lo spazio a 360°. Attraverso opportuni software quest'immagine viene "piegata" per poter essere esplorata da PC come se si fosse presenti sul posto [8].

Ad oggi è possibile visionare una quantità di siti che offrono visite alle ricostruzioni virtuali o alle riproduzioni di complessi e monumenti di interesse storico-artistico o archeologico [9].

La sperimentazione qui condotta con classi di ragazzi di età fra i 8 ed i 16 anni presso il Museo Archeologico Regionale "A. Salinas" di Palermo, vuole proporre e dimostrare come tale modalità di visita virtuale interattiva non sia necessariamente fine a sé stessa ma possa essere funzionale e propedeutica a visite reali, configurandosi come utile ambiente di apprendimento.

Il percorso didattico comprende un percorso cosiddetto *di addestramento* che prevede una visita al museo, in un'ambientazione simulata, e la ricerca in modalità ludica di reperti legati da una storia che li collega semanticamente e che viene svelata progressivamente. Il percorso prosegue con una visita reale al museo con la stessa modalità di ricerca, in modalità ludica, di reperti che fungono da tappe fondamentali di una storia svelata progressivamente sul terminale mobile.

Il percorso culturale si conclude in classe, sulla LIM via web con la rivisitazione virtuale degli itinerari, lo studio delle pagine di approfondimento e con la possibilità di condividere i percorsi tematici affrontati e di seguire gli altri percorsi tematici.-

## **2 Il modello di visita virtuale proposto: da modello di fruizione in visita remota alternativa a quella reale a modello di fruizione di visita propedeutica e complementare a quella reale**

La visita virtuale è utile per chi non può esplorare fisicamente musei e siti culturali, per chi ha visitato un luogo ma non ha potuto dedicare tempo all'esplorazione di alcune sale o ancora per scoprire siti non aperti alla pubblica fruizione o non facilmente accessibili ed è dunque pressoché usato come visita remota fine a se stessa [10].

Nel presente lavoro, attraverso il modello della realtà virtuale immersiva ovvero attraverso una serie di panoramiche immersive collegate tra di loro e fruibili on line e con l'ausilio di elementi multimediali (testi, audio, video, mappe, ecc.), attraverso dei tasti di navigazione e frecce direzionali è possibile simulare una "caccia al tesoro" presso un qualsiasi museo, prima citata.

La simulazione tridimensionale interattiva permette di:

- apprendere la filosofia e le regole del gioco;



- conoscere la suddivisione degli spazi del museo, utile per l'orientamento sul posto;
- familiarizzare con la terminologia descrittiva degli oggetti;
- stimolare la curiosità dell'alunno in vista della visita reale.

Dal punto di vista tecnico, il tour virtuale consente di:

- rappresentare i singoli ambienti, nella loro completezza visiva e spaziale;
- effettuare, mediante il collegamento delle foto panoramiche, una passeggiata virtuale all'interno dei vari ambienti (o siti);
- effettuare lo spostamento da un ambiente all'altro, percorrendo itinerari diversificati a seconda dei propri interessi e curiosità;
- di accedere eventualmente ad approfondimenti, come ricostruzioni virtuali 2D e 3D (realtà aumentata).

Gli ambienti virtuali esplorabili offrono la possibilità di valutare l'intera spazialità di una struttura o di un luogo, al contrario delle viste "parziali" offerte dalle fotografie, soddisfacendo così l'esigenza di "aesthetic and hedonic information as well as functional information" emersa dagli studi di Vogt e Fesenmaier [11].

### 3 Case study: visita virtuale e visita reale al Museo Archeologico Regionale "A. Salinas" di Palermo

Nell'ambito di un progetto finanziato dall'Assessorato dei Beni Culturali e dell'Identità Siciliana della Regione Sicilia, denominato "Archeogame al Salinas" [12], si è posta una particolare attenzione sull'utilizzo dello strumento del tour virtuale come mezzo di esplorazione interattiva in chiave ludica del museo, propedeutica e complementare a quella reale.

Nel nostro caso, il tour virtuale è stato impostato prevedendo utilizzo di frecce di direzione inserite nell'immagine 3D, con le quali è possibile muoversi spostandosi negli ambienti successive e aree attive nella planimetria del sito, la cui selezione permette l'ingresso nell'ambiente.

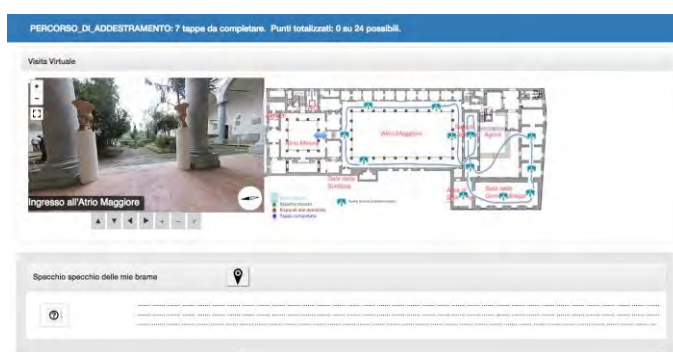


Fig. 2. Schermata della applicazione con la visualizzazione della vista immersiva e della mappa interattiva.

Complementari al tour virtuale sono eventualmente le animazioni e ricostruzioni 2D, le uniche capaci di far comprendere alla reale entità plano-volumetrica di un monumento ridotto a rudere, non presenti però in questo progetto.

Attraverso varie funzionalità che simulano le tecniche di acquisizione indiretta di messaggi da reperti dotati di radiofari (BLE beacon) o le tecniche di acquisizione diretta (QR-code), è possibile avere informazioni localizzate e contestualizzate sugli oggetti virtualmente scoperti.

## 4 Il percorso didattico

Il percorso didattico si articola in tre differenti momenti:

- 1) percorso virtuale pre-visita;
- 2) vista reale su un percorso tematico;
- 3) visita virtuale sui rimanenti percorsi tematici, condivisione delle conoscenze e approfondimento in classe. A questa fase è abbinata anche una versione web dedicata, in cui tutte le informazioni sono anche accessibili via web.

Il percorso virtuale preliminare (prima fase) ha lo scopo di introdurre le informazioni generali sul museo, conoscere gli ambienti del museo, introdurre gli utenti alla filosofia del gioco e studiare i possibili percorsi museali.

La visita reale (seconda fase) riguarda la “caccia al reperto” con visita tematica presso il museo, con l’ausilio delle tecnologie (applicativo web su tablet, denominato *Archeogames*, QR-code [13] e radiofari Bluetooth) [14] in gruppi di 4-5 ragazzi.

La visita virtuale post-visita (terza fase) terza fase infine ha lo scopo di conoscere gli altri percorsi tematici con i relativi reperti, permettere con caccia al virtuale insieme ai compagni con condivisione e scambio di conoscenze che hanno effettuato la visita reale; permettere infine l’elaborazione critica e approfondimento delle conoscenze, con lettura degli approfondimenti.

Le strategie didattiche utilizzate nelle tre fasi sono:

- 1) approccio narrativo. Esso si estrinseca nella costruzione di “percorsi narrati” di visita alle collezioni museali (un percorso di addestramento nella visita virtuale; “Un giorno da campione” su guerra e sport nell’antichità e “Dalla tabula al tablet” sulla scrittura nel mondo antico, nella visita reale; gli stessi percorsi tematici della prima fase ma rivisitati in chiave virtuale nel post-visita). Il percorso è formato da un certo numero di tappe che individuano un reperto rappresentativo che sarà oggetto della ricerca esplorativa;
- 2) ricerca esplorativa. Essa si estrinseca in una ricerca sequenziale, vincolata ad un ben preciso itinerario, oppure di libera esplorazione e si avvale di suggerimenti testuali e/o audio e/o video e/o multimediali (cruciverba, puzzle);
- 3) approccio partecipativo. Questa strategia, basata su domande a risposta multipla cui occorre rispondere per proseguire la ricerca, con relativa acquisizione di punteggio, abitua allo spirito del gioco;

- 4) interazione utente-oggetto (solo nella visita reale). Quest'ultima, fondamentale per accertare l'avvenuta e corretta scoperta dell'oggetto cercato, avviene mediante lettura diretta dei QR-code associati all'oggetto o notifica di opportuni messaggi da parte dei radiofari BLE beacon;
- 5) rilettura (solo nella terza fase) delle informazioni associate ai reperti di percorsi già effettuate, con particolare riguardo agli approfondimenti.

I percorsi tematici virtuali sono così strutturati:

- 1) itinerario guidato, con le tappe ordinate e visualizzate in sequenza, o in modalità esplorazione in cui è possibile scoprire le tappe in maniera casuale;
- 2) lettura/ascolto/visualizzazione di un indizio audio, video, testuale o anche interattivo-multimediale (cruciverba da risolvere, puzzle da comporre);
- 3) una mappa con hotspot collegati ad alcune sale in cui sviluppare la ricerca dei reperti;
- 4) una mappa in cui è indicato lo stato di analisi ("dove cercare", notifica reperto trovato, domande senza risposta e notifica di tappa completata) dei reperti trovati.

I percorsi tematici reali sono così strutturati:

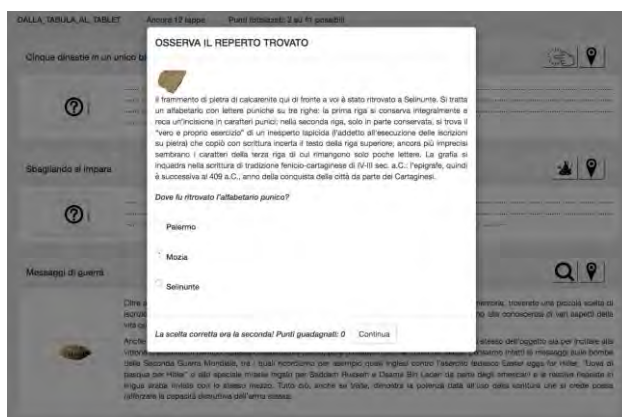
- 1) itinerario guidato, con le tappe ordinate e visualizzate in sequenza, o in modalità esplorazione in cui è possibile scoprire le tappe in maniera casuale;
- 2) lettura/ascolto/visualizzazione di un indizio audio, video, testuale o anche interattivo-multimediale (cruciverba da risolvere, puzzle da comporre);
- 3) una mappa su cui vengono campite aree estese di ricerca dei reperti, o indicate le posizioni e lo stato di analisi ("dove cercare", notifica reperto trovato, domande senza risposta e notifica di tappa completata) dei reperti trovati.

La scoperta, nel caso virtuale, viene effettuata tramite visione interattiva di reperti mentre, nel caso reale, tramite QR-code posti in corrispondenza degli oggetti, radiofari Bluetooth low energy.

Nel dettaglio, la visita museale avviene in entrambi i casi attraverso:

- 1) la "lettura" dell'indizio (o ascolto dell'audio connesso) e orientamento su un percorso suggerito su una mappa;
- 2) la ricerca dell'oggetto, secondo la metafora del coinvolgimento ludico in una "caccia al tesoro";
- 3) la notifica di avvenuta scoperta tramite lettura del QR-code o messaggio dal beacon (caso reale) o sua simulazione (caso virtuale), con acquisizione del relativo punteggio;
- 4) la lettura della descrizione con invito all'osservazione del reperto;
- 5) la risposta alla domanda sul reperto trovato, con acquisizione del relativo punteggio;
- 6) la lettura della descrizione del contesto di riferimento del reperto (perché il reperto è associato al soggetto della tappa);
- 7) la risposta alla domanda sulla tappa, con acquisizione del relativo punteggio;

- 8) la lettura dell'approfondimento sul reperto/tappa;
- 9) la lettura dell'intera storia tematica;
- 10) la risposta a tre domande sull'intera storia, con acquisizione del relativo punteggio.



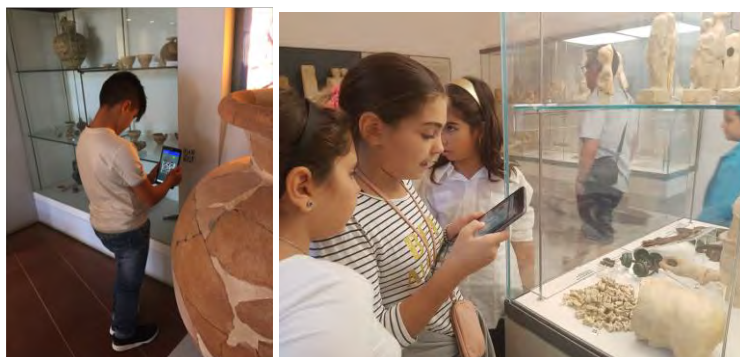
**Fig. 3.** Schermata della applicazione con la visualizzazione di contenuti relativi a tappe con diverso livello di elaborazione (in modalità esplorazione).

## 5 La sperimentazione effettuata

Sono state effettuate sperimentazioni relativi ai due modelli di visita, reale e virtuale, per le ragioni sopra esposte complementari, con il coinvolgimento di scolaresche di alunni tra i 9 e i 16 anni, afferenti a Scuole Primarie, Secondarie di primo grado e Secondarie di secondo grado [15].



**Fig. 4.** Uno dei momenti della sperimentazione di visita virtuale al museo.



**Fig. 5.** Due momenti della sperimentazione di visita reale al museo.

Tale sperimentazione ha permesso di verificare, sulla base delle osservazioni e feedback dei ragazzi coinvolti:

- il modello di presentazione e rappresentazione, che si è dimostrato nei due casi adeguato e altamente coinvolgente;
- l'usabilità della versione on line e dell'applicativo, che anche in questo caso si sono rivelate di facile ed abbastanza intuitivo utilizzo;
- l'adeguatezza degli indizi. Questi si sono rivelati non sempre immediati;
- il livello di comprensione dei testi, che si è rivelato in linea di massima di immediata intelligibilità; per questo potrebbero essere previsti testi adeguati all'età e alla tipologia di utenti, diversificando i testi stessi;
- la durata della caccia al tesoro, che si è attestata in meno di un'ora con la visita virtuale e in meno di due ore per la visita reale;
- il grado di partecipazione e di interesse, mantenutosi alto nelle due fasi;
- l'efficacia e le ricadute didattiche dell'operazione, che si è dimostrata adeguata e funzionale ad un apprendimento partecipato degli alunni.

## 6 Risultati ottenuti

Il test effettuato con le scuole partecipanti ha messo in evidenza:

- l'efficacia dell'esercizio preparatorio della visita virtuale come aiuto a orientarsi meglio nella visita reale;
- la facilità d'uso della versione web per la visita virtuale e dell'applicativo, che si sono prestati bene allo scopo;
- la necessità di rimodulare i testi in funzione del target utente (alunni IV e V classe della Scuola primaria; alunni di Scuola secondaria di I grado; alunni del primo biennio e terzo anno di Scuola secondaria di II grado). La terminologia è invece spesso volutamente tecnica, in accordo al principio di Krashen "input + 1" secondo il quale l'unico modo per far progredire l'acquisizione consiste nell'esposizione all'input. L'input deve situarsi nella corretta posizione lungo l'asse dell'ordine naturale di acquisizione, cioè immediatamente dopo l'input che fino a quel momento è stato acquisito [16];

- la necessità di aumentare il numero di QR-code presenti al museo, al fine di evitare che la ricerca (nella visita reale) sia focalizzata sulla individuazione di questi ultimi e non sulla ricerca selettiva dei reperti in base alle descrizioni suggerite;
- la adeguata durata della caccia sia virtuale che reale, compresa fra 45 minuti ed oltre un'ora, in base al numero di approfondimenti visualizzati;
- un alto grado di coinvolgimento e partecipazione, per tutta la durata dell'operazione, nelle sue varie fasi;
- l'efficacia dell'uso dei QR-code nella visita reale.

## **7 Vantaggi del modello proposto, punti di forza e trasferibilità dell'esperienza**

L'approccio didattico qui descritto permette di:

- mostrare l'anticipazione degli scenari reali che gli studenti avranno davanti a sé al museo;
- apprendere la modalità del gioco, senza conseguenze reali in caso di errori;
- avere cognizione di luoghi e spazi prima della visita reale;
- familiarizzare prima con la mappa del luogo, al fine di orientarsi meglio dopo;
- suscitare curiosità e interesse, appassionandoli al gioco;
- consentire agli alunni di vivere un'esperienza didattica molto più coinvolgente ed arricchente;
- trasmettere entusiasmo e suscitare emozioni attraverso un apprendimento da protagonisti;
- utilizzare strategie didattiche innovative con l'ausilio dei nuovi strumenti digitali.

Contribuire alla realizzazione di un risultato finale concreto ha motivato gli studenti che hanno vissuto un'esperienza nuova e divertente che ha messo in luce potenzialità delle tecnologie a loro ancora sconosciute.

Sfruttare gli elementi ludici inoltre, ha permesso di trasformare l'esperienza di visita tradizionale, in qualcosa di divertente al fine di creare un coinvolgimento dei giovani utenti che sono diventati protagonisti della loro esperienza.

Gli studenti si sono mossi virtualmente e fisicamente all'interno di uno spazio museale reale alla ricerca di reperti dai nomi apparentemente complessi e difficili da ricordare, con i quali hanno familiarizzato grazie alla risoluzione di enigmi, cruciverba e puzzle scoprendone la loro funzione all'interno del contesto storico-antropologico di riferimento.

Per tale ragione, la terminologia è stata spesso mantenuta volutamente scientifica, (in accordo al già citato principio di Krashen "input + 1") poiché la metodologia ludica permettesse di far progredire l'acquisizione attraverso il gioco e il problem solving.

Gli obiettivi raggiunti utilizzando tale approccio alle visite museali possono essere sintetizzati in:

- competenze digitali

- avvicinare i ragazzi allo strumento informatico come mezzo di conoscenza e di apprendimento;
- sicurezza e consapevolezza informatica (costruire la cittadinanza digitale e consolidare la consapevolezza nell'uso degli strumenti digitali per evitare i fenomeni peggiori del web (quali ad es. il cyberbullismo) e l'assuefazione ai videogiochi (disturbi e sindromi psicologiche);
- crescita e sviluppo personale;
- sviluppare il problem solving;
- sviluppare il teamworking e l'orientamento al risultato;
- sviluppare attenzione, concentrazione, spirito critico e automotivazione;
- sviluppare autovalutazione e resilienza emotiva.

Inoltre l'esperienza consente di sviluppare precisi obiettivi formativi, anche indicati nel comma 7 della Legge 107/2015 (cosiddetta "La Buona Scuola") [17], come il potenziamento delle competenze nell'arte e nella storia dell'arte, attraverso il coinvolgimento diretto prima in modalità virtuale e poi reale, insieme allo sviluppo delle competenze digitali degli studenti, già citato prima.

## 8 Conclusioni

La sperimentazione effettuata mostra come una tecnologia, per quanto di semplice utilizzo ed economica, possa essere utilizzata come veicolo di informazione per scopi didattici, divulgativi e turistici. Il tour virtuale rappresenta oggi uno strumento che può rivelarsi prezioso per arricchire l'esperienza di visita a mostre ed esposizioni museali.

Grazie a punti di forza quali la relativa semplicità di creazione, la facilità e familiarità nell'utilizzo e la leggerezza e versatilità da un punto di vista informatico, essa si configura come uno strumento versatile e di buon impatto comunicativo per poter meglio garantire una corretta disseminazione di conoscenze, grazie alla capacità di interazione ed apprendimento di un pubblico di fruitori che, se opportunamente e adeguatamente stimolato e guidato, può essere in grado di recepire anche concetti "settoriali" e specialistici.

## 9 Ringraziamenti

Gli autori ringraziano: l'Associazione Culturale "Incontrosenso" di Palermo, il Museo Archeologico Regionale "Antonino Salinas", il Liceo Coreutico Statale "Regina Margherita" di Palermo, l'Istituto Comprensivo Statale "Politeama" – Plesso La Masa – di Palermo, l'Istituto Comprensivo Statale "Guglielmo Marconi" di Palermo e l'Istituto Salesiano Paritario "S. M. Mazzeo" di Palermo.



## Bibliografia

1. Albano, V., Missikoff, O.: Nuove tecnologie e beni culturali: domanda e offerta a confronto, in Granelli A., Tracò F., *Innovazione e cultura. Come le tecnologie digitali potenzieranno la rendita del nostro patrimonio culturale*, il Sole 24 Ore, Milano (2006).
2. Buratti, N.: Nuove tecnologie e percorsi di innovazione in ambito museale, in "Economia e diritto del terziario", Anno 19 n. 2, Milano, Franco Angeli Editore (2008).
3. Anderson, E. F., McLoughlin, L., Liarokapis, F., Peters, C., Petridis, P., de Freitas, S.: Developing serious games for cultural heritage: a state-of-the-art review. *Virtual Reality* 14, 4, 255–275 (2010).
4. Avouris, N. M., Yiannoutsou, N.: Review of Mobile Location-based Games for Learning across Physical and Virtual Spaces. *J. UCS* 18, 15 (2012), 2120–2142.
5. Montola, M., Stenros, J., Waern, A.: *Pervasive Games: Theory and Design*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA (2009).
6. Kuflik, T., Oryan, R., Suzy, S.: The Treasure Hunt Game Generator – a system and its application at the Hecht Museum. *MW2014: Museums and the Web 2014*. Published January 15, 2014. Consulted April 13, 2017. <http://mw2014.museumsandtheweb.com/paper/the-treasure-hunt-game-generator-asys-and-its-application-at-the-hecht-museum/>
7. Calcagno, M., Faccipieri, S.: Nuove forme d'interazione nella fruizione di prodotti culturali, in "Note di Ricerca- Dipartimento di Management", Anno 1 n.1, Venezia, Università Ca' Foscari (2011).
8. Orlandi, M., Zambruno, S., Vazzana, A.: Tecnologia, Beni Culturali e Turismo: i Tour Virtuali (Virtual Tours) come strumento per una corretta comunicazione dei Beni Culturali, "Storia e Futuro Rivista di Storia e Storiografia Online" 34, Febbraio (2014).
9. Bonacasa, N.: Il museo online. Nuove prospettive per la museologia, Oadi, Palermo (2011).
10. Fuchs, P., Moreau, G., Guitton, P.: *Virtual Reality, concepts and technologies*, CRC Press, Inc. (2011).
11. Vogt, C., Fesenmaier, D. R.: Expanding the functional information search model, *Annals of Tourism Research*, 25(3), 551-578 (1998).
12. <http://www.regione.sicilia.it/bbceaa/salinas/atdidattiche.html>
13. Besana, S.: L'uso del QR Code come tecnologia didattica: uno studio esplorativo, in *TD-Tecnologie Didattiche n°51*, pp. 34-40 (2010).
14. Dierna, G. L., Machì, A.: Integrazione di QR-code e localizzazione di prossimità in visite educative museali basate su pervasive gaming. 7th AIUCD Conference 2018. *Cultural Heritage in the Digital Age. Memory, Humanities and Technologies*, Bari, 31 gennaio – 2 febbraio 2018. Spampinato D. (ed.), *AIUCD 2018 - Book of Abstracts*, Bologna 2018, pp. 147-153, ISBN 9788894253528, In: *Quaderni di Umanistica Digitale* (2017).
15. <https://www.youtube.com/watch?v=i7NnIDHjNdw>
16. <http://www.ildueblog.it/stephen-d-krashen>
17. Legge n.107 del 13 luglio 2015 "La Buona Scuola".



# Realtà virtuale e realtà aumentata: esperienze scolastiche

Gaetano Francesco Anastasi and Enzo Giuseppe Munna

ITET G. Caruso, Alcamo (TP), Italy  
gaetanofrancesco.anastasi@istruzione.it  
enzomunna@gmail.com

**Abstract.** In questo articolo vengono condivise ed analizzate alcune esperienze scolastiche legate agli ambiti di realtà virtuale e realtà aumentata, esponendo progetti, tecniche e metodologie didattiche utilizzate. Tali esperienze sono state condotte presso l'Istituto Tecnico "Girolamo Caruso" di Alcamo (TP) in un arco temporale biennale e sono relative principalmente ad attività formative extracurricolari, come progetti nazionali e regionali o periodi di alternanza scuola-lavoro.

**Keywords:** Realtà virtuale, realtà aumentata, Unity

## 1 Introduzione

Realtà virtuale e realtà aumentata sono sicuramente due delle locuzioni più utilizzate negli ultimi anni in ambito tecnologico. La realtà virtuale crea un nuovo mondo virtuale che vive in contrapposizione a quello reale, in quanto punta a sostituirlo nella percezione dei cinque sensi umani. La realtà aumentata, invece, aggiunge al mondo reale degli elementi virtuali, completando la realtà con proiezioni prima riservate solamente alla nostra fantasia.

Nell'ambito dell'innovazione didattica, la discussione sull'utilizzo della realtà virtuale e della realtà aumentata è particolarmente florida [5, 2, 6, 4] e mira principalmente ad evidenziare le possibilità che queste due tecnologie possono introdurre nella didattica: la creazione di scenari realistici in classe, che abbiano la capacità di superare la descrizione teorica; il completamento dei libri di testo con materiale virtualmente (inter)attivo; la possibilità di *fare* in contesti virtuali, potendo utilizzare materiali pericolosi senza conseguenze negative in caso di errore (si pensi ad esempio alla manipolazione di reagenti in un laboratorio di chimica).

Nel mondo della scuola esiste tuttavia una certa resistenza inerziale al cambiamento che, come messo in luce da Andreoli [2], è spesso preconcetta e testardamente conservativa, forse purtroppo legata alla fatica insita nella necessità di rimanere costantemente aggiornati professionalmente e dover dunque ripensare continuamente alla pratica didattica.

Gli autori ritengono che la realtà virtuale e la realtà aumentata debbano sicuramente rivendicare il loro spazio come argomenti nell'ambito della formazione

scolastica: la metacognizione sulle esperienze scolastiche deve prevedere una riflessione su passato e presente per provare ad immaginare il futuro.

Oltretutto, la realtà virtuale e la realtà aumentata rivestono una particolare importanza nella didattica relativa all'informatica, poiché possono costituire uno degli ambiti più motivanti, dal punto di vista sia dello studente che del docente, per veicolare i vari aspetti della disciplina. Progettare uno scenario di realtà virtuale, infatti, significa non soltanto creare la realtà dal punto di vista grafico ma anche progettare l'interazione con l'utente, programmando ad esempio la risposta del sistema agli eventi che l'utente stesso può generare. Inoltre, vi è la necessità di inserire il sistema in una rete di per sé già significativa (il visore 3D, i controller, il personal computer), che può estendersi ad integrare sensori presenti nello spazio locale o addirittura nell'Internet of Things (IoT) [7].

L'ambito scolastico di riferimento degli autori, l'ITET "Girolamo Caruso" di Alcamo (TP) è un Istituto Tecnico Economico e Tecnologico in cui è presente l'articolazione Informatica del settore Tecnologico. Come tale, costituisce un ambito particolarmente adatto per sperimentare una didattica dell'informatica applicata agli ambiti di realtà virtuale e realtà aumentata, poiché è possibile riuscire ad affrontare i numerosi argomenti relativi a questo ambito applicativo senza dover introdurre *ex novo* le conoscenze di base necessarie (programmazione, sistemi, reti informatiche). Inoltre, gli sforzi attuati dal Dirigente Scolastico, nella persona della Prof.ssa Vincenza Mione, hanno permesso all'Istituto di partecipare a numerosi progetti nazionali e di rete, che oltre a dotare l'Istituto dal punto di vista dei materiali tecnologici, hanno creato le opportunità didattiche extracurricolari per la sperimentazione.

In questo articolo vengono appunto riportate alcune esperienze scolastiche condotte durante attività formative extracurricolari (come ad esempio progetti pomeridiani o periodi di alternanza scuola-lavoro), relativamente agli ambiti di realtà virtuale e realtà aumentata. Tali esperienze sono riferite ad un arco temporale biennale. Nella sua esposizione, questo articolo si pone principalmente due obiettivi. Il primo è quello di condividere le esperienze svolte, attuando contestualmente una riflessione su come integrare queste esperienze a pieno titolo nella didattica curricolare. Il secondo obiettivo è quello di analizzare la percezione che gli studenti hanno sulla realtà virtuale come veicolo per incrementare la consapevolezza dei propri saperi e il rapporto percepito con la propria formazione scolastica.

L'articolo è organizzato come segue: nella Sezione 2 vengono introdotte le tecnologie utilizzate nell'ambito della realtà aumentata e virtuale per realizzare le esperienze progettuali descritte nella Sezione 3. Nella Sezione 4 avviene una riflessione sull'applicazione di alcune metodologie didattiche impiegate nelle esperienze riportate. Nella Sezione 5 viene eseguita un'analisi sulla percezione degli studenti riguardo alle tecnologie legate alla realtà virtuale ed aumentata. La Sezione 6 conclude l'articolo.

## 2 Tecnologie

In questa sezione vengono riportate le principali tecnologie hardware e software impiegate nella realizzazione dei progetti di realtà virtuale e realtà aumentata.

### 2.1 Piattaforme di sviluppo 3D

Per quanto riguarda la piattaforma di sviluppo grafico 3D, la scelta è ricaduta su Unity ([www.unity3d.com](http://www.unity3d.com)). Unity è una piattaforma di sviluppo grafico 3D, che è nata principalmente per lo sviluppo di giochi ma che si è rapidamente evoluta per creare ambienti e scenari 3D del mondo reale, in applicazioni industriali, ingegneristiche, architettoniche. Unity presenta un'interfaccia grafica utile per creare i vari scenari, inserendo gli oggetti, posizionando le luci, decidendo l'angolazione delle telecamere che determina la visione, etc. L'interazione dell'utente con lo scenario deve essere poi programmata dallo sviluppatore, utilizzando un linguaggio object-oriented come C# che è perfettamente integrato nella piattaforma con un ambiente di sviluppo apposito.

Nonostante Unity sia abbastanza oneroso in termini di richieste computazionali e di memoria, è risultato una scelta adeguata sia per la facilità d'uso sia poiché utilizza un linguaggio di programmazione conosciuto dagli studenti in quanto inserito nella programmazione curriculare.

### 2.2 Contenuti 3D

Per quanto riguarda la produzione di contenuti per gli scenari 3D, una delle prime tecniche proposte agli studenti è stata la fotogrammetria, in quanto necessita di risorse hardware facilmente reperibili e permette agli studenti di “divertirsi” scattando foto agli oggetti da inserire nei vari scenari 3D. L'utilizzo di software come quelli della suite di Autodesk ([www.autodesk.com](http://www.autodesk.com)) permette poi di ottenere dei modelli 3D da almeno un centinaio di foto ottenute cambiando ripetutamente angolazione e visuale attorno all'oggetto.

Successivamente, sono stati testati scanner 3D per oggetti piccoli, laser scanner e riprese effettuate da droni, che hanno permesso di ottenere modelli e scenari sempre più completi e precisi.

### 2.3 Visori 3D

Al fine di avere una realtà virtuale che fosse il più possibile immersiva, si è optato per l'utilizzo di un visore Oculus Rift ([www.oculus.com](http://www.oculus.com)), la cui visione è supportata anche dalla piattaforma Unity, rendendo facile l'integrazione dei sistemi. Tale tipo di visore ha la necessità di un ulteriore supporto hardware, come ad esempio un portatile ad alte prestazioni grafiche. L'Oculus Rift permette di essere indossato sul capo, integrando la visione con l'audio riprodotto da cuffiette posizionate sul caschetto stesso. Inoltre, i controller sono abbastanza ergonomici e consentono di effettuare alcune *gesture* in maniera assolutamente



**Fig. 1.** Realtà aumentata marker-based

naturale. Ovviamente la tecnologia in questo campo è in rapidissima espansione ed il modello che stiamo descrivendo verrà ben presto sostituito da tecnologie sempre più avanzate, che puntano inoltre a rendere i controller sempre più intuitivi e facili da usare.

Lo svantaggio dei visori Oculus è sicuramente il prezzo, abbastanza elevato. Soluzioni più economiche (anche se con prestazioni inferiori) sono offerte da Google, ad esempio tramite il progetto Cardboard (<https://vr.google.com/cardboard/>).

### 3 Progetti realizzati

In questa sezione vengono presentati i progetti più significativi, nell'ambito della realtà virtuale ed aumentata, realizzati dagli studenti negli ultimi due anni, grazie all'utilizzo delle tecnologie descritte nella Sezione 2.

#### 3.1 Mostra mercato

Nell'ambito del Piano Regionale Promozionale 2018 per il progetto Promozione 4.0 della Riserva del Bosco d'Alcamo e dell'Enogastronomia del Territorio, si è tenuta una mostra mercato in cui i produttori locali della gastronomia e del settore agro-alimentare si sono incontrati per condividere le ricchezze del territorio con la cittadinanza.

Nell'ambito di questa iniziativa si è realizzato un progetto di realtà aumentata di tipo *marker-based*: inquadrando un marcatore tramite un app su smartphone o tablet, risultava possibile non solo vedere in 3D il prodotto cui il marcatore fa riferimento ma anche accedere ad un menù interattivo in cui sono riportate informazioni sul prodotto stesso (ad esempio cenni storici, caratteristiche di lavorazione, etc.). In questo caso l'app è stata sviluppata utilizzando Unity in combinazione con le librerie di *Vuforia* (<https://developer.vuforia.com/>).

Un esempio dell'applicazione in questione, esemplificativo di come si possano creare rapporti virtuosi tra Scuola e territorio, è riportato in Figura 1, relativamente ad un tipico prodotto agroalimentare del territorio siciliano.



**Fig. 2.** Interazione con la realtà virtuale

### 3.2 MAT - Museo Accademico della Tecnologia

Il progetto MAT (Museo Accademico della Tecnologia) si è prefisso come obiettivo la creazione di una mostra interattiva ed immersiva che potesse coinvolgere completamente i visitatori, fornendo informazioni in tempo reale senza bisogno di ulteriore personale e lasciando libero il visitatore di poter approfondire le proprie conoscenze sugli oggetti e reperti mostrati, interagendo con essi. Si è creata una *location* sia fisica che virtuale, dove i visitatori potessero incontrarsi e scambiare opinioni su oggetti e reperti visionati, tra i quali macchine da scrivere d'epoca, macchine da scrivere elettroniche, telefoni cellulari di prima generazione, etc.

In Figura 2 è visibile un visitatore che si aggira all'interno del museo virtuale utilizzando un visore 3D e si accinge ad interagire con un oggetto prendendolo da terra (il video è visionabile su [https://www.youtube.com/watch?v=LDM9\\_QuW4Bc](https://www.youtube.com/watch?v=LDM9_QuW4Bc)). Nell'ambito di questo progetto si sono prodotti i contenuti virtuali e si è realizzato l'intero ambiente, progettando e programmando l'interazione dell'utente.

### 3.3 Arduino Day 2019

Utilizzando le esperienze pregresse come base di partenza, in particolare per quanto riguarda la produzione di contenuti virtuali, è stato creato uno scenario virtuale che permettesse di giocare ad una caccia al tesoro, il cui scopo era recuperare tre dobloni e rilasciarli all'interno di un forziere. La visione di partenza dello scenario virtuale, vista all'interno di Unity, è rappresentata in Figura 3. Il riutilizzo di oggetti virtuali preesistenti ha permesso agli studenti di potersi concentrare sulla programmazione del gioco, piuttosto che sullo scenario.

La demo di questo gioco è stata proposta all'Arduino Day 2019 svolto a Palermo presso lo "Scalo 5B" [1]. Infatti, nel gioco è stata aggiunta la possibilità di interazione con una scheda Arduino [3], al fine di ottenere una cosiddetta "realtà virtuale sensoriale", ovvero si è riusciti a modificare la realtà virtuale durante l'esperienza con stimoli provenienti da sensori del mondo reale. Come *proof-of-concept* si è utilizzato un sensore di luminosità che rifletteva i cambiamenti luminosi dell'ambiente reale all'interno di quello virtuale, modificando appunto la luminosità dello scenario virtuale in *real-time*.



**Fig. 3.** Scenario virtuale

## 4 Metodologie didattiche

In questa sezione vengono discusse le metodologie didattiche più significative utilizzate nella realizzazione dei progetti presentati nella Sezione 3.

### 4.1 Project-based learning

Il *project-based learning* (apprendimento basato sul progetto) è un metodo di apprendimento incentrato sull'allievo. È nato con l'intento di favorire, rispetto ai metodi di insegnamento più tradizionali, lo sviluppo di doti comunicative, l'abilità di problem solving, il pensiero critico e la capacità di apprendimento autodiretto.

Tale metodo condivide diverse analogie con un'altra metodologia, il problem-based learning, perché in entrambi il punto di inizio del processo di apprendimento è un problema "autentico", di cui gli studenti non devono conoscere le possibili soluzioni né i modi per arrivare alla soluzione del problema. Gli studenti, dunque, hanno la responsabilità di: definire il problema, descrivere le conoscenze utili già in loro possesso, identificare le nuove conoscenze da apprendere per risolvere il problema e stabilire i passi da compiere. Tale processo avviene sotto la guida di un facilitatore che supporta i discenti nella fase di ricerca e di risoluzione del problema. È evidente come tale punto di vista si discosti dalla didattica tradizionale, in cui il problema non è una scoperta di soluzione ma generalmente costituisce una semplice applicazione di soluzioni precostituite, già proposte dall'insegnante e facilmente ricostruibili utilizzando il materiale didattico a disposizione, che sia il libro di testo o gli appunti. Il project-based learning, però, si caratterizza per il focus su una attività progettuale e mira alla produzione di "qualcosa", ad esempio un artefatto o un programma software.

Fenomeni programmati in Unity

```
VoidOnTriggerEnter(Collider other){ }
    //quando un oggetto entra nell'area programmata si attiva un fenomeno
VoidOnTriggerExit(Collider other){ }
    //l'esatto opposto di enter
VoidOnTriggerStay(Collider other){ }
    //fino a quando si sta nell'area designata il fenomeno persiste
Input.GetKeyDown(KeyCode.lettera evento){ }
    //down basta cliccare un tasta a scelta per eseguire l'evento
Input.GetKeyUp(KeyCode.lettera evento){ }
    // l'evento viene eseguito non appena viene rilasciato il tasto
```

**Fig. 4.** Documentazione sugli eventi programmati in Unity

Per questo motivo il project-based learning è risultato particolarmente adatto ai nostri scopi ed è stato utilizzato principalmente per far acquisire abilità e competenze agli allievi sulla piattaforma Unity. Monitorando l'autoapprendimento di un gruppo di 5 alunni su un arco di due settimane, si è notato come gli allievi preferiscano i video tutorial come punto di partenza della loro formazione; solo successivamente ricorrono alla documentazione scritta. Inoltre, durante la loro formazione sono riusciti ad individuare le API (Application Program Interfaces) più utili ed hanno sentito la necessità di produrre una documentazione scritta che potesse servirgli da riferimento, di cui si riporta un estratto esemplificativo nel listato di Figura 4.

Si è notato che l'apprendimento basato su progetto può portare diversi vantaggi per gli studenti:

- le conoscenze rimangono più a lungo nel tempo e vengono trasmesse meglio;
- si migliorano le capacità di cercare informazioni, comunicare in gruppo ed affrontare i problemi;
- si riscontra maggiore motivazione ed interesse;
- si impara a collaborare, lavorando in gruppo;
- si sviluppa il proprio spirito critico, affrontando problemi complessi;
- si impara a comunicare per iscritto, producendo documentazione.

I principali svantaggi di questo particolare modello didattico sono connessi al fatto che i ruoli della didattica vengono sostanzialmente stravolti:

- gli insegnanti non possono insegnare e questo può risultare frustrante dal loro punto di vista;
- gli studenti perdono la possibilità di essere ispirati dai loro insegnanti.

Inoltre, l'apprendimento basato su progetto risulta efficace solo se i discenti ricevono continuamente dei feedback sul loro lavoro. Tale paradigma, che si inserisce nell'alveo di una valutazione formativa, è un ulteriore stravolgimento per docenti e discenti, comunemente abituati a ragionare nell'ottica di una valutazione sommativa.

## 4.2 La peer education

La *peer education* (letteralmente “educazione tra pari”) è una metodologia che privilegia una trasmissione orizzontale del sapere e considera la parità una possibile spinta al cambiamento, rendendo gli studenti soggetti attivi della loro formazione e non semplici recettori di contenuti.

Poiché uno dei problemi da superare per l’attuazione di questa metodologia è la necessità che l’educatore alla pari abbia un’adeguata formazione di base, tale metodologia è stata utilizzata non appena si è creato un gruppo di studenti che aveva maturato un sufficiente bagaglio di abilità e competenze acquisite con altre metodologie, ad esempio il project-based learning cui si fa riferimento nella Sezione 4.1. Gli studenti già “skillati”, come si autodefinivano nel loro gergo, attivavano un processo di passaggio di conoscenze, emozioni ed esperienze ad altri membri con uno status alla pari.

Attraverso il confronto tra punti di vista diversi, lo scambio di idee, l’analisi dei problemi e la ricerca delle possibili soluzioni, si è attivata una dinamica tra pari che, tuttavia, non ha escluso la possibilità di avvalersi della collaborazione e del supporto di soggetti esperti. Gli studenti in oggetto, in quanto adolescenti, erano tra i destinatari più naturali della peer education: in questa fase della vita in cui i cambiamenti da gestire sono molti e profondi, è anche grazie al gruppo dei coetanei che l’adolescente afferma la sua identità, delinea spazi di autonomia dalla famiglia e costruisce relazioni affettive al di fuori di essa.

Nel caso in esame, la peer education ha permesso di ottenere i seguenti vantaggi:

- l’educazione tra pari ha favorito lo sviluppo di competenze metacognitive;
- i ragazzi coinvolti nell’educazione tra pari assumevano delle responsabilità;
- il linguaggio tra pari è un linguaggio condiviso e non ha avuto bisogno di intermediazione linguistica.

Uno dei principali svantaggi della peer education è la difficoltà di valutarne l’impatto per una valutazione sommativa. In questo caso il problema non si è posto, in quanto i progetti erano extracurricolari, ma tale argomento può costituire una difficoltà nell’attuazione di questa metodologia in ambito curricolare.

## 5 Analisi

Al fine di analizzare la percezione che gli studenti hanno in merito alla propria formazione scolastica ed in particolare in merito alla realtà virtuale come possibile veicolo per incrementare la consapevolezza dei propri saperi, è stato somministrato un questionario nelle classi che comprendevano gli studenti coinvolti nei vari progetti, ovvero le quarte e le quinte del Tecnico Tecnologico ad indirizzo Informatico.

In Tabella 1 sono riportate in scala Likert (1=per nulla, 5=moltissimo) le risposte fornite dagli studenti che non hanno mai utilizzato le tecnologie relative alla realtà virtuale ed aumentata (31 su 64). Come si evince dalle risposte, gli



**Table 1.** Opinioni di studenti che non hanno utilizzato tecnologie di realtà virtuale

<b>Domande</b>	<b>Risposte</b>
Ritieni che lavorare con le tecnologie di realtà virtuale possa essere utile a migliorare le tue capacità di programmatore?	4.19
Ritieni che saper usare le tecnologie di realtà virtuale possa essere utile per trovare lavoro nel futuro?	4.03
Vorresti che le tecnologie di realtà virtuale siano introdotte nel tuo curriculum formativo?	4.19

**Table 2.** Opinioni di studenti che hanno utilizzato tecnologie di realtà virtuale

<b>Domande</b>	<b>Risposte</b>
Ritieni che aver lavorato con le tecnologie di realtà virtuale sia stato utile a migliorare le tue capacità di programmatore?	3.87
Ritieni che saper usare le tecnologie di realtà virtuale possa essere utile per trovare lavoro nel futuro?	4.06
Vorresti che le tecnologie di realtà virtuale siano approfondite nel tuo curriculum formativo?	4.3

studenti sono per lo più entusiasti di queste nuove tecnologie e pensano che esse possano arricchire il loro percorso formativo, anche per una prospettiva futura.

In Tabella 2 sono riportate in scala Likert (1=per nulla, 5=moltissimo) le risposte fornite dagli studenti che avevano già utilizzato le tecnologie relative alla realtà virtuale ed aumentata (33 su 64). Anche in questo caso si nota entusiasmo nei confronti delle tecnologie di realtà virtuale ed una fortissima volontà di approfondirne l'utilizzo curriculare. Da notare, invece, come ci sia qualche perplessità sull'effettivo miglioramento delle capacità di programmazione, probabilmente da imputare al fatto che già in ambito curriculare ci si focalizza tantissimo sul raggiungimento di questo tipo di capacità e competenze, anche se si utilizzano diverse tecnologie didattiche.

Le opinioni fornite dagli studenti sono molto chiare riguardo al loro desiderio di introdurre/approfondire le tecnologie di realtà virtuale all'interno della loro formazione. Tuttavia, come già analizzato nella Sezione 4, le metodologie che sono state scelte e sperimentate nei progetti descritti in questo articolo trovano difficile attuazione nella didattica curriculare, principalmente perché mal si conciliano con la valutazione sommativa. L'ulteriore ricerca in questa direzione viene lasciata come lavoro futuro.

## 6 Conclusioni

In questo articolo sono state condivise alcune tra le più significative esperienze scolastiche condotte relativamente alla produzione di scenari e applicazioni per

realtà virtuale e realtà aumentata. Tali esperienze sono state condotte per lo più all'interno di percorsi extracurricolari. Tuttavia, realtà aumentata e realtà virtuale sono tecnologie che entusiasmano gli studenti e che possono avere un forte impatto motivazionale sul loro percorso formativo. Riteniamo dunque che una delle prossime sfide da affrontare per la didattica dell'informatica (e non solo) sia quella di riuscire a portare la realtà virtuale nell'alveo di una progettazione curricolare.

## References

1. Arduino Day 2019 Palermo. <https://www.scalo5b.com/arduino-day-2019-palermo/> (2019), visto il 07/04/2019
2. Andreoli, M.: La realtà virtuale al servizio della didattica. Studi sulla Formazione 1 (2018)
3. Banzi, M., Shiloh, M.: Getting started with Arduino: the open source electronics prototyping platform. Maker Media, Inc. (2014)
4. Cristina Bralia, C.L.: Insegnare con la realtà virtuale e aumentata. Quadernispiegazzati 2 (2017)
5. Gabbari, M., Gagliardi, R., Gaetano, A., Sacchi, D.: Comunicazione e apprendimento "aumentati" in classe – fare lezione a scuola con la realtà aumentata. Bricks 1 (2017)
6. Montanari, L., Strambi, V.: Insegnare con la realtà virtuale e aumentata, l'ultima sfida della didattica in italia. Repubblica.it (2015), [https://www.repubblica.it/tecnologia/2016/11/28/news/insegnare\\_con\\_la\\_realta\\_virtuale\\_e\\_la\\_realta\\_aumentata\\_l\\_ultima\\_sfida\\_della\\_didattica\\_in\\_italia-153046884/](https://www.repubblica.it/tecnologia/2016/11/28/news/insegnare_con_la_realta_virtuale_e_la_realta_aumentata_l_ultima_sfida_della_didattica_in_italia-153046884/), visto il 06/04/2019
7. Roberto Minerva, Abyi Biru, D.R.: Towards a definition of the internet of things. Tech. rep., IEEE Internet Initiative (2015)

# Supportare l'Apprendimento della Lettura e della Scrittura attraverso la Realtà Aumentata in Bambini con Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività : Il Progetto AdHd-Augmented (AHA)

Giuseppe Chiazese<sup>1</sup>, Eleni Mangina<sup>2</sup>, Crispino Tosto<sup>1</sup>, Rita Treacy<sup>3</sup>, Antonella Chifari<sup>1</sup> e Gianluca Merlo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie Didattiche, Palermo, Italy  
{giuseppe.chiazese, crispino.tosto, antonella.chifari, gianluca.merlo}@itd.cnr.it

<sup>2</sup> University College Dublin, Dublin, Ireland  
eleni.mangina@ucd.ie

<sup>3</sup> WordsWorth Learning Limited, Ireland  
WordsWorth Learning Limited, Ireland

**Abstract.** Gli studenti affetti da Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività (ADHD) tipicamente mostrano difficoltà a gestire gli sforzi e le risorse cognitive per raggiungere prestazioni soddisfacenti nell'attenzione selettiva e focalizzata. Tale restringimento del focus attentivo su uno specifico stimolo cognitivo induce spesso comportamenti di *off-task*. Di conseguenza, il livello di motivazione, di impegno e i risultati scolastici di questi soggetti possono risultare deficitari se confrontati a quelli di bambini normotipici della stessa età. Una buona percentuale di soggetti con ADHD può presentare, in comorbidità, un disturbo specifico di apprendimento (DSA) oltre che alterazioni nel funzionamento della memoria di lavoro e nella velocità di elaborazione e processamento dell'informazione. Considerate tali caratteristiche, gli interventi psico-educativi sono generalmente finalizzati ad insegnare agli studenti le strategie di autoregolazione cognitiva, emotiva e comportamentale, integrandole agli obiettivi e alle finalità della didattica disciplinare per rafforzare motivazione e focalizzazione sul compito. Il contributo, a partire da una breve ed aggiornata disamina della letteratura, indaga come l'utilizzo della realtà aumentata possa migliorare gli esiti dell'apprendimento di studenti con ADHD e DSA, creando contesti di insegnamento e studio appropriati grazie al potere evocativo, ludico e modellante degli stimoli visivi. In questa direzione, il progetto pilota ADHD-Augmented (AHA) implementa un intervento didattico, supportato dall'uso della realtà aumentata, per il miglioramento delle abilità di letto-scrittura nell'ambito della lingua inglese in un campione di bambini con diagnosi di ADHD.

**Keywords:** ADHD, Realtà Aumentata, Abilità di Lettura e Spelling, Disturbi Specifici di Apprendimento.

## 1 Introduzione

Il disturbo da deficit dell'attenzione e iperattività (*Attention-Deficit Hyperactivity Disorder*, ADHD) è diagnosticato nei casi in cui un soggetto mostri un comportamento inattentivo e disorganizzato e/o livelli di iperattività/impulsività non coerenti con il suo livello evolutivo e che interferiscono col suo funzionamento psico-sociale [1]. Inoltre, i bambini con ADHD generalmente presentano in comorbidità (presenza concomitante di due o più disturbi nella stessa persona) disturbi specifici dell'apprendimento (DSA), come difficoltà nella lettura e nella scrittura (p.e., dislessia e disgrafia) [2]. Ancora, i bambini con ADHD mostrano uno scarso comportamento attento e bassi livelli di concentrazione sul compito e queste specificità incidono sui risultati scolastici [3]. Infatti, la ricerca empirica mostra che, nei bambini con ADHD, una bassa motivazione può influire sui livelli di coinvolgimento nelle attività educative, spiegando così i risultati scolastici peggiori [4].

È generalmente riconosciuto che gli studenti con ADHD e dislessia traggono maggiori vantaggi da un approccio multisensoriale in cui l'informazione viene presentata contemporaneamente attraverso diversi canali: visivo, uditivo e cinestetico.

La Realtà Aumentata (RA), definita come la fusione del mondo reale con immagini generate al computer, è capace di produrre uno scenario di insegnamento-apprendimento in cui gli stimoli virtuali arricchiscono un contesto reale, visibile e concreto, con oggetti 2D e 3D sovrapposti, in tempo reale, ad oggetti fisici [5]. Molteplici soluzioni educative, ad oggi, sfruttano le potenzialità della RA per supportare i processi di acquisizione ed elaborazione delle informazioni, in modo che lo studente possa sperimentare nuove vie di esplorazione ed interazione con i contenuti didattici [6,7]. Il termine "aumentato" si riferisce alla creazione di un contesto facilitante, ricco, in cui l'interazione esplorativa con diversi canali mediali (oggetti virtuali, animazioni, colonne sonore, immagini e video) dà vita ad una nuova forma di apprendimento multidimensionale e multisensoriale [8], contribuendo a rafforzare i risultati accademici degli studenti rispetto ai metodi tradizionali [9,10]. Inoltre, la letteratura evidenzia come contenuti didattici "aumentati" possano promuovere le abilità linguistiche e l'apprendimento di letto-scrittura come, ad esempio, le abilità di ritenzione mnestica del vocabolario e le capacità di scrittura [6,11,12].

L'utilizzo della RA, negli ultimi anni, ha trovato riscontri positivi anche nell'ambito della didattica inclusiva e in particolare con soggetti con Bisogni Educativi Speciali (BES), ADHD e DSA. Alcuni autori hanno indagato la relazione tra utilizzo di contenuti aumentati e accrescimento delle abilità di lettura, dell'interesse, motivazione e attenzione mantenuta e focalizzata [13,14]. La riduzione di alcuni sintomi correlati all'ADHD, come l'iperattività, l'inattenzione e l'impulsività, la frustrazione dell'attesa, è stata altresì indagata attraverso l'utilizzo di *serious game* aventi specifiche finalità didattiche [15] e di *smartglass* per fruire di moduli didattici in RA [16]. Tale scenario apre interessanti prospettive per lo sviluppo di applicazioni web e mobili a supporto dell'apprendimento linguistico e dei processi attentivi.

Il progetto pilota AHA, finanziato dalla Commissione Europea, ideato da una partnership irlandese e italiana e attualmente in corso, si inserisce in tale contesto con

lo scopo di implementare un sistema di RA in grado di facilitare l'acquisizione delle abilità di letto-scrittura e dei processi di autoregolazione cognitivo-attentiva in studenti con diagnosi di ADHD quale disturbo primario. Il sistema AHA, realizzato nell'ambito del progetto, integra tre strumenti: 1) il sistema *WordsWorthLearning* (WWL)<sup>1</sup>, un programma web-based di apprendimento delle abilità di letto-scrittura, 2) l'applicazione *Web Health Application for Adhd Monitoring* (WHAAM)<sup>2</sup> per monitorare i comportamenti di *on-task* (diretti all'obiettivo del compito) e *off-task* (non diretti all'obiettivo del compito) durante lo svolgimento delle attività di WWL, e 3) una serie di oggetti in RA per facilitare l'apprendimento di alcune regole di letto-scrittura specifiche della lingua inglese. Il sistema AHA consente a genitori, insegnanti e altri professionisti della salute mentale di monitorare il comportamento dei bambini coinvolti nelle attività di lettura e scrittura somministrate. L'idea che guida l'interesse verso l'utilizzo della RA è quella di sperimentare l'efficacia di un programma di alfabetizzazione già validato [17] in bambini con diagnosi di ADHD, facendo leva sulle evidenze sull'effetto che la RA ha nel prolungare i tempi di attenzione focalizzata e mantenuta del soggetto durante lo svolgimento delle attività di apprendimento.

Il presente lavoro ha come finalità principale la descrizione del progetto pilota AHA e dell'architettura dell'applicazione AHA sviluppata *ad hoc* per le finalità del progetto. In riferimento all'applicazione AHA, verranno presentate in modo più dettagliato l'integrazione della RA nel programma di apprendimento WWL e le funzionalità di monitoraggio dell'apprendimento e del comportamento supportate dall'applicazione stessa.

## 2 Il Progetto Pilota AHA

Il processo di sviluppo del progetto pilota AHA prevede una successione di fasi illustrate sinteticamente in figura 1.



**Fig. 1.** Il processo di implementazione del progetto AHA.

<sup>1</sup> <https://www.wordsworthlearning.com/>

<sup>2</sup> <https://app.whaamproject.eu/en/index.php>

All'avvio del progetto (fase 1), il processo di reclutamento di bambini potenzialmente interessati alla partecipazione ha portato alla selezione di 117 alunni in accordo con i seguenti criteri di selezione: 1) avere una diagnosi di ADHD; 2) frequentare, al momento del reclutamento, le classi terza, quarta o quinta della scuola primaria irlandese; 3) mostrare un funzionamento intellettuale generale nella norma, stimato attraverso un indicatore di quoziente intellettuale; 4) disporre di una connessione a banda larga a casa e a scuola e di un pc portatile/tablet con un browser web per accedere alla piattaforma di apprendimento. I bambini che, insieme ai genitori, hanno deciso di aderire allo studio pilota sono stati assegnati a tre diversi gruppi in accordo con il disegno di ricerca descritto di seguito.

Il duplice obiettivo del progetto pilota è quello di studiare:

1) l'effetto della realtà aumentata (RA) integrata ai contenuti didattici sulle abilità di letto-scrittura dei bambini;

2) i livelli di coinvolgimento dei bambini con le attività didattiche proposte.

A tale scopo, è stato scelto un disegno di ricerca pre-post test [18]; i bambini partecipanti al pilota sono stati assegnati in modo quasi randomizzato a tre gruppi:

1) un gruppo sperimentale sottoposto al programma di alfabetizzazione WWL migliorato con i contenuti in RA;

2) un gruppo sperimentale sottoposto al programma di alfabetizzazione WWL senza contenuti RA;

3) un gruppo di controllo senza alcun intervento WWL. Alla fine del progetto, la prestazione dei bambini assegnati alla condizione WWL con RA verrà confrontata con la prestazione media dei bambini assegnati alle altre due condizioni, sia rispetto all'apprendimento delle abilità di letto-scrittura sia ai loro livelli di coinvolgimento nelle attività.

La fase successiva, attualmente in corso, consiste nell'avvio delle attività educative per i bambini secondo le sessioni previste dal programma WWL (con o senza contenuti in RA in funzione della condizione di trattamento cui il bambino è assegnato). Un passaggio ulteriore prevede il coinvolgimento attivo di genitori e insegnanti per il monitoraggio comportamentale e la raccolta dei relativi dati per misurare i livelli di *off-task*, durante ogni sessione di attività del programma WWL. A genitori ed insegnanti è stata fornita una guida che contiene le istruzioni su come eseguire l'osservazione comportamentale del bambino. Inoltre, dati aggiuntivi sulle prestazioni dei bambini nelle attività del programma WWL sono raccolti automaticamente attraverso una serie di funzionalità specifiche dell'interfaccia di monitoraggio del sistema AHA.

Raggiunta la fine di ogni livello WWL, è possibile valutare l'apprendimento delle regole di letto-scrittura chiedendo al bambino di svolgere un test. Il sistema AHA è stato realizzato, inoltre, per consentire al genitore e all'insegnante di monitorare l'andamento complessivo dello studente in termini di coinvolgimento con il compito e di abilità acquisite di letto-scrittura, attraverso un aggiornamento del profilo dello studente in itinere.

Nell'ultima fase prevista dal progetto, tutti i dati raccolti durante il progetto pilota saranno utilizzati per il processo di valutazione del sistema AHA, utile alla produzione di un rapporto finale per genitori e insegnanti che includa gli esiti raggiunti dal bambino (abilità di letto-scrittura e comportamento attentivo). Le analisi dei dati consentiranno inoltre di rispondere ai quesiti di ricerca e saranno oggetto di

produzione di un report finale per informare la CE e i decisori politici e istituzionali sui risultati relativi agli aspetti pedagogici relativi all'utilizzo di soluzioni RA per bambini con ADHD.

## 2.1 Il Sistema AHA

L'utilizzo del sistema AHA prevede tre possibilità di accesso dedicate, rispettivamente, allo studente, all'insegnante e al docente, e con contenuti differenziati. Per le finalità specifiche dello studio pilota, lo studente può accedere al suo account, che contiene l'area del programma di alfabetizzazione in lingua inglese con contenuti in Realtà Aumentata o meno, a secondo del gruppo sperimentale di appartenenza. All'insegnante e al genitore è consentito, tramite i rispettivi account, l'accesso a un'area che contiene un'area di monitoraggio delle attività dello studente (Fig. 2).

**Il Programma WWL e il Sistema di Realtà Aumentata.** Il programma WWL di apprendimento linguistico è composto da sette livelli (vedi Fig.3): 1) *“Sound good”*, consente di apprendere il suono (fonema) associato a vocali e consonanti mediante l'utilizzo di due tabelloni (vocali e consonanti) dove sono rappresentati i relativi grafemi; 2) *“Sound sequencing”*, utilizzando parole senza senso, agli studenti viene insegnato come distinguere ciascuno dei singoli suoni e il loro numero e ordine all'interno di una determinata parola; 3) *“Reading and Spelling pseudo words”*, lo studente legge e scrive singole parole monosillabe senza senso di crescente complessità; gli esercizi sono pensati per rafforzare l'apprendimento di quanto imparato nei precedenti due livelli; 4) *“Major rules”*, Questo livello introduce 20 regole principali, 8 regole in dettaglio con esercizi interattivi e le restanti 12 regole insegnate usando brevi video. Queste regole sono essenziali per spiegare la maggior parte degli errori di ortografia che gli studenti di lingua inglese commettono;

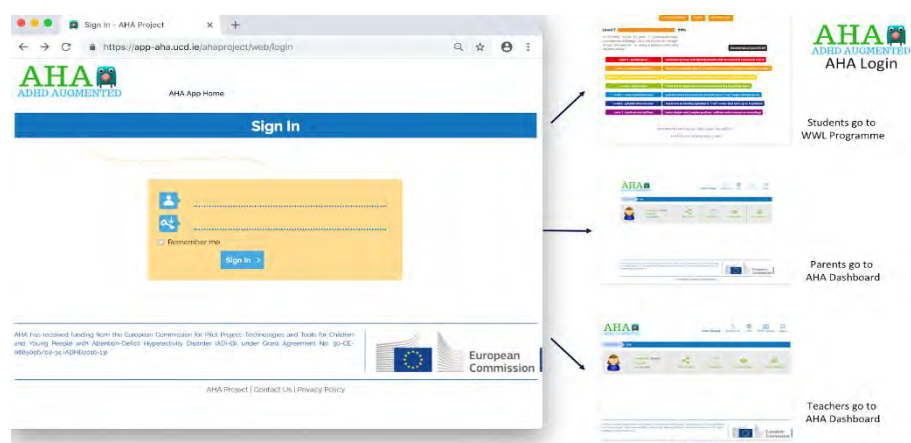


Fig. 2. Schermata per l'accesso alla piattaforma AHA.



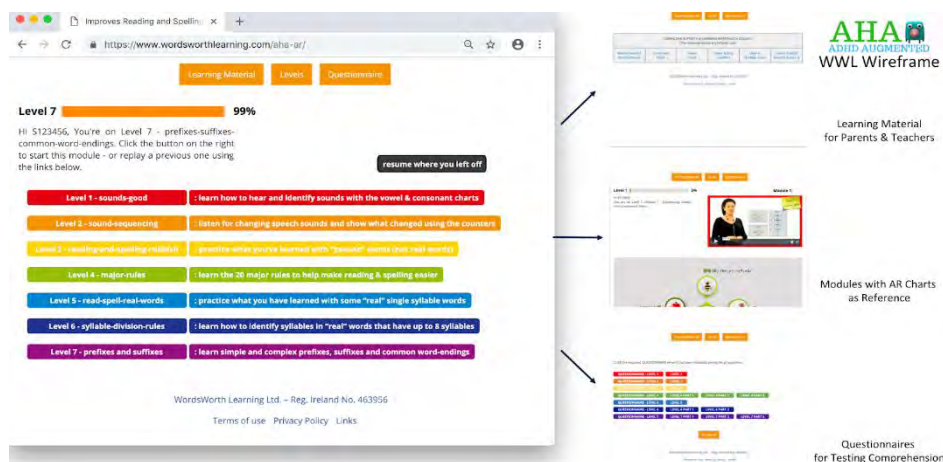


Fig. 3. Articolazione del programma *WordsWorth Learning* (WWL).

5) “*Reading and spelling real words*”, questo livello introduce parole esistenti monosillabe appartenenti a un vocabolario coerente con il *curriculum* scolastico. Agli studenti viene contestualmente insegnata una “tecnica di visualizzazione” per imparare a scrivere e leggere parole complesse e irregolari; 6) “*Syllable division rules*”, introduce le regole di divisione delle parole in sillabe. Questo livello inizia con parole contenenti due sillabe e progredisce fino alla lettura e scrittura di parole composte da sette sillabe; 7) “*Prefixes and Suffixes*”, introduce l’uso di prefissi, suffissi e parole comuni di due sillabe con desinenze di origine greca, latina e francese.

Il sistema AHA aggiunge al programma WWL 90 oggetti in realtà aumentata (RA), distribuiti nei diversi livelli come segue: a) un marcatore che consente all'utente di visualizzare l'oggetto in realtà aumentata. Nello specifico, facendo clic su un elemento dell'ambiente di apprendimento associato ad un oggetto RA, è possibile inquadrare il marcatore, attraverso la fotocamera, in modo che l'oggetto in realtà aumentata appaia sotto forma di stimolo tridimensionale, come mostrato in Figura 4; b) 60 monete RA animate (3D) per i due tabelloni cartacei di WWL (consonanti e vocali). Ai due tabelloni delle consonanti e vocali è possibile associare le 60 monete RA, ciascuna delle quali introduce un oggetto aumentato che fornisce al bambino un esempio tridimensionale della relativa regola di associazione fonema/grafema; c) 30 oggetti RA per le *flashcard* (carte che contengono informazioni). Gli oggetti RA associati alle *flashcard* sono simili alle monete RA per i due tabelloni delle consonanti e vocali ma la loro funzionalità è ridotta; questi oggetti sono introdotti per agevolare l’apprendimento di alcune regole di una lezione. Alcune pagine hanno un pulsante "Visualizza in RA" e facendo clic su di esso si attiva la fotocamera del dispositivo; l'utente può a questo punto utilizzare il marcatore per visualizzare il contenuto RA, un'animazione che non include suoni e non può essere ruotata.



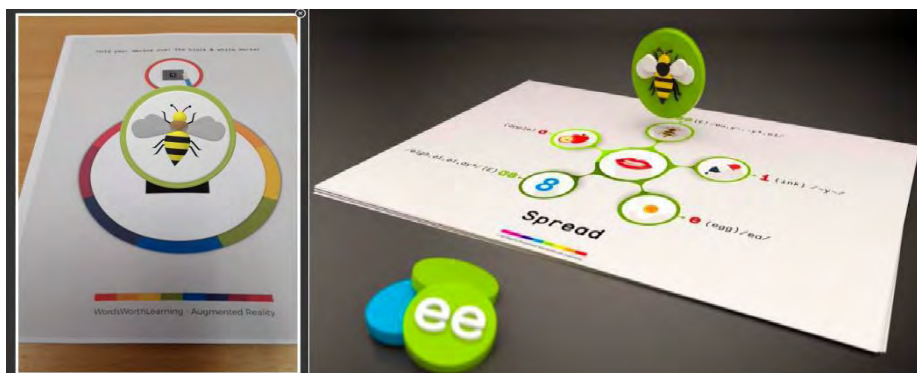


Fig. 4. Oggetto RA visualizzato attraverso il marker.

**Il sistema di monitoraggio comportamentale.** La figura 5 mostra l'interfaccia di accesso al sistema di monitoraggio comportamentale che fornisce a insegnanti e genitori un'area per visualizzare: a) lo stato di avanzamento dello studente sui livelli del programma WWL (*WWL Student Account*); b) i tutorial per l'utilizzo del programma (*WWL Account*); c) gli esiti dei test di valutazione iniziali e finali per le abilità di letto-scrittura relativi esclusivamente alla partecipazione allo studio pilota (*Case Data*); d) l'area dedicata all'osservazione comportamentale del bambino (*Observation*); e) l'area per la visualizzazione dei grafici riguardanti i progressi dei bambini ottenuti nei livelli del programma WWL e relativi al coinvolgimento nelle attività (*Data Analysis*).

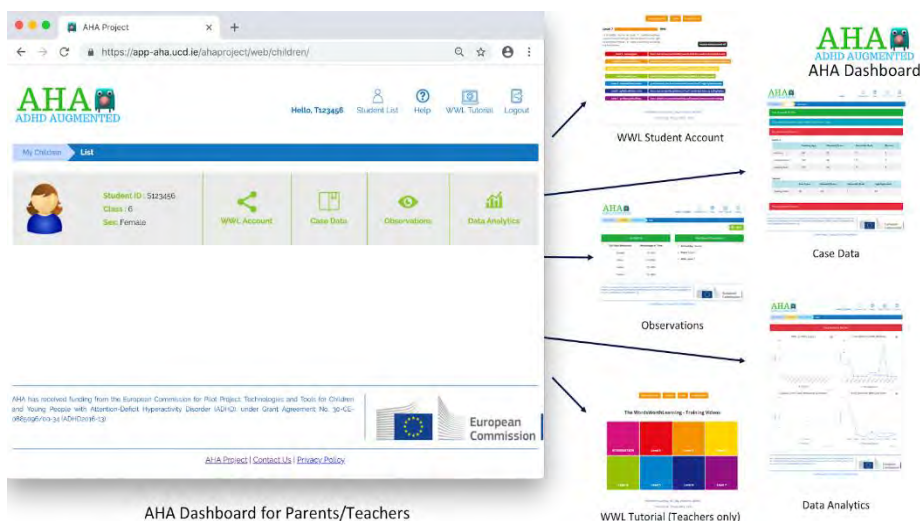


Fig. 5. L'area di monitoraggio comportamentale del sistema AHA.

Rispetto all'osservazione comportamentale, l'approccio metodologico proposto dal *Direct Behaviour Rating* [19] è stato utilizzato come guida per costruire lo strumento per la valutazione del comportamento di *off-task* del bambino. L'osservatore (genitore o insegnante, per le finalità del pilota) deve valutare l'occorrenza del comportamento di *off-task* in termini di percentuale di tempo dell'intero intervallo di osservazione. L'osservatore può fornire una valutazione del comportamento di *off-task* complessivo e di quello motorio, verbale e passivo [20]. Per le finalità dello studio pilota, ciascun bambino assegnato alle due condizioni sperimentali è osservato per 15 minuti dopo l'inizio di ciascuna sessione. Alla fine di questo intervallo, l'osservatore fornisce la valutazione utilizzando un'interfaccia costruita *ad hoc* (vedere Fig. 6).

**AHA**  
AUDIO AUGMENTED

my colour: Observations New

**Observation - Off-Task Behaviour (% of time)**

Q1) Choose the button that best reflects the percentage of time that the child was off-task during the observation.

0% 20% 40% 60% 80% 100%  
Never Slightly Moderately Majority

Q2) Choose the button that best reflects the percentage of time that the child exhibited motor, verbal and passive off-task behaviours, respectively, during the observation.

**MOTOR**  
0% 20% 40% 60% 80% 100%  
Never Slightly Moderately Majority

**VERBAL**  
0% 20% 40% 60% 80% 100%  
Never Slightly Moderately Majority

**PASSIVE**  
0% 20% 40% 60% 80% 100%  
Never Slightly Moderately Majority

Submit Observation

**Indicators & Definitions:**  
During the observation period (15 min.),

- 0: No (0%) off-task behaviour was observed
- 1: Student engaged in off-task behaviour occasionally (1-20%) during the period
- 2: Student engaged in off-task behaviour during some (21-40%) of the period
- 3: Student engaged in off-task behaviour during approximately half (41-60%) of the period
- 4: Student engaged in off-task behaviour during most (61-80%) of the period
- 5: Student engaged in off-task behaviour during majority (81-100%) of the period

**MOTOR:** It is operationally defined as those times when a student is engaging in any type of motor activity that deviates from and interferes with attention to or completion of the assigned task.

**VERBAL:** It is operationally defined as audible verbalisations that are not permitted and/or related to the WWL task.

**PASSIVE:** It is operationally defined as those times when the student is passively not attending to the assigned WWL activity for a period of at least three consecutive seconds.

AHA has received funding from the European Commission for Pilot Project: Technologies and Tools for Children and Young People with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), under Grant Agreement No. 101018505/2019-10 (ADHD2019-10).

European Commission

AHA Project | Contact Us | Privacy Policy

Fig. 6. Interfaccia per l'osservazione comportamentale.

### 3 Considerazioni Conclusive

Il progetto pilota AHA propone l'integrazione di tecnologie e strumenti esistenti in un sistema nuovo, la cui finalità è quella di proporre una soluzione efficace per le difficoltà di letto-scrittura di bambini con ADHD. L'idea fondamentale è che un sistema che integri i contenuti RA ad un programma già validato possa apportare benefici aggiuntivi all'apprendimento del bambino attraverso il suo impatto positivo

sul coinvolgimento nelle attività proposte. In questo senso, i risultati empirici dello studio pilota dovrebbero fornire elementi importanti per guidare la creazione di programmi di apprendimento digitali dedicati ai bambini con ADHD in grado di ridurre le loro difficoltà di concentrazione nei contesti educativi. Inoltre, lo strumento digitale per il monitoraggio comportamentale implementato all'interno del sistema AHA e, in generale, le funzionalità collegate all'account per insegnanti e genitori, sono stati implementati nella prospettiva di facilitare la creazione e l'attività di un team di lavoro prossimo al bambino attraverso il monitoraggio continuo degli esiti dell'intervento, il miglioramento della comunicazione genitori-professionisti e la condivisione di obiettivi e strategie.

Bisogna, infine, considerare che i risultati dello studio pilota potrebbero rappresentare per le istituzioni interessate (politiche, educative, terapeutiche) una guida utile allo sviluppo di soluzioni digitali che utilizzino al meglio la tecnologia RA per facilitare lo studio e il successo scolastico di studenti con ADHD. L'efficacia potenziale del sistema AHA potrebbe rappresentare uno stimolo per clinici, educatori e informatici che lavorano nei contesti di apprendimento a rimodulare in senso creativo ed efficace compiti ed attività tradizionali attraverso le potenzialità della RA.

## Riferimenti bibliografici

1. American Psychiatric Association, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5®). American Psychiatric Pub, Washington DC (2013).
2. DuPaul, G.J., Gormley M.J., Laracy, S.D.: Comorbidity of LD and ADHD: Implications of DSM-5 for Assessment and Treatment. *Journal of Learning Disabilities* 46(1), 43-51 (2013).
3. Kofler, M.J., Rapport, M.D., Matt Alderson, R.: Quantifying ADHD Classroom Inattentiveness, its Moderators, and Variability: a Meta-Analytic Review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* (49)1, 59-69 (2008).
4. Demaray, M.K., Jenkins, L.N.: Relations Among Academic Enablers and Academic Achievement in Children with and without High Levels of Parent-rated Symptoms of Inattention, Impulsivity, and Hyperactivity. *Psychology in the Schools* (48)6, 573-586 (2011).
5. Zhou, F., Duh, H.B.L., Billinghurst, M.: Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. In: 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, pp. 193–202. IEEE Computer Society (2008).
6. Billinghurst, M., Duenser, A.: Augmented reality in the classroom. *Computer* 45(7), 56–63 (2012).
7. Radu, I.: Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing* 18(6), 1533–1543 (2014).
8. Mayer, R.E. *Multimedia Learning*. Cambridge University Press, New York (2001).
9. Garzón, J., Pavón, J., Baldiris, S.: Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 1–13 (2019).
10. Ozdemir, M., Sahin, C., Arcagok, S., Demir, M.K.: The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta-Analysis Study. *Eurasian Journal of Educational Research* 74, 165–186 (2018).
11. Khoshnevisan, B.: Augmented Reality in Language Education: A Systematic Literature Review. In: GLOCER Conference, pp. 59–74. ANAHEI Publishing LLC, Sarasota, FL (2018).

12. Vate-U-Lan, P.: An augmented reality 3d pop-up book: the development of a multimedia project for English language teaching. In: 2012 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 890–895. IEEE (2012).
13. Mahadzir, N.N., Phung, L.F.: The use of augmented reality pop-up book to increase motivation in English language learning for national primary school. *Journal of Research & Method in Education* 1(1), 26–38 (2013).
14. Saltan, F., Arslan, Ö.: The use of augmented reality in formal education: A scoping review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 13(2), 503–520 (2017).
15. Avila-Pesantez, D., Rivera, L.A., Vaca-Cardenas, L., Aguayo, S., Zuñiga, L.: Towards the improvement of ADHD children through augmented reality serious games: Preliminary results. In: 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 843–848. IEEE (2018).
16. Vahabzadeh, A., Keshav, N.U., Salisbury, J.P., Sahin, N.T.: Improvement of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Symptoms in School-Aged Children, Adolescents, and Young Adults With Autism via a Digital Smartglasses-Based Socioemotional Coaching Aid: Short-Term, Uncontrolled Pilot Study. *JMIR mental health*, 5(2), (2018).
17. Treacy, R.: *Dyslexia Unravalled: An Irish Guide to a Global Problem*. Orpen Press (2017).
18. Kazdin, A.: *Research design in clinical psychology*. 4th ed. Allyn & Bacon, Needham Heights, MA (2003).
19. Chafouleas, S.M., Riley-Tillman, T.C., Christ, T.J.: Direct behavior rating (DBR) an emerging method for assessing social behavior within a tiered intervention system. *Assessment for Effective Intervention* 34(4), 195–200 (2009).
20. Shapiro, E.S.: *Academic skills problems*. The Guilford Press, New York, NY (2011).

# Documentazione didattica “aumentata”: un modello ipermediale e multimodale

Angela Maria Sugliano<sup>1 2</sup>

<sup>1</sup>Progetto Scuola Digitale Liguria

<sup>2</sup>Associazione EPICT Italia

am.sugliano@assoepict.it

**Abstract.** Nel presente contributo si illustra una metodologia di documentazione didattica sviluppata e sperimentata nell’ambito del Progetto Scuola Digitale Liguria. Con l’obiettivo di rendere la Scuola motore di innovazione digitale del territorio regionale il progetto promuove diversificate azioni di supporto alla diffusione della cultura digitale. Fra queste la proposta di un modello di documentazione aumentata per catturare l’interesse dei docenti che nel momento della rendicontazione potrebbero vedere diminuire la propria motivazione e per catturare l’interesse dei fruitori che attraverso una scheda sintetica ma accattivante, sono invogliati e guidati ad esplorare le attività e le motivazioni che spingono i docenti a proporre agli studenti attività didattiche innovative supportate dall’uso delle tecnologie digitali. La sperimentazione avvalorata l’efficacia del modello e la motivazione dei docenti a proporre una documentazione ipermediale e multimodale per cercare di catturare l’attenzione di un sempre maggior numero di docenti e stakeholders, utilizzando diversificate modalità di condivisione e disseminazione.

**Keywords:** Documentazione didattica, realtà aumentata, Progetto Scuola Digitale Liguria.

## 1 Introduzione

Nel presente contributo si illustra una metodologia finalizzata a rispondere agli elementi critici per realizzare il processo di documentazione focalizzando sia sulla prassi del processo sia sugli aspetti teorici così come considerati nell’ambito del progetto Scuola Digitale Liguria [1]. Il modello che viene presentato è stato sviluppato e sottoposto a una prima validazione nell’ambito del Progetto Scuola Digitale Liguria e adottato dal Progetto stesso come modalità per la documentazione multimediale a corredo dell’inserimento dei progetti innovativi che i docenti liguri sono invitati a inserire nella piattaforma digitale regionale denominata *Osservatorio*.

## 2 Il ruolo della documentazione nel Progetto Scuola Digitale Liguria

Il Progetto Scuola Digitale Liguria ha come obiettivo lo sviluppo dell'innovazione digitale del sistema educativo regionale tramite una serie di azioni a supporto delle Scuole in generale e dei docenti in particolare per sostenere azioni didattiche capaci di formare gli studenti alle sfide che sia la società sia il mercato del lavoro propongono a tutti i cittadini di oggi. Supportare l'innovazione digitale del sistema educativo significa voler far diventare la Scuola *motore dell'innovazione del territorio* così come recita uno degli slogan del progetto.

Come? Il primo strumento sviluppato dal Progetto è la piattaforma digitale Osservatorio, una base dati caratterizzata da un sistema classificatorio definito in base alle fonti di letteratura sulla documentazione didattica e finalizzato a far emergere il potenziale innovativo presente nelle singole istituzioni scolastiche e negli organismi formativi IeFP. Nelle classi, nei laboratori sono già presenti molte esperienze di didattica innovativa, ma fino al rilascio della piattaforma Osservatorio, non si trattava di dati pubblici. Una parte dei dati dell'Osservatorio (accessibile ai soli docenti e all'amministrazione regionale), sono visibili su una Mappa pubblica dove sono georeferenziate le Istituzioni scolastiche liguri e da qui – cliccando su ognuna – è possibile avere una sintesi dei progetti innovativi digitali realizzati.

L'obiettivo dell'Osservatorio non è solo “far emergere” ciò che prima non era conosciuto, ma di creare nei docenti l'attitudine e l'abitudine a usare lo strumento per condividere quanto si realizza, e dare ai cosiddetti “stakeholder” uno strumento per conoscere il mondo della Scuola e poter andare mirati a realizzare connessioni e progettualità con le realtà che meglio rispondono agli “interessi” dei “portatori di interesse”.

Per far diventare l'Osservatorio uno strumento “vivo”, il Progetto organizza una pluralità di azioni di Community: dall'analisi dei dati archiviati dalle Scuole è possibile organizzare workshop mirati, creare comunità di pratica tematiche, avere concrete indicazioni per progettare azioni di aggiornamento professionale.

L'Osservatorio è uno strumento per descrivere secondo un preciso sistema classificatorio, le attività didattiche innovative digitali delle Istituzioni liguri: interrogando la base dati è possibile identificare i progetti con le caratteristiche oggetto di ricerche mirate; ma l'obiettivo del Progetto regionale è quello di stimolare al dare evidenza alle attività innovative che si svolgono nelle classi affiancando la descrizione nell'osservatorio con una documentazione significativa, narrata, multimediale.

Il processo che si vuole innescare è virtuoso: si fa innovazione nelle classi, si documenta con una documentazione multimediale che si inserisce sul sito della Scuola e quindi nell'Osservatorio regionale. Gli stakeholders dalla piattaforma regionale arrivano alla singola Scuola; dalla singola Scuola si arriva alla piattaforma regionale per conoscere altre Scuole e realizzare allargando sempre di più la spirale, il circolo virtuoso.





### 3.2 Documentare secondo il progetto GOLD

Sempre in area italiana, nell'ambito del progetto Gold ormai concluso, è stato proposto un modello di documentazione articolato in tre elementi, esemplificati da tre verbi:

- 1) Vivi (sfera emotiva)
- 2) Trasferisci (sfera cognitiva)
- 3) Rifletti (sfera meta-cognitiva e relazionale)

A ogni verbo corrisponde una modalità di documentazione che si può realizzare con strumenti digitali multimediali. Franco Torcellan [3] riassume in un articolo le tipologie di documentazione del progetto Gold: *Docu-fiction, taglio giornalistico, slide show, taglio ipertestuale, ambiente integrato, wiki, Ambienti di condivisione di bookmark, blog, social media, Aggregatori di attività negli ambienti 2.0, Timeline, Mappe mentali e strumenti di presentazione in forma di mappa, Social Network, Ambienti 2.0 e video.*

Il processo che si realizza nei due modelli citati sottolinea la valenza della documentazione nell'ambito dell'azione didattica: sia il docente, sia gli studenti e i genitori vengono impegnati sia nella costruzione della documentazione, sia nella fruizione in un processo di pratica riflessiva. Se ci rifacciamo al modello riflessivo di Kolb [4] la documentazione rappresenta il dato oggettivo realizzato al termine dell'azione formativa su cui avviare la riflessione per trasformare le informazioni in conoscenza. Con la documentazione i docenti e gli studenti – nell'ambito del processo didattico - hanno gli elementi oggettivi su cui riflettere e da trasformare in conoscenza che verrà riapplicata in nuove situazioni.

La documentazione che rende pubblico il processo di innovazione che si realizza nelle classi di una Scuola diventa formazione informale per i genitori che guardando cosa fanno i propri figli durante le ore di scuola imparano il coding, la robotica, la realtà aumentata...

### 3.3 Rendicontazione sociale

Nell'ambito delle attività finalizzate al Sistema Nazionale di valutazione in materia di istruzione e formazione (DPR 28 marzo 2013 n. 80)[5] dall'anno scolastico 2016/17 e istituzioni scolastiche devono pubblicare un rapporto di rendicontazione sociale “grazie al quale si si diffonderanno i risultati raggiunti, in relazione agli obiettivi di miglioramento individuati e perseguiti negli anni precedenti, sia in una dimensione di trasparenza sia in una dimensione di condivisione e promozione al miglioramento del servizio con la comunità di appartenenza”.

Il documento richiesto alle Scuole, riporta sia elementi di rendicontazione di tipo amministrativo, sia di tipo cooperativo (accountability cooperativa) in cui la rendicontazione assume un valore di processo volontario esito della consapevolezza del dover rendere conto ai portatori di interesse (i genitori, tutti gli attori interessati al mondo della Scuola) circa le attività svolte nell'ambito dell'autonomia. Il concetto di accountability cooperativa conduce a quello di “bilancio sociale” che ha come finalità l'esplicitazione della visione etico-culturale della scuola, la formazione alla cultura della responsabilità tutto il personale, la predisposizione di un sistema organizzativo



coerente con le esigenze della valutazione, monitoraggio, rendicontazione, comunicazione.

In quest'ottica pubblicare sul sito della Scuola le documentazioni delle attività didattiche innovative diventa un elemento per rendere esplicito non solo la visione etico culturale della scuola rispetto al tema dell'innovazione digitale ma anche elemento di comunicazione nei confronti del personale, ma soprattutto comunicazione agli stakeholders, i genitori per primis.

#### 4 Le criticità della documentazione

In sintesi il processo di documentazione ha la finalità di:

- 1) Riflettere e condividere gli esiti e il valore delle attività didattiche svolte: questo è l'obiettivo dei docenti che coinvolge gli studenti e le famiglie
- 2) Diffondere cultura: nell'ambito del Progetto Scuola Digitale Liguria, in particolare cultura digitale
- 3) Rendicontare ai propri potatori di interesse le attività svolte, i risultati ottenuti, gli ambiti di operatività nell'ottica di future collaborazioni e sinergie.

Ma quali sono le caratteristiche della documentazione affinché possa con facilità raggiungere i suoi obiettivi?

Si propongono con questo contributo tre elementi critici per il successo della documentazione didattica. Perché possano essere raggiunte le tre principali finalità della documentazione, devono realizzarsi i seguenti tre costrutti. La documentazione dev'essere:

- 1) **Semplice e coinvolgente da realizzare** per gli insegnanti impegnati nelle attività didattiche e che vivono le azioni di rendicontazione come estranee al loro ruolo educativo.
- 2) **A buon impatto comunicativo**: la documentazione non sarà fruita dai suoi destinatari e quindi fallirà la finalità di diffondere cultura attraverso la riflessione che induce. Sarà poco *usabile* per l'utente del sito di una Scuola una pagina che contiene documentazioni didattiche in diversi formati e senza apparente omogeneità di progettazione e realizzazione: ci saranno dei documenti di testo, delle presentazioni, dei video, ermetici fogli di calcolo...
- 3) **Raggiungibile, consultabile**: la documentazione se archiviata in cartelle private nell'area riservata della Scuola non sarà consultabile; se sarà distribuita "su penna" dall'insegnante, facilmente non sarà consultata neppure una volta; se sarà solo digitale e disponibile sul sito della Scuola, non sarà raggiunta da chi sul sito della Scuola non va mai...

#### 5 I modello proposto

Il modello proposto in seno al Progetto Scuola Digitale Liguria vuole rispondere alle criticità sopra esposte accompagnare i docenti a realizzare documentazioni significative secondo un processo sostenibile e che assicuri efficacia agli sforzi fatti.

### 5.1 Una documentazione semplice e coinvolgente da realizzare.

Affinché la documentazione risulti semplice e coinvolgente da realizzare si è pensato a una scheda di formato A4 che contenga il titolo, un abstract dell'attività scritto con linguaggio colloquiale e diretto (non con terminologia del linguaggio della didattica). Per descrivere il contenuto delle azioni didattiche che possano motivare i docenti a realizzare la documentazione si è pensato di chiedere ai docenti di scegliere una immagine rappresentativa delle attività svolte.

Perché partire da una singola immagine?

Questa proposta fonda le sue premesse metodologiche su due elementi: da un lato su uno degli assiomi del progetto Progetto Pr.I.Mul.E. (Processi Innovativi Multimediali Educativi), di INDIRE [6] finalizzato ad elaborare nuovi modelli per la documentazione dell'innovazione didattica attraverso l'uso di strumenti multimediali; dall'altro sul concetto di intenzionalità così come descritto da Malle e Knobe [7].

Secondo i ricercatori del progetto Pr.I.Mul.E, per ogni tipo di esperienza di documentazione, quello che fa la differenza tra una documentazione utile e una inefficace è la capacità di identificare l'elemento cardine che rende speciale un determinato percorso educativo.

Con la scelta di una delle tante fotografie e immagini che potrebbero essere scelte per rappresentare una attività didattica, il docente mette in campo le azioni che compongono il concetto di intenzionalità (Malle e Knobe, *ibidem*). La documentazione è un fatto *intenzionale* e come tale deve rendere evidente il *desiderio* di comunicare in modo efficace il "cuore", l'elemento cardine che distingue l'attività svolta dalle tante altre che si realizzano a Scuola; deve rendere evidente le *credenze* che sottendono le scelte fatte dal docente nella proposta didattica; deve essere l'evidenza della *consapevolezza* del *coinvolgimento* e quindi del valore che il progetto ha rappresentato ed è stato in grado di generare nei suoi partecipanti.

Pertanto partire da una immagine consente di spingere il docente a realizzare quell'azione riflessiva e comunicativa obiettivo del processo di comunicazione.

### 5.2 Una documentazione a buon impatto comunicativo.

Ma la consapevolezza e coinvolgimento che può indurre la scelta di una immagine, non è tutto. Per poter essere esaustiva e poter esprimere tutte le funzioni elencate nel paragrafo precedente secondo l'approccio di Reggio Emilia o il modello Gold, la documentazione – anche in linea con i risultati del progetto Pr.I.Mul.E., può vantaggiosamente utilizzare tutti gli strumenti multimediali che i docenti sono in grado di utilizzare (ultimo aspetto dell'intenzionalità: le abilità che rendono possibile l'azione).

E' per questo che si è deciso di utilizzare uno strumento per realizzare immagini aumentate e multimediali per dare la possibilità ai docenti di "divertirsi" rendendo viva e parlante linguaggi variegati la propria immagine cardine.

La presenza nella scheda di documentazione di sintetici elementi di contesto, la semplicità dell'immagine che diventa "punto di ingresso" su una pluralità di aspetti (la sfera emotiva, cognitiva, meta-cognitiva e relazionale), costituiscono elementi per un buon impatto comunicativo sui fruitori della documentazione che catturati dall'immagine e guidati dalle brevi parole di contesto, vengono invitati ad entrare ad esplorare i tanti aspetti di una attività didattica.

### 5.3 Una documentazione raggiungibile, consultabile

La scheda A4 che contiene elementi di contesto e immagine aumentata è stato proposto dal Progetto Scuola Digitale Liguria di archivarla sul sito della Scuola. L'obiettivo è quello di svolgere azione di rendicontazione sociale e avvicinare le famiglie ai temi dell'innovazione digitale curiosando fra le attività svolte dalla Scuola. Un esempio è quello dell'IC Casarza Ligure (2019)[9] – Figura 2



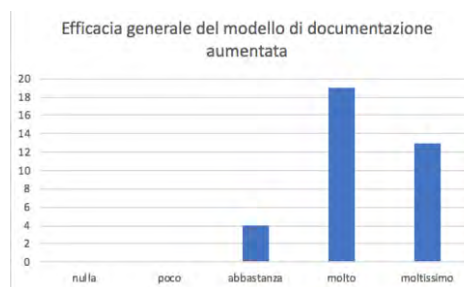
Fig. 2. Sito dell'IC Casarza Ligure con esempio di Documentazione Aumentata.

Nella figura si nota anche la presenza del QR Code. Perché? Perché la scheda di documentazione potrà essere stampata e diffusa durante gli incontri con i genitori o nel collegio docenti, o lasciata in consultazione in sala professori per aumentare nell'ottica della multimodalità la diffusione dell'innovazione: chi trova la scheda, potrà inquadrare con il proprio dispositivo il QR code e raggiungere l'immagine aumentata.

## 6 Realizzazione e Feedback

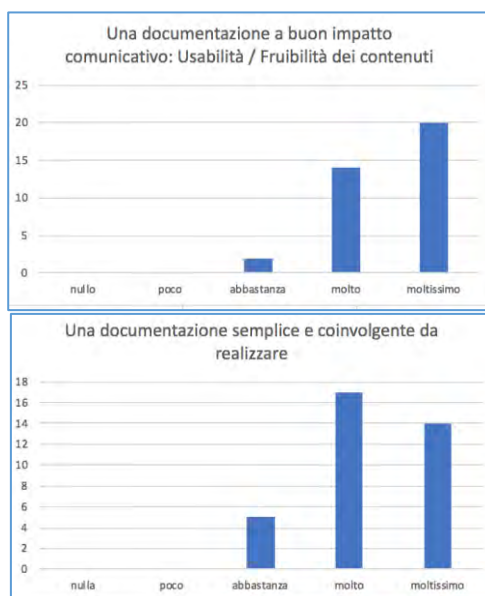
Nell'ambito del Progetto Scuola Digitale Liguria sono stati proposti due momenti in cui i docenti hanno sperimentato la realizzazione della documentazione aumentata: un workshop mirato sul tema realizzato a Settembre 2019 e la documentazione delle attività da parte dei docenti che hanno partecipato a workshop tematici nell'ambito dell'evento Orientamenti 2018. Le documentazioni aumentate sono disponibili all'indirizzo <https://drive.google.com/file/d/160AYAhJx7yzUxLZuywCddtQpSVXydRkT/view>

Per verificare l'efficacia del modello si è chiesto ai docenti che hanno sperimentato la documentazione aumentata, di esprimere il proprio parere sulla bontà del modello rispetto alle tre linee di indagine. Il giudizio complessivo sull'efficacia del modello riporta un alto gradimento e nel prosieguo si illustrano i dettagliati risultati. Hanno risposto al questionario 37 dei 63 docenti che hanno documentato durante il Workshop di Settembre 2018 e in occasione di Orientamenti 2018.



### 6.1 Una documentazione semplice e coinvolgente da realizzare, e a buon impatto comunicativo

Ai docenti è stato chiesto di esprimere il grado di soddisfazione sperimentato nella fase di realizzazione dell'immagine aumentata e nella fruizione del risultato finale: la propria soddisfazione personale quella percepita nei colleghi che hanno consultato la documentazione aumentata anche in modo cartaceo grazie al QR Code. Il risultato dimostra la bontà del modello a supportare la motivazione alla realizzazione e il supporto alla fruizione di questa.



## 6.2 Una documentazione raggiungibile, consultabile: Valore della condivisione pubblica su sito e Mappa regionale

Ai docenti è stato chiesto il valore percepito del rendere pubblico e navigabile in modo ipermediale e multimediale il proprio lavoro per una rendicontazione sociale ai propri stakeholders e per creare nuove sinergie e occasioni di collaborazione.



## 6.3 Punti di forza, criticità

Il modello proposto ha raccolto un sostanziale altissimo gradimento. I motivi sono la semplicità di realizzazione e la modalità accattivante di catturare l'attenzione dei fruitori.

Alcune delle verbalizzazioni a supporto della bontà del modello sono le seguenti:

*Apprezzo l'immediatezza, l'efficacia di questo tipo di documentazione e penso che lo strumento dell'immagine aumentata offra notevoli spunti per la didattica*

*Ritengo che questa modalità di informazione sia molto diretta e accattivante. Unisce il messaggio alle immagini tramite l'utilizzo di mezzi attuali, fruibili da tutti con tempi velocissimi.*

Le criticità sono da imputare al tempo necessario per realizzare gli asset da inserire nell'immagine aumentata, ma soprattutto la poca disponibilità dei colleghi a dare valore e dimostrare interesse verso non solo la documentazione, ma anche al lavoro di chi si spende per l'innovazione della didattica.

*Soddisfatto del risultato raggiunto anche se l'organizzazione dei contenuti attraverso la progettazione dell'immagine e dei suoi punti attivi richiede tempo. È un lavoro che è, pur partendo da risorse esistenti, da autori.*

*Personalmente lo ritengo un buon sistema di documentazione: è relativamente facile da usare anche per chi come me non ha grandi competenze digitali, sintetico e immediatamente fruibile. Nella mia scuola, però, non ha suscitato molto interesse.*

*Grado di soddisfazione personale: buono  
Grado di soddisfazione percepito a scuola: interessati pochi docenti, le attività digitali sono in fase di sviluppo e devono essere ampliate*

*L'immagine aumentata è un ottimo mezzo per raccontare un progetto ma penso che buona parte dei docenti non senta l'esigenza di condividere le proprie attività didattiche.*

#### **6.4 Conclusioni.**

Il modello proposto nell'ambito del Progetto Scuola Digitale Liguria poggia su solide basi teoriche rispetto al tema della documentazione didattica e viene incontro alle esigenze di rendicontazione sociale richiesta al mondo della Scuola. La proposta ai docenti in occasione di due attività di Community ha dimostrato una grande adesione e soddisfazione dei docenti.

Il prossimo passo è quello di supportare la creazione sui siti delle Scuole liguri una sezione finalizzata all'archivio e condivisione delle pratiche didattiche innovative secondo il modello della documentazione aumentata. L'obiettivo è quello di monitorare gli accessi alle pagine della documentazione sui siti e verificarne la frequenza in relazione alle altre pagine dei siti. Anche con il supporto di indagini qualitative si andrà a verificare la potenzialità della condivisione con la documentazione aumentata sulla crescita della cultura digitale nella Scuola e nel territorio della Liguria

#### **Riferimenti bibliografici**

1. Progetto Scuola Digitale Liguria – [www.scuoladigitaleliguria.it](http://www.scuoladigitaleliguria.it) - <https://www.agendadigitale.eu/scuola-digitale/scuola-digitale-liguria-accelerare-innovazione-a-partire-da-ragazzi-e-docenti/>
2. Malaguzzi, L.: For an education based on relationships, "Young Children", 49, 9-12, (1993).
3. Torcellan, F.: Ambienti e strumenti delle comunità che apprendono: la documentazione on line coe "luogo" del racconto, in L'onda di Civil Life. Una nuova didattica della cittadinanza attiva (a cura di) Dino Bertocco. Marsilio (2010).
4. Kolb, D. A., & Fry, R. E. Toward an applied theory of experiential learning. MIT Alfred P. Sloan School of Management (1974).
5. DPR 28 marzo 2013 n. 80 - [http://www.istruzione.it/valutazione/allegati/DPR\\_%2028\\_03\\_13.pdf](http://www.istruzione.it/valutazione/allegati/DPR_%2028_03_13.pdf)
6. Macherelli, E.: Dimmi come documenti e ti dirò chi sei, <http://www.indire.it/content/index.php?action=read&id=1418> (2006).
7. Malle, B. F. & Knobe, J.: The folk concept of intentionality. Journal of Experimental Social Psychology, 33, 101-121 (1997).
8. IC Casarza Ligure - <http://www.icdeandre.it/index.php/progetti-osservatorio-liguria-digitale/progetto-forchetta-perfetta-a-s-2017-18>

# Il progetto FabSchoolNet: Realtà Aumentata, Robotica Educativa e Stampanti 3D nelle scuole

Davide Taibi<sup>1</sup>, Marco Arrigo<sup>1</sup>, Giuseppe Chiazzese<sup>1</sup>, Mariella Farella<sup>1</sup>,  
Giovanni Fulantelli<sup>1</sup>, Giovanni Todaro<sup>1</sup>, Carmen-Catalina Rusu<sup>2</sup>,  
Luigi-Renato Mistodie<sup>2</sup>, Marcella Pizzuto<sup>3</sup>, Pierangelo Di Benedetto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Tecnologie Didattiche, Palermo, Italia

<sup>2</sup> Dunarea de Jos "University of Galati", Romania

<sup>3</sup> FabLab Palermo, Italia

davide.taibi@itd.cnr.it

**Abstract.** In questo articolo presentiamo il progetto FabSchoolNet, finanziato nell'ambito del programma Europeo Erasmus+, il cui partenariato comprende università, enti di ricerca, scuole secondarie e organizzazioni legate al settore imprenditoriale provenienti da 5 paesi Europei. L'obiettivo del progetto è lo sviluppo di un nuovo modello di apprendimento basato sulla progettazione e realizzazione di "oggetti", che sappia promuovere negli studenti abilità di Creatività e innovazione, Comunicazione, Collaborazione, Critical thinking e Computational thinking. Al fine di perseguire l'obiettivo preposto, il progetto FabSchoolNet incoraggia gli studenti a partecipare intensivamente all'intero flusso di lavoro che porta dalla concettualizzazione di un oggetto alla sua realizzazione, adottando 3 tecnologie la cui efficacia educativa è stata ampiamente dimostrata, soprattutto in ambito STEAM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria, Arte e Matematica): la robotica, le tecnologie mobili di realtà aumentata e la stampa 3D.

**Keywords:** Realtà Aumentata, Robotica Educativa, Stampanti 3D, STEAM

## 1 Introduzione

La Realtà Aumentata, la Robotica educativa e le stampanti 3D sono 3 delle tecnologie che nei prossimi anni giocheranno un importante ruolo nell'innovazione dei processi didattici. Sebbene si tratti di tecnologie di cui si parla da diversi anni, i recenti sviluppi tecnologici, la sensibile riduzione dei costi, l'aumento delle applicazioni disponibili, e i progressi sul versante dell'usabilità le rendono oggi particolarmente interessanti in contesti scolastici, e facilmente integrabili in attività didattiche.

Un fattore comune a queste tecnologie è la loro possibilità di attivare esperienze didattiche basate sul costruttivismo, incentrate sulla progettazione e realizzazione di "oggetti" tangibili e condivisibili, e che vedono gli studenti diventare creatori attivi della conoscenza [1]. Il principale obiettivo del progetto FabSchoolNet presentato in questo paper è lo sviluppo di un nuovo modello di apprendimento che sfrutti queste

tecnologie per incoraggiare gli studenti a partecipare intensivamente all'intero flusso di lavoro che porta dalla concettualizzazione di un oggetto alla sua realizzazione. Il modello proposto si basa sui paradigmi pedagogici che mirano a promuovere negli studenti le abilità di creatività e innovazione, comunicazione, collaborazione, Critical Thinking e Computational Thinking.

Le potenzialità educative di un tale approccio sono ben sintetizzate da McFall: “Le regole che governano l'interazione influenzano i risultati. Se ogni bambino potesse toccare l'oggetto che lo incuriosisce, giocare con il puzzle e provare a ricreare l'evento che lo ha meravigliato, allora l'apprendimento sarebbe più efficace rispetto a ciò che un insegnante può mostrare su uno schermo” [2]. Al fine di perseguire l'obiettivo preposto, il progetto FabSchoolNet prevede lo sviluppo e la sperimentazione di un programma di apprendimento che integra tre moduli, ognuno incentrato su tecnologie e strumenti innovativi utilizzati nelle STEAM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria, Arte e Matematica): la robotica, le tecnologie mobili di realtà aumentata e la stampa 3D. Il programma prevede un quarto modulo dedicato ad argomenti relativi al settore della educazione all'imprenditorialità, incoraggiando i partecipanti (docenti, studenti, ecc.) a sviluppare un nuovo modo di pensare e agire nel mercato dell'economia globale, in linea con le politiche europee sull'educazione che negli ultimi anni hanno annoverato l'imprenditorialità tra le competenze di base per il 21esimo secolo. Il progetto prevede, infine, la partecipazione degli studenti a competizioni, che hanno lo scopo di incoraggiare i partecipanti ad avvicinarsi a un ambiente di business reale, in modo da acquisire abilità nel progettare e sviluppare modelli e idee vicine alle reali esigenze di mercato, usando le loro conoscenze, abilità e competenze.

I principali aspetti innovativi che verranno affrontati nel progetto riguardano: 1) l'individuazione di moduli didattici, casi d'uso e metodologie specifiche di valutazione per l'adozione delle tecnologie di progetto in contesti educativi; 2) la realizzazione di un repository specializzato su risorse didattiche relative all'utilizzo delle tecnologie di realtà aumentata, robotica educativa e stampa 3D in ambito didattico. Infatti, sebbene esistano diversi repository per le risorse didattiche e nonostante siano disponibili online numerosi repository specializzati per ognuna delle tecnologie citate, attualmente nessuno di questi può essere considerato un punto di riferimento; 3) la creazione di una rete che coinvolge la scuola, il mondo accademico e di ricerca, e l'ambito imprenditoriale per favorire nuovi approcci alla didattica basata sulle tecnologie innovative.

FabSchoolNet è stato finanziato nell'ambito del programma Europeo Erasmus+, e coinvolge università, enti di ricerca, scuole secondarie e organizzazioni legate al settore imprenditoriale provenienti da 5 paesi Europei, con il supporto di piccole e medie imprese. Dopo una presentazione sullo stato dell'arte dell'utilizzo educativo della robotica, della realtà aumentata e della stampa 3D, vengono descritte le attività previste, evidenziano come esse possano contribuire al raggiungimento degli obiettivi del progetto. Le potenzialità educative del progetto, insieme ai possibili ostacoli che potrebbero ridurne l'efficacia, sono gli argomenti affrontati nelle considerazioni finali.



## **2 Breve stato dell'arte sulle tecnologie del progetto**

Nei paragrafi seguenti viene fornita una breve descrizione dello stato dell'arte delle tre tecnologie alla base del progetto FabLabSchoolNet, con particolare riferimento al loro utilizzo in ambito didattico.

### **2.1 Realtà Aumentata**

Il concetto di Realtà Aumentata (AR) risale agli anni '60 e si basa sul miglioramento della percezione e sull'interazione dell'utente con il mondo reale. La realtà aumentata consiste nell'associazione e aggiunta di dati virtuali (informazioni testuali, immagini 3D o elementi 3D animati) all'ambiente circostante visualizzandoli in tempo reale mediante la fotocamera di un dispositivo mobile o mediante un visore dedicato specificatamente alla AR. La Realtà Aumentata può avere un enorme potenziale in ambito didattico. L'uso di questa tecnologia è indicato per studenti di qualsiasi età e, inoltre, i giovani hanno una naturale predisposizione per le tecnologie.

Le esperienze di utilizzo con successo della tecnologia AR in ambito didattico sono innumerevoli. Infatti, analizzando lo stato dell'arte degli ultimi anni, varie ricerche (si veda ad esempio [3][4]), suggeriscono che gli studenti possono rafforzare la loro motivazione e migliorare l'apprendimento delle pratiche realistiche in quanto questa tecnologia rende lo studio più coinvolgente, stimolante e dinamico. Inoltre, riesce a stimolare creatività, capacità di collaborazione e pensiero critico negli studenti.

Questa tecnologia in ambito educativo è stata applicata in varie discipline: in geometria può supportare lo studente nella comprensione dei solidi 3D per migliorare le capacità di visualizzazione spaziale [5]; nell'apprendimento linguistico può essere usata per supportare lo studente nella comprensione, per esempio, di concetti astratti senza dover ricorrere alla traduzione in lingua madre o più in generale nella comprensione dei testi [6]; in anatomia permette di studiare gli organi umani in modo più semplice, attraverso la stampa di un modello 3D di un organo scannerizzato e un dispositivo mobile sul quale è possibile visualizzare tutte le informazioni relative alla composizione dell'organo in esame semplicemente inquadrandolo con la fotocamera [7]; in fisica può essere utilizzata per dimostrare varie proprietà della cinematica, valutando dinamicamente un oggetto che varia nel tempo la sua velocità ed accelerazione [8].


### **2.2 Robotica Educativa**

L'apprendimento multidisciplinare trova nella robotica educativa un metodo moderno ed efficace, in quanto può migliorare le abilità degli studenti nella risoluzione di problemi, sviluppare il pensiero computazionale, e promuovere lo studio della scienza e della tecnologia in generale. I docenti sono sempre più motivati a individuare metodologie didattiche capaci di integrare la robotica educativa nelle discipline connesse a scienza, tecnologia, ingegneria, arte e matematica (STEAM) [9], al fine di migliorare le abilità e le conoscenze degli studenti verso il nuovo concetto di abilità del 21° seco-

lo connesse al modello 5C le cui componenti sono: Creatività e innovazione, Comunicazione, Collaborazione, Critical Thinking e Computational Thinking.

In ogni componente di questo modello, la robotica educativa può svolgere un ruolo importante ed è trasversale a questi ambiti, supportando l'adozione di pratiche e approcci metodologici come il costruttivismo [10], l'adozione di strategie e percorsi multidisciplinari, promuovendo l'apprendimento attraverso l'interazione degli studenti con le tecnologie e stimolando il pensiero computazionale.

La ricerca e l'elaborazione dei risultati di un gran numero di progetti implementati e l'esperienza maturata dagli autori nel corso degli anni, consente di affermare che l'integrazione della robotica educativa nei curricula tradizionali aiuta a: apprendere le discipline STEAM, migliora l'approccio alla creatività e all'innovazione, aumenta la collaborazione e la comunicazione, sviluppa le capacità di pensiero critico e le capacità artistiche degli studenti che si impegnano nella progettazione, implementazione e produzione di progetti creativi. Gli autori, nell'ambito del progetto FabLabSchoolNet, hanno condotto una ricerca scientifica, al fine di identificare una soluzione di robotica educativa adeguata da utilizzare nella sperimentazione. Nella figura 1 viene presentata una parte delle piattaforme di robotica educativa utilizzate su larga scala nell'istruzione STEAM<sup>1</sup>. Le righe della tabella rappresentano rispettivamente la disponibilità di pezzi e pacchetti aggiuntivi, la difficoltà dell'ambiente di programmazione, la quantità di sensori disponibili, il grado di popolarità e adozione della specifica soluzione in ambito educativo, il tipo di controller hardware utilizzato e l'età più adatta per il loro utilizzo.



	Fusion	MINI MR100	BrickPi3	NxShield-m-for-Arduino-Mega-or-ardk	LM EV3	Ultimate 2.0 10-in-1 Robot Kit 2.0	VEX EDR Starter Kit
Construction	++	++	&additional	&additional	+++	+++	++
Programming	++	++	++	++	+	+++	++
Sensors	+++	+++	+++	++	+++	+++	++
Popularity	++	++	++	+	+++	++	++
Controller	Fusion	Arduino Based	Raspberry Pi 3	Arduino Based	Lego Brick	Mega Pi	VEX ARM Cortex
Age / Level	Base / Up	Base / Up	Up level	Up level	All ages	All ages	Up level

Fig. 1. Piattaforme di Robotica Educativa usate nella STEAM education.

Un altro modo efficace per coinvolgere studenti sul tema della robotica è la partecipazione alle competizioni di robotica educativa, in cui gli studenti possono esplorare, sperimentare e imparare nuove dinamiche di apprendimento. Le attività proposte in questo tipo di competizioni consentono agli studenti di ottenere risultati immediati

<sup>1</sup>Modern Robotics, Fusion Base Kit, <https://modernroboticsinc.com/product/fusion-base-kit/> Matrix Robotics, Mini MR 100, <http://matrixrobotics.com/product/mini-mr100/> Dexter Industries, Brick Pi3, <https://www.dexterindustries.com/brickpi/> Active Robots, <https://www.active-robots.com/> Lego Mindstorm EV3, <https://www.lego.com/en-us/mindstorms> MakeBlock Ultimate 2.0, <https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot-ultimate> Vex Robotics Starter Kit, <https://www.vexrobotics.com/vexedr>

del loro lavoro e li aiutano a esaminare, migliorare e ottimizzare i loro progetti in collaborazione con i pari. Inoltre, gli studenti sono parte attiva dell'intero processo di progettazione, sviluppo e presentazione del loro progetto in un ambiente in cui la comunicazione e la collaborazione svolgono un ruolo chiave. Anche le modalità di valutazione sono differenti: mentre nelle scuole tradizionalmente il processo di apprendimento viene valutato attraverso test standardizzati e metodi di valutazione differenti, il coinvolgimento degli studenti nelle competizioni di robotica richiede la valutazione del miglioramento di capacità come la collaborazione, la creatività e il pensiero critico.

In conclusione, la robotica educativa è un approccio moderno per migliorare le STEAM nelle classi moderne. La sfida è creare materiali didattici appropriati per la robotica educativa attraverso i quali i docenti sono guidati nell'utilizzare queste metodologie all'interno delle lezioni curriculari. Il progetto FabLabSchoolNet si propone proprio di fornire ai docenti tale supporto, facilitando l'introduzione di nuove metodologie didattiche basate sulla robotica educativa. Questo è un passo importante verso un contesto di apprendimento basato sul problem solving, utilizzando la robotica, che può garantire esperienze di apprendimento arricchite per tutti gli studenti.

### **2.3 Stampa 3D**

Quello che risulta molto interessante della stampa 3D è, senza dubbio, la possibilità di programmare una macchina per farle compiere delle azioni finalizzate alla realizzazione di un oggetto reale, con una particolare attenzione all'utilizzo di eco-materiali. Dietro un qualunque oggetto stampato in 3D ci sono varie fasi che lo studente deve compiere: progettazione, modellazione 3D, programmazione della stampante, osservazione della stampa in corso, valutazione del risultato finale che può portare, in alcuni casi, anche ad eventuali modifiche e correzioni di tutta la procedura se il risultato non è soddisfacente. La metodologia seguita è: Think-Make-Improve (pensare, fare, migliorare) che dà ai giovani studenti la possibilità non solo di acquisire sul campo nuove conoscenze ma anche di socializzare e potenziare la loro capacità di adattamento a nuovi stimoli, incrementando la propria predisposizione all'analisi e al problem solving, migliorando la collaborazione con i compagni di scuola.

Oggi giorno, quasi ogni scuola di ogni ordine e grado, possiede almeno una stampante 3D. In Italia, per esempio, il MIUR, attraverso finanziamenti per la realizzazione di "atelier creativi" ed "ambienti digitali", ha permesso alle scuole di dotarsi di apparecchiature a controllo numerico come stampanti 3D, scanner 3D, vinyl cutter, piccole fresatrici cnc, e ha introdotto attraverso progetti PON, POR, POF, attività curriculari ed extra curriculari interamente dedicate al digitale. Nella maggior parte dei casi, i progetti legati alla stampa 3D, mirano a diffonderne la conoscenza e l'uso, ma soprattutto a far sì che lo strumento stampante 3D sia inserito continuamente nei piani didattici e formativi ordinari. Le attività laboratoriali basate sulle stampanti 3D possono trovare spazio in tutti i gradi e gli ordini scolastici, dalla scuola dell'infanzia agli istituti tecnici o licei. La definizione di un percorso formativo deve ovviamente tener conto dell'età dei fruitori: un progetto sulla stampa 3D non può essere uguale per il bambino della scuola primaria e per lo studente delle superiori, né

possono essere uguali i contenuti dei percorsi formativi indirizzati allo studente del liceo classico o allo studente di un istituto professionale o di un alberghiero. Anche i software utilizzati per la modellazione 3D sono differenti in base all'età: nelle scuole secondarie di secondo grado vengono utilizzati dei software più complessi come Autocad o Fusion 360 (entrambi dell'Autodesk, quest'ultimo gratuito per studenti e docenti); nelle scuole primarie e secondarie di primo grado, invece, si utilizzano software molto semplificati come Tinkercad<sup>2</sup> o SugarCad<sup>3</sup>. Entrambi software gratuiti e gestibili direttamente dal browser, le cui interfacce multiple permettono di avere a disposizione più o meno funzionalità in base all'esperienza dell'utente. Possono essere utilizzati oltre che col PC tradizionale, anche con i tablet e le LIM (lavagne interattive multimediali) e tutte le forme create, anche se non perfette, sono stampabili in 3D. Attorno a SugarCad è nata anche una community dove gli utenti possono condividere le forme che creano e queste potranno essere riutilizzabili da terzi in modo gratuito. Modellazione e stampa 3D mirano dunque a diffondere un approccio di tipo "maker" alla didattica, con la finalità di coinvolgere sia docenti che studenti favorendo la collaborazione e azzerando il tradizionale distacco che esiste tra insegnante e discente. L'obiettivo finale, ovviamente, non è la realizzazione dell'oggetto in sé, ma potenziare le competenze che toccano più aspetti didattici: logico-matematiche, digitali, metacognitive e relazionali. Il progetto FabSchoolNet è indirizzato sia agli studenti che ai docenti, in modo da poter trasferire loro le competenze e le conoscenze necessarie per poter utilizzare in modo del tutto autonomo la stampante 3D. Il coinvolgimento dei docenti è particolarmente importante in quanto consente alla scuola di acquisire quelle competenze necessarie per poter successivamente introdurre attività basate sulla stampante 3D nella regolare attività didattica.

### 3 Il progetto

Il progetto FabSchoolNet nasce da una iniziativa transnazionale e da una esperienza multidisciplinare dei partner provenienti da cinque paesi europei: Lituania, Italia, Grecia, Bulgaria e Romania. La partnership di progetto è costituita dalla collaborazione strategica tra università ed enti di ricerca (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie Didattiche, Palermo, Italia; Università "Dunarea de Jos" Università di Galati, Romania), scuole secondarie (Siauliu Didzdvario gimnazija, Siauliu, Lituania; 2 EPAL TRIKALON di Trikala, Grecia; Varnenska morska gimnazija "Sv. Nikolai Chudotvorec" Varna, Bulgaria), e organizzazioni legate al settore imprenditoriale (FabLab Palermo, Italia). L'approccio transnazionale consentirà ai partecipanti di confrontarsi con differenti culture, progettare e produrre nuove idee in un contesto di mercato globale. La fase iniziale di condivisione delle idee nella rete internazionale che si viene a creare nel progetto, sarà seguita da fasi in cui ogni partecipante potrà progettare, creare, rifinire, implementare la propria idea. L'obiettivo

---

<sup>2</sup> <https://www.tinkercad.com/>

<sup>3</sup> <http://3d.indire.it/sugarcad/index.php?act=login&lang=it> sviluppato da INDIRE (Istituto Nazionale Documentazione Innovazione Ricerca Educativa), nell'ambito della sperimentazione del progetto di ricerca "Maker@Scuola".

finale è quello di stimolare le connessioni tra formatori e il mercato reale, ridefinendo competenze imprenditoriali per “pensare globalmente e agire localmente”.

FabSchoolNet intercetta una priorità orizzontale e due priorità nel settore specifico della didattica nelle scuole, del programma Erasmus+. La priorità orizzontale è connessa alla promozione di pratiche innovative e aperte nell’era digitale attraverso: a) i materiali didattici che verranno sviluppati nel progetto, disponibili in formato aperto, b) lo sviluppo di approcci innovativi nella didattica, in cui le tecnologie utilizzate nel progetto vengono utilizzate in modo efficace. Tra le priorità settoriali, il progetto si focalizza sul problema dell’abbandono scolastico e la promozione dell’acquisizione di nuove competenze, introducendo un approccio alla didattica basato sulle STEAM. Il progetto è iniziato a settembre 2018 e avrà una durata di 24 mesi.

### **3.1 Attività di ricerca e sperimentazione**

Il progetto è organizzato in tre fasi: la prima fase, che possiamo definire preparatoria, è dedicata al modello didattico attraverso la scelta delle tecnologie da adottare nel progetto e la definizione della metodologia di valutazione.

Nell’ambito del progetto FabLabSchoolNet verrà elaborato un syllabus per identificare i moduli didattici, in modo da fornire una guida ai docenti che vogliano adottare le tecnologie su cui il progetto si focalizza nei loro contesti didattici. Lo svolgimento delle attività didattiche attraverso l’uso di tali tecnologie richiede anche un cambiamento nelle metodologie di valutazione delle attività svolte dagli studenti. In questa prospettiva, una delle attività fondamentali del progetto FabLabSchoolNet è lo studio delle metodologie di valutazione più adeguate da mettere in atto per valutare il raggiungimento degli obiettivi didattici definiti nel modello di apprendimento. L’approccio adottato per le attività di definizione del modello didattico e della metodologia di valutazione è quello della desk research, in cui vengono analizzate le esperienze di apprendimento basate su AR, stampa 3D e robotica, con il fine duplice di creare un archivio di riferimenti scientifici attuali sull’argomento classificando le diverse esperienze, ma anche con l’obiettivo di identificare delle buone pratiche e delle esperienze didattiche in cui queste tecnologie sono state adottate con successo. L’analisi della letteratura consentirà di individuare anche le linee guida sulle strategie di valutazione più efficienti.

La seconda fase di progetto, che segue la fase di studio preparatoria, è focalizzata alla creazione delle piattaforme online che verranno utilizzate nella fase di sperimentazione dai docenti coinvolti nel progetto nei loro contesti didattici. Il primo risultato di questa fase è un repository di risorse didattiche specializzato sull’utilizzo delle tecnologie di AR, stampa 3D e robotica. Allo stato attuale esistono diversi portali che offrono informazioni sulle tre tecnologie a volte molto specializzate e solo dirette a esperti. L’idea di base del FabLabSchoolNet repository è quella di selezionare dai repository esistenti risorse riutilizzabili, catalogarli attraverso schemi di metadati specifici per le risorse didattiche, in modo da facilitare le ricerche da parte dei docenti. Le risorse più rilevanti verranno anche tradotte nelle lingue del progetto (nel caso di materiali testuali) o corredati da appositi sottotitoli (nel caso di video), sempre nel rispetto delle licenze con cui le risorse originali sono rese disponibili.

Un altro obiettivo di questa fase è la predisposizione di un corso online indirizzato ai docenti in cui vengono presentati dei casi d'uso in cui le tecnologie di AR, robotica e stampa 3D sono utilizzate per attività didattiche in diverse materie scolastiche. Il progetto prevede di realizzare anche casi d'uso specifici in cui le tre tecnologie vengono tra di loro integrate. L'applicazione di queste tecnologie consente di focalizzare le esperienze didattiche non solo su argomenti di natura prettamente scientifica, ma consente di ampliare il raggio di azione. Il docente di chimica può usare i modelli 3D per stampare delle molecole e utilizzare il software di AR per associare alle diverse parti della molecola informazioni aggiuntive, non solo testuali, per approfondire l'argomento. In maniera del tutto simile, i modelli 3D di anfore, monumenti e altri oggetti di studio di storia dell'arte, possono essere arricchiti da informazioni e media di approfondimento resi disponibili tramite applicazioni che utilizzano la AR.

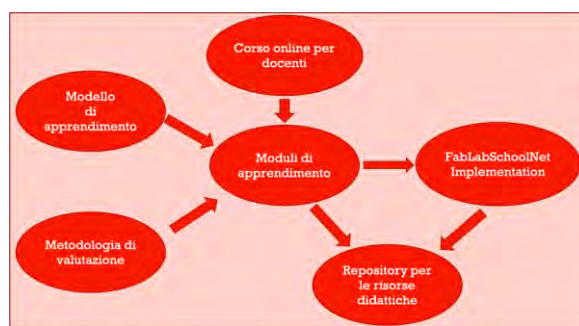


Fig. 2. Principali prodotti del progetto e loro interazione.

L'ultima fase del progetto riguarda la sperimentazione dei prodotti realizzati nelle fasi precedenti in contesti didattici reali. Questa fase di sperimentazione è composta da due sotto-fasi: la fase pilota in cui i prodotti del progetto verranno sperimentati con un ristretto numero di studenti nelle scuole partner di progetto, e una fase di sperimentazione effettiva in cui il modello FabLabSchoolNet verrà implementato su un numero più elevato di studenti nelle scuole partner di progetto, ma anche in scuole associate al progetto e in scuole selezionate tra quelle potenzialmente interessate ai risultati del progetto. Durante la fase pilota i docenti avranno modo di sperimentare con i loro studenti quanto appreso nel modulo online, utilizzando il modello di apprendimento e la metodologia di valutazione sviluppate nella prima fase. Il FabLabSchoolNet repository servirà sia come sorgente di risorse didattiche ma anche come archivio in cui le esperienze realizzate dagli studenti durante la fase pilota verranno catalogate per essere riutilizzate.

La sperimentazione pilota sarà estesa coinvolgendo un numero maggiore di studenti all'interno delle stesse scuole partner di progetto. In questa fase di sperimentazione il modello FLSN verrà implementato e testato su diverse discipline. Inoltre, verranno individuate altre scuole interessate ai risultati del progetto su cui il modello didattico sviluppato nell'ambito di FabLabSchoolNet verrà sperimentato. L'analisi delle due fasi di sperimentazione consentirà di restituire alla fine del progetto una raccolta di buone pratiche in cui vengono evidenziati i punti di forza e di debolezza nell'utilizzo

di queste tecnologie nelle diverse esperienze didattiche. La figura 2 mostra la relazione tra i prodotti del progetto che si svilupperanno nelle varie fasi.

### 3.2 Attività formative

Durante la prima fase del progetto (preparatoria) ma, in parte anche nella seconda fase (focalizzata sulle piattaforme di apprendimento), verranno portate avanti delle attività di training per i docenti coinvolti in FabSchoolNet. Lo scopo principale di queste attività di training è formare i docenti all'uso consapevole delle tecnologie adottate nel progetto con l'obiettivo specifico di progettare e sperimentare attività curriculari multidisciplinari e trasversali da integrare nelle attività didattiche quotidiane.

A tal fine, le attività di training previste nel progetto FabSchoolNet si articolano su tre specifici corsi. Il primo, sulla robotica educativa, erogato nel mese di marzo 2019 in Romania, è stato curato dalla facoltà di Ingegneria dell'Università di Galati. Il corso si è focalizzato sugli aspetti ingegneristici, di coding e di progettazione didattica relativamente ai principali kit di robotica educativa individuati per la realizzazione delle attività previste nel progetto. In particolare, l'obiettivo del corso è stato quello di presentare le potenzialità didattiche della robotica mediante i kit della Lego Mindstorm EV3 e MakeBlock – mBot proponendo delle attività in modalità *learning-by-doing*. I docenti coinvolti, provenienti dai cinque paesi partner del progetto, hanno avuto modo di familiarizzare con le tecnologie e sperimentare direttamente l'uso e le potenzialità didattiche dei kit, ma hanno anche potuto valutare i limiti e gli ambiti di applicabilità dei due differenti kit. Inoltre, durante il primo corso sono stati somministrati dei test di ingresso e uscita sulle competenze e conoscenze relative alle tecnologie di Robotica, Stampa 3D, Tecnologie Mobili e Realtà Aumentata in contesto didattico. Il secondo corso, sulle Tecnologie Mobili e la Realtà Aumentata si svolgerà nel mese di novembre 2019. Il corso verrà tenuto a Palermo da ricercatori e tecnici dell'Istituto per le Tecnologie Didattiche del CNR che cureranno dettagliatamente la progettazione e l'utilizzo delle tecnologie per la realizzazione di attività didattiche specifiche per la scuola secondaria di secondo grado. Anche in questa occasione parteciperanno docenti provenienti dai cinque paesi partner. In particolare, i moduli formativi riguarderanno: buone pratiche sull'utilizzo delle Tecnologie Mobile e Realtà Aumentata nelle attività curriculari; introduzione alle principali tecnologie disponibili; attività di progettazione e produzione di semplici moduli didattici che sfruttano le potenzialità offerte dalle tecnologie affrontate nel corso. Infine, il terzo corso, sulle Stampanti 3D e modellazione grafica degli artefatti, anch'esso in programma nel mese di novembre 2019, verrà tenuto dagli ingegneri del FabLab di Palermo e avrà come obiettivo principale la progettazione e realizzazione di unità didattiche focalizzate sulle potenzialità offerte dalle tecnologie della stampa 3D.

## 4 Conclusioni

Il progetto FabSchoolNet vuole mettere a rete un partenariato interdisciplinare per sperimentare un nuovo modello di apprendimento che mira ad utilizzare la robotica



educativa come volano per promuovere la cultura di impresa nel settore delle STEAM e fornire al discente una visione internazionale di come queste discipline offrono opportunità imprenditoriali in un mercato sempre più digitalizzato e globalizzato. Il network internazionale avrà l'obiettivo di condividere metodologie e tecnologie per promuovere quelle competenze digitali connesse al settore delle STEAM. A tal proposito saranno esplorati e combinati tra loro approcci didattici come il learning-by-doing e il project based learning per costruire un approccio didattico esplorativo e laboratoriale atto a stimolare in un contesto transnazionale il pensiero critico e ad utilizzare nuove tecnologie come la realtà aumentata e diversi strumenti di robotica per il problem-solving e di sviluppo del pensiero computazionale. Lo scambio transnazionale, pensato per offrire e creare occasioni di incontro tra i formatori, consentirà l'apertura al confronto delle diverse culture e approcci didattici in un'ottica di progettazione e produzione di nuovi materiali didattici in formato aperto in grado di promuovere l'interesse e l'attrattiva verso le STEAM di studenti a rischio di abbandono scolastico e di incidere attraverso la creazione di gare e laboratori didattici sperimentali una forma di *promozione didattica innovativa, pratica digitalmente assistita e aperta* in grado di preparare nuovi scenari imprenditoriali in un ormai prossimo contesto industriale digitale 4.0.

### Riferimenti bibliografici

1. AA.VV.: Innovating Pedagogy 2019: Open University Innovation Report 7. Milton Keynes: The Open University (2019).
2. McFall, M.: The Little Book of Awe and Wonder: A Cabinet of Curiosities. Independent Thinking Press (2013).
3. Gagliardi, R., Gaetano, A., Sacchi, D.: Comunicazione e Apprendimento "aumentati" in classe – Fare lezione a scuola con la realtà aumentata. BRICKS – Anno 7 – Numero 1.
4. Hrunтова, T.V., Yechkalo, Yu.V., Striuk, A.M., Pikilnyak, A.V.: Augmented Reality Tools in Physics Training at Higher Technical Educational Institutions. In Proceedings of AREdu 2018, Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, CEUR, vol. 2257, pp. 33–40, (2018).
5. Sarkar, P., Pillai, J. S. and Gupta, A.: ScholAR: A Collaborative Learning Experience for Rural Schools Using Augmented Reality Application, 2018 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E), Chennai, pp. 8-15, (2018).
6. Lombardi, G.: L'utilizzo della Realtà Aumentata nella didattica dell'italiano L2. Italiano LinguaDue. 8. doi 10.13130/2037-3597/7566, (2016).
7. Argo, A., Arrigo, M., Bucchieri, F., Cappello, F., Di Paola, F., Farella, M., Fucarino, A., Lo Bosco, G., Saguto, D., Sannasardo F., Lanzarone, A.: Augmented Reality Gamification for Human Anatomy, *GALA 2018: Games and Learning Alliance*, Springer, 11385, 409-413, (2018).
8. Lee, K.: Augmented Reality in Education and Training. *K. Techtrends*, vol. 56, (2012).
9. Quigley, C.F., Herro, D., Jamil, F.M.: Developing a conceptual model of STEAM teaching practices School Science and Mathematics, 117 (1-2), pp. 1-12, (2017).
10. Papert, S.: Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. MIT, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge (1986).



# La Mixed Reality e l'uso del Green Screen nella didattica della Storia alla scuola primaria

Federica Tamburini

Istituto Comprensivo Marco Polo Viani - Viareggio (Lu), Italia  
fedetamb@gmail.com

**Abstract.** Il presente contributo focalizza l'attenzione sul valore dell'utilizzo di strumenti di realtà immersiva in ambito didattico con il fine di incrementare il coinvolgimento emotivo degli studenti e i risultati di apprendimento. Viene presentata una attività didattica realizzata in una classe della scuola primaria portatrice di alcune caratteristiche peculiari quali un lento ritmo complessivo di apprendimento e la presenza di alunni con disabilità certificate e bisogni speciali. L'attività utilizza strumenti di realtà aumentata, realtà virtuale e un'attività con il green screen per riprodurre un ambiente immersivo inseriti all'interno dello studio disciplinare di un argomento storico.

**Keywords:** Realtà aumentata, Realtà virtuale, Mixed Reality, Green Screen, Chroma Key.

## 1 Contesto della classe

La classe per cui è stata progettata questa attività è una Terza di scuola primaria. È composta da 19 alunni, tra cui sono presenti 1 alunno con ritardo cognitivo medio grave e 5 alunni con diversi BES. Fin dal primo anno si è dimostrata una classe con un ritmo di apprendimento lento, in cui i bambini vanno stimolati con tipologie di lavoro diversificate e privilegiando l'approccio attivo. I bambini mostrano di avere poca autonomia di lavoro e anche poca fantasia creativa, limitandosi spesso a riprodurre stereotipi, imitando modelli già visti o aspettando la guida dell'adulto. In classe è attivo fin dal primo anno un progetto denominato "*Multimedi@ndo*" che prevede l'utilizzo attivo delle tecnologie digitali nella didattica, per favorire il protagonismo dei bambini e l'acquisizione di competenze trasversali.

In questa classe si adotta la metodologia TEAL [1] (anche se non con spazi strutturati stabilmente) per cui, dopo un inquadramento generale secondo una didattica più tradizionale (lezione frontale, esercizi, ecc.), vengono proposte attività in apprendimento collaborativo con l'utilizzo della tecnologia per la realizzazione di progetti condivisi e/o compiti autentici (ispirati ad un approccio costruttivista).

L'obiettivo di questa unità didattica è stato perciò duplice: da un lato l'aspetto disciplinare (conoscere il periodo storico e classificare alcune tipologie di dinosauro) cercando di evitare un'attività nozionistica; dall'altro promuovere l'acquisizione delle

competenze trasversali, stimolando l'autonomia operativa dei bambini e la loro creatività. Sfondo di tutta l'attività sarà proprio utilizzo della realtà aumentata e del Green Screen per favorire un approccio più coinvolgente e stimolante rispetto al solo studio sul libro di testo.

## 2 La realtà immersiva nella didattica

I metodi tradizionali di educazione degli studenti hanno vantaggi comprovati, ma anche alcune carenze. Una delle difficoltà maggiori che emerge durante il processo di apprendimento è mantenere alto il coinvolgimento degli studenti: utilizzare per questo appropriate tecnologie digitali può essere senz'altro di aiuto, a patto che siano inserite in modo adeguato al contesto e guidate dall'insegnante in modo educativamente significativo.

Il Rapporto Horizon 2011 [2] si proponeva di identificare le nuove tecnologie con l'analisi dell'impatto che avrebbero avuto nel campo dell'insegnamento, dell'apprendimento, della ricerca e configurarsi l'espressione creativa nei successivi cinque anni. Il Rapporto individuava sei tecnologie emergenti o pratiche che si ipotizzava entrassero nell'uso comune nei successivi cinque anni:

- Libri Elettronici
- Dispositivi Mobili
- Realtà Aumentata
- Apprendimento basato sui Giochi
- Gesture based computing
- Learning Analytics

Per quanto riguarda la Realtà aumentata, la Realtà virtuale e la Mixed Reality il Rapporto evidenziava i grandi vantaggi per l'apprendimento offerti con l'utilizzo di queste tecnologie grazie alla possibilità di sovrapporre dati digitali sul mondo reale e di simulare processi dinamici come già avviene in altri ambiti.

Con l'integrazione di contenuti virtuali nell'ambiente reale è infatti possibile consentire agli utenti di vivere un'esperienza immersiva e coinvolgente, ed anche di interagire con essi in tempo reale.



Fig. 1. Schema della realtà mista definito come un continuum tra realtà e virtualità.

A distanza di ormai sette anni da questo rapporto la Realtà aumentata, la Realtà virtuale e la cosiddetta Mixed Reality sono in effetti più presenti nella nostra quotidianità (ad esempio, nei contesti pubblicitari e nell'entertainment) ma non ancora distribuite in modo significativo nella didattica e nei contesti scolastici, in quanto per lo più inserite in situazioni spesso legate alla disponibilità dei mezzi tecnologici o, più spesso, alla volontà dei docenti di applicare metodologie innovative.

Le tecnologie immersive sono attive, non passive; gli studenti possono utilizzarle per costruire una comprensione dei fenomeni e processi sulla base delle loro interazioni con oggetti virtuali che mettono in luce tutte le informazioni soggiacenti. Processi dinamici, insieme estesi di dati così come oggetti troppo grandi o troppo piccoli per essere manipolati possono essere portati nello spazio personale dello studente ad una scala ed in una forma tali da poter essere meglio compresi e manipolati

In un contesto più ampio dell'educazione, sono attraenti perché si allineano perfettamente con l'apprendimento situato. Gli studenti identificano delle connessioni dirette tra la loro esperienza quotidiana e l'educazione proprio per mezzo dell'aggiunta di un layer informativo contestuale.

Creare (o ricreare) un ambiente "immersivo" consente ai ragazzi di partecipare come protagonisti al proprio studio in modo coinvolgente e produttivo.

## **2.1 Analisi della letteratura**

Essendo tecnologie abbastanza recenti nell'utilizzo didattico, solo da poco si iniziano ad avere riscontri di esperienze di qualità con l'uso della realtà aumentata o virtuale mentre - nonostante gli anni trascorsi dal Rapporto Horizon - non si ha ancora una letteratura consolidata sui metodi o le dinamiche da seguire per una loro applicazione efficace a scuola. Negli articoli reperiti nelle varie riviste internazionali che si occupano di tecnologie didattiche si fa comunque sempre riferimento all'aumento del coinvolgimento che questo tipo di strumenti provocano: nel suo articolo Deplano [3] parla di "ipertesto concreto" per definire questo modo di unire realtà e virtuale e in effetti per i ragazzi si ha proprio questa sensazione, l'aver cioè a disposizione una realtà fisica (un foglio di carta, ad esempio) che grazie alla tecnologia si dilata fino a produrre oggetti 3D che sembrano a portata di mano.

Negli Stati Uniti sono state fatte ricerche per cercare di valutare l'impatto che questi sistemi hanno sull'educazione scolastica; un articolo che offre esempi di questo tipo è quello di Allison e Hodges [4] che, già negli anni 2000, presentarono alcuni studi compiuti sulla Realtà Virtuale in contesti scolastici e offrono un loro studio che si concentrava non tanto su uno specifico argomento disciplinare ma sulla conoscenza più generale e sull'apprendimento di un concetto. I risultati furono molto incoraggianti sia dal punto di vista motivazionale sia in termini di apprendimento.

## **2.2 I vantaggi dell'utilizzo scolastico della realtà immersiva**

Più recentemente Veronica Pantelidis [5] ha analizzato i contesti in cui sia più efficace utilizzare la Realtà Virtuale a scuola. Nel suo articolo Pantelidis riprende anche gli

studi di Winn [6], il quale (già nel 1993) elencava i vantaggi dell'utilizzo scolastico della realtà immersiva:

- fornisce esperienze non simboliche in prima persona che sono specificamente progettate per aiutare gli studenti a imparare: queste esperienze non possono essere ottenute in nessun altro modo nell'istruzione formale e costituisce la maggior parte della nostra interazione quotidiana con il mondo, anche se le scuole tendono a promuovere esperienze simboliche in terza persona;
- stimola un apprendimento che si giova della convergenza fra teorie costruttiviste e la tecnologia VR consentendo 1) la manipolazione della dimensione degli oggetti nei mondi virtuali, 2) la trasduzione di fonti di informazione altrimenti impercettibili e 3) la reificazione di idee astratte che finora hanno sfidato la rappresentazione

*“La realtà virtuale fornisce nuove forme e metodi di visualizzazione, attingendo ai punti di forza delle rappresentazioni visive. Fornisce un metodo alternativo per la presentazione del materiale. [...]”*

*- La realtà virtuale motiva gli studenti. incoraggia l'interazione attiva e la partecipazione piuttosto che la passività. Alcuni tipi di realtà virtuale, ad esempio, la realtà virtuale collaborativa, utilizzando l'input di testo con mondi virtuali, richiedono collaborazione e creano un'atmosfera sociale.*

*- La realtà virtuale permette all'allievo di procedere attraverso un'esperienza durante un ampio periodo di tempo non fissato da un normale orario di classe e al proprio ritmo. Permette ai disabili di partecipare ad un esperimento o ad un ambiente di apprendimento quando non possono farlo altrimenti. [...]” (Pantelidis, 2009)*

### **3 L'azione di ricerca**

Vista la particolare realtà della classe, sulla scia di quanto affermato anche da Pantelidis [5] con la nostra attività abbiamo quindi voluto provare a sperimentare come e quanto l'utilizzo di strumenti come la Realtà aumentata e l'uso del green screen (che ha permesso di creare un video “immersivo” come nella realtà virtuale) potesse realmente far leva sul coinvolgimento degli alunni per aumentare l'apprendimento e la motivazione. Questi strumenti sono stati scelti proprio per le loro caratteristiche immersive e per la loro capacità di rendere gli alunni attivi e protagonisti. Inoltre, i bambini non avevano mai utilizzato questo tipo di tecnologie e questo avrebbe aumentato la loro curiosità e la voglia di osservare il prodotto finito.

#### **3.1 Fasi dell'attività didattica**

L'argomento disciplinare - il Cretaceo e il periodo dei dinosauri - è stato affrontato inizialmente in modo frontale, studiando sul libro e approfondendo con alcuni filmati reperiti in rete. Naturalmente la disciplina di riferimento è stata Storia ma in realtà l'argomento è stato lo sfondo di una serie di attività multi e trans disciplinari che hanno coinvolto varie materie (Tecnologia, Italiano, Ed. all'immagine).

Al termine del primo momento di studio è stata fatta una piccola verifica sommativa, che ha avuto lo scopo di valutare la comprensione generale dell'argomento e il suo inquadramento storico. Anche dai bambini stessi, affascinati da sempre da questi animali, è venuta la richiesta di approfondire l'argomento. Da qui è partito quindi il nostro personale "viaggio nel tempo" che abbiamo idealmente suddiviso in tre step corrispondenti alla cronologia delle attività e agli strumenti utilizzati:

- uso della realtà aumentata
- la fruizione della realtà virtuale
- la creazione di un filmato interattivo con la tecnica del Chroma Key

**Primo step. Uso della realtà aumentata.** Come primo strumento è stata scelta la realtà aumentata per poter coinvolgere i bambini con un impatto realistico ma divertente. Sono state scelte due schede dal sito *Quiver* (<http://www.quivervision.com/>), che permette, tramite l'app relativa, di riprodurre animazioni partendo da disegni che possono essere colorati dall'utente e visualizzate con i colori scelti.

Le schede in realtà aumentata sono state utilizzate come attivatori in attività di storytelling, utilizzando sia l'ambientazione sia il protagonista così come immaginato e colorato dagli alunni. In questo caso il reale dato storico (la scheda consegnata presenta anche la descrizione delle caratteristiche del dinosauro) si è unito al fantastico, stimolando la creatività degli studenti che hanno immaginato il contesto in cui il "loro" dinosauro si muovesse e interagisse con l'ambiente o con altri animali.

Le animazioni sono state visualizzate con lo smartphone dell'insegnante e condivise sulla LIM tramite mirroring (usando l'app gratuita *AirMore* - <http://web.airmore.com/>).

La realtà aumentata è stata utilizzata anche come fruizione, tramite layer opportunamente creati dall'insegnante con l'app gratuita "*HP Reveal*" (<https://studio.hpreveal.com/landing>): alcune immagini del loro sussidiario (in precedenza fotografate e rese interattive dalla docente) sono state utilizzate per attivare video che mostrassero i dinosauri in azione, rendendo così di fatto interattivo il libro di testo.

Questa seconda attività, pur più passiva per gli alunni rispetto alla precedente, ha entusiasmato i bambini che mai si sarebbero immaginati di vedere apparire filmati sul loro libro di testo. A livello disciplinare la realtà aumentata ha in questo caso permesso approfondimenti più mirati sui singoli animali rispetto alla visione di filmati su Youtube o Vimeo che si occupano solo di un inquadramento generale e non trattano di singoli dinosauri (o mostrano solo scene di caccia o lotta).

In totale, considerando anche le attività correlate (come lo storytelling) a questo momento del progetto sono state dedicate circa 10 ore.

**Secondo step. Fruizione della realtà virtuale.** Come ulteriore stimolo, ai bambini è stata proposta un'attività immersiva utilizzando i visori della realtà virtuale (sempre sfruttando il mirroring per coinvolgere anche chi non lo indossava).

Questa attività - oltre agli obiettivi generali già enunciati - ha avuto lo scopo di far “incontrare” i dinosauri in un modo sicuramente più diretto e coinvolgente, potendo testare anche le proporzioni tra i diversi animali. È stata utilizzata un’app gratuita (*Ark of Dinosaurs*) e due filmati in VR reperibili su Youtube.

L’attività in realtà virtuale ha permesso di visionare vari animali con una sensazione immersiva che ha, come vedremo più avanti, attivato nei bambini sia il desiderio di provare a realizzare una cosa simile sia una consapevolezza maggiore di alcuni aspetti (ad esempio, le proporzioni) rispetto ai semplici video.

A questa fase sulla realtà virtuale sono state dedicate complessivamente circa 3 ore.

**Terzo step. Compito autentico con l’utilizzo del Green Screen.** Considerando e valorizzando il desiderio degli alunni di provare a replicare le esperienze vissute con le attività precedenti, è stata proposta alla classe la realizzazione di una sorta di documentario che permettesse di riprodurre un’esperienza immersiva. Questo prodotto è stato il progetto conclusivo dell’unità didattica (secondo la metodologia TEAL adottata dalla classe). I bambini sono ancora troppo piccoli per utilizzare software di modellazione e rendering 3D per produrre ambienti o figure tridimensionali per cui è stata scelta la tecnica del Chroma Key, più semplice da usare ma efficace nei risultati.

La classe è stata suddivisa dalla docente in gruppi da tre alunni (cercando di abbinare competenze diverse ma tenendo conto anche della componente caratteriale dei bambini). Ogni gruppo ha avuto questi compiti:

- Scegliere un dinosauro
- Fare una ricerca su di esso per conoscerne le caratteristiche
- Scegliere un video che potesse far da sfondo al loro prodotto
- Scrivere i testi e assegnare i ruoli da interpretare

Ciascun gruppo è stato lasciato libero nell’assegnazione degli incarichi, che quindi potevano ruotare o rimanere fissi per tutta la durata del progetto.

L’attività è stata condotta interamente in aula, grazie alla presenza di alcuni notebook che sono in dotazione alla classe (donati dai genitori) grazie al già citato progetto *Multimedi@ndo*, in essere ormai da anni.

Ogni gruppo ha avuto quindi un notebook a disposizione, utilizzato per ricercare i video mentre la parte di ricerca delle nozioni è stata svolta in modo tradizionale su alcuni libri ed enciclopedie messe a disposizione dall’insegnante o portati da casa dai bambini. La ricerca cartacea è stata una precisa scelta didattica: questa classe non ha ancora avuto modo di svolgere attività di ricerca online e non avrebbe quindi saputo filtrare i risultati o cercare contenuti mirati; uno degli obiettivi del progetto e della ricerca era stimolare la loro autonomia per cui i materiali forniti sono stati preparati per essere da subito fruibili dai ragazzi senza bisogno di intermediari (come il docente). Questa scelta è stata felice perché ogni gruppo non ha avuto mai bisogno dell’intervento dell’insegnante per la fase di ricerca delle informazioni, raggiungendo quindi la piena autonomia; la docente è intervenuta invece per il reperimento dei video perché spesso quelli disponibili in rete non erano dedicati ad un solo dinosauro

quindi in più di un caso è stato necessario fare operazioni di taglio e montaggio per avere un video adatto allo scopo.

Al termine della fase di ricerca e preparazione, insieme all'insegnante sono state fatte le riprese dei video utilizzando il green screen. Purtroppo, il tablet che inizialmente era stato predisposto per essere usato direttamente dai ragazzi è andato in crash per cui le riprese (come il successivo montaggio) sono state effettuate direttamente dalla docente con il proprio smartphone.

Sempre con l'aiuto della docente, sono stati effettuati il rendering e il montaggio. Questa fase in particolare è stata condivisa alla LIM (tramite mirroring) in modo da mostrare a tutti sia il procedimento seguito sia il risultato finale. L'app utilizzata è stata KineMaster (<https://www.kinemaster.com/>), gratuita e semplice da utilizzare, che ha permesso facilmente ai bambini di capire il funzionamento dei livelli e l'applicazione della chiave cromatica. Sempre tramite la stessa app, è stato poi eseguito (dalla sola docente ma visualizzando il procedimento alla LIM in modo che i bambini potessero suggerire l'ordine degli spezzoni) il montaggio finale del filmato, che è stato poi pubblicato su YouTube, sul blog della classe e sulla pagina Facebook della scuola. (<https://youtu.be/h9sSL1ejcfY>) ricevendo molti apprezzamenti.

La durata complessiva di tutta questa fase operativa è stata di circa 20 ore.

### 3.2 Valutazione dei risultati

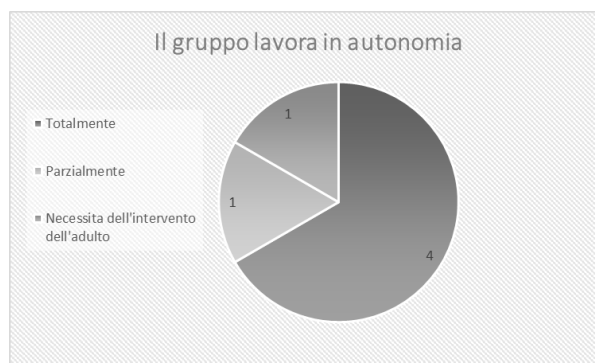
**Strumenti di rilevazione.** Per verificare l'impatto dell'attività complessiva di mixed reality sulla motivazione degli studenti e sull'apprendimento, sono state svolte le seguenti rilevazioni:

1. verifica disciplinare sommativa per mezzo di interrogazione orale ed esposizione del lavoro di gruppo;
2. verifica dello sviluppo di competenze trasversali (autonomia e creatività) mediante una rubrica che ha preso in esame gli item relativi al grado di autonomia dei bambini, la loro capacità progettuale rispetto ad un compito dato, la relazione all'interno di un gruppo e la capacità di svolgere un ruolo assegnato;
3. valutazione da parte degli alunni rispetto all'utilità e gradimento dell'attività didattica tramite domande-stimolo che hanno prodotto un breve testo. Questa modalità ha permesso ai bambini di non limitarsi alle risposte suggerite ma di poter aggiungere liberamente commenti ed impressioni.

**Analisi dei dati.** Nella verifica sommativa tutti gli alunni hanno saputo classificare i vari dinosauri e hanno saputo relazionare in modo approfondito sull'animale oggetto di studio di gruppo.

Sui 6 gruppi creati, 4 hanno lavorato completamente da soli e 1 gruppo ha avuto bisogno dell'insegnante per alcuni aspetti (come il reperimento del video); solo 1 gruppo ha avuto bisogno di un intervento della docente per organizzare meglio il lavoro e gestire i tempi: in quest'unico caso una parte del lavoro è stata quindi svolta con l'aiuto dell'adulto mentre gli altri gruppi hanno dimostrato una grande autonomia gestionale. L'alunno H è stato inserito in un gruppo che ha saputo lavorare in armonia

ma, in questo particolare caso, la docente di sostegno è a tratti intervenuta per aiutarlo a portare a termine l'incarico assegnato. Anche lui ha comunque recitato varie parti e ha svolto in gruppo l'intera attività, che si è quindi dimostrata inclusiva sotto tutti gli aspetti, dimostrando quanto già affermato da Pantelidis [5] come anche gli alunni con disabilità possano partecipare ad esperimenti ed esperienze di questo tipo.



**Fig. 2.** Autonomia dei gruppi di lavoro.

A conclusione dell'intera unità didattica ai bambini è stato chiesto di provare a formalizzare quanto l'uso della realtà aumentata e virtuale (inserendo in questa anche la parte immersiva del chroma key) li abbia o meno aiutati a studiare. I risultati sono stati confortanti: quasi tutti i bambini hanno mostrato di apprezzare questa tipologia di studio (solo 1 ha risposto che preferisce lo studio cartaceo sul quaderno o sul libro) e la totalità (100%) ha detto che la cosa che li ha colpiti di più è vedere le cose "prendere vita" e "sembra di essere lì".

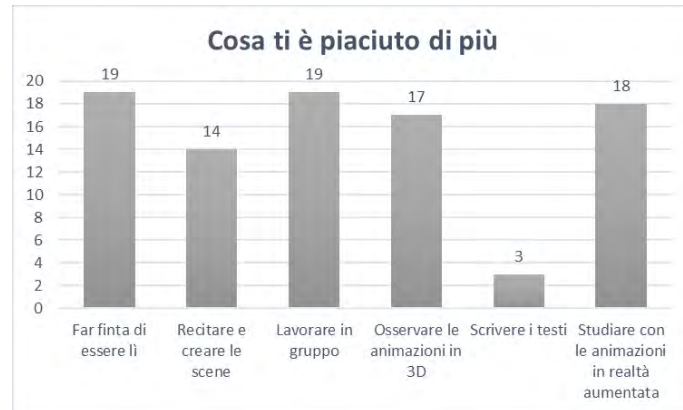
Tranne l'unico caso già citato, il 95 % dei bambini ha quindi affermato che in questo modo comprende meglio le cose rispetto allo studio sul libro e vorrebbe ripetere l'esperienza anche su altri argomenti o discipline. Dal grafico seguente si osserva come l'aspetto immersivo sia stato quello che più ha colpito i ragazzi e anche quello che ha permesso una maggiore comprensione dei fenomeni.



**Fig. 3.** Aspetti maggiormente apprezzati delle attività immersive.



Nel grafico successivo (fig.8) vengono indicate le risposte più frequenti date dai bambini sull'aspetto che più li ha interessati (ciascun alunno poteva dare più di una risposta).



**Fig. 4.** Aspetti maggiormente apprezzati dell'esperienza generale.

Rispetto a quanto già citato in precedenza e osservato anche da Pantelidis [5] in questo caso si dimostra fondata la tesi secondo la quale la realtà immersiva motivi gli studenti e incoraggi la partecipazione; l'alto gradimento del lavoro di gruppo conferma anche come le realtà immersive collaborative creino un'atmosfera sociale quando uniscono mondi virtuali e input di testo.

Anche se questi dati sono riferibili ad una sola classe, posso comunque affermare che attività coinvolgenti di questo tipo possono effettivamente aiutare i ragazzi nello studio. Sono sicuramente lavori interessanti e, opportunamente convogliati, superano il cosiddetto "effetto wow" e possono concorrere alla comprensione di nozioni e concetti.

## 4 Conclusioni

Nella ricerca e nelle attività effettuate si sono dimostrate valide le già citate idee espresse da Pantelidis e dagli altri autori: le realtà immersive motivano gli studenti e li rendono protagonisti del loro agire, stimolando l'approfondimento dei contenuti disciplinari.

In un contesto scolastico questo tipo di attività acquisisce maggiore significato se inserita all'interno di un progetto collaborativo in cui i ragazzi possano essere stimolati anche al raggiungimento di competenze trasversali. Nella scuola primaria - dove i bambini ancora non possiedono un device personale (come uno smartphone) - questo aspetto è ancora più marcato: lavorando insieme, a gruppi o collettivamente mediante la LIM, si superano anche le difficoltà tecniche e ci si concentra in questo modo solo sugli stimoli che queste esperienze suscitano.

Nel nostro caso specifico la simulazione creata dalla realtà virtuale è stata riprodotta con una tecnica propria dei video e della cinematografia: forse è stata una forzatura

ma l'idea era quella di riprodurre un effetto immersivo ricorrendo ad una tecnica che i bambini potessero facilmente apprendere. A livello educativo ci siamo quindi concentrati sugli obiettivi da raggiungere, semplificando la parte puramente tecnologica che, in caso di difficoltà, avrebbe anche potuto falsare i risultati della nostra semplice ricerca.

Concludo con una citazione di Janet Murray [7] che trovo si adatti bene al nostro contesto:

*“In ogni medium, una narrazione coinvolgente può essere vissuta come realtà virtuale, perché i nostri cervelli sono programmati per entrare nelle storie con una intensità che può far sparire il mondo attorno a noi. Ci riferiamo a questa esperienza come immersione. In una esperienza psicologicamente immersiva ricerchiamo la stessa sensazione di quando facciamo un tuffo nell’oceano: la sensazione di essere circondati da una realtà totalmente diversa che cattura tutta la nostra attenzione, il nostro intero apparato percettivo.”* (Murray, 1997).

## Riferimenti bibliografici

1. TEAL, approfondimento in <http://www.metodologiedidattiche.it/2017/12/09/teal/>
2. *The 2011 Horizon Report*, Austin, Texas, The new Media consortium (2011).
3. Deplano, V.: Il “grande travaso”: l’ipertesto concreto, in TD Tecnologie Didattiche, 23(1), 11-18 (2015).
4. Allison, D., Hodges, L.: Virtual Reality in education?. In VRST '00 Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology, 160 – 165 (2000).
5. Pantelidis, V.: Reasons to Use Virtual Reality in education and Training Courses and a Model to determine when to use Virtual Reality. In THEMES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION Special Issue, Pages 59-70, Klidarithmos Computer Books (2009).
6. Winn, W.: A conceptual basis for educational applications of virtual reality (Technical Report TR-93-9). Seattle, Washington: Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Retrieved from <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/> (1993).
7. Murray, J. H.: Hamlet on the holodeck: The future of narrative in cyberspace. MIT press (2017).

# VR@Polito: The Virtual Reality initiative of Politecnico di Torino – the experience of the Virtual Tour for Foreign Students

Ursula Castaldo, Filippo Conti, Fabrizio Lamberti, Marco Mezzalama, Enrico Venuto

Politecnico di Torino - Corso Duca degli Abruzzi, 24 (10129 Torino)  
ursula.castaldo@polito.it, filippo.conti@studenti.polito.it,  
fabrizio.lamberti@polito.it,  
marco.mezzalama@formerfaculty.polito.it, enrico.venuto@polito.it

**Abstract.** Immersive content overcomes traditional multimedia one-way communication, encouraging visitor participation, combining 360° visuals with interaction and movement. Virtual Tours evoke emotions in a virtual reality, augmented with additional multimedia information: an amplified experience where the prospect student not only sees the place but he or she feels to be there and can preview what his or her life will be once there. Developed by VR@Polito, The Virtual Reality Initiative of Politecnico di Torino, PoliTour takes its origin in a Master Degree Thesis in the Department of Control and Computer Engineering: it is the «virtual replica» of the actual tour that the incoming students actually have with Incoming Students Office when they arrive at Politecnico. Paper presents the experience of the virtual tour and discusses the growing role of VR and AR in research and education: the use of a such disrupting technology in engineering, like in all the fields of knowledge, requires that technical schools and universities provide the tools and the skills to understand and to be leader in this new technological environment.

**Keywords:** Virtual Tour, Virtual Reality, Augmented Reality, BYOD.

## 1 Introduzione

Oggi i campi di applicazione della realtà virtuale e aumentata sono diventati innumerevoli e l'utilizzo nell'entertainment (video giochi e cinema) costituisce solo uno dei suoi possibili impieghi. L'utilizzo si estende a molti campi specifici che vanno dall'architettura, alla pianificazione territoriale, all'ingegneria, all'industrial design per arrivare fino allo sport ed alla medicina. La realtà virtuale e aumentata rappresentano un nuovo e potentissimo strumento (una “disruptive” technology, a tutti gli effetti) per l'educazione, la progettazione, la simulazione e l'addestramento, come pure per il trattamento ed il recupero dei pazienti affetti, ad esempio, da fobie o malattie degenerative (cybertherapy).

È nel campo dell'educazione e dell'apprendimento che l'utilizzo della realtà virtuale e aumentata si sta dimostrando un validissimo strumento e sempre più scuole stanno

utilizzando questo tipo di tecnologie. Molte delle maggiori università tecniche del mondo si sono dotate di importanti laboratori e di centri di competenza e di ricerca su una tematica che è divenuta sempre più diffusa e fondamentale, al centro di interessi ed investimenti. Da un lato sono necessarie attrezzature e strumenti tecnologicamente all'avanguardia, dall'altro lato, è indispensabile lo sviluppo di competenze abilitanti specifiche per la gestione e la programmazione di tali strumenti spesso allo stato dell'arte: sono soprattutto le competenze e l'immaginazione i mattoni fondamentali per la definizione di nuove metodologie didattiche che forniscano agli studenti gli strumenti per comprendere l'ambiente tecnologico contemporaneo e le capacità per potersi muovere ed agire all'interno di esso.

Il Politecnico di Torino ha cercato un approccio moderno ed organico a queste tematiche che sono divenute trasversali a tutti i dipartimenti ed a tutte le conoscenze politecniche e sempre più importanti in una società ricca di interazioni ed in rapida evoluzione.

La realizzazione dell'iniziativa VR@Polito (<http://vr.polito.it>) va in questa direzione: un laboratorio di competenze e servizi di supporto alla didattica e alla ricerca sui temi della realtà virtuale e aumentata che intende porsi come punto di riferimento per l'Ateneo, ma anche per il territorio e le sue aziende. Un'iniziativa che adotta un approccio multidisciplinare in grado di integrare competenze specifiche, capacità di sperimentare e proporre soluzioni innovative su temi complessi tipici dell'ingegneria, dell'architettura e del design, prodromica per la realizzazione di altre iniziative ad essa complementari per la costruzione nel tempo di un laboratorio multi-polare, distribuito per macro-aree in spazi ad esso dedicati all'interno dell'Ateneo.

## **2 Tour Virtuali: PoliTour**

Molte università, soprattutto anglosassoni, si sono dotate di Virtual Tour: You Visit (<https://www.youvisit.com/collegesearch/>), azienda specializzata del settore, ha realizzato ad esempio i Campus Tour di oltre 600 College. Il Politecnico di Torino, che accoglie studenti provenienti da oltre 100 diversi paesi, ha realizzato un tour virtuale della sua sede centrale, per dare la possibilità ai futuri nuovi studenti di poterne esplorare le parti principali direttamente da casa loro. Tale tour è la versione virtuale di un tour reale che gli studenti stranieri normalmente effettuano quando arrivano per la prima volta in ateneo.

Esistono diverse tipologie di tour virtuali, che variano a seconda delle tecnologie utilizzate per la loro realizzazione e a seconda della modalità di fruizione più o meno immersiva.

Un tour virtuale realizzato tramite un'applicazione web consiste in un tour visualizzabile su un qualsiasi browser moderno. Si tratta di un'esperienza poco immersiva, ma comunque interattiva: l'utente può muoversi dove vuole nelle scene predisposte e può interagire con degli hotspot che gli forniscono maggiori informazioni, di tipo testuale o multimediale eventualmente anche a 360°. Il vantaggio di questo tipo di realizzazione è che non necessita di nessun dispositivo dedicato: è sufficiente avere un computer, un tablet o uno smartphone collegati a internet.

Lo stesso tour virtuale può esser reso immersivo nel momento in cui lo si adatti per la visualizzazione tramite un visore; il prezzo dei visori è sceso notevolmente negli ultimi anni, rendendo tale strumento alla portata di tutti. In questo modo il tour diventa una vera e propria esperienza interattiva immersiva che consente di ottenere le informazioni desiderate direttamente all'interno dell'ambiente virtuale, fedele copia di quello reale.

Il PoliTour [1] (<http://tour.polito.it/incoming/politour>) offre tre modalità diverse di fruizione, tutte corredate da mappa di navigazione e guida virtuale:

**PoliTour 2D** - Il tour virtuale in 2D utilizza delle semplici successioni di immagini fotografiche.

La finalità di questa versione è di utilizzare delle fotografie di alta qualità per evidenziare i particolari del luogo e consentire un'esplorazione sequenziale completa di tutti gli ambienti seguendo un percorso specifico predefinito dal progettista.

**PoliTour 360°** - Il tour virtuale a 360° utilizza delle foto panoramiche collegate tramite punti di interesse (hotspot). La peculiarità di questo genere di tour è che dà la possibilità di valutare l'intera spazialità di una struttura o di un luogo e concede piena libertà di navigazione.

All'interno di questo tour sono stati inseriti degli ambienti realizzati mediante dei video a 360°, che servono da tutorial per lo svolgimento delle principali attività degli studenti all'interno del Politecnico, come ad esempio il tutorial che mostra tutti i passaggi necessari a prendere in prestito un libro dalla biblioteca.

**PoliTour VR** - Il tour virtuale in VR trae origine dalla versione a 360° ed utilizza le immagini panoramiche insieme ai video a 360° che, in combinazione ad un visore VR, consentono di immergersi totalmente all'interno dell'ambiente così da permettere, da casa, di sentirsi già sul luogo, pronti ad iniziare immediatamente la propria carriera universitaria. La navigazione avviene semplicemente fissando col mirino per alcuni secondi il punto di interesse.

### 3 Realizzazione

Per le fotografie e i video a 360° è stata utilizzata la Samsung Gear 360 mentre per le fotografie standard e per realizzare i video in green screen della guida, è stata utilizzata una Nikon D3100.

Ogni singola immagine acquisita è stata elaborata con Adobe Photoshop CC per la correzione colore, illuminazione e per rimuovere elementi indesiderati, come la base del monopiede nelle foto a 360°. Per il montaggio dei video a 360° è stato utilizzato Adobe Premiere Pro CC per la sua capacità di gestire i video a 360° anche mediante plug-in aggiuntivi realizzati direttamente dalla casa produttrice della GoPro.

Per nascondere alcuni elementi indesiderati dal video a 360° è stato poi utilizzato Adobe After Effects CC.

La struttura del Tour Virtuale è stata realizzata con Kolor Panotour Pro con cui sono stati effettuati tutti i collegamenti tra i vari ambienti e sono stati aggiunti i contenuti testuali, gli hotspot, il menu laterale, la gestione di eventi e vari elementi

dell'interfaccia. L'interfaccia così prodotta è stata poi modificata direttamente in HTML5, JavaScript ed XML tramite l'editor di siti web Dreamweaver CC.

La creazione del tour virtuale con tutte le fasi di programmazione è durata circa cinque mesi che hanno visto la prototipazione e la sperimentazione delle diverse funzionalità attraverso un'interazione continua con il gruppo di test per la realizzazione degli aggiornamenti, la correzione di bug e anomalie e lo sviluppo di migliorie.

## **4 Evoluzione futura**

La sperimentazione che riguarda l'utilizzo della realtà virtuale e aumentata per la vita in Ateneo, proseguirà con la progettazione e la realizzazione di un sistema di navigazione interno che, ad esempio, attraverso l'uso di dispositivi mobili e una app consenta di offrire servizi in realtà aumentata per gli studenti e per la didattica. La possibilità di "vedere" cosa avviene in un'aula anche solo inquadrandone le porte è ormai a portata di mano. Il progetto, inizialmente ristretto ai due corridoi principali dell'edificio di Corso Duca degli Abruzzi, sfrutterà la combinazione di due tecnologie: un sistema di posizionamento indoor (tramite l'uso di Beacon) e un sistema di object tracking 3D che consenta il riconoscimento di alcuni elementi tipici quali ad esempio le porte delle aule.

## **5 Conclusioni**

La crescente diffusione delle applicazioni immersive e la loro pervasività in tutti gli ambiti del sapere rende necessario lo sviluppo negli studenti di specifiche abilità e capacità, non solo tecnologiche, per potersi muovere ed interagire con un ambiente destinato a cambiare radicalmente i meccanismi di percezione e di interazione con il mondo. L'utilizzo della realtà virtuale e aumentata nella didattica va perseguita a tutto tondo, non solo relegandola al ruolo di strumento per l'apprendimento e l'insegnamento, ma anche considerandola come dominio da conoscere e comprendere in tutti i suoi risvolti, anche sociali, e su cui formarsi per mettersi in grado di giocare un ruolo attivo.

## **Riferimenti bibliografici**

1. Conti, F.: Tecniche e strumenti software per la produzione di visite virtuali [tesi di laurea]. Torino: Politecnico di Torino (2018), [https://pico.polito.it/primop-explora/fulldisplay?docid=39pto\\_webthesis8147&context=L&vid=39pto\\_v&search\\_scope=everything&tab=default\\_tab&lang=it\\_IT](https://pico.polito.it/primop-explora/fulldisplay?docid=39pto_webthesis8147&context=L&vid=39pto_v&search_scope=everything&tab=default_tab&lang=it_IT).

# Narrativa storica: un esempio molto particolare di realtà virtuale e aumentata

Giovanni A. Cignoni e Maurizio Gazzarri

Progetto Hackerando la Macchina Ridotta, Pisa  
{giovanni.cignoni, maurizio.gazzarri}@progettohmr.it

**Abstract.** Nella narrativa, ma anche in certi saggi, documentari e articoli di giornale, l'informatica e la sua storia sono spesso trattate in modo approssimativo, esagerando, semplificando, esaltando personaggi e risultati, ma tralasciando il contesto. In nome dello "storytelling" si fa cattiva diffusione della cultura scientifica – che, proprio in quanto tale, dovrebbe abituare alla precisione. L'articolo presenta un esempio di comunicazione corretta, accessibile e coinvolgente della storia dell'informatica basato su una soluzione sui generis di realtà virtuale e aumentata: un romanzo e una pagina web accompagnano il lettore dentro la ricostruzione di una bella vicenda italiana.

**Keywords:** storia dell'informatica, romanzo storico, CEP, Olivetti.

## 1 L'informatica al tempo della verità veloce

Alessandro Baricco, nella sua interpretazione della rivoluzione digitale [1] discute della "verità veloce": per rendere i fatti più appetibili la verità viene ritoccata; semplificata o esagerata, è resa più aerodinamica per arrivare prima e più lontano. La narrativa dell'informatica soffre di verità veloce. Per esempio, per fare di "The Imitation Game" [2] un film di successo, Turing è un nerd come Sheldon Cooper di "Big Bang Theory", a Bletchley Park sembra lavori solo il suo gruppetto (erano oltre 9000 persone) che monta, cacciavite in mano, una sola macchina (erano più di 200 costruite da tecnici specializzati alla British Tabulating Machine). Stessi livelli di alterazione della storia si trovano nei film su Steve Jobs (ben due [3], [4]). Ma è naturale riconoscere licenza di inventare a scrittori e sceneggiatori: lavorano per un mercato e il "la storia vera di..." è un'esca pubblicitaria alla quale dovremmo essere abituati. Inaspettate invece (in un saggio) sono le imprecisioni che Baricco accumula tentando di spiegare le basi dell'informatica: un concentrato è alle pp. 23-25, per i dettagli rimandiamo a [5]. Errori interessanti però: ben rappresentano il modo approssimativo di raccontare l'informatica che, tranne eccezioni, prospera in giornali, documentari, narrativa più o meno ispirata a storie vere, a volte anche in testi scolastici. Baricco è vittima e complice della verità veloce: ha assorbito la "vulgata" e contribuisce a diffonderla. L'articolo descrive un esperimento in senso contrario frutto della collaborazione fra l'autore di un romanzo [6] e Hackerando la Macchina Ridotta, un progetto di ricerca in storia dell'informatica [7]. Il romanzo è una realtà virtuale, in

questo caso usata per ricostruire fatti storici: ci sono personaggi e vicende di fantasia, ma è un racconto comprensibile eppure senza licenze. I lettori poi possono aumentare la realtà del romanzo accedendo via web a fonti originali, spiegazioni tecniche e interpretazioni storiche.

## **2 Il contesto storico ricostruito**

Lo scenario temporale de “I ragazzi che scalarono il futuro” va dal 1954 al 1961. Quello geografico spazia da Pisa, a Milano e Ivrea, con un viaggio a New York. La trama principale narra la costruzione, a Pisa, dei primi calcolatori elettronici italiani. Occorre precisare che altri avevano tentato prima, in particolare l’Istituto Nazionale per le Applicazioni del Calcolo (INAC) del CNR di Roma. Ma all’epoca i finanziamenti, legati ad aiuti esteri, erano più facilmente utilizzabili per acquistare tecnologia straniera che non per investire in ricerca propria. Così l’INAC a Roma e il Politecnico a Milano si risolsero, nel 1954, a comprare calcolatori commerciali inglesi e americani. L’Università di Pisa riuscì nell’impresa grazie al finanziamento degli Enti Locali di Pisa, Livorno e Lucca. L’Olivetti, che da tempo guardava al settore con interesse e già aveva tentato progetti con l’INAC, colse l’occasione con un doppio investimento: la collaborazione con l’Ateneo Pisano, che sostenne con contributi, personale e materiali, e un proprio laboratorio, sempre a Pisa, dove le competenze acquisite furono subito travasate per sviluppare calcolatori commerciali. Nacquero così i primi calcolatori italiani: le due Calcolatrici Elettroniche Pisane (CEP) dell’Università, nel ’57 e nel ’61, e gli Elea dell’Olivetti, due prototipi nel ’58 e nel ’59 e poi la macchina di serie i cui primi esemplari furono consegnati nel ’60. Una ricostruzione dettagliata è in [8].

## **3 La realtà virtuale del romanzo**

La realtà storica diventa virtuale quando personaggi inventati intrecciano le loro vite con quelle delle persone vere. Giorgio, il protagonista del libro, li incontra e interagisce con loro. Sebbene meno tecnologico di un’avatar che si muove in una ricostruzione 3D, è altrettanto efficace per far conoscere al lettore Adriano Olivetti, Mario Tchou, Enrico Avanzi, Marcello Conversi, Alfonso Caracciolo, Giovan Battista Gerace e tutti gli altri pionieri dell’informatica italiana. Chi legge vive il momento e partecipa emotivamente alle vicende del protagonista – la narrativa funziona così, prima della Playstation. Alla storia principale si affiancano nel libro tante storie secondarie. La struttura a “main & side quests” è tipica dei mondi virtuali dei migliori videogiochi, ma esiste dai tempi di Omero. In un gioco di incastri che solo una storia inventata può costruire ci sono le lotte sindacali alle Marzotto, gli studi cinematografici Pisorno, il trammino per Marina, eventi sportivi, scavi archeologici, elezioni... Pisa viene scoperta come rappresentante dell’Italia degli anni ’50, impegnata nella ricostruzione ma capace di esprimere, fra istituzioni, imprenditori e giovani ricercatori, progetti proiettati nel futuro. La stesura del romanzo si è basata su una accurata consultazione delle ricerche storiche esistenti e dei documenti d’archivio



originali. Sono state raccolte testimonianze dei protagonisti ancora in vita o dei loro congiunti. Con il rigore richiesto a saggi e lavori scientifici, il testo è stato sottoposto a *peer review* storica e tecnologica. Nel testo la fantasia si riconosce dalla storia vera. Come in un restauro differenziato che aggiunge all'originale per ricomporre un manufatto antico, la realtà virtuale del romanzo non confonde la storia, ma aiuta il lettore a ricostruirla.

#### **4 La realtà aumentata dell'archivio di Giorgio**

L'archivio di Giorgio [9] è un altro esperimento di comunicazione della storia dell'informatica. Approfitta del romanzo e sfrutta un vecchio trucco: il ritrovamento di un archivio di documenti e manoscritti. Giorgio, il protagonista del libro ha accumulato copie dei documenti del CSCE e dell'Olivetti, ritagli di giornale, foto. Inoltre, nel suo taccuino ha raccolto appunti tecnici e riflessioni personali. Attraverso la pagina web gli "scopritori/curatori" dell'archivio rendono pubblico questo materiale. Se l'indice dei riferimenti e delle fonti è un "contenuto speciale" tradizionale, il taccuino di Giorgio è un'idea originale. Come nei sistemi di realtà aumentata, è l'interfaccia che aggiunge le informazioni di contesto. Il taccuino è organizzato in due sezioni, il *glossario* e le *riflessioni*. La prima offre approfondimenti tecnici che, attraverso i termini, spiegano la genesi di una disciplina. La seconda aiuta a interpretare le fonti originali. Gli articoli sui giornali, i discorsi alle inaugurazioni, le brochure commerciali, i rendiconti di progetto, sono viziati da intenti celebrativi, da obiettivi promozionali, da considerazioni di opportunità: sono fonti, ma non sempre attendibili. La ricerca di HMR è da sempre caratterizzata proprio da questa attenzione, necessaria per dare conto dei risultati italiani senza essere accusati di nazionalistica autoreferenzialità. Giorgio, come i protagonisti reali (e i ricercatori di oggi), è consapevole di questi scostamenti, estranei al naturale rigore di chi ha una formazione scientifica, ma sopportati perché necessari per promuovere la ricerca e assicurarsi l'attenzione e la fiducia degli investitori. Giorgio, più giovane e sensibile degli altri a questa "coscienza", non può fare a meno di annotarli e commentarli sul suo, personale, taccuino. Così, per esempio, l'annotazione del 29 novembre 1954 e i suoi riferimenti documentali spiegano il ruolo di Fermi nel progetto pisano, ben diverso dal genio che, nella vulgata, origina l'impresa dall'esterno. La famosa lettera al Rettore dell'Università fu chiesta a Fermi da Conversi e Bernardini. Si scopre così la storia, complessa, ma vera e più interessante, di una comunità scientifica determinata e di un premio Nobel che si presta a dare un appoggio autorevole per vincere le ultime resistenze. Oppure, i passaggi legati alla visita a New York dove Giorgio si trova faccia a faccia con l'imponenza della macchina scientifica e industriale americana. Aiutano a comprendere che l'importanza di quel che successe in Italia nella seconda metà degli anni '50 non sta nei risultati scientifici e tecnologici, interessanti ma non eccezionali, bensì nella decisione di partecipare a una corsa scientifica e tecnologica già partita e già in velocità. Nell'aver voluto scalare un futuro che, per definizione, è irraggiungibile.

## 5 Sviluppi futuri e considerazioni

Il romanzo e l'archivio sono strumenti didattici. Per gli studenti delle superiori scoprire le vicende e poterle discutere commentando le fonti originali è un esercizio non solo di storia e di metodo storico. I paralleli alla realtà virtuale e aumentata sono un modo curioso per farli riflettere sulla rivoluzione digitale che stanno vivendo. Per sperimentare un altro modo di avvicinare il pubblico a un bel capitolo di storia scientifica e tecnologica è in via di sviluppo un gioco di ruolo. I giocatori costruiscono i loro personaggi a partire da classi di base (ricercatore, ingegnere, tecnico...) e, in gruppo, tentano la costruzione del primo calcolatore italiano. I *master* descrivono scenari e sfide: trovare appoggi eccellenti, ottenere finanziamenti, stringere collaborazioni, risolvere problemi tecnici, superare ostacoli burocratici e crisi di budget. Gli esiti dipendono dalle scelte dei personaggi, dalle loro abilità singole o di gruppo. Con il 2019 si festeggiano a Pisa i 50 anni del primo corso di laurea in informatica in Italia. I festeggiamenti rievocano anche le CEP. Giusto: senza quel progetto non sarebbe nato il gruppo di ricercatori che si impegnò subito nella didattica, attirò nel 1962 l'attenzione del CNR, crebbe e infine ebbe la forza di creare un corso di studi dedicato. È un peccato però assistere sui media a un'autoreferenziale celebrazione di storie epiche e primati esagerati che ci mettono in imbarazzo con gli storici stranieri: Fermi presentato come un *deus ex machina* [10], la seconda CEP che, ancora nel 1969, è descritta come un supercalcolatore [11], gli Elea esaltati senza alcun riferimento al contesto internazionale [12]... È difficile passarle per veniali imprecisioni: sono un misto di ricerca del sensazionale (*clickbait*) e di glorificazione del passato quasi a distogliere l'attenzione dal presente e dal futuro. Che è proprio quel che, parlando di scienza e tecnologia, non si dovrebbe mai fare.

### Riferimenti bibliografici

1. Baricco, A.: *The Game*. Einaudi, Torino (2018).
2. Tyldum, M. (regista): *The Imitation Game*. The Weinstein Company, USA (2014).
3. Boyle, D. (regista): *Steve Jobs*. Universal Pictures, USA (2015).
4. Stern, J.M. (regista): *Jobs*. Open Road Films, USA (2013).
5. Cignoni, G.A.: *Giocare con "The Game"*. Indice dei post pubblicati su Facebook <http://ProgettoHMR.it/Cronologia/?id=2019d-FBTheGame>, Accesso 4/ 2019.
6. Gazzarri, M.: *I ragazzi che scalarono il futuro*. Edizioni ETS, Pisa (2018).
7. *Hackerando la Macchina Ridotta*, <http://ProgettoHMR.it>, ultimo accesso aprile 2019.
8. Cignoni, G.A., Gadducci, F., Ronco, D.: *I documenti raccontano le storie delle CEP*, in *Quaderni della Fondazione Galileo Galilei*, n. 1, Pisa University Press (2013).
9. *L'archivio di Giorgio*. <http://ProgettoHMR.it/ArchivioDiGiorgio>, Accesso 4/2019.
10. Boi, G.: *Da Fermi ad Avanzi, da Olivetti a Faedo. E Pisa divenne madre dell'informatica. Il Tirreno*, <https://iltirreno.gelocal.it/pisa/cronaca/2019/04/10/news/da-fermi-ad-avanzi-da-olivetti-a-faedo-e-pisa-divenne-madre-dell-informatica-1.30179230>, Accesso 4/ 2019.
11. Corriere.it: [corriere.it/cronache/19\\_marzo\\_26/50-anni-informatica-pisa-02a074e0-4fff-11e9-9cdd-977ff5d346c8.shtml](http://corriere.it/cronache/19_marzo_26/50-anni-informatica-pisa-02a074e0-4fff-11e9-9cdd-977ff5d346c8.shtml), Accesso 4/2019.
12. Corriere.it: [https://www.corriere.it/la-lettura/19\\_aprile\\_06/milano-12-aprile-1959-l-avventura-elea-9003-8e6bec84-586a-11e9-b545-f1ad2b75f4fe.shtml](https://www.corriere.it/la-lettura/19_aprile_06/milano-12-aprile-1959-l-avventura-elea-9003-8e6bec84-586a-11e9-b545-f1ad2b75f4fe.shtml), Accesso 4/2019.

# BrainControl Avatar: a robotic alter ego for students with severe disabilities

Pasquale Fedele<sup>1</sup> and Chiara Fedele<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Liquidweb s.r.l., Siena, Italy  
p.fedele@liquidweb.it; c.fedele@liquidweb.it

**Abstract.** Assistive technologies are essential to ensure that students with disabilities have access to inclusive and quality education. BrainControl AAC is an alternative augmentative communication device based on Artificial Intelligence for human-machine interaction, able to offer a robust and usable interaction for daily use. Applications range from communication to robotics. A robotic avatar, in particular, thanks to a remote control, could be used for the participation to learning activities and social initiatives.

**Keywords:** Augmentative and Alternative Communication, assistive technologies, educational inclusion, robotic avatar, Brain-Computer Interfaces

## 1 Introduction

Degenerative neuromuscular diseases or ischemic or traumatic brain damage can cause paralysis and communication problems. There are over 140 million people globally with paralysis due to neuromuscular degenerative diseases, stroke, traumatic injury. Over 20 million of these are completely paralyzed and / or have communication difficulties. About 93 million children, or 1 in 20 of those aged 14 or younger, live with a moderate or severe disability of some kind. [1]

Usable and robust solutions that meet the needs of people with physical and communication disabilities are lacking. The existing solutions are often vertical, making it difficult to personalize the various types of disabilities and their evolution in the case of neurodegenerative diseases.

## 2 BrainControl AAC

BrainControl AAC is a framework based on Artificial Intelligence for human-machine interaction using biofeedback. Its first application was addressed as Alternative Augmentative Communication (AAC) device, a primary need, consisting of two main modules: BCI AAC and Sensory AAC. BrainControl BCI AAC is a Brain Computer Interface (BCI), based on a research line called "Motor Imagery" which uses 12 types of movements (6 rotations and 6 directions), such as up down, left, right, etc., it works like a "mental joystick". [4,5,7] These thoughts create unique patterns of elec-

trical activity in our brain that can be identified. The general pattern of electrical activity is the same from person to person, with small differences that can be aligned with a calibration of the system. The aim of the device is to overcome severe physical and communicative disabilities due to neuromuscular disease, ischemic or traumatic injuries and muscular dystrophies of various kinds, motor and communication disabilities. The device is therefore aimed, first of all, at patients who have an intact cognitive ability but who suffer from diseases that completely or partially paralyze the person. It fills a technological void for most locked-in patients (those who cannot use eye-tracking systems) and meets many of the unmet needs for patients in less advanced states who are currently using or cannot use other assistive technologies on the market. BrainControl is also highly portable, whereas it consists of a tablet PC and a wireless EEG headset.

The first version of BrainControl AAC includes a sentence finder and a virtual keyboard. The interface uses a scanning method to move between available options and utilizes just one thought related to a movement to select the desired choice. The pre-defined sentences in the sentence finder are completely customizable, including the addition of images, audio feedback and the creation of sub-menus.

Over the last year the interaction modalities have been extended, thanks to the integration of multiple sensors, in addition to the EEG ones.

BrainControl Sensory AAC is a variant (non-BCI) of BrainControl BCI AAC, designed for patients with a residual movement of the pupil or of any other part of the body. It is a variant of the BCI AAC version, which does not use a BCI technology. It can integrate motion or infrared sensors, accelerometers, camera (image processing) and eye tracking. The interaction methods integrated to date are: eye-tracking (standard or easy mode), motion detection and touch (standard or easy mode).

## **2.1 Smart Multimodal Platform**

BrainControl AAC is a multimodal and horizontal platform (see Fig.1), customizable and adaptable in order to meet the specific needs of each patient at any time and responding to the different degrees and types of impairment caused by the pathology. The heart of the system is a pattern classifier of signals coming from wearable biometric sensors (EEG, inertial, etc.) and / or environmental (2d and 3d cameras), based on a Machine Learning and Artificial Intelligence technology for the personalization of the different needs in various patients.

Thanks to a modular and personalized approach BrainControl AAC allows to fit the heterogeneous needs of the patients and, for patients with neurodegenerative diseases, to use the same device despite disease progression. The system gives the patients the opportunity to interact and communicate. The primary objective is to use the platform as an AAC device.

In the near future it will be validated, through a clinical trial, as a tool for the functional and cognitive assessment of patients. Future versions will implement advanced home automation features (lights, alarms, temperature, etc.) and robotics (humanoid robots and exoskeletons).

It is in validation phase a prototype version for controlling external devices: electric wheelchair, drones, robots.



Fig. 1. A horizontal multimodal platform.

## 2.2 Use of grids for educational purposes

As already mentioned above, BrainControl AAC includes a sentence finder and a virtual keyboard. The sentence finder consists of grids that are completely customizable, it is possible to add images, audio feedback and to create sub-menus/grids.

It is possible to use the grids to convey to the student didactic contents and multiple-choice questions to facilitate the learning process (see Fig.2), plan and design an individualized education, adapting proposals according to the students' needs. The device could be useful for catching the attention, stimulating verbal production and helping the student improve mnemonic capacity. The teacher could modulate the proposal in different ways and take advantage of different settings: analogical, iconic, representative, symbolic.



Fig. 2. Customizable grids.

## 2.3 BrainControl Avatar

The control of a robotics devices, such as exoskeleton, prosthetics, etc. is one of the primary objectives of ongoing trials. Immediate attention was paid to the creation of robotic avatars, an alter ego realized through the integration of commercial devices

equipped with a camera, speaker and microphone, which the patient can control in his movements and through which he can interact remotely. [3] (See Fig.3) Through the Robotic Avatar, it is possible to interact by remote control and to move in the environment. The BrainControl Avatar can help children with disabilities to participate in many learning activities and social initiatives. Assistive technologies are essential to ensure that children with disabilities have access to inclusive and quality education and it means the difference between enjoying their rights or being deprived of them.



**Fig. 3.** BrainControl for communication and interaction.

## References

1. UNICEF, “The State of the World’s: Children with Disabilities”, [https://www.unicef.org/sowc2013/files/SWCR2013\\_ENG\\_Lo\\_res\\_24\\_Apr\\_2013.pdf](https://www.unicef.org/sowc2013/files/SWCR2013_ENG_Lo_res_24_Apr_2013.pdf), 2013
2. Mizunoya, S., Mitra, S., Yamasaki, S.: Towards inclusive education: the impact of disability on school attendance in developing countries. UNICEF (2016)
3. Tonin, L., Carlson, T., Leeb, R., del R. Millán, J.: Brain- Controlled Telepresence Robot by Motor-Disabled People. 33rd Annual International Conference of the IEEE. Engineering in Medicine and Biology Society, 2011, pp. 4227-4230 Author, F., Author, S., Author, T.: Book title. 2nd edn. Publisher, Location (1999).
4. Fedele, P., Gioia, M., Giannini F., Rufa A.: Results of a 3 year study of a BCI-based communicator for patients with severe disabilities”. The Ninth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, IARIA Journal, ACHI (2016).
5. Fedele, P., Fedele, C., Fath, J.: Braincontrol Basic Communicator: A Brain-Computer Interface Based Communicator for People with Severe Disabilities. Springer International Publishing, pp 487-494 (2014).
6. Tressoldi, P., Pederzoli, L., Bilucaglia, M., Caini, P., Fedele, P., Ferrini, A., Melloni, P., Richeldi, D., Richeldi, F., Accardo, A., Brain-to-Brain (mind-to-mind) interaction at distance: a confirmatory study. F1000 Research, (2014).
7. Fedele, P., Federighi, P., Molfino, R., Muscolo, G. G., Recchiuto, C. T., Rufa A.: High Energy Efficiency Biped Robot controlled by the Human Brain for people with ALS disease. 17th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (2014).

**Capitolo 2**  
**BYOD, Mobile**  
**e**  
**Mixed Learning**



**DIDAMATICA** 2019  
*informatica per la didattica*



# CPIAbot: un chatbot nell'insegnamento dell'Italiano L2 per stranieri

Fabrizio Ravicchio<sup>1</sup>, Giorgio Robino<sup>1</sup>, Guglielmo Trentin<sup>1</sup>, Luca Bernava<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR – Istituto Tecnologie Didattiche, Via De Marini, 6 – 16149 Genova  
{ravicchio,robino,trentin,bernava}@itd.cnr.it

**Abstract.** Il problema dell'inclusione sociale dei migranti passa necessariamente dallo sviluppo di competenze linguistiche nella lingua del paese d'arrivo. La ricerca a cui si riferisce questo contributo ha lo scopo di indagare se la tecnologia dei chatbot, unita a quella dei dispositivi mobili d'uso comune fra gli stranieri che approdano nel nostro paese, possa favorire i processi di insegnamento-apprendimento dell'Italiano L2, sia nel supportare gli insegnanti durante la lezione, sia come ausilio/rinforzo didattico al di fuori dell'aula. In questo contributo, in particolare, si farà riferimento allo sviluppo di un chatbot per Telegram (CPIAbot), ideato per apprendenti di italiano L2 a un livello pre-A1 e A1, in corso di sperimentazione presso due CPIA (Centri Provinciali per l'Istruzione degli Adulti) della Provincia di Genova. Nel contributo verranno descritte le esigenze didattiche che hanno portato allo sviluppo di CPIAbot, la sua architettura tecnologica e le modalità di utilizzo.

**Keywords:** Italiano L2, ChatBot Multimodale, Mobile Learning

## 1 Chatbot e insegnamento dell'italiano L2

La diffusione dei personal computer e degli smartphones ha dato vita a due importanti filoni nell'uso delle tecnologie per l'apprendimento della lingua: il Computer Assisted Language Learning (CALL) e il Mobile Assisted Language Learning (MALL). Il primo ispirato alla personalizzazione dell'apprendimento, con il passaggio dalla programmazione lineare a quella ramificata. Il secondo centrato sulle caratteristiche dei dispositivi mobili, ossia la loro portabilità, un apprendimento contestualizzato, una rottura dei vincoli spazio-temporali che si trasforma in *ubiquitous learning* e *hybrid learning*. Applicazioni interessanti ma con qualche limite, dovuto alla prevalente adozione di strategie didattiche tipo comportamentista. Oggi, nel contesto educativo si stanno affacciando le applicazioni conversazionali e questo porta a pensare se il loro uso non possa far superare i suddetti limiti nel mediare l'apprendimento della Lingua 2 (L2).

David Coniam [1], interagendo con cinque chatbot generalisti per studiare la loro possibile applicazione a supporto dell'apprendimento dell'inglese L2, conclude che tali sistemi potrebbero essere usati per esercizi di lingua, anche se presentano ancora inaffidabilità per quanto riguarda la coerenza di significato, nonostante un alto livello

di correttezza grammaticale. Un'analisi sui chatbot dedicati all'apprendimento della lingua tedesca, invece, mostra un'apertura nell'uso dei sistemi conversazionali per l'esercizio della competenza socio-pragmatica, ossia il "saper fare con la lingua" [2], spostando il rapporto uomo-macchina dalle semplici dinamiche assistenziali a quelle più orientate alla cooperazione [3]. Una conferma viene dalla presenza di fenomeni di *quasi alignment*, ossia di un mutuo adattamento delle rappresentazioni cognitive dei partecipanti all'interazione e del *bot talk*, adattamento del termine *computer talk* che indica l'utilizzo di strategie linguistiche messe in atto nell'interazione con il computer. Lo stesso studio, tuttavia, mette in luce come estendere le categorie relative all'analisi delle interazioni linguistiche tra umani anche agli scambi linguistici con agenti conversazionali, sia un processo non privo di rischi, che deve tener conto dei limiti dei software conversazionali, quali l'assenza di un sapere enciclopedico derivato dall'esperienza e l'inevitabile impronta dei realizzatori del software negli script che guidano l'agire conversazionale. Ad essi, ci sentiamo di aggiungere i limiti che risiedono nei profili socio-linguistici degli apprendenti della L2 che, in casi di analfabetismo e debole scolarizzazione, possono mostrare scarse competenze alfabetiche, linguistiche e, soprattutto, meta-linguistiche, rendendo difficoltosa anche la concettualizzazione dei comandi e, più in generale, del chatbot come mediatore dell'apprendimento.

## 2 Il contesto e le domande di ricerca

Per favorire l'inclusione sociale dei migranti stranieri, diversi centri sul territorio offrono formazione sulla lingua italiana. Fra questi, i CPIA (Centri Provinciali per l'Istruzione degli Adulti), ossia scuole statali istituite dal MIUR che curano l'istruzione per cittadini italiani e stranieri di età superiore ai 16 anni.

Due di questi, i CPIA Centro-Ponente e Centro Levante della provincia di Genova, sono stati scelti come contesto della ricerca qui descritta e che vuol rispondere alle seguenti domande: quale efficacia può avere un chatbot nel replicare e/o supportare l'azione di un docente CPIA dentro e fuori l'aula nell'insegnamento dell'italiano L2? Più nello specifico, (a) quanto e a che livello un chatbot può favorire il raggiungimento degli obiettivi formativi indicati nel *sillabo* preso a riferimento? e (b) quanto un chatbot fruibile su dispositivi mobili può essere elemento di curiosità/motivazione/stimolo su cui far leva per rendere più efficace sia la lezione, sia le esercitazioni fuori dell'aula?

In questo contributo si intendono illustrare lo stato di avanzamento della ricerca con un particolare focus sulle soluzioni tecnologiche che stanno alla base di *CPIAbot*, ossia il chatbot perno del lavoro qui descritto.

### 3 Lo stato della ricerca e le scelte effettuate

#### 3.1 La ricognizione presso i CPIA e la scelta del livello L2

Nei CPIA, i corsi di italiano L2 sono strutturati sul modello dei livelli di competenza indicati dal *Quadro Comune Europeo di Riferimento (QCER)*<sup>1</sup>, sono 6 (da A1 a C2) a cui si aggiungono i corsi di alfabetizzazione, che denomineremo A0.

I primi contatti con i docenti dei CPIA si sono concretizzati in interviste esplorative ai docenti, finalizzate alla comprensione del contesto specifico e dei bisogni degli studenti. È emersa una forte eterogeneità degli studenti, in termini di provenienza geografica ed età, così come il loro stato di occupazione o non occupazione, fattori che influiscono sul percorso di apprendimento della L2 soprattutto per gli studenti che aspirano a raggiungere il livello A1. Dal punto di vista didattico, la maggior parte degli insegnanti adotta un approccio incentrato sull'agire con la lingua e strutturato su percorsi induttivi (*bottom-up*), con i quali guidano gli studenti alla comprensione/apprendimento delle regole a partire da esempi concreti, avvalendosi di esempi e testi autentici.

Si è quindi deciso di orientare la sperimentazione sui corsi A0-A1 data l'attualità del problema dell'analfabetismo, legato soprattutto ai recenti fenomeni migratori, l'interesse della comunità glottodidattica nella definizione di strumenti rivolti ai livelli inferiori all'A1, la possibilità di poter sviluppare una tecnologia con funzioni *ad hoc* per i bisogni specifici degli studenti, la possibilità di poter sperimentare un sistema conversazionale su un campione così eterogeneo al suo interno e, di conseguenza, individuare l'impatto sulle differenti tipologie di destinatari finali.

Come framework di riferimento è stato adottato il Sillabo "Italiano L2 in contesti migratori" (d'ora in poi *Sillabo*) [4]. Il Sillabo è l'integrazione dell'approccio QCER [5], basato sui livelli di competenza, con la struttura e i contenuti del Profilo della Lingua Italiana, rielaborati in un'ottica di progressione Pre-Alfa A1 (prealfabeti) → Alfa A1 (analfabeti) → Pre A1 (debolmente alfabetizzati) → A1 (alfabetizzati).

Per la fase sperimentale, è stato deciso di considerare come obiettivo didattico lo sviluppo di competenze di *interazione orale* e *interazione scritta*, in relazione al *dominio pubblico* ("la mia vita in Italia: le cose che compro") e al *dominio professionale* ("io e il lavoro"). Le domande di ricerca sono di conseguenza state così declinate:

- l'interazione con un chatbot attraverso una conversazione incentrata sull'esplorazione dei termini contenuti in un glossario multimediale integrato, migliora in modo significativo, rispetto all'utilizzo di strumenti tradizionali, quanto indicato nel Sillabo in termini di (a) sviluppo delle competenze linguistiche? (b) padronanza delle funzioni comunicative? (c) apprendimento delle nozioni generali e specifiche delle aree tematiche individuate, nello specifico "le cose che compro" e "io e il lavoro"?
- l'utilizzo del chatbot può avere effetti di maggiore stimolo e coinvolgimento nel processo di apprendimento, in termini di (a) aumento d'uso della lingua durante la

---

<sup>1</sup> Council of Europe: Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment. Cambridge University Press (2001).

lezione (in modalità orale e scritta)? (b) aumento della partecipazione nei momenti attivi e collaborativi della lezione? (c) maggiore attività esercitativa dello studente nell'extra-aula?

Dai colloqui preliminari con gli insegnanti, sono stati quindi definiti alcuni *use cases* di utilizzo didattico delle funzioni di CPIAbot su cui basare la sperimentazione.

#### *Attività in aula basata sul Roleplay - Dialogo a due attori*

Due studenti preparano un dialogo che riprende una situazione autentica, annotano il canovaccio sul quaderno, quindi drammatizzano la scena davanti ai compagni.

Supporto CPIAbot: in fase preparatoria, gli studenti ascoltano e ripetono la pronuncia delle frasi o delle parole particolarmente complesse che hanno inserito nel dialogo.

#### *Attività in aula di tipo individuale - Comprensione del testo scritto*

L'insegnante propone un testo scritto, fornisce elementi di contesto utili alla comprensione, guida la lettura collettiva ad alta voce, quindi invita gli studenti a rileggere il testo autonomamente, infine interroga gli alunni sul significato del contenuto.

Supporto CPIAbot: supporto alla comprensione del lessico specifico introdotto nell'attività, permettendo di esplorare i nuovi termini, la pronuncia, la scrittura e la segmentazione e ad accedere a esempi di utilizzo in espressioni significative.

#### *Attività individuale a valle della lezione – Esercizio di interazione orale*

Lo studente interagisce in autonomia con il chatbot, partecipando a una conversazione simulata su un argomento da lui percepito come rilevante e significativo.

Supporto CPIAbot: CPIAbot guida lo studente nell'interazione orale, supportandolo nell'approfondimento del lessico, nella segmentazione delle parti del discorso o delle parole e promuovendo l'uso di specifiche funzioni linguistiche all'interno degli atti comunicativi espressi.

#### *Attività individuale a valle della lezione – Esercizio di interazione scritta*

Lo studente intrattiene una conversazione testuale con il chatbot.

Supporto CPIAbot: CPIAbot assume il ruolo del secondo interlocutore nella conversazione, ponendo domande o fornendo risposte coerenti con quanto scritto dallo studente.

Per verificare il raggiungimento degli obiettivi formativi le attività devono avere i requisiti di osservabilità e tracciabilità. Nel primo caso l'osservazione è diretta, in aula; nel secondo ci si affida alle funzionalità di tracciamento integrata nel chatbot.

### **3.2 Definizione dei requisiti dell'ambiente su cui sviluppare CPIAbot**

A monte della fase di sviluppo di CPIAbot, sono state esaminati tre ambienti che consentono lo sviluppo di applicazioni conversazionali *terze parti*<sup>2</sup>, Google Assistant, Amazon Alexa e Telegram, per individuare quello più rispondente ai requisiti richiesti dai processi didattici che si intendono supportare. Si è scelto Telegram<sup>3</sup> perché:

- è sistema di *instant messaging* (IM), supportato da sistemi operativi anche meno recenti e accessibile con un unico *account* su più piattaforme;

---

<sup>2</sup> Applicazioni i cui sviluppatori non sono i proprietari del sistema in cui sono in esecuzione.

<sup>3</sup> <http://telegram.org>

- consente la fruizione di contenuti multimediali (immagini e video), cosa non possibile utilizzando Alexa e Google Assistant attraverso gli *smart speaker*;
- facilita l'interazione scritta con il chatbot, altrimenti impossibile con un'applicazione conversazionale di Google e Amazon centrata sull'uso degli *smart speaker*;
- la "distribuzione" del chatbot realizzato è automatica e istantanea, mentre, nel caso di applicazione terze parti per Amazon Alexa (Skill) e Google Assistant (Action), deve superare differenti stadi di certificazione;
- la possibilità di identificare in modo univoco ogni utente iscritto a CPIAbot consente, attraverso meccanismi di profilatura, di personalizzare l'esperienza nonché il monitoraggio delle interazioni, attraverso la realizzazione di *analytics basilari*.

#### 4 Soluzione architetturale di CPIAbot

L'architettura di CPIAbot<sup>4</sup> è schematizzata in figura 1. L'applicazione è stata sviluppata in JavaScript/NodeJS. Node.js<sup>5</sup> è una piattaforma open source *event-driven* per l'esecuzione di codice JavaScript Server-side, costruita sul motore JavaScript V8 di Google Chrome. JavaScript è il linguaggio di programmazione in assoluto più diffuso e sono disponibili numerose librerie open-source in ogni ambito applicativo, tra cui l'NLP (Natural Language Processing). JavaScript ES6 permette di sviluppare software sia secondo l'usuale paradigma tradizionale della programmazione sequenziale, che quello della programmazione asincrona, offrendo ottime prestazioni in run-time. La programmazione asincrona, basata su *callbacks* a eventi, è anche il meccanismo alla base dell'ambiente di run-time NodeJS, ambiente di programmazione molto popolare in ambito di sviluppo di applicazioni web back-end.

Il chatbot si interfaccia ai server Telegram attraverso le *Telegram Bot API* (Application Programming Interface). Allo scopo è stata utilizzata la libreria open-source *Telegram Bot API for NodeJS*<sup>6</sup>. Per interfacciare l'applicazione ai server Telegram è stata scelta la modalità HTTP *long polling*, che ha permesso di realizzare rapidamente il prototipo, senza ricorrere alle complicazioni della gestione di webhooks, di un server con protocollo HTTPS, certificato digitale. Il long polling è anche performante, gestendo code di messaggi *burst*.

Dal punto di vista della UX, l'applicazione realizza un'interazione di tipo *pull*: il chatbot è sempre in ascolto di una richiesta utente, che viene digitata sulla tastiera del dispositivo, smartphone, tablet o personal computer. La richiesta dell'utente viene elaborata dal chatbot che risponde immediatamente, ovvero con tempi simili a quelli di una conversazione uomo-uomo.

È in fase di sviluppo anche un'interazione di tipo *push*, dov'è il chatbot a iniziare una nuova conversazione con lo studente. In tal caso l'utente riceve una notifica sul proprio dispositivo, in cui il chatbot propone, ad esempio, un esercizio, ovvero una

---

<sup>4</sup> <https://t.me/cpiabot>

<sup>5</sup> <https://nodejs.org/en/>

<sup>6</sup> <https://github.com/yagop/node-telegram-bot-api>

conversazione a tema finalizzata al raggiungimento di uno degli obiettivi formativi dichiarati.

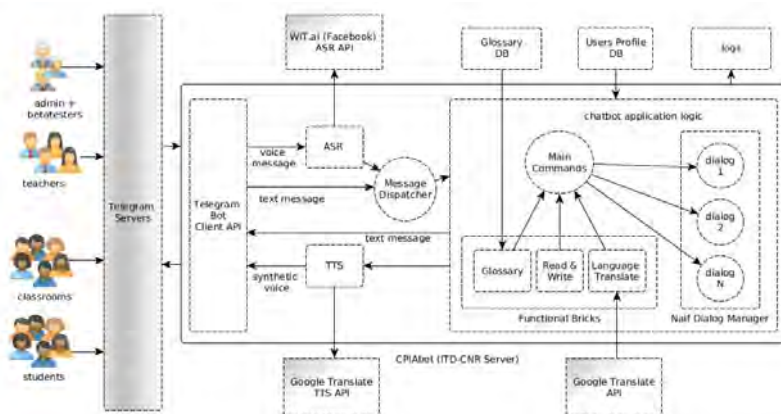


Fig. 1. Architettura tecnologica di CPIAbot.

#### 4.1 Interfaccia testuale, vocale, multimediale

Un chatbot su un sistema di messaggistica istantanea dialoga con l'utente tipicamente attraverso lo scambio di messaggi testuali, eventualmente aumentati dal linguaggio *emoji* e da immagini. In alcune piattaforme chat è spesso utilizzato parzialmente un paradigma di interazione visuale che riproduce la UX di navigazione su web. Per le finalità didattiche di CPIAbot si ritiene più funzionale un'interfaccia utente conversazionale basata su dialoghi testuali o vocali, evitando interazioni basate *click & point*.

In CPIAbot lo studente può interagire sia scrivendo con la tastiera, che parlando, attraverso un messaggio vocale o un videomessaggio. La registrazione audio viene elaborata da un ASR (Automatic Speech Recognition) e il parlato è convertito in testo. Per il riconoscimento del parlato è stato utilizzato il servizio API di riconoscimento del parlato in lingua italiana fornito dalla piattaforma WIT.ai<sup>7</sup>.

Il messaggio che l'utente ha inviato al bot, parlando al dispositivo o scrivendo sul dispositivo stesso, viene elaborato da un *main dispatcher*, che effettua un matching della frase che l'utente ha espresso in linguaggio naturale in un insieme ristretto di possibili funzioni. L'utente può dunque attivare un comando che attiva una funzionalità base, o può attivare una conversazione specifica su un argomento (scena o esercizio). L'elaborazione della richiesta produce una risposta all'utente che può essere di tipo testuale, un messaggio vocale o un contenuto multimediale complesso: per esempio un'immagine (con sottotitoli), un video, un contenuto audio, un'animazione.

Le risposte all'utente, di tipo testuale, possono essere tradotte in parlato e riprodotte con una voce sintetica, con l'ausilio di una piattaforma TTS (Text To Speech). La voce sintetica utilizzata è quella della piattaforma Google Translate TTS.

<sup>7</sup> [https://wit.ai/docs/http/20170307#post\\_speech\\_link](https://wit.ai/docs/http/20170307#post_speech_link)

## 4.2 Realizzazione di un primo set di “funzioni primitive”

Il primo set di funzionalità didattiche prevede:

- *leggi*; attiva la riproduzione, attraverso la voce sintetica disponibile, di un testo scritto dall’utente con la tastiera;
- *scrivi*; in modo analogo visualizza il testo scritto corrispondente al parlato che l’utente ha inviato al bot con messaggio vocale o videomessaggio;
- *compita*; simile a scrivi, ma che scansiona una parola lettera per lettera;
- *traduci*; permette di tradurre dalla lingua italiana a una delle 104 lingue disponibili su Google Translate<sup>8,9</sup>, o viceversa, da una lingua straniera alla lingua italiana;
- *parola, dammi N parole*; una delle funzionalità base di CPIAbot è l’accesso a un glossario semplificato, che può essere interrogato in vari modi. Per esempio, con il comando *parola* “cartellone”, è possibile accedere a una descrizione testuale associata alla parola richiesta (cartellone). La descrizione è anche corredata da informazioni grammaticali e contenuti multimediali (foto/immagini/video/audio) che aiutano lo studente nella comprensione del significato della parola. Il glossario è interrogabile anche con filtri semantici rispetto a categorie e gruppi di parole e/o regole grammaticali, per esempio, *dammi sei parole della categoria lavoro, al singolare*<sup>10</sup>. Il database è stato realizzato come file JSON, per facilitare l’editing e la condivisione in possibile progetto *opendata*. Il chatbot registra tutti i dialoghi in appositi file di log al fine di elaborazioni statistiche e monitoraggio.

## 4.3 Conversazioni multi turno come macchine a stati

I comandi sopra elencati sono l’interfaccia in linguaggio naturale ad alcune funzionalità che il chatbot mette a disposizione a supporto della comprensione della lingua italiana, orale e scritta, a prescindere da uno specifico contesto dialogico. Si tratta di “conversazioni” a singolo turno, dove non c’è uno specifico contesto di dialogo, ovvero non c’è uno “stato conversazionale”.

A: *Che ore sono?*

B: *Sono le sette e trenta.*

Nell’esempio sopra la conversazione potrebbe esaurirsi con il botta-risposta singolo turno (che chiamiamo a *stato-0*). Ma una applicazione conversazionale è propriamente definita tale quando è capace anche di dialoghi multi turno, su specifici argomenti, dove lo scambio di sequenze implica la memoria del contesto, lo stato del dialogo.

A<sub>1</sub>: *Oggi è prevista pioggia?*

B<sub>2</sub>: *Oggi non è prevista pioggia, c’è il sole e la temperatura è di 18 gradi centigradi.*

A<sub>3</sub>: *E domani?*

B<sub>4</sub>: *Domani pioverà.*

---

<sup>8</sup> <https://cloud.google.com/translate/docs/>

<sup>9</sup> <https://translate.google.com/intl/en/about/languages/>

<sup>10</sup> L’uso, in questo caso, è pensato più per l’insegnante che per lo studente.



Nello scambio di sequenze sopra, l'argomento della conversazione riguarda le previsioni meteo. La domanda  $t_1$  del sistema A porta il sistema B (il chatbot) a uno stato interno, che memorizza l'argomento di discussione, in modo che la successiva richiesta  $t_3$  venga compresa nello specifico contesto "previsioni del tempo". Quello sopra è un esempio di conversazione multiturno elementare (*stato-1*). È dunque possibile modellare dialoghi più complessi come macchine a stati finiti, dove due sistemi interagenti (per esempio A è un essere umano e B è un chatbot), evolvono in successivi stati conversazionali.

#### 4.4 Il dialog manager Naif

Un sistema dialogico può essere modellato come una macchina a stati, dove ogni stato è un nodo di "comprensione" ed elaborazione locale di patterns di sequenze in ingresso. È questo il concetto che sta alla base del *dialog manager Naif* [6], utilizzato per gestire le conversazioni multi-turno di CPIAbot.

In Naif, una conversazione viene attivata programmaticamente (*funzione start*) con l'impostazione di in uno stato iniziale (*output state*) che effettua qualche logica (L), presenta un contenuto al sistema interlocutorio (l'utente) ed eventualmente memorizza una variabile di memoria contestuale (M).

Nel CPIAbot, per esempio nell'ambito di un esercizio linguistico mediato da uno storytelling, il contenuto può essere una descrizione di una scena fatta con un testo, un'immagine o un contenuto audio/video, a cui segue una domanda allo studente.

Lo stato di output attiva un successivo stato (input state), in cui il bot analizza la risposta dell'utente (una frase in lingua italiana) in base a un pattern-matching. Naif è agnostico rispetto al meccanismo di pattern-matching e per semplicità ed efficienza il parsing è stato attuato con l'utilizzo di espressioni regolari<sup>11</sup>.

Nel caso di pattern match positivo, il nodo di elaborazione  $S_n$  effettua una qualche elaborazione e viene data una risposta all'utente (testuale, o con voce sintetica). Lo stato corrente può evolvere in un nuovo stato o rimanere invariato (loopback), in base ad un flusso di dialogo programmato dal *conversational designer*. Il flusso di dialogo infine termina, in base alla logica applicativa e lo stato viene quindi cancellato dallo sviluppatore con esplicita chiamata a funzione (end).

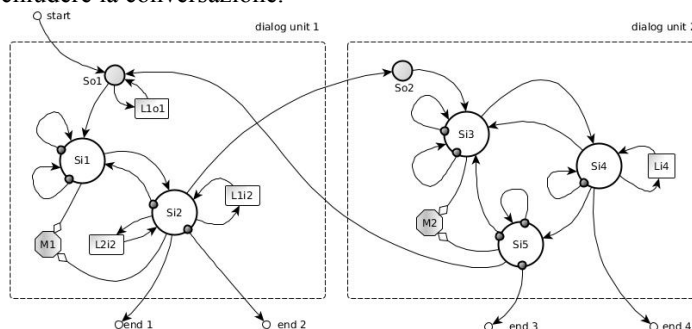
In Naif una conversazione è implementata come una rete di micro-dialoghi, chiamati *dialog unit*, che contengono sottoinsiemi di nodi, "vicini" dal punto della sequenza di stati percorsi; per esempio le unità di dialogo possono corrispondere a micro-argomenti di conversazione, in similitudine al concetto di topic nel linguaggio di scripting ChatScript [7][8]. La figura 2 illustra una conversazione composta da 2 unità:  $U_1: (S_{01}, S_{i1}, S_{i2}) + U_2: (S_{02}, S_{i3}, S_{i4}, S_{i5})$ .

*NaifJS SDK* (Software Development Kit) è un ambiente di programmazione JavaScript/NodeJS che permette di creare e testare programmi di dialogo, scritti in uno specifico JavaScript DSL (Domain Specific Language). Il linguaggio di dominio consta di un ristretto insieme di primitive di programmazione, tra cui: *exec()*, per eseguire uno stato di output, *next()*, per schedulare il prossimo stato, *say()*, per rispondere al

<sup>11</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Regular\\_expression](https://en.wikipedia.org/wiki/Regular_expression)

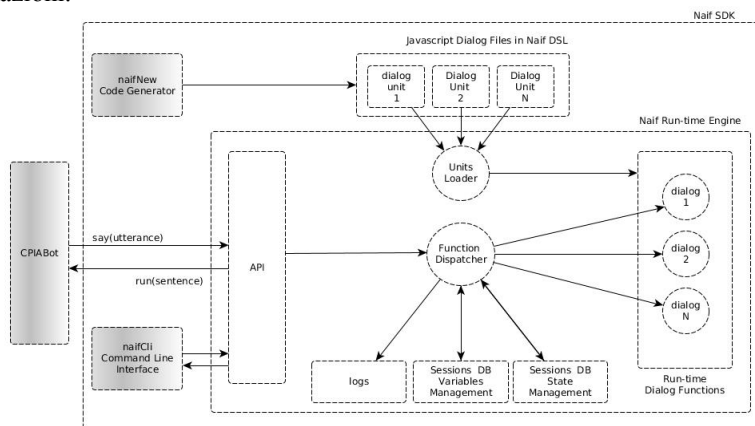


sistema di interlocazione, *match()*, per verificare il match con un pattern in ingresso, *end()*, per chiudere la conversazione.



**Fig. 2.** Macchina di conversazione multi-stato e multi-unit, in Naif.

*NaifJS Engine* gestisce la transizione di stato con un semplice dispatcher di funzioni Javascript. Il dialog manager espone delle API per la comunicazione in run-time con un'applicazione client, il CPIAbot nel caso in oggetto. In figura 3 è schematizzata l'architettura del sistema. I dialoghi possono essere iniziati con il generatore di codice *NaifNew* e testati con il programma a linea di comando *NaifCli*. Il motore run-time gestisce un database per la gestione delle sessioni utente, dove sono memorizzate l'informazione di stato corrente per ogni conversazione utente, ed eventuali variabili temporanee ai dialoghi, sorta di STM (short term memory). Viene fornito un sistema di logging per memorizzare tutti i dialoghi, allo scopo di analisi ed estrapolazione di informazioni.



**Fig. 3.** Architettura del dialog manager Naif.

## 5 Stato della ricerca e prossimi sviluppi

Parallelamente al completamento delle funzionalità del chatbot, è in corso di realizzazione un glossario multimediale semplificato, elemento centrale del sistema e che

raccoglie i termini indicati dal Sillabo per i domini specifici scelti nella sperimentazione. Il glossario restituisce un output multimediale composto da differenti elementi ed è co-costruito dai docenti dei CPIA attraverso la raccolta delle definizioni semplificate delle glosse, fornite in modalità *crowd-search*. Il glossario sarà il *core* di del set di esercizi incentrati su conversazioni multitermine, attraverso le quali il discente potrà esercitare la lingua interagendo col chatbot. Gli esercizi terranno conto dell'autenticità delle situazioni comunicative proposte, anche in riferimento alle pratiche sociali agite dagli studenti. Le conversazioni, pertanto, saranno costruite facendo riferimento alla vita quotidiana vissuta dagli apprendenti in Italia e calibrate sui bisogni comunicativi che essi incontrano nella relazione con l'ambiente circostante.

Riguardo le funzionalità di CPIAbot, è in corso una fase di test dell'ASR, nella quale le frequenze di comprensione dell'input vocale di beta-tester italofoni vengono confrontate con le frequenze relative ad un campione di studenti stranieri dei CPIA. Parallelamente è in fase di avvio la codifica dei dialoghi, con il tool Naifjs, che costituiranno i contenuti del nucleo conversazionale di CPIAbot. Ogni nuovo dialogo rilasciato verrà sottoposto a una sperimentazione preliminare, nella quale i docenti e gli studenti stessi forniranno informazioni utili per il miglioramento dello script. Infine, con l'avvio del nuovo anno scolastico, verrà avviata la sperimentazione vera e propria. Questa fase vedrà il monitoraggio di quattro moduli didattici di un corso A0 e A1. All'interno di due moduli, sarà proposto CPIAbot come tecnologia didattica, all'interno dei restanti due moduli, invece, verranno proposti gli strumenti tradizionali utilizzati dall'insegnante. Nella successiva fase di analisi, infine, gli elementi raccolti con il monitoraggio della sperimentazione saranno analizzati e formalizzati in risultati di ricerca, quindi resi disponibili e accessibili.

## Riferimenti bibliografici

1. Coniam, D.: The linguistic accuracy of chatbots: Usability from an ESL perspective *Text & Talk. An Interdisciplinary Journal of Language Discourse Communication Studies* 34(5), 51-62 (2014).
2. Balboni, P.E.: *Le sfide di Babele: insegnare le lingue nelle società complesse*. UTET (2015).
3. Mazzilli, F.: Bot Talk e apprendimento linguistico. L'uso dei Chatbot per lo sviluppo della competenza comunicativa nella lingua straniera. *Iperstoria. Testi letterature linguaggi* ([www.iperstoria.it](http://www.iperstoria.it)). *Rivista semestrale* (12), autunno-inverno (2018).
4. Borri, A., Minuz, F., Rocca, L., Sola, C.: *Italiano L2 in contesti migratori. Sillabo e descrittori dall'alfabetizzazione all'A1*. Loecher (2014).
5. Spinelli, B., Parizzi, F. (a cura di ): *Profilo della lingua italiana. Livelli di riferimento del QCER A1, A2, B1, B2*, Firenze, La nuova Italia (2010).
6. Robino, R.: Naif - Ruby micro framework to build dumb chat machines, <https://convcomp.it/naif-ruby-micro-framework-to-build-dumb-chat-machines-5c552a8c8f7e> (2016).
7. Robino, R.: How to build your first chatbot using ChatScript, <https://medium.freecodecamp.org/chat-script-for-beginners-chatbots-developers-c58bb591da8> (2016).
8. Wilcox, B.: ChatScript github home page, <https://github.com/ChatScript/ChatScript>

# BYOD per imparare l'algebra in maniera interattiva

Alice Barana<sup>1</sup>, Francesca Casasso<sup>1</sup> e Marina Marchisio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Matematica, Università di Torino, via Carlo Alberto 10, 10123 Torino, Italy  
alice.barana@unito.it, francesca.casasso@edu.unito.it,  
marina.marchisio@unito.it

**Abstract.** “Bring Your Own Device” (BYOD) è un modello tecnologico in cui gli studenti utilizzano in classe dispositivi propri; è utile per far fronte alla carenza di laboratori informatici nelle scuole, ma necessita di opportune metodologie didattiche per un utilizzo efficace. Questo articolo illustra un percorso didattico interattivo per l'introduzione al calcolo letterale per la classe terza secondaria di primo grado, progettato dall'Università di Torino e sperimentato in 4 classi (98 studenti) con un modello BYOD. I materiali sono stati realizzati secondo un modello di valutazione formativa automatica, che ha consentito di presentare l'algebra come linguaggio per la modellizzazione mettendo a confronto diversi registri di rappresentazione. I tentativi multipli e il feedback interattivo hanno consentito agli studenti di navigare autonomamente tra i contenuti e al docente di monitorare la situazione. I risultati delle attività in piattaforma, delle risposte ad un questionario e ad una verifica finale hanno permesso di studiare l'efficacia di queste metodologie per l'attivazione di una didattica individualizzata in un contesto di BYOD.

**Keywords:** Algebra, Bring Your Own Device, Didattica Individualizzata, Valutazione Formativa Automatica.

## 1 Introduzione

Le politiche educative a livello nazionale e internazionale da anni promuovono l'utilizzo delle tecnologie digitali nella scuola. Numerosi sono i progetti che incentivano l'integrazione di software e device nell'apprendimento di ogni disciplina per ogni grado di scolarizzazione, suggerendo metodi e pratiche di intervento. Sul piano reale, però, spesso ci si scontra con un'inadeguata dotazione tecnologica delle scuole, che molte volte non permette a tutti gli studenti l'accesso a computer durante le ore di lezione [1]. In molte scuole secondarie di primo grado, in seguito all'abolizione della figura del “tecnico di laboratorio”, il laboratorio informatico è stato smantellato, sostituito magari da computer portatili distribuiti nelle classi; quando invece presente, spesso non viene aggiornato e i dispositivi diventano obsoleti.

Se le scuole situate in contesti socialmente svantaggiati hanno più facilmente accesso a fondi con i quali migliorare e rinnovare la dotazione tecnologica, sono spesso le scuole con utenza particolarmente agiata ad avvertire la carenza di computer, Lavagne Interattive Multimediali (LIM) e connessione a internet. In tali contesti, tuttavia,

gli studenti hanno maggiori possibilità di accedere a computer o tablet a casa e hanno la possibilità di portarli a scuola.

L'idea del "Bring Your Own Device" (BYOD), cioè utilizzare in classe dispositivi portati dagli studenti, nasce in realtà in ambito aziendale, dove sta diventando una diffusa pratica di risparmio quella di permettere ai dipendenti di utilizzare il proprio computer portatile invece che fornirne uno aziendale. Rivisitata in ambito educativo, questa pratica consente di allestire aule informatizzate volanti durante le ore di lezione, consentendo agli studenti di utilizzare strumenti sono abituati ad utilizzare. Alberta Education definisce il BYOD come "*modello tecnologico in cui gli studenti portano un dispositivo personale a scuola ai fini dell'apprendimento. Un dispositivo personale è un qualunque dispositivo tecnologico portato a scuola e di proprietà dello studente (o della sua famiglia), di un docente o di un ospite*" [2]. Questa pratica consente di incrementare il coinvolgimento e la personalizzazione dell'apprendimento; tuttavia non è semplice per il docente organizzare le attività in classe: spesso si trova a dover dare istruzioni diverse per ogni tipo di dispositivo o deve far fronte a problemi diversi, perdendo tempo prezioso [3]. Le attività devono essere coerentemente strutturate e progettate secondo opportune metodologie per poter ottenere buoni risultati: sono necessari studio, ricerca e formazione dei docenti.

Questo articolo illustra un percorso didattico interattivo per l'apprendimento della matematica per la classe terza secondaria di primo grado, progettato dall'Università di Torino e sperimentato in 4 classi attraverso il BYOD. Il percorso riguarda il calcolo letterale, un tema molto delicato solitamente introdotto al termine della scuola secondaria di primo grado e fondamentale per la comprensione della matematica negli anni successivi. Nei paragrafi seguenti saranno discusse le metodologie adottate a supporto del BYOD e i risultati ottenuti nella sperimentazione, al fine di fornire ai docenti e ai ricercatori spunti per la creazione e condivisione di buone pratiche didattiche.

## 2 Stato dell'arte

### 2.1 L'apprendimento dell'algebra nella scuola secondaria di primo grado

In Italia l'algebra viene tradizionalmente introdotta alla fine della scuola secondaria di primo grado, quando spesso si dedicano mesi interi alle operazioni con monomi e polinomi, risolvendo pagine e pagine di esercizi tecnici che molti libri di testo propongono. Tuttavia, se leggiamo con attenzione le Indicazioni Nazionali per il primo ciclo di istruzione, troviamo un unico brevissimo riferimento al calcolo letterale tra gli obiettivi di apprendimento al termine della scuola secondaria di primo grado: "*interpretare, costruire e trasformare formule che contengono lettere per esprimere in forma generale relazioni e proprietà*" [4]. Questo obiettivo è descritto nell'ambito "Relazioni e funzioni" e non nell'ambito "Numeri", che include gli obiettivi relativi alle tecniche di calcolo, come frazioni, potenze e proprietà delle operazioni: si suggerisce quindi di introdurre le formule e le lettere non per risolvere espressioni numeriche, ma per generalizzare relazioni e costruire modelli. In realtà il suggerimento di evitare di presentare l'algebra modo esclusivamente tecnico e mnemonico non è una novità del 2012, ma si ritrova già nei Programmi Ministeriali del 1979, in cui non si

menziona l'algebra dei polinomi ma si trova scritto che *“il calcolo letterale avulso da riferimenti concreti non [dovrà] avere valore preponderante nell'insegnamento e tanto meno nella valutazione”*[5].

Passare dall'aritmetica all'algebra non è semplice, sia dal punto di vista dell'insegnante sia da quello dello studente. Ma l'eccessiva enfasi su tecnicismi e regole mnemoniche generalmente comporta una progressiva perdita di interesse per la matematica da parte degli studenti, che si traduce in un'alta percentuale di debiti formativi nei primi anni delle scuole secondarie di secondo grado. Dovrebbe essere invece favorito un approccio all'algebra come linguaggio per la matematizzazione e per la modellizzazione [6]. Annalisa Cusi, Nicolina Malara e Giancarlo Navarra sostengono che l'insegnamento dell'algebra dovrebbe avvenire analogamente a quello delle lingue naturali, focalizzandosi sugli aspetti semantici e sulle relazioni tra gli oggetti, lavorando sulla traduzione dal linguaggio algebrico a quello naturale e viceversa. Bisognerebbe concentrarsi più sull'interpretazione di un problema algebrico e sulla sua rappresentazione, che sulla sua soluzione per trovare un risultato [7]. Le forme con cui gli oggetti matematici, e nel nostro caso gli oggetti algebrici, possono essere rappresentati sono molteplici e variano dal linguaggio naturale ai numeri, alle formule e ai simboli, dalle figure geometriche ai grafici. Sono diversi registri di rappresentazione, ognuno dei quali consente di esprimere significati secondo regole sintattiche diverse, ed è importante che gli studenti imparino a tradurre i concetti da un registro all'altro per comprendere il significato degli oggetti che si studiano [8].

## 2.2 Insegnamento adattivo e nuove tecnologie

Le classi italiane, in particolar modo nel primo ciclo di istruzione, sono miste e variegate: gli studenti sono di culture e nazionalità diverse, ognuno con bisogni educativi specifici, stili e livelli di apprendimento diversi, tempi ed esigenze differenti. Studi recenti nel campo della didattica stabiliscono che ad ogni studente dovrebbe essere assicurata la possibilità di imparare secondo metodi a lui più consoni perché possa raggiungere il successo scolastico. Si parla di *“individualizzazione della didattica”*, un modello che consiste nell'offrire a tutti la possibilità di raggiungere obiettivi comuni seguendo ciascuno una strada diversa, utilizzando materiali adatti ai propri stili cognitivi, tempi adeguati all'assimilazione di concetti, strategie diversificate e personalizzate [9]. La didattica individualizzata si fonda sulla valutazione formativa, che fornisce agli studenti e ai docenti informazioni sulle esigenze specifiche e sul progresso di ognuno. Questa è agevolata dall'utilizzo di tecnologie per l'apprendimento, in particolare dalle tecnologie adattive, che sono in grado di adattare il percorso didattico alle esigenze degli studenti e di fornire un feedback immediato, riducendo i tempi di decisione della strategia da adottare [10]. Nell'apprendimento della matematica, e in particolare dell'algebra, la personalizzazione dell'apprendimento si attua quando gli studenti hanno la possibilità di ragionare con i propri tempi utilizzando i registri di rappresentazione che preferiscono, o ritengono più idonei, per visualizzare, rappresentare e risolvere un problema. La difficoltà maggiore nella realizzazione di strategie di apprendimento individualizzate si ritrova nell'organizzazione e nel controllo delle attività, che devono essere monitorate con attenzione dal docente.

### 2.3 Valutazione formativa automatica e feedback interattivo

Tra le tecnologie educative che maggiormente facilitano la didattica individualizzata si possono menzionare gli ambienti virtuali di apprendimento integrati con sistemi di valutazione automatica. Il Dipartimento di Matematica dell'Università di Torino, in particolare, adotta un sistema di valutazione automatica particolarmente adatto alla matematica, Moebius Assessment, integrato nella piattaforma Moodle, con la quale sono erogati non solo corsi universitari ma anche piattaforme interattive per docenti e studenti [11]. I quiz interattivi risultano particolarmente efficaci per l'apprendimento delle discipline scientifiche quando sono creati secondo il modello di valutazione formativa automatica sviluppato dal Dipartimento [12], che contempla:

- materiali sempre accessibili, con tentativi multipli di risposta ad ogni domanda in caso di errore e infiniti tentativi disponibili per ogni quiz;
- domande algoritmiche, in cui ad ogni tentativo appaiono dati, formule e grafici diversi, in modo che gli studenti debbano ripetere i processi, non i risultati;
- risposte aperte, non solo a risposta multipla, per attivare diversi processi cognitivi;
- feedback immediati, forniti quando lo studente è ancora concentrato sul compito e in tempo utile al docente per monitorare l'apprendimento;
- feedback interattivi, attivati quando lo studente sbaglia una risposta dopo un numero massimo di tentativi: viene proposto un percorso interattivo che accompagna lo studente in una corretta risoluzione passo a passo del problema;
- domande contestualizzate nella realtà, in altre discipline o in contesti rilevanti, che consentono agli studenti di associare un significato concreto agli oggetti astratti.

## 3 Metodologia

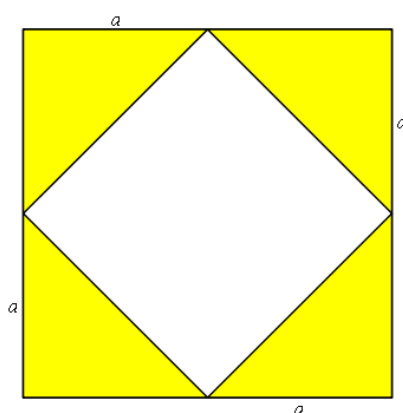
In questo contributo vogliamo provare a rispondere alle seguenti domande di ricerca: l'utilizzo della valutazione formativa automatica con tecnologie adattive consente di attivare strategie di didattica individualizzata per l'apprendimento dell'algebra nella scuola secondaria di primo grado? Queste metodologie possono supportare l'attivazione di un modello di BYOD?

### 3.1 Un percorso interattivo per l'introduzione al calcolo letterale

Per rispondere alla domanda di ricerca, è stato progettato un percorso didattico interattivo per l'introduzione al calcolo letterale nella scuola secondaria di primo grado. Il percorso è stato realizzato con Moebius Assessment integrato in una piattaforma Moodle. Il percorso è costituito da una serie di richieste, sviluppate secondo il modello di valutazione formativa automatica presentato precedentemente per proporre un approccio geometrico all'algebra, sfruttando le conoscenze di cui gli studenti dell'ultimo anno della scuola secondaria di primo grado sono in possesso circa il calcolo dell'area di figure geometriche. Le domande si focalizzano sulla determinazione

e analisi della formula che esprime l'area di una figura, in cui la misura di un lato varia al variare di un parametro. La Fig. 1 mostra un esempio di domanda. Gli studenti possono scomporre e ricomporre la figura in modi diversi, riconducendola a figure geometriche note di cui conoscono una formula per calcolare l'area, come triangoli, quadrati e rettangoli. Confrontando formule apparentemente diverse, elaborate attraverso ragionamenti differenti, è possibile la loro equivalenza, introducendo in questo modo le trasformazioni proprie del registro algebrico. Per scrivere le formule è possibile utilizzare un campo di testo con un'anteprima simbolica, oppure un Equation Editor simbolico.




Osserva la seguente figura.



Scrivi la formula che esprime come varia l'area della parte colorata della figura al variare di  $a$ .

Usa \* per la moltiplicazione, ^ per una potenza, ad esempio:  $5 \times a^3$  oppure puoi cliccare sul simbolo  $\Sigma$  per utilizzare l'equation editor.

Puoi cliccare sull'icona P per visualizzare il grafico della formula che hai scritto.

Area =    

[Clicca su Verify per controllare la tua risposta e proseguire.](#)

Attempt 1 of 3

Verify

**Fig. 1.** Esempio di domanda del percorso interattivo. Gli studenti devono inserire la formula che esprime come varia l'area della figura al variare di  $a$ .

Altre domande chiedono, riferendosi alla stessa figura o a figure diverse, di scegliere tutte le formule corrette che esprimono l'area, di associare ad una determinata composizione geometrica la formula corrispondente e di effettuare il processo inverso, cioè disegnare una figura data una formula che ne esprime l'area. Un quesito particolarmente interessante propone un'esplorazione interattiva della figura geometrica al variare del valore del parametro, associato all'esplorazione del grafico della funzione dell'area (Fig. 2); agli studenti viene chiesto di completare una tabella inserendo i valori dell'area della figura per determinati valori del parametro. Quest'attività con-

sente di mettere in relazione tra loro 4 registri di rappresentazione: geometrico, grafico, simbolico e numerico.

Scegli dallo slider un valore e osserva come varia l'area della figura e il suo grafico quando  $a$  varia tra 0 e 10!

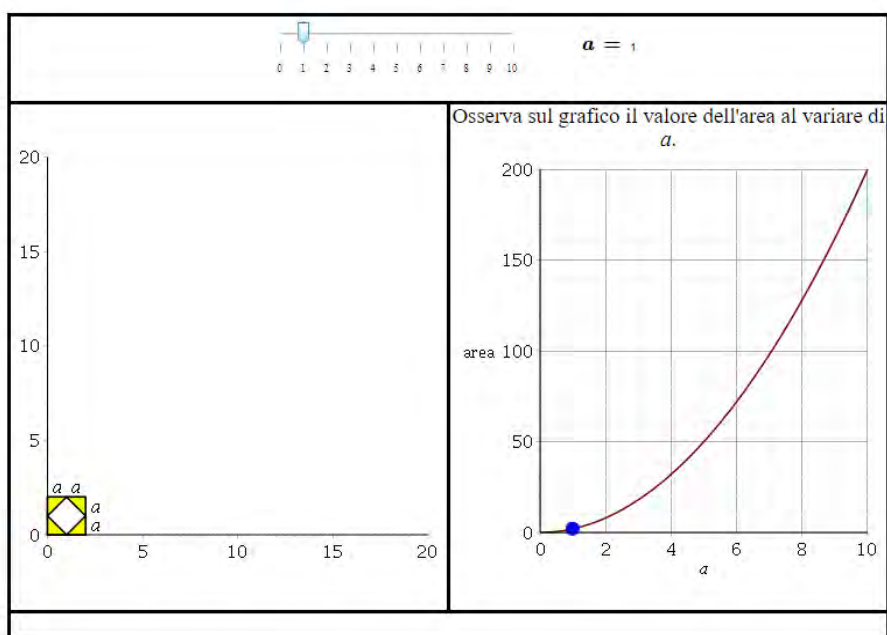


Fig. 2. Esempio di attività interattiva di esplorazione.

### 3.2 Sperimentazione del percorso interattivo

Il percorso interattivo è stato sperimentato nei primi mesi dell'anno scolastico 2018/2019 in 4 classi terze di 3 diverse scuole secondarie di primo grado di Torino, per un totale di 98 studenti e 4 docenti. In ogni classe sono stati effettuati due incontri della durata di due ore ciascuno, nei quali erano presenti una dottoranda e una tesista che gestivano e filmavano gli incontri, oltre al docente di matematica che supportava lo svolgimento della lezione. Le classi non avevano ancora trattato in modo sistematico il calcolo letterale, ma erano pronte per la sua introduzione. È stato scelto di far lavorare gli studenti a coppie, in modo che potessero aiutarsi tra di loro e che anche gli studenti più in difficoltà potessero partecipare attivamente con il sostegno dei compagni. Delle 4 scuole che hanno partecipato alla sperimentazione, solo una aveva la possibilità di accedere ad un'aula informatizzata, dove si sono svolti gli incontri.

Nelle altre 3 classi gli studenti hanno lavorato in modalità BYOD, con computer o tablet portati dagli studenti stessi, integrati con alcuni dispositivi della scuola, dei docenti o dei ricercatori per fare in modo che ogni coppia avesse almeno un dispositivo connesso a Internet, attraverso il quale accedere ai materiali con valutazione auto-



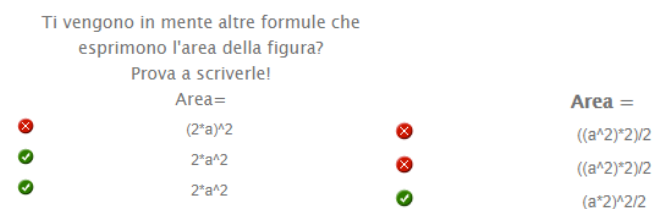
matica disponibili in una piattaforma. Gli studenti potevano navigare autonomamente nel percorso, passando da un'attività alla successiva ognuno con la propria velocità.

In tutte le domande avevano a disposizione fino a tre tentativi errati prima di accedere alla risposta corretta o al feedback interattivo. I materiali erano organizzati in modo che, per ogni sezione, ci fossero alcune attività ritenute “fondamentali”, che era importante che tutti gli studenti svolgessero per il raggiungimento degli obiettivi del percorso, e alcune domande di approfondimento, che potevano svolgere gli studenti più veloci quando avevano terminato la parte obbligatoria, e che poi venivano lasciate da completare per compito a casa a tutti gli studenti. I docenti e le ricercatrici, mentre gli studenti lavoravano guidati dalle attività interattive, potevano girare tra i banchi per monitorare gli studenti o aiutare i gruppi in difficoltà. Al termine di ogni sezione veniva richiamata l'attenzione di tutti per discutere delle problematiche riscontrate dai vari gruppi e confrontare risoluzioni diverse dello stesso problema.

Dopo i due incontri le classi hanno compilato un questionario sul gradimento delle metodologie proposte e hanno svolto alcuni esercizi di verifica, alcuni dei quali tratti da prove INVALSI per il grado 8 e 10 somministrate negli anni precedenti sulla costruzione e sull'interpretazione di formule.

#### **4 Risultati e discussione**

Per rispondere alla domanda di ricerca sono state analizzate le risposte date dagli studenti agli esercizi in piattaforma, al questionario finale e alle domande della verifica. Le risposte degli studenti alle domande in piattaforma sono state utili per capire in che modo la possibilità di lavorare autonomamente con i propri strumenti, seguendo i propri tempi invece che quelli stabiliti dal docente, abbia aiutato a comprendere meglio la costruzione e il significato di formule matematiche. A tal fine è molto interessante visualizzare come gli studenti hanno modificato le loro risposte inizialmente errate nei vari tentativi a loro disposizione. Si può vedere un esempio di ciò nella Fig. 3: inserita una risposta sbagliata, la piattaforma ha evidenziato l'errore e obbligato gli studenti a ragionare di più per individuarlo e correggerlo. Si vede come gli studenti si sono fermati davanti alla crocetta rossa proposta dal sistema, hanno discusso sull'errore e hanno capito come impostare e scrivere la formula. I tentativi multipli hanno permesso di conferire agli errori una valenza formativa e di considerarli come parte integrante del processo di apprendimento. Questo aiuta gli studenti ad avere meno paura di sbagliare e quindi meno paura di provare a rispondere. Si può notare inoltre come questi errori siano relativi alla costruzione della formula, alla “sintassi” della matematica: gli esercizi sviluppati sono proprio stati utili per ragionare sull'algebra come un linguaggio con la propria grammatica, aiutando gli studenti a comprendere cosa cambia se le parentesi sono in posizioni diverse, la differenza tra sommare e moltiplicare una lettera, l'ordine e l'effetto delle operazioni.



**Fig. 3.** Esempi di come gli studenti hanno modificato le loro risposte nei tentativi multipli.

Le risposte al questionario hanno confermato quanto l'organizzazione degli incontri in classe, le tecnologie e le metodologie adottate siano state efficaci per favorire l'apprendimento. Gli studenti sono rimasti concentrati per tutto il tempo, hanno gradito le attività e le hanno trovate utili per capire le formule matematiche. La Tabella 1 mostra le medie e le deviazioni standard delle risposte alle domande poste agli studenti nel questionario finale, espressa in scala Likert da 1 a 5.

**Tabella 1.** Risposte degli studenti al questionario finale, espresse in scala Likert da 1 a 5.

	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
Le attività proposte sono state interessanti	4.14	0.85
Le attività proposte sono state comprensibili	3.86	0.91
Hai prestato attenzione durante le attività	4.14	0.85
È stato utile lavorare in gruppo	4.21	1.06
È stato utile discutere tutti insieme delle attività	4.37	0.98
Le attività proposte sono state utili per capire il significato delle formule matematiche	3.82	1.06
È stato utile utilizzare la piattaforma in classe	4.21	0.91
È stato facile utilizzare gli esercizi in piattaforma	3.75	1.11
È utile poter rivedere quanto svolto in classe da casa attraverso la piattaforma	3.91	1.13
È utile avere più tentativi per rispondere	4.35	0.93
È utile visualizzare la risposta corretta subito dopo aver risposto ad una domanda	4.42	0.94
Ti piacerebbe utilizzare la piattaforma per altri argomenti	4.05	1.07

Da questi risultati emerge chiaramente quanto gli studenti abbiano apprezzato l'aver tentativi multipli nel rispondere alle domande e un feedback immediato nello svolgimento degli esercizi. Molti studenti infatti hanno anche riportato queste considerazioni in risposta ad una domanda aperta del questionario che chiedeva quale aspetto avevano apprezzato maggiormente. Una studentessa, ad esempio, ha scritto: *“avere più possibilità per rispondere mi ha fatto riflettere di più”*. Altre risposte includono l'utilizzo della piattaforma in classe, l'immediatezza della valutazione, il lavoro in gruppo e la discussione collettiva per commentare le attività; ad esempio: *“ho apprezzato il fatto che dopo la spiegazione potessimo risolvere gli esercizi a casa e che ne discutessimo insieme in classe per capire i nostri errori e per confrontarci con i no-*

*stri compagni”; “ho apprezzato il fatto che la piattaforma dava la risposta corretta, molto utile per capire gli errori”.*

L'organizzazione del percorso, che permetteva ad ognuno di accedere con i propri tempi alle attività, è stata di supporto al modello di BYOD adottato. La differenza tra i dispositivi utilizzati dai ragazzi influiva nelle modalità di svolgimento del percorso: ad esempio con dispositivi touch come i tablet era più semplice inserire le formule utilizzando la sintassi testuale e vedere l'anteprima simbolica, mentre chi utilizzava il computer ha in generale trovato più semplice inserire le formule attraverso l'Equation Editor. Con l'organizzazione scelta, le docenti e le ricercatrici potevano girare tra i banchi dando istruzioni personalizzate e supportando chi ne aveva bisogno mentre il resto della classe procedeva autonomamente, ottimizzando notevolmente il tempo.

Le risposte alle domande della verifica finale hanno messo in luce come gli studenti abbiano compreso gli argomenti presentati. In particolare, abbiamo analizzato le percentuali di risposta corretta di due delle domande della verifica, per le quali abbiamo un confronto con il campione nazionale INVALSI. Il 60% degli studenti che ha partecipato alla sperimentazione ha risposto correttamente ad una domanda che chiedeva di scrivere la formula del perimetro di una figura al variare di un parametro: la stessa domanda era stata proposta nel test INVALSI 2017/2018 al grado 8 e aveva ottenuto il 27% di risposta corretta, classificandosi tra le più difficili. Sempre il 60% ha risposto correttamente ad una domanda che chiedeva di tradurre una formula dal linguaggio naturale al linguaggio simbolico; la domanda era stata proposta in una prova INVALSI al grado 10 ottenendo la stessa percentuale di risposta corretta, ma in un momento in cui questi argomenti dovrebbero essere dati per assodati, mentre per gli studenti che hanno partecipato alla sperimentazione erano appena stati introdotti.

## 5 Conclusioni

Il percorso didattico progettato e sperimentato ha messo in luce come materiali digitali interattivi costruiti secondo il modello di valutazione formativa automatica possono supportare una didattica individualizzata. I feedback immediati e interattivi consentono agli studenti di proseguire con i loro tempi ricevendo le informazioni necessarie per proseguire nel percorso; l'accessibilità e i tentativi multipli incoraggiano il ragionamento e la persistenza di fronte all'errore, che così può diventare fonte di apprendimento. Inoltre la natura algoritmica delle domande e la valutazione automatica di risposte aperte consente di attivare diversi processi cognitivi, di riflettere in vari registri di rappresentazione e di passare da uno all'altro mantenendo il significato degli oggetti rappresentati. Utilizzato in classe, questo modello supporta il BYOD: gli studenti procedono autonomamente e il docente può offrire un aiuto individualizzato, adattato alle esigenze di apprendimento degli studenti e ai diversi dispositivi adottati dalla classe.

Benchè questa ricerca sia stata effettuata su un campione non rappresentativo di studenti e in assenza di un campione di controllo per l'analisi dei risultati, essa getta le basi per nuovi studi più approfonditi sui diversi temi che emergono. È possibile costruire simili percorsi interattivi per argomenti diversi, o anche per materie diverse

dalla matematica. Questi materiali sono stati messi a disposizione di tutti i docenti che partecipano al Progetto Problem Posing and Solving [13], che potranno riutilizzarli e adattarli alle proprie esigenze.

## Riferimenti bibliografici

1. MIUR - Servizio Statistico: Focus “Le dotazioni multimediali per la didattica nelle scuole.” (2015).
2. Alberta, Alberta Education: Bring your own device: a guide for schools. Alberta Education, Edmonton (2012).
3. Parsons, D., Adhikari, J.: Bring Your Own Device to Secondary School: The Perceptions of Teachers, Students and Parents. *The Electronic Journal of e-Learning*. 14, 66–80 (2016).
4. MIUR: Indicazioni Nazionali per il curriculum della scuola dell’infanzia e del primo ciclo d’istruzione. (2012).
5. Ministero della Pubblica Istruzione: Decreto Ministeriale 9 febbraio 1979: Programmi, orari di insegnamento e prove di esame per la scuola media statale. (1979).
6. Malara, N.A.: Il pensiero algebrico: come promuoverlo sin dalla scuola dell’obbligo limitandone le difficoltà? *L’educazione matematica*. 17, 80–99 (1996).
7. Cusi, A., Malara, N.A., Navarra, G.: Early Algebra: Theoretical Issues and Educational Strategies for Bringing the Teachers to Promote a Linguistic and Metacognitive approach to it. In: *Early Algebraization: Cognitive, Curricular, and Instructional Perspectives*. pp. 483–510. Berlin-Heidelberg: Springer (2011).
8. Duval, R.: Representation, Vision and Visualization: Cognitive Functions in Mathematical Thinking. *Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
9. Tomlinson, C.A., Tomlinson, C.A.: *How to Differentiate Instruction in Mixed-Ability Classrooms*. Association for Supervision & Curriculum Development, Alexandria: (2005).
10. Barana, A., Fioravera, M., Marchisio, M., Rabellino, S.: Adaptive Teaching Supported by ICTs to Reduce the School Failure in the Project “Scuola Dei Compiti.” In: *Proceedings of 2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*. pp. 432–437. (2017). <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2017.44>.
11. Barana, A., Marchisio, M., Rabellino, S.: Automated Assessment in Mathematics. In: *Proceedings of 2015 IEEE 39th Annual Computer Software and Applications Conference*. pp. 670–671. (2015). <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2015.105>.
12. Barana, A., Conte, A., Fioravera, M., Marchisio, M., Rabellino, S.: A Model of Formative Automatic Assessment and Interactive Feedback for STEM. In: *Proceedings of 2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*. pp. 1016–1025. (2018). <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2018.00178>.
13. Brancaccio, A., Marchisio, M., Palumbo, C., Pardini, C., Patrucco, A., Zich, R.: Problem Posing and Solving: Strategic Italian Key Action to Enhance Teaching and Learning Mathematics and Informatics in the High School. In: *Proceedings of 2015 IEEE 39th Annual Computer Software and Applications Conference*. pp. 845–850. (2015). <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2015.126>.

# Scenari d'uso della tecnologia 5G per l'apprendimento dentro e fuori la scuola

Adriano Baratè, Goffredo Haus, Luca A. Ludovico,  
Elena Pagani e Nello Scarabottolo

Dipartimento di Informatica "Giovanni Degli Antoni"  
Università degli Studi di Milano  
Via G. Celoria 18, 20133 Milano, Italia  
{adriano.barate,goffredo.haus,luca.ludovico,elena.pagani,  
nello.scarabottolo}@unimi.it

**Abstract.** La disponibilità della tecnologia 5G per la comunicazione ad alte prestazioni con dispositivi mobili apre nuovi scenari all'adozione di strumenti e metodi per la didattica multimediale a distanza, sinora destinati, di fatto, a un utilizzo su postazioni fisse. In questo articolo si analizzano, da un lato, i requisiti prestazionali della didattica multimediale e, dall'altro, le potenzialità della tecnologia 5G, per arrivare infine a delineare alcuni possibili scenari che questo binomio renderà possibili.

**Keywords:** 5G, educazione, BYOD.

## 1 Introduzione

L'utilizzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT: *Information and Communication Technologies*) ha consentito da tempo il superamento della barriera tra apprendimento formale di gruppo all'interno della classe e studio individuale al di fuori del contesto scolastico. Le tipologie di supporti offerte allo studio individuale hanno però caratteristiche profondamente diverse: si va dalla semplice disponibilità di documentazione in rete alla comunicazione audio e video in tempo reale, all'accesso a supporti multimediali, all'uso di ambienti di realtà virtuale e aumentata. La scelta di quali supporti adottare dipende naturalmente da molti fattori, non ultima la capacità dei docenti di utilizzare in modo adeguato le diverse tecnologie; ma senz'altro i supporti più avanzati presentano requisiti di trasferimento in tempo reale di grandi quantità di informazione, quindi possono essere adottati in presenza di connessioni ad alte prestazioni, tipiche delle postazioni fisse.

In Italia si sta attualmente sperimentando la tecnologia 5G per la comunicazione ad alte prestazioni con dispositivi mobili; grazie alle proprie caratteristiche tecniche, questa tecnologia consentirà l'implementazione di nuovi servizi, rivoluzionando tanto i modelli di comunicazione multi-direzionale quanto il reperimento di informazioni in mobilità.

In questo lavoro si esplorano le possibili conseguenze di un utilizzo diffuso e consapevole del 5G in ambito didattico. In particolare, si mostra in che misura il 5G possa

aprire la classe “tradizionale” a esperienze di interazione con il mondo esterno, e, di converso, come tale tecnologia, adottata al di fuori della scuola, possa estendere il concetto di classe virtuale e geograficamente distribuita. Il lavoro si articola nel seguente modo: la Sezione 2 riassume i requisiti in termini di ampiezza di banda, latenza e affidabilità per diversi tipi di applicazioni multimediali, allo scopo di valutarne l’adozione in un contesto 5G; la Sezione 3 fornisce una panoramica sulle caratteristiche della tecnologia 5G, partendo dalle potenzialità teoriche per come vengono definite dagli standard e analizzando successivamente l’esito delle prime sperimentazioni; la Sezione 4 si concentra sull’utilizzo della tecnologia 5G per la realizzazione di applicazioni multimediali in ambiente didattico, allo scopo di delineare possibili scenari di *mobile e-learning*; infine, la Sezione 5 presenta le conclusioni e delinea gli sviluppi futuri di questo lavoro.

## 2 Requisiti delle applicazioni multimediali

Le principali applicazioni multimediali che possono essere adottate in un contesto didattico presentano differenti requisiti di ampiezza di banda, latenza e affidabilità della connessione fra erogatori e fruitori. La Tabella 1 riassume tali requisiti.

Soffermandosi sugli aspetti di latenza, si nota che le applicazioni di streaming tollerano fino a qualche secondo di ritardo, mentre le applicazioni di videoconferenza bidirezionale sono più stringenti, con un ordine di grandezza di 100 ms, affinché la *Quality of Experience* (QoE) sia accettabile per gli utenti [1]. Per quanto riguarda la velocità di trasmissione dei dati, in condizioni ottimali la telefonia cellulare 4G sarebbe in grado di supportare lo streaming video di alta qualità in 4K [2], ma non la realtà aumentata (AR) né la realtà virtuale (VR) [3] [4] [5]. Come dimostrato in letteratura, al fine di garantire agli utenti un’esperienza immersiva realistica, si rende necessario abbattere la latenza sotto la soglia di 10 ms, e per video di qualità “retina” la banda richiesta è dell’ordine dei Gbps.

**Tabella 1.** Prestazioni di rete attualmente richieste da alcune applicazioni multimediali.

Applicazioni	Ampiezza di banda	Latenza	Affidabilità
Streaming audio-video	≤ 3 Mbps	4-5 s	≥ 95%
Streaming video in HD	4-8 Mbps	4-5 s	≥ 95%
Streaming video in HD 3D	9 Mbps	4-5 s	≥ 95%
Streaming video 4K	25 Mbps	4-5 s	≥ 95%
Videoconferenza interattiva	≥ 2 Mbps	~ 100 ms	99% - 99,5%
Realtà aumentata	100 Mbps - 5 Gbps	1 ms	99% - 99,5%
Realtà virtuale interattiva	100 Mbps - 2.35 Gbps	10-30 ms	99% - 99,5%

## 3 Panoramica sulla tecnologia 5G

Il documento che descrive lo standard per la tecnologia 5G è stato pubblicato a marzo

2018 nell'ambito del Third Generation Partnership Project (3GPP) e approvato ufficialmente nella riunione plenaria di giugno 2018 [6].

Scopo di questa sezione è analizzare le caratteristiche della tecnologia e le prestazioni ottenute in sperimentazioni sul campo, nell'ottica dei servizi utili per il supporto sia alla didattica in presenza – in classe o al di fuori di essa – sia alle interazioni tra docenti e studenti in spazi virtuali.

### 3.1 Lo standard 5G

La tecnologia 5G si propone di fornire un supporto migliore ad applicazioni già esistenti e di introdurre servizi di telecomunicazione innovativi, ad esempio per la Internet delle Cose (IoT, *Internet of Things*) e per l'Industria 4.0. In Figura 1 si illustrano i futuri scenari per le telecomunicazioni *wireless*, organizzati in accordo ai servizi standard definiti per le reti 5G. Si tratta, rispettivamente, di: miglioramento della capacità trasmissiva per i dispositivi mobili (eMBB, *enhanced mobile broadband*), connettività massiva (mMTC, *massive machine type communications*), e altissima affidabilità unita a caratteristiche di bassa latenza (URLLC, *ultra reliable low latency communications*).

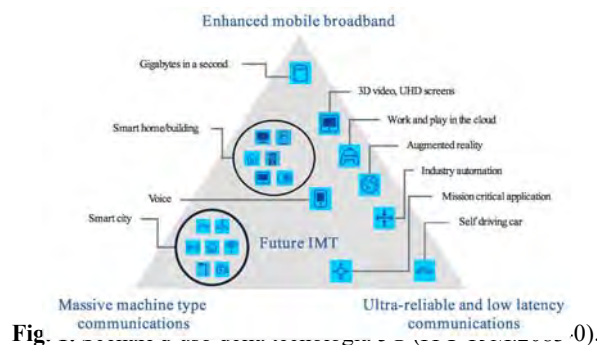


Fig. 1 (Fonte: 3GPP, 2018).

In [7] è fornita una descrizione dei vari scenari. Relativamente a quelli di interesse per il presente lavoro, si distinguono:

- *Velocità incredibile (“amazingly fast”)* e *connessioni in tempo reale e super-affidabili (“super real-time and reliable connections”)* – Gli utenti possono ottenere un’altissima velocità di trasmissione dei dati con connessioni istantanee, e a bassa latenza e alta affidabilità. Questo aspetto è cruciale, ad esempio, per applicazioni basate sullo scambio di molteplici flussi multimediali ad alta qualità.
- *Qualità di servizio ottimale anche in luoghi affollati (“great service in a crowd”)* – In futuro, anche in luoghi particolarmente affollati quali gli stadi o le sale da concerto – dove attualmente la connettività è fortemente compromessa dalla compresenza di dispositivi che cercano di accedere alle risorse di rete in modo concorrente – sarà garantita un’esperienza di navigazione soddisfacente.
- *Esperienza ottimale in mobilità (“best experience follows you”)* – Anche agli utenti che si spostano a velocità non trascurabili (in auto, con i mezzi pubblici, ecc.) verrà garantita una qualità di servizio ottimale.

Le due caratteristiche promesse al primo punto supportano la condivisione in tempo reale di video, che possono ad esempio risiedere sul dispositivo del docente o essere reperibili sulla cloud, e danno la possibilità di arricchire la lezione con esperienze immersive in realtà virtuale o aumentata [8]. Gli altri due scenari elencati attengono, invece, alla possibilità di realizzare una classe estemporanea utilizzando i dispositivi di docenti e discenti in un approccio *Bring Your Own Device* (BYOD) [9]; si pensi, ad esempio, a iniziative didattiche quali concerti, rappresentazioni teatrali e visite guidate in aziende, musei o luoghi storici. Grazie ai servizi 5G, in questi scenari diviene ora realizzabile l'agile condivisione, fruizione, e costruzione di contenuti, anche ricchi dal punto di vista della multimedialità.

In particolare, il servizio eMBB [10] si focalizza su applicazioni che richiedono un trasferimento veloce di una grande quantità di dati, in ambiti come lo streaming video in tempo reale ad altissima definizione e il gioco online con video sferico a qualità 4K. Nel documento citato si delineano gli obiettivi per le applicazioni Media & Entertainment, con servizi TV per utenti mobili che richiedono fino a 100-200 Mbps (con picchi fino a 250 Mbps in scaricamento) e latenza inferiore a 100 ms. Come si nota dal confronto con Tabella 1, queste prestazioni potrebbero consentire di supportare anche applicazioni di realtà aumentata o realtà virtuale. Appare invece di scarso interesse il servizio URLLC che, sebbene in grado di soddisfare i requisiti di latenza e affidabilità di applicazioni AR/VR, fornirà una banda di soli 10 Mbps [11].

Nell'ottica della didattica BYOD, due caratteristiche del 5G risultano di particolare interesse. La prima è il supporto del multi-RAT (*multi-radio access technology*), che implica la coesistenza del 5G con altre tecnologie quali le reti mobili 4G, il Bluetooth e il WiFi. Appoggiandosi ad altre tecnologie di rete, è possibile risparmiare traffico relativo al 5G: si pensi, ad esempio, a piani tariffari che contemplano un massimo giornaliero o mensile di traffico dati. Va però sottolineato che, in alcuni casi, l'ampiezza di banda garantita da tali tecnologie può essere inferiore: mentre WiFi (versione 802.11ac) nei casi d'uso reali arriva fino a circa 200 Mbps, Bluetooth 5 raggiunge circa 2 Mbps. Un'alternativa è sfruttare la tecnologia LTE Direct, un'integrazione al 4G LTE standardizzata a marzo 2015 che permette di alleggerire le stazioni base consentendo la comunicazione diretta tra dispositivi all'interno della stessa cella. Nel 2015 Deutsche Telekom ha effettuato un primo test di LTE Direct, validando in tal modo la realizzabilità dell'approccio [12]. LTE Direct ha un raggio di copertura radio maggiore rispetto al WiFi anche nelle aree urbane, supporta la connessione in mobilità fino a 30 Km/h e ha un tasso di trasferimento dati dell'ordine di 13 Mbps in scaricamento, compatibile quindi con i requisiti di videoconferenze interattive e streaming video HD 3D (Tabella 1).

La seconda caratteristica di interesse è l'adozione di piattaforme cloud nell'infrastruttura 5G [13], che apre numerose possibilità. Le piattaforme cloud possono, infatti, ospitare grandi moli di informazioni, quali dati multimediali utili per applicazioni AR/VR, e grazie al 5G esse saranno in grado di erogarli agli utenti garantendo un'alta qualità di fruizione. Simmetricamente, la cloud potrà immagazzinare contenuti prodotti da docenti/discenti per condivisione sia immediata sia posticipata.



### 3.2 Preliminari misure di prestazioni

Finora sono state elencate le promesse e le aspettative legate al 5G; ma la situazione reale, misurata sul campo, potrebbe differenziarsi in maniera sostanziale rispetto a quanto previsto dallo standard. Allo stato attuale (inizio 2019), i servizi 5G sono in fase di sperimentazione all'interno di laboratori di ricerca e in alcune aree metropolitane (in Italia, si tratta di Milano, Prato, L'Aquila, Bari e Matera). Si è dunque condotta un'analisi dei dati disponibili provenienti da queste prime sperimentazioni, concentrandosi in particolare sulla realtà europea.

Per l'installazione Bari-Matera, il consorzio 5G-PPP [14] ha conseguito una velocità di trasferimento dati di 3 Gbps con una latenza di circa 2 ms [15]; in questo caso, l'approccio 5G è stato ibridato con la tecnologia LTE, mentre la migrazione verso il 5G puro è prevista per la metà del 2019.

L'Osservatorio europeo 5G fornisce dati provenienti da circa 180 prove ed esperimenti [16]. Dalle analisi condotte, emerge che le misure più realistiche hanno raggiunto una velocità di trasmissione da 700 Mbps a 1 Gbps in un test effettuato in un'area urbana, quindi con una ragionevole densità di utenti. In generale, le latenze misurate sono molto contenute, dell'ordine di pochi millisecondi. Rifacendosi alla Tabella 1, queste prestazioni supportano in modo soddisfacente i requisiti di tutte le applicazioni multimediali attuali, compresa la realtà virtuale e aumentata, rendendo il 5G una tecnologia idonea per supportare l'implementazione di servizi innovativi per la didattica come quelli discussi nel seguito.

Si consideri che tali risultati sono stati spesso ottenuti in infrastrutture 4G che stanno gradualmente migrando al 5G. In futuro, è molto probabile che si ottengano risultati migliori, grazie all'evoluzione delle componenti hardware e software. Le prestazioni realmente osservate dagli utenti dipenderanno in gran parte dal mix di traffico dovuto ai diversi servizi che verranno messi a disposizione e da come essi si contenderanno le risorse di rete.

## 4 Applicazioni didattiche del 5G

In virtù delle caratteristiche attese del 5G, è possibile ipotizzare un'evoluzione di servizi già disponibili in ambito didattico, così come l'introduzione di nuove funzionalità che combinino i più recenti avanzamenti tecnologici con la possibilità di fruirne in mobilità su dispositivi personali.

Rifacendosi alla Tabella 1 e ipotizzando una declinazione educativa delle applicazioni esemplificate, si può innanzi tutto evidenziare il supporto offerto alla trasmissione di flussi audio-video, che dunque possono essere veicolati in grande numero, in modo multidirezionale (provenienti in entrata al dispositivo da varie sorgenti e indirizzati in uscita verso vari dispositivi) e con contenuti ad alta qualità senza saturare la banda disponibile sulla stazione base e sul singolo dispositivo. Ciò consente di progettare e implementare oggetti didattici multi-livello, in cui la descrizione del contenuto informativo coinvolga diverse dimensioni e, per ciascuna di queste, proponga diverse istanze.

A titolo di esempio, rifacendosi all'ambito musicale, si possono citare standard

multi-strato quali l'IEEE 1599 [17], che consente di codificare all'interno di un unico documento informazione eterogenea in merito a simboli musicali (livello logico), partiture (livello notazionale) ed esecuzioni reali (livello audio) e sintetiche (livello performance), oltre a metadati sul brano e informazioni sulla sua struttura. A ciascuno dei livelli menzionati un documento IEEE 1599 permette di collegare più istanze, ad esempio più tracce audio o più versioni della partitura, mutuamente sincronizzate. Un approccio di questo genere nell'apprendimento della musica consente di personalizzare, e in molteplici modi, la fruizione da parte degli utenti, venendo incontro a differenti esigenze didattiche. Ad esempio, la compresenza di materiali grafici e audio mutuamente sincronizzati consente una visualizzazione della partitura in sincrono con l'esecuzione audio, adatta all'apprendimento della notazione musicale occidentale e, più in generale, allo sviluppo di abilità nella lettura della partitura; la compresenza di più versioni della partitura consente di confrontare grafie diverse (ad esempio, l'autografo con una versione a stampa più leggibile), studiare le variazioni nelle edizioni via via succedutesi, apprendere forme di notazione musicale differenti (ad esempio, i neumi o le intavolature) confrontandole con quella di uso comune, adottare forme notazionali semplificate per avvicinare i discenti al linguaggio musicale (si veda, ad esempio, [18]); la compresenza di differenti versioni audio permette di comparare in tempo reale le esecuzioni da parte di diversi interpreti, confrontando il gesto esecutivo, l'evoluzione nel gusto interpretativo, e via dicendo. A tutto questo, si sovrappone la possibilità di introdurre versioni appositamente studiate dei suddetti materiali per venire incontro a esigenze specifiche: un livello di notazione colorata per studenti affetti da disturbi specifici dell'apprendimento, una partitura semplificata per musicisti alle prime armi, diversi livelli di analisi strutturale di uno stesso brano a seconda degli obiettivi del docente e delle competenze degli allievi, e così via.

Tale approccio, qui esemplificato sul caso di studio musicale, può chiaramente essere generalizzato a qualsiasi materia di studio che tragga beneficio da una visione multi-livello. Il rovescio della medaglia consiste nella necessità di inviare molteplici flussi multimediali audio e video, tipicamente ad alta qualità; ma le caratteristiche di banda garantita dal 5G vengono incontro a tali esigenze, come argomentato in [19] per quanto concerne l'educazione musicale e in [20] rispetto a un corso universitario erogato in modalità on-line.

Gli aspetti di bassa latenza e alta velocità di trasmissione dei dati migliorano sensibilmente anche gli approcci di insegnamento a distanza che ricadono nella categoria della videoconferenza interattiva, ma di questo aspetto ci occuperemo più diffusamente nella prossima sezione.

Riguardo ai servizi innovativi che il 5G potrà introdurre in ambito didattico, vale la pena citare le applicazioni più esigenti in termini di consumo di banda e di responsività, tra cui esperienze didattiche incentrate sulla realtà aumentata e sulla realtà virtuale. Diventerà dunque possibile ricreare su dispositivi portatili attività di laboratorio a distanza, anche in mobilità, così come personalizzare l'esperienza utente all'interno di luoghi affollati (si pensi agli studenti presenti in un'aula, ciascuno dotato di un proprio visore). Uno degli aspetti più critici riguarda la sensazione di isolamento in cui il discente si trova quando immerso in uno scenario di realtà virtuale [21], il che confligge,

solo per citare un esempio, con i vantaggi della *peer cooperation*; tuttavia le caratteristiche del 5G consentono di progettare e realizzare esperienze VR condivise, quali ad esempio quelle citate in [22], [23] e [24], in cui molteplici attori – studenti e docenti – possono scambiarsi dati e informazioni e collaborare all'interno dell'ambiente virtuale (*cyberspazio*).

#### **4.1 Abbattimento delle barriere tra l'apprendimento in classe e fuori dalla scuola**

All'interno di una molteplicità di servizi ed esperienze implementabili grazie alla diffusione della tecnologia 5G, ci si vuole ora soffermare su un aspetto specifico: l'abbattimento della tradizionale barriera che contraddistingue l'apprendimento in classe, ossia la lezione di gruppo all'interno di un ambiente formale, e quello che ha luogo al di fuori della scuola, spesso individuale e svolto in ambienti non convenzionali.

Si considerino, innanzi tutto, gli scenari di apertura della didattica in aula verso il mondo esterno. Un primo, banale risultato è la possibilità per ciascuno studente di sfruttare a pieno gli approcci BYOD nel condurre ricerche e nel condividere materiali multimediali, anche ad alta qualità, con i compagni di classe e con il docente in una sorta di infrastruttura di *edge computing* [25]. Questa potenzialità è già disponibile con le attuali tecnologie di rete, ma il 5G migliorerebbe l'esperienza utente in termini di qualità del servizio, velocità e disponibilità di banda per tutti i soggetti coinvolti.

Tali caratteristiche verrebbero poi sfruttate a pieno nella didattica basata su materiali digitali dal contenuto informativo multi-livello, in cui una singola tematica viene affrontata da vari punti di vista. La presenza di molteplici flussi audio/video ad alta qualità e bassa latenza favorirebbe non solo l'eterogeneità nella descrizione, ma anche il rilascio di materiali alternativi e personalizzati in base alle esigenze dei singoli studenti (ad esempio, affetti da disabilità fisiche o cognitive, disturbi specifici dell'apprendimento, ecc.).

Per determinate categorie di studenti, opportune interfacce basate sulla realtà aumentata possono risultare di grande aiuto. Si consideri, a titolo di esempio, un utente non vedente con il proprio dispositivo dotato di interfaccia tattile da cui ricava informazioni su ciò che non può percepire: potrà, ad esempio, percorrere un disegno o seguire una partitura con le dita. In questa ottica, il 5G garantisce performance che supportano approcci AR personalizzati in un contesto BYOD.

Un'ulteriore applicazione del 5G potrebbe essere la creazione di classi estese attraverso la federazione di più luoghi fisici. In tal modo, un docente potrebbe fare lezione non solo agli studenti fisicamente presenti in aula, ma anche a classi geograficamente distribuite, trasmettendo molteplici flussi audio/video simultanei ad alta qualità per catturare molteplici aspetti dell'azione didattica (il volto e la voce del docente, la lavagna tradizionale a vari livelli di dettaglio, la lavagna interattiva multimediale, l'uditorio presente in classe, e via dicendo). Il docente stesso potrebbe non essere l'unico portatore di conoscenza, ma collaborare con altri colleghi ed esperti geograficamente distribuiti, o dialogare con i partecipanti alla classe estesa, fisicamente presenti o distanti. Ricordando poi che il 5G è pensato per le reti mobili e per i luoghi affollati, il concetto di aula estesa potrebbe coinvolgere luoghi atipici quali un autobus in movimento o un

cinema densamente popolato, contesti in cui ciascuno studente potrebbe personalizzare la fruizione selezionando e miscelando i flussi audio/video più idonei ad un apprendimento ottimale.

La qualità di servizio garantita anche in piccole aree densamente popolate di dispositivi rende possibile l'invio di flussi multimediali personalizzati durante iniziative didattiche esterne alla scuola, quali concerti, rappresentazioni teatrali o visite guidate; in tali contesti, ad esempio, si può ipotizzare una fruizione arricchita da aspetti di realtà aumentata o virtuale e personalizzata per ciascuno studente.

Si sono dunque mostrati alcuni scenari in cui il 5G potrebbe aiutare a superare i limiti logistici imposti dalla didattica in aula; ma tale tecnologia può trovare valida applicazione anche nella cosiddetta didattica capovolta (*flipped classroom*), una metodologia che propone l'inversione dei due momenti classici, lezione e studio individuale [26]. L'idea è quella di traslare il momento dell'apprendimento al di fuori del contesto scolastico e sostituire lo studio individuale tradizionale con l'azione didattica in classe dove l'insegnante esercita il proprio ruolo di tutor al fianco degli studenti. In questa ottica, l'adozione della tecnologia 5G può portare notevoli benefici all'apprendimento esterno alla classe.

Innanzitutto, le caratteristiche del 5G permettono di applicare anche allo studio individuale un approccio multi-livello. Da qualsiasi ambiente eletto a luogo di studio – sia esso una casa, una biblioteca, un parco, un treno, o altro – risulterà possibile accedere a numerose fonti in parallelo. Ad esempio, nel preparare una ricerca su una specie di piante, si potrà recuperare la scheda botanica da un archivio dedicato, reperire in rete numerose foto delle sue varietà, accedere alle immagini ad alta definizione di un erbario medievale e visualizzare il video della procedura di estrazione di oli ed essenze in un laboratorio erboristico/profumiero, tutto questo arricchendo i materiali con proprie annotazioni, foto e disegni da condividere, anche in realtà aumentata.

Inoltre, lo scambio di flussi multimediali e multidirezionali consente di costituire in modo dinamico ed estremamente flessibile una rete di studenti e tutor. Ad esempio, è possibile organizzare una sessione di studio condiviso, interloquendo in modo sincrono tra compagni, condividendo l'audio e più flussi video ed invocando l'aiuto di un tutor che avrà visibilità su tutti i materiali approntati dal gruppo. In riferimento a un problema già sollevato in merito alle esperienze di realtà virtuale, un'applicazione di questo genere permette di superare l'isolamento che tipicamente si sperimenta nello studio individuale.

L'incontro tra studenti potrebbe, poi, aver luogo in un contesto completamente virtuale, in cui gli *avatar* interagiscono per scambiarsi informazioni o per risolvere in modo condiviso un problema. Uno dei principali pericoli associati all'uso della realtà virtuale, ossia l'isolamento dell'utente, verrebbe dunque scongiurato. Tra le molte sue declinazioni in ambito educativo, la realtà virtuale consentirebbe, ad esempio, di esplorare ambienti lontani o sconosciuti che sono oggetto di studio, di ricostruire senza rischi esperienze di laboratorio potenzialmente pericolose, o di garantire l'anonimato ai partecipanti di un dibattito su temi etici controversi. Grazie alla tecnologia 5G, questi modelli innovativi di azione didattica potrebbero entrare nella vita quotidiana attraverso gli smartphone di ultima generazione, sempre più diffusi tra i giovani, e accompagnare ovunque gli studenti garantendo la stessa esperienza anche in mobilità.

## 5 Conclusioni

Il presente articolo discute i nuovi scenari educativi resi possibili dall'imminente avvento della tecnologia 5G. Si analizzano le caratteristiche delle applicazioni multimediali di possibile interesse per varie forme di didattica, e si esaminano i servizi erogati dalla tecnologia 5G e le prestazioni misurate nei primi esperimenti condotti.

L'analisi dimostra che l'uso delle reti 5G garantirà – tra i principali vantaggi – la fruizione di flussi multimediali multi-direzionali di alta qualità; l'efficiente condivisione di contenuti in classi estemporanee formate dai dispositivi di docenti e discenti in didattica BYOD; l'utilizzo di applicazioni di realtà aumentata sia per l'arricchimento dell'esperienza didattica sia per il supporto a studenti con necessità particolari (disabilità, DSA); un'alta interattività tra le parti coinvolte in attività didattiche non in presenza; la fruizione e condivisione di esperienze in realtà virtuali.

### Riferimenti bibliografici

1. Cisco: Video Quality of Service Tutorial, 4/2017: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/quality-of-service-qos/qos-video/212134-Video-Quality-of-Service-QOS-tutorial.html>.
2. Gonzales, B.: Internet Speed Requirements for Video Streaming, October 2018. [Online]. Available: <https://www.lifewire.com/internet-speed-requirements-for-movie-viewing-1847401>. [Consultato il giorno 28 febbraio 2019].
3. Mangiante, S., Klas, G., Navon, A., GuanHua, Z., Ran, J., Silva, M. D.: VR is on the Edge: How to Deliver 360° Videos in Mobile Networks, in *Proc. ACM Workshop on Virtual Reality and Augmented Reality Network (VR/AR Network)* (2017).
4. Qualcomm Technologies Inc.: VR and AR pushing connectivity limits, October 2018. [Online]. Available: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/vr-and-ar-pushing-connectivity-limits.pdf>. [Consultato il giorno 28 febbraio 2019].
5. Mushroom Networks: Bandwidth requirements for Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR), 2017. [Online]. Available: <https://www.mushroomnetworks.com/infographics/bandwidth-requirements-for-virtual-reality-vr-and-augmented-reality-ar-infographic/>. [Consultato il giorno 28 febbraio 2019].
6. 3GPP: Release 15, TR 21.915 v0.6.0, February 2019. [Online]. Available: <http://www.3gpp.org/release-15>. [Consultato il giorno 28 febbraio 2019].
7. Fallgren, M., Timus, B.: Scenarios, requirements and KPIs for 5G mobile and wireless system, METIS (2013).
8. Hedberg, J., Alexander, S.: Virtual reality in education: Defining researchable issues, *Educational Media International*, vol. 31, n. 4, pp. 214-220 (1994).
9. Hopkins, N., Sylvester, A., Tate, M.: Motivations for BYOD: An investigation of the contents of the 21st century school bag, in *Procs 21st European Conference ECIS 2013*.
10. 5G EVE: 5G European Validation platform for Extensive trials, (2018). [Online]. Available: <https://www.5g-eve.eu/>. [Consultato il giorno 28 febbraio 2019].

11. Li, Z., Uusitalo, M.A., Shariatmadari, H., Singh, B.: 5G URLLC: Design Challenges and System Concepts, in *Proc. 15th Int.Symp. on Wireless Comm. Systems (ISWCS)*, (2018).
12. Qualcomm Technologies Inc.: LTE Direct trial - White Paper, 2/2015: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/lte-direct-trial-whitepaper.pdf>. [Consult. 28/2/2019]
13. Xavier, G. P., Kantarci, B.: A survey on the communication and network enablers for cloud-based services: state of the art, challenges, and opportunities, *Annals of Telecommunications*, vol. 73, n. 3-4, pp. 169-192 (2018).
14. The 5G Infrastructure Public Private Partnership: European 5G trials, 2018. [Online]. Available: <https://5g-ppp.eu/5g-trials-2/>. [Consultato il giorno 28 febbraio 2019].
15. Fastweb: Rete 5G a Matera, accesa la prima antenna del progetto Bari-Matera 5G, 5/3/2018: <https://www.fastweb.it/internet/5g-matera-fastweb/>. [Consultato 28/2/2019].
16. European 5G Observatory: Major European 5G trials and pilots, 2018: <http://5gobservatory.eu/5g-trial/major-european-5g-trials-and-pilots/> [Consult: 28/2/2019].
17. Baratè, A., Haus, G., Ludovico, L.: State of the Art and Perspectives in Multi-Layer Formats for Music Representation, in *Procs.Int. Workshop on MMRP 2019*.
18. Baratè, A., Ludovico, L., Malchiodi, D.,: Fostering Computational Thinking in Primary School through a LEGO®-based Music Notation, in *Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems: Procs. 21st Int.Conf. KES-2017*, Marseille (2017).
19. Baratè, A., Haus, G., Ludovico, L., Pagani, E., Scarabottolo, N.: 5G Technology and Its Applications to Music Education, in *Procs 13th Int. Conf. on e-Learning 2019* (2019).
20. Baratè, A., Haus, G., Ludovico, L., Pagani, E., Scarabottolo, N.: 5G Technology and Its Application to E-Learning, in *Proc. 11th annual Int.Conf. EDULEARN 19* (2019).
21. Baños, R., Botella, C., García-Palacios, A., Villa, H., Perpiñá, C., Gallardo, M.: Psychological variables and reality judgment in virtual environments: the roles of absorption and dissociation, *Cyberpsychology & Behavior*, vol. 2, n. 2, pp. 143-148 (1999).
22. Mantovani, F.: 12 VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training, in *Towards cyberpsychology: mind, cognition, and society in the Internet age*, pp. 207-225, IOS press (2001).
23. Rakshit, S.M., Banerjee, S., Hempel M., Sharif, H.: Fusion of VR and teleoperation for innovative near-presence laboratory experience in engineering education, in *2017 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)* (2017).
24. Baratè, A., Haus, G., Ludovico, L., Pagani, E., Scarabottolo, N.: 5G Technology for Augmented and Virtual Reality in Education, in *Procs Int. Conf. END 2019*.
25. Hu, Y., Patel, M., Sabella, D., Sprecher, N., Young, V.: Mobile Edge Computing - A key technology towards 5G, 2015: [https://yucianga.info/wp-content/uploads/2015/11/Ref02-2015-09-etsi\\_wp11\\_mec\\_a\\_key\\_technology\\_towards\\_5g.pdf](https://yucianga.info/wp-content/uploads/2015/11/Ref02-2015-09-etsi_wp11_mec_a_key_technology_towards_5g.pdf). [Consultato 4/2019].
26. Bishop, J.L., Verleger, M.A.: The flipped classroom: A survey of the research, in *ASEE national conference proceedings* (2013).

# Aumentare l'apprendimento del lessico in Lingua Inglese e il coinvolgimento degli studenti attraverso UDL e Byod

Michela Chiappini<sup>12</sup>

<sup>1</sup>IISS Parentucelli-Arzela'

<sup>2</sup>Associazione Epict Italia

m.chiappini76@gmail.com

**Abstract.** Il presente articolo descrive una attività didattica progettata e condotta con il fine di coniugare la metodologia dell'Universal Design for Learning (UDL) con l'uso del BYOD per rendere ancora più incisiva l'azione formativa e facilitare gli alunni a ricordare vocaboli nuovi in modalità meno noiose e pertanto più motivanti. Secondo Nation [1] apprendere nuove parole richiede un'esposizione ripetuta e ludica, in un' ambiente di apprendimento adatto a diversi stili cognitivi ed intrinsecamente flessibile.

Il percorso proposto agli studenti è stato progettato tenendo conto anche degli aspetti di inclusione necessari e doverosi per garantire pari opportunità e rimuovere ogni ostacolo. Con il fine di promuovere lo sviluppo dell'individuo nelle sue potenzialità, nelle intelligenze multiple si è deciso di utilizzare una strategia didattica basata sull'approccio metodologico dell'Universal Design For Learning.

Coniugando l'utilizzo della tecnologia con metodi flessibili ma chiari di presentazione e pianificazione della didattica, l'UDL ha permesso ad ogni studente coinvolto nelle attività proposte in Lingua straniera di sentirsi a proprio agio utilizzando, non solo propri strumenti tecnologici (BYOD), ma coinvolgendoli in modo motivante nell'apprendimento dei nuovi vocaboli.

Attraverso l'UDL ed il BYOD, a progettazione glottodidattica si arricchisce pertanto di molteplici forme di rappresentazione, azione ed espressione, ma soprattutto sperimenta molteplici modalità di coinvolgimento che impattano sulla rete affettiva, producendo un abbassamento del filtro affettivo e potenziano anche la riflessione e la crescita della professionalità docente, un professionista riflessivo.

**Keywords:** Lessico in L2, Approccio Universal Design For Learning, Byod, Motivazione, Coinvolgimento

## 1 Introduzione

L'apprendimento del lessico è considerato uno dei processi più complessi nella glottodidattica che implica diversi aspetti che devono essere compresi riguardo allo studio delle parole, quali la forma, il loro significato ed infine l'uso nei diversi contesti comunicativi. Comunque, la sola ripetizione o il lavoro su un foglio tradizionale diventa un modo noioso e poco coinvolgente per l'apprendente. Perciò



gli insegnanti sono chiamati a trovare nuovi metodi e nuovi strumenti per ricordare il lessico in lingua straniera con stimoli cognitivi e sensoriali che portino benefici a tutti gli stili di apprendimento, soprattutto laddove la mancanza di coinvolgimento e motivazione porta alla frustrazione, all'insuccesso e all'ansia, non per aiutare gli studenti ad apprendere una lingua straniera è essenziale ricordare che memorizzare il lessico è la chiave. Per imparare una lingua è fondamentale perciò ripetere le parole. Nation [1] sottolinea l'importanza di avere dalle 5 alle 16 esposizioni agli stessi vocaboli per memorizzarle correttamente.

Inoltre, queste esposizioni devono non solo tenere conto degli stili di apprendimento ma altresì basarsi sulla naturalezza dell'apprendimento e sulle preferenze strategiche di ogni studente. Tali strategie variano molto ma sono anche alla base di un apprendimento consistente, prevedibile e flessibile.

Un altro elemento chiave nell'apprendimento di nuovi vocaboli in Lingua straniera risiede nell'utilizzo di metodi didattici condivisi che rendano gli studenti parte attiva e consapevole nel processo di apprendimento, in modo da rinforzare la motivazione e i processi metacognitivi e rendere le parole apprese significative per gli studenti.

### **1.1 Universal Design for Learning**

In sintonia con quanto affermato nella precedente sezione di questo articolo, il metodo che promuove la collaborazione ed il coinvolgimento in modo intrinseco e naturale è l'Universal Design for Learning (UDL) elaborato negli USA dal Center for Applied Special Design for Learning [2] [9].

Questo framework propone di articolare la didattica secondo tre fasi che man mano gli studenti imparano a riconoscere e a far loro quale metodo di studio e approccio generale al sapere: al momento della rappresentazione (usualmente svolta dall'insegnante) fanno seguito i momenti di espressione (dove gli studenti possono approfondire in modo individuale o a gruppo il tema esposto durante la rappresentazione) e di coinvolgimento (dove gli studenti creano il proprio artefatto quale espressione originale del loro apprendimento). Nella didattica supportata dagli strumenti digitali ogni momento può essere supportato da applicazioni digitali e i docenti di una classe possono definire un set predefinito di applicazioni da utilizzare per i diversi momenti dell'UDL. In questo modo la molteplicità degli stimoli e delle possibilità espressive concesse dai diversi strumenti digitali che è possibile utilizzare nelle diverse fasi dell'UDL, permette di incontrare i diversi stili di apprendimento degli studenti e permette una flessibilità usualmente non presente nelle classi. La libertà - guidata - che il docente concede agli studenti nelle fasi dell'espressione e coinvolgimento consente di allenare le diverse intelligenze degli studenti in linea con quanto definito nel metodo SOAP - Stesso Obiettivo Attività Personalizzate [3]

Al centro di questo approccio c'è lo studente che in modo dapprima guidato dall'insegnante e poi sempre più autonomamente, riesce a diventare esperto, ovvero consapevole del proprio modo di apprendere e degli strumenti che facilitano tale processo.

Lo studente esperto riuscirà pertanto a riconoscere le varie fasi di rappresentazione, espressione e coinvolgimento in cui si snoda il percorso di insegnamento-apprendimento secondo l'Universal Design for Learning. In tali fasi si potrà lavorare



in modo creativo per comprendere e chiarire dapprima Cosa si apprende, successivamente elaborare le informazioni acquisite in modo personale e flessibile (il Come dell'apprendimento), ed infine costruire e produrre in modo collaborative, coinvolgente (il Perché dell'apprendimento).

L'UDL pertanto ritrova nella flessibilità e nella ragionevolezza dei tempi e degli strumenti utilizzati le sue parole chiave, che riescono a creare un clima di collaborazione e consapevolezza tra insegnanti e studenti, ma soprattutto vedono nella tecnologia il miglior strumento per adattare la didattica ad ogni contesto ed apprendente.

## **1.2 Bring Your Own Devices (Byod): l'impatto sulla classe di Lingue**

Una delle motivazioni fondamentali del portare strumenti che siano facilmente trasportabili a scuola potrebbe risiedere nel basso impatto economico e nel peso inferiore sulle infrastrutture del contesto educativo. Un secondo motivo, evidenziato da Nicky Hockly [4] è la maggiore responsabilità affidata agli studenti nel monitorare il buon funzionamento dei loro dispositivi e la maggiore flessibilità e comfort nell'uso degli stessi.

Portare la propria tecnologia in classe sviluppa motivazione e riduce l'ansia nell'approccio con la Lingua Straniera. Infatti, generalmente usare una lingua straniera in classe crea un'emozione negativa che impatta negativamente sul processo di apprendimento. In alcune situazioni essa crea un senso di frustrazione tale da impedire la memorizzazione di nuovi vocaboli e come sottolineato da Daloiso [5] può inficiare ogni tentativo di coinvolgimento nel percorso linguistico.

Pertanto, utilizzare dispositivi personali, già conosciuti e con cui si è sviluppata familiarità crea un clima sereno ed informale, perché un ambiente non stressante facilita l'apprendimento linguistico e crea collaborazione [6].

Nel momento in cui l'ambiente diventa più sereno si possono proporre attività creative con l'uso di Apps e software che possano realizzarsi con i propri strumenti su fasi ben scandite di micro-progettazione didattica e che rispecchino la volontà di sperimentare l'informazione e non soltanto di acquisirla.

L'uso del proprio dispositivo può essere visto come un "aumento" delle potenzialità espressive e creative degli studenti in classe, usualmente abituati a utilizzare o tecnologie didattiche tradizionali o strumenti "della scuola" vissuti come freddi e poco performanti.

## **2 Il contesto e gli obiettivi**

La classe scelta per questo percorso didattico è una classe terza del Liceo sportivo, composta da 27 alunni, di cui 5 femmine e 22 maschi.

Nel contesto classe si creano dinamiche di difficile gestione in quanto spesso gli alunni si mostrano demotivati e poco autonomi, soprattutto dal momento in cui si hanno bisogni educativi speciali (DSA). Tutto ciò nello insegnamento della lingua inglese porta ad un innalzamento del filtro affettivo con poca flessibilità ed autonomia nell'utilizzo della lingua straniera soprattutto a causa della scarsa assimilazione di vocaboli utili per la comunicazione rispetto al CEFR (B1).

Inoltre, si è notato come spesso non esista un reale coinvolgimento degli alunni nello svolgimento delle lezioni, soprattutto nell'apprendimento del lessico in Lingua Inglese.

La scelta di una metodologia coinvolgente come l'UDL "aumentata" dall'uso dei dispositivi personali è stata fatta con l'obiettivo di agevolare il coinvolgimento degli studenti che grazie a una didattica attiva e flessibile *per tutti* facesse sentire gli alunni a loro agio, sia nella glottodidattica che nell'uso delle tecnologie.

Per verificare se l'uso di UDL e BYOD favorisca sia il coinvolgimento nelle attività didattiche - e quindi la motivazione - sia l'aumento di vocaboli conosciuti dagli studenti, si sono messi a confronto i dati di un percorso tradizionale e di uno svolto secondo le metodologie descritte.

## 2. 1 La progettazione e le attività

All'inizio del percorso basato su UDL e BYOD, gli studenti sono stati coinvolti nella scelta degli argomenti da trattare durante le lezioni ed hanno espresso un particolare interesse per i testi delle canzoni in lingua su tre macro temi quali l'amore, l'amicizia e la vita. La libertà di scelta sul percorso di apprendimento ha creato un senso di condivisione e di relazione significativa con il docente Caon [7].

Considerando l'importanza della condivisione del percorso di micro-progettazione, gli studenti hanno potuto imparare le caratteristiche fondamentali dell'*Universal Design for Learning* attraverso delle slides condivise sul Drive di classe una successiva discussione. Successivamente si sono creati tre gruppi di lavoro per ogni macro argomento sul lessico e gli studenti hanno poi portato i loro pc e tablet.

Nella prima fase di rappresentazione gli studenti hanno utilizzato il web per ricercare testi e video musicali relativi agli argomenti ed hanno iniziato a costruire un Padlet in sincrono su Google account di classe. Ogni gruppo ha creato una lista di parole e ha iniziato a personalizzare il *Padlet* con foto e documenti. I gruppi hanno lavorato alla prima fase per due lezioni e hanno poi utilizzato per la seconda fase di rappresentazione un'elaborazione con *Quizlet* per memorizzare e giocare con i vari contenuti appresi fino a collaborare alla creazione di presentazioni originali per la terza fase di coinvolgimento dell'UDL.

Al termine delle varie fasi gli studenti hanno condiviso il loro percorso con una prova orale e valutati con una rubrica di valutazione che era stata precedentemente analizzata e condivisa con la classe.

## 2. 2 Gli strumenti

Per questo studio si è adottato un metodo di ricerca qualitativo che ha permesso al docente di acquisire un punto di vista interno al contesto della ricerca con una stretta associazione sia con i partecipanti che con le attività.

Gli strumenti di rilevazione utilizzati sono stati i seguenti:

- Interviste semi-strutturate
- Griglia di osservazione
- Prova finale con interrogazione orale vertente sulla conoscenza ed utilizzo dei vocaboli e la creazione di un prodotto digitale.

**Interviste.** Le interviste semi-strutturate sono state somministrate agli studenti prima e dopo l'inizio del percorso UDL e BYOD. Questa scelta è stata fatta per monitorare

l'effettivo impatto sugli studenti del framework UDL come metodo intrinsecamente inclusivo e rilevare la motivazione, il coinvolgimento nello studio del lessico in Lingua straniera. Pertanto le domande sono state finalizzate a rilevare non solo la motivazione, il coinvolgimento, ma anche la percezione positiva/negativa sull'uso degli approcci proposti.

Testo delle domande:

- Quanto ti senti coinvolto nelle lezioni di Lingua Inglese senza/ con la tecnologia?
- Quanto ti senti motivato nell'apprendere nuovi vocaboli in Lingua Inglese senza/ con la tecnologia?
- Durante le attività quanto hai utilizzato i vocaboli proposti sui temi prescelti durante il percorso didattico?

**Griglia di osservazione.** La griglia di osservazione è stata compilata dal docente durante le attività didattiche con approccio UDL e Byod e finalizzata a rilevare i seguenti elementi: motivazione, coinvolgimento e impatto sull'apprendimento del lessico in Lingua straniera.

Elemento chiave	Comportamento osservato
Motivazione/demotivazione	Gli studenti durante il percorso si sentono maggiormente a loro agio e non vivono passivamente l'apprendimento
Coinvolgimento nelle attività in Lingua straniera	Apprendono il lessico proposto in modo più personale ed efficace perché rimane acquisito nel tempo
Percezione positiva uso tecnologia con BYOD/UDL	La tecnologia proposta diventa supporto non invasivo e viene usata anche autonomamente fuori dalla classe di Lingua perché flessibile ai vari contesti e motivante

**Prova finale.** Al termine del lavoro di gruppo gli studenti hanno esposto in Lingua Inglese quanto elaborato e hanno mostrato i video, le slides ed i prodotti digitali preparati durante il percorso. Ogni studente si è dimostrato maggiormente disposto a usare la lingua straniera anche se con abilità comunicative eterogenee e ha rielaborato il lessico sui temi oggetto del percorso, in modo personale è attivo.

### 2.3 Analisi dei dati

I dati emersi sono stati raccolti prima e dopo l'utilizzo degli approcci UDL e BYOD. Tali dati sono divisi per:

**Interviste.** Le parole chiave emerse nei percorsi prima dell'uso degli approcci didattici proposti richiamano a: poco coinvolgimento, bassa motivazione e scarsa memorizzazione dei vocaboli appresi nel lungo termine.

Gli studenti intervistati dopo il percorso didattico con approcci Udl e Byod hanno mostrato un maggiore coinvolgimento, motivazione ed un migliore apprendimento dei vocaboli in lingua Inglese. I risultati emersi dalle interviste prima e dopo il percorso didattico con gli approcci innovativi, sono illustrati nella tabella sottostante in cui sono presentate le frequenze numeriche delle parole chiave evidenziate dalle interviste stesse.

**Osservazioni.** Il percorso degli studenti è stato monitorato costantemente in ogni fase del percorso didattico attraverso uso di griglie di osservazione che includono anche aspetti quali il coinvolgimento, l'attenzione nello studio della Lingua Straniera e la motivazione dimostrata durante le attività proposte. In particolare si è anche osservata la migliorata capacità di memorizzazione dei vocaboli con i metodi innovativi proposti.

**Test finale.** Uno dei principali spunti di riflessione emerge da un breve colloquio orale in cui ogni gruppo presenta alla classe il proprio elaborato ed esplica i vocaboli scelti ed il loro significato. La griglia di valutazione relativa al test finale era già condivisa con gli studenti. Pertanto gli indicatori relativi alle competenze e conoscenze in lingua straniera, la cooperazione nel gruppo seguendo le fasi Udl e l'utilizzo della tecnologia sono apparsi familiari e di facile discussione per una valutazione condivisa tra pari.

<i><b>Parola chiave <u>prima</u> del percorso</b></i>		<i><b>Parola chiave <u>dopo</u> il percorso</b></i>	
<i>Demotivato/a</i>	<i>2 5</i>	<i>Motivato/a</i>	<i>1 8</i>
<i>Coinvolto nelle attività</i>	<i>1 4</i>	<i>Coinvolto nelle attività</i>	<i>1 9</i>
<i>Conoscenza scarsa dei vocaboli</i>	<i>1 8</i>	<i>Miglioramento conoscenza vocaboli</i>	<i>2 0</i>
<i>Percezione positiva uso tecnologia senza BYOD/UDL</i>	<i>1 7</i>	<i>Percezione positiva uso tecnologia con BYOD/UDL</i>	<i>25</i>

I risultati dell'analisi dei dati appaiono in linea con quanto previsto dal docente per quanto concerne un maggiore coinvolgimento e motivazione degli studenti durante le attività con uso dell'approccio *UDL* e *Byod* per l'uso delle tecnologie nella didattica.

Risulta invece leggermente in contrasto con le aspettative di questo studio l'impatto sull'apprendimento dei vocaboli in lingua inglese che appare migliorato ma in modo lieve e pertanto questo aspetto verrà indagato in modo più approfondito per comprendere se l'uso della tecnologia e una maggiore autonomia hanno in qualche modo ostacolato una maggiore concentrazione da parte degli studenti.

### 3 Conclusioni

Durante la fase di progettazione e la successiva realizzazione di questo percorso glottodidattico si è avuto come principale obiettivo l'inclusione di ogni studente per un apprendimento efficace e duraturo del lessico in lingua straniera, l'incremento della motivazione e del coinvolgimento nel processo di insegnamento/apprendimento. Inoltre, durante le varie fasi di realizzazione del percorso in classe si è cercato di condividere le esperienze dell'uso della tecnologia creando gruppi di lavoro che fossero motivati all'apprendimento del lessico della lingua inglese e consapevoli del processo di apprendimento stesso.

Inoltre, l'uso di tecnologia non invasiva ed invadente ha permesso la realizzazione di una didattica più ludica e significativa grazie anche all'abbassamento dell'ansia da prestazione [8].

In conclusione, la condivisione delle fasi progettuali e del framework UDL hanno portato ad una migliore memorizzazione dei vocaboli per la maggioranza degli studenti coinvolti ma soprattutto ad un più efficace coinvolgimento e motivazione nella creazione di materiali in Lingua straniera con una maggiore competenza digitale.

### Riferimenti bibliografici

1. Nation, I.S.P.: Learning Vocabulary in Another Language, Cambridge University Press (2001).
2. CAST: Universal Design for Learning Guidelines version 2. 2. Retrieved from <http://udlguidelines.cast.org> (2018).
3. Sugliano, A. M.: Il Metodo SOAP (Stesso Obiettivo Attività Personalizzate): per conciliare stili di apprendimento, progettazione per competenze, obiettivi disciplinari e tecnologie digitali. Atti del I congresso nazionale Sie-L, Roma, Dicembre 2013.
4. Hockly, N.: Tech-Savy Teaching Byod, Modern English Teacher, Volume 21 (2012).
5. Daloiso, M.: I bisogni Linguistici Specifici, Erickson, Trento (2016).
6. Blake, R.: Brave New Digital classroom: Technology and Foreign Language Learning, Georgetown University Press, Washington (2013).
7. Caon, F.: Pleasure in Language Learning a methodological challenge, Guerra Edizioni, Perugia (2006).
8. Horwitz, E. H.: Foreign and Second Language anxiety, Language Teaching, Volume 43, Issue 02, April, pp. 154-167 (2016).
9. Savia G. (a cura di): Universal Design for Learning, Erickson, Trento (2016).



# EduLearn, un ambiente di apprendimento cloud per la didattica BYOD

Pierluigi Muoio

Università della Calabria, Via P. Bucci, 87036 Arcavacata di Rende (CS)  
pierluigi.muoio@unical.it

**Abstract.** Negli ultimi anni la pratica del BYOD, Bring Your Own Device (“porta con te il tuo dispositivo”), è stata sempre più frequentemente accostata al mondo dell’istruzione, permettendo di superare le problematiche derivanti dalle non sempre adeguate dotazioni tecnologiche presenti nelle aule scolastiche e universitarie. Esplicitamente previsto dal Piano Nazionale Scuola Digitale, questo approccio nella gestione delle tecnologie mobili supporta forme di apprendimento personalizzate, ma comporta problematiche e criticità (disparità, disuguaglianze, sicurezza dei dati e dei dispositivi) alle quali rispondere con l’adozione di strategie e soluzioni adeguate al contesto di riferimento. Il presente lavoro riporta l’esperienza di utilizzo di un ambiente di apprendimento in rete a supporto della didattica BYOD in ambito universitario. Tale ambiente, chiamato EduLearn, combina gli elementi strutturati tipici dei processi di apprendimento tradizionali, con strumenti e funzionalità proposti dalle reti sociali e dal Web 2.0, al fine di assecondare il modo di relazionarsi, di apprendere ed i comportamenti sociali che caratterizzano i nativi digitali.

**Keywords:** BYOD, Cloud, Ambienti di apprendimento, Innovazione didattica.

## 1 Introduzione

Negli ultimi anni le evoluzioni che hanno interessato le Tecnologie dell’Informazione e della Comunicazione (ICT o TIC), ed in particolare il Web, hanno prodotto una serie di cambiamenti nel modo di concepire il concetto di fare formazione oggi, tanto da rendere ancora più stretto il rapporto tra tecnologia ed apprendimento. Le tecnologie, infatti, hanno introdotto elementi che ridisegnano in modo completamente nuovo sia i modelli formativi di comunicazione ed erogazione del sapere sia le strategie e metodologie di acquisizione e costruzione delle conoscenze e competenze [1].

L’attuale società della conoscenza, sempre più connessa e caratterizzata da un sapere condiviso, distribuito e mutevole, richiede ai soggetti un apprendimento che deve svilupparsi lungo tutto l’arco della vita (*lifelong learning*) ed in qualsiasi luogo della vita (*lifewide learning*) in modo da tener conto anche dei contesti di apprendimento di natura non formale e soprattutto informale, i quali si rifanno sempre di più a tempi e luoghi di natura immateriale. Ogni soggetto, pertanto, diventa protagonista del proprio processo di crescita e formazione, assumendo un ruolo attivo nelle sue scelte al fine di gestire la propria professionalità, consapevole che, oggi, il compito di educare, di fare

formazione, non è più delegato solo e soltanto alle agenzie educative tradizionali a questo preposte. L'apprendimento dell'individuo avviene in modo circolare, secondo tempi, luoghi e modalità che non rispondono a regole rigidamente prestabilite, impegnando il soggetto a riorganizzare le conoscenze possedute al fine di produrne delle nuove, in modo da sviluppare la propria identità e convivere con le trasformazioni tipiche dell'era digitale. In uno scenario così delineato, si assiste al passaggio dal lavoratore manuale al lavoratore della conoscenza, il quale deve essere in grado di usare nella quotidianità le conoscenze acquisite e di impadronirsi dei nuovi saperi rapportandosi ai continui cambiamenti [2]. L'uso delle Tecnologie dell'informazione e della comunicazione in generale, e quello dell'e-learning in particolare, rappresentano un valido supporto al fine di innovare le azioni formative ed il sistema della formazione in ottica lifelong learning. Ciò assume maggiore rilievo se si considerano i cambiamenti introdotti dal Web 2.0, la disponibilità dei social software e le nuove modalità nell'uso della rete, sempre più orientata all'aggregazione, alla condivisione ed alla partecipazione degli utenti. Sulla base di tali elementi, e con una crescente attenzione rivolta all'apprendimento di natura informale, si è fatta strada l'idea di nuove modalità di insegnamento-apprendimento basate sulla capacità di connettersi e fare rete delle persone, secondo i principi dell'e-learning 2.0 [3], che tengono conto dei cambiamenti e delle necessità degli utenti di nuova generazione, privilegiando processi di creazione e fruizione condivisa di conoscenza. Al fine di creare i presupposti per una reale predisposizione al lifelong learning la scuola, l'università e le altre agenzie educative sono chiamate a promuovere le condizioni per la creazione e l'utilizzo di ambienti digitali orientati al BYOD (Bring Your Own Device), acronimo che fa riferimento a tutte quelle politiche di gestione delle tecnologie secondo le quali gli studenti possono utilizzare i dispositivi elettronici personali durante le attività didattiche a scopo di apprendimento. Si tratta di un modello di gestione della tecnologia in linea con l'approccio attivo e costruttivista, secondo la logica del "not to learn from but to learn with" e della "classe digitale leggera", che permette di ripensare ed aggiornare le metodologie didattiche esistenti in modo da rendere più efficace, aderente e congrua l'offerta didattica alle caratteristiche degli allievi di nuova generazione. Benché gran parte degli studi sulle potenzialità del BYOD si concentrino in ambito scolastico, tale approccio merita un approfondimento anche nel contesto universitario al fine di conoscerne limiti e potenzialità. A partire da tali premesse, il contributo descrive un ambiente di apprendimento in rete, denominato EduLearn, progettato e realizzato al fine di supportare il BYOD nella didattica universitaria, con l'obiettivo di integrare gli aspetti tipici dell'apprendimento formale con quelli dell'apprendimento informale e non strutturato permettendo ai soggetti in apprendimento di muoversi in modo libero ed autonomo in un unico contesto. Si presentano i risultati della sperimentazione condotta nell'ambito dell'insegnamento di Laboratorio Informatico di Base nel Corso di Laurea in Economia Aziendale dell'Università della Calabria.



## 2 Web 2.0 e nuovi scenari di apprendimento

L'emergere del Web 2.0, dei servizi di social networking, e più in generale la disponibilità dei social software, ha avvicinato ancora di più le persone, modificando la concezione e le modalità di utilizzo della rete. Il Web 2.0 [4], pur non introducendo innovazioni di tipo tecnologico rispetto al passato, ha proposto, tramite i suoi servizi ed i suoi strumenti di tipo "sociale", una nuova modalità di intendere la Rete, ovvero una nuova filosofia orientata ad una maggiore dinamicità ed interazione tra i navigatori. L'elemento più evidente che segna il passaggio dal Web di prima generazione, statico ed unidirezionale, al Web 2.0 dinamico e coinvolgente, è rappresentato dalla maggiore autonomia e centralità attribuita all'utente, evidenziata anche dalla presenza in rete degli *User Generated Content* (UGC), ovvero contributi ed artefatti realizzati dagli utenti stessi, condivisi tramite applicazioni 2.0 come Blog, Wiki, Podcast, Social network, Feed Rss, ecc., le quali configurano il Web come una piattaforma collaborativa. Tutto ciò segna il passaggio da un utilizzatore della rete semplicemente passivo, ad uno produttore di contenuti, ovvero da Consumer a Prosumer [5], passaggio che favorisce la circolazione di informazioni e la creazione di comunità aperte allo scambio ed alla condivisione con l'obiettivo di generare conoscenza condivisa, contribuendo a far diventare la Rete il luogo dell'intelligenza collettiva [6]. Termini quali condivisione, collaborazione, socializzazione, partecipazione, sono le parole chiave che descrivono e sintetizzano il principio alla base del Web 2.0: dare maggiore valore all'elemento sociale, alle persone che utilizzano la Rete ed ai contenuti da esse prodotti, considerando le tecnologie quali strumenti funzionali per favorire il raggiungimento degli obiettivi alla base della nuova filosofia. La natura partecipativa e dialogica del Web 2.0 si concilia bene con le modalità di relazionarsi sviluppate dagli utenti di nuova generazione appartenenti alla *Screen Generation* [7], definiti *Digital Natives* [8] o ancora con l'espressione *Homo Zappiens* [9], proprio per indicare la grande familiarità con l'utilizzo della Rete e gli emergenti stili di comunicazione abilitati dalle tecnologie digitali. Tali cambiamenti, oltre ad interessare diversi ambiti e settori della vita sociale, hanno avuto un notevole impatto sul mondo della formazione. Il cambiamento nelle modalità di apprendimento acquisite dai nativi digitali, orientate fortemente alla condivisione e alla collaborazione dall'uso dei tools di "tipo 2.0", ha portato alla necessità di rivedere i processi di apprendimento in rete ed all'introduzione del concetto di e-learning 2.0 [10]. L'e-learning 2.0 si pone l'obiettivo di recuperare le potenzialità insite nelle modalità spontanee, informali, di apprendere nelle situazioni quotidiane [11], superando la tradizionale modalità di intendere la formazione basata su un modello trasmissivo di conoscenza dall'insegnante al discente [12], per passare ad un approccio learner centered, incentrato sul discente e sulle sue reali esigenze formative. La dimensione dell'apprendimento informale può essere intrecciata con quella dell'apprendimento formale senza che ciò comporti uno smantellamento dei modelli fino ad oggi utilizzati, in modo da pervenire ad un unico scenario d'azione. Con l'avvento dell'e-learning 2.0 la Rete, intesa come spazio antropologico inter e intrapersonale [13], offre agli individui la possibilità di affiancare alle logiche trasmissive utilizzate nelle tradizionali pratiche apprenditive, le esperienze ed i processi generati dalla scoperta,

dall'esplorazione, dall'intuizione, dalla casualità, in modo da favorire l'apprendimento non intenzionale ed inatteso.

### **3 EduLearn: l'idea progettuale**

L'obiettivo di EduLearn, è quello di raggiungere una maggiore integrazione e complementarietà tra le attività di apprendimento formale e informale, cercando di coniugare gli elementi tipici degli ambienti di prima generazione con quelli caratteristici del Web 2.0 ed in particolare dell'e-learning 2.0. L'idea che ha portato alla realizzazione di EduLearn è nata dalla constatazione dell'esistenza, oggi, di svariati social software ed applicativi tipici del Web 2.0 che promuovono sempre di più forme di condivisione e negoziazione della conoscenza e consentono ai soggetti in formazione di assumere un diverso ruolo rispetto al passato, ruolo sempre più attivo e partecipativo ed in direzione della produzione di conoscenza co-costruita con gli altri. Durante le fasi di sviluppo di EduLearn è stata tenuta sempre in primo piano la necessità di favorire l'interazione tra tutti gli attori coinvolti, secondo i principi alla base del modello socio-costruttivista, al fine di porre il soggetto al centro del processo di apprendimento e renderlo in grado di acquisire autonomia e flessibilità cognitiva. Il superamento del modello di piattaforma e-learning "chiusa", nella quale erogare solo i contenuti didattici proposti dal docente e la conseguente proposta di ambienti di apprendimento personali va considerata con notevole attenzione e cautela, al fine di evitare di incorrere nei rischi derivanti da un eccessivo individualismo, dall'overload informativo e da una forte dispersione rispetto agli obiettivi da raggiungere a cui vanno incontro i soggetti che apprendono all'interno del Web inteso quale piattaforma globale di riferimento. Per tali considerazioni, si ritiene che i principi dell'e-learning 2.0 non vadano interpretati nell'adozione di ambienti di apprendimento "senza regole", in cui abbandonare il soggetto al suo destino, lasciandolo senza una guida di riferimento, ma dando vita a valide e nuove strategie didattico-pedagogiche, si potrebbe dire anch'esse di tipo "2.0", e ad ambienti all'interno dei quali fornire una certa forma di "garanzia della conoscenza", rappresentata dalla presenza di un team teaching che definisce valide strategie di apprendimento ed interazione e tiene traccia comunque delle attività in svolgimento. Sulla base di tali riflessioni, EduLearn è stato progettato tenendo in considerazione da un lato la filosofia dei social software e dall'altro le strategie pedagogiche che devono salvaguardare la "garanzia dell'informazione".

EduLearn presenta gli strumenti e le risorse tipiche degli ambienti 2.0, permettendo una serie di funzionalità rivolte alla condivisione e all'apertura verso l'esterno, ma tiene in considerazione aspetti e dimensioni che vanno in direzione della personalizzazione dell'apprendimento poiché offre al discente la possibilità di "scelta", elemento fondante il concetto di personalizzazione [14,15]. L'intento, quindi, è stato quello di realizzare un ambiente di apprendimento flessibile, in cui affiancare agli elementi strutturati ed organizzati, rappresentati dai materiali didattici tradizionali messi a disposizione dal docente, strumenti e funzionalità di natura sociale in modo da favorire processi di costruzione e condivisione delle conoscenze e promuovere comportamenti ed apprendimenti informali.

## 4 Interfaccia, strumenti e funzionalità

EduLearn è un ambiente di apprendimento cloud caratterizzato da una forte impronta sociale, in cui strumenti e funzionalità sono orientati a favorire un'elevata interazione e comunicazione tra i soggetti che vi interagiscono. Ogni discente, in seguito alla fase di autenticazione, accede alla pagina principale dell'ambiente (Fig. 1). In essa un menù orizzontale contiene le voci principali per la navigazione all'interno di EduLearn. Tramite tale menù il discente può accedere alla pagina di amministrazione del proprio profilo in cui inserire informazioni su sé stesso (testuali e multimediali), aggiungere una descrizione personale ed indicare i propri interessi e gli indirizzi di contatto (e-mail, social network, messaggistica istantanea, ecc.). In tal modo si inizia a "costruire" il profilo-utente, elemento, centrale all'interno di applicazioni in ottica 2.0. Attraverso lo stesso menù è possibile accedere anche agli strumenti di comunicazione presenti in EduLearn rappresentati dalla chat, dal forum e dalla messaggistica interna.

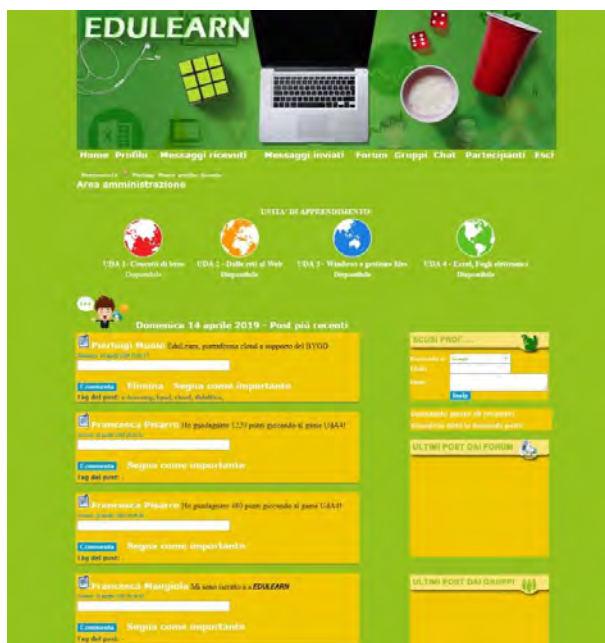


Fig. 1. Home Page di EduLearn.

Compongono il menù i comandi per visualizzare l'elenco completo di tutti i partecipanti, per tornare alla Home dell'ambiente e per effettuare il logout. La zona sottostante il menù è dedicata ai contenuti, ovvero alla presentazione dei learning object attorno ai quali si sviluppano in seguito tutte le attività ed interazioni. Il docente, ed i componenti del team teaching, tramite un'apposita area riservata, possono aggiungere direttamente ed in modo autonomo altri contenuti, secondo le esigenze e le tempistiche dell'attività didattica. Successivamente alla presentazione dei contenuti didattici, vengono mostrati in ordine cronologico inverso, ovvero dal più recente al meno re-

cente, i messaggi pubblicati nei profili personali. Tali messaggi rappresentano i flussi di informazione di natura pluridirezionale generati sia dalle interazioni tra i soggetti (docenti, discenti, tutor) sia dai momenti di apprendimento formale e informale. Sul lato destro della pagina sono, invece, predisposti una serie di “box funzionali” il cui obiettivo è quello di sviluppare ulteriori interazioni e condivisioni tra i soggetti. Il primo, denominato “*Scusi Prof*”, consente di inviare un quesito indirizzandolo direttamente ad uno dei docenti. Tramite il box si può selezionare il nominativo del docente destinatario (Domanda a:), indicare il titolo del quesito e digitare il testo dello stesso. Il docente sarà avvisato tramite un messaggio e-mail automatico del quesito in arrivo, il quale sarà pubblicato nell’apposita area del box e visibile da tutti i discenti.

E’ proprio quest’ultimo aspetto l’elemento centrale di tale “box funzionale”, poiché il quesito postato dal discente viene ad essere condiviso tra tutti i soggetti e può essere uno spunto per l’attivazione di successive discussioni e momenti di condivisione. Inoltre, al di sotto del box appena descritto sono indicate le ultime tre domande poste, con l’indicazione dell’autore e del destinatario, mentre un link permette di visualizzare, in una pagina successiva, tutte le domande esistenti insieme all’andamento della loro discussione. Altro “box funzionale” è rappresentato dagli ultimi post pubblicati nei forum e segnalati sotto forma di link, in modo da permettere un rapido accesso alla discussione corrispondente. Un terzo box riguarda gli interventi pubblicati nei gruppi di lavoro. Essi sono spazi tematici ristretti all’interno di EduLearn, ideati per favorire la collaborazione ed il confronto tra un numero limitato di studenti. Ogni membro della comunità EduLearn può creare uno o più gruppi di lavoro attribuendogli un nome, una descrizione ed una finalità, diventandone contestualmente amministratore. All’interno del gruppo è possibile postare ogni tipo di contenuto, al fine di discutere e confrontarsi con gli altri membri in ottica del cooperative learning. Ciò che rende EduLearn un ambiente fortemente sociale è la presenza di un profilo personale attribuito ad ogni membro. Il profilo rappresenta una pagina personalizzata, uno spazio operativo autonomo, in cui ogni partecipante tramite un’apposita maschera può pubblicare messaggi testuali, documenti, immagini, link a risorse presenti sul Web, singolarmente oppure in maniera combinata tra di loro (Fig. 2). Ogni post viene pubblicato anche nella pagina comune di EduLearn, in modo da renderlo visibile a tutti gli altri membri della comunità. Ogni partecipante, inoltre, ha la possibilità di etichettare i propri post, associandoli ad una o più parole chiave (tag) digitabili all’interno di un’apposita casella di testo presente nella maschera del profilo (Aggiungi tag al post).

L’insieme delle parole chiave associate ai post di tutti gli utenti genera una “nuvola” di tag (tag cloud) che viene visualizzata nel profilo di ogni partecipante. Essa offre una rappresentazione visiva delle parole chiave utilizzate all’interno di EduLearn e si configura come un vero e proprio motore di ricerca visuale. All’interno della “nuvola” la dimensione del carattere con cui è mostrato ogni tag è proporzionale al numero di post da esso contrassegnati, fornendo immediatamente la percezione degli argomenti più discussi. Cliccando su un tag vengono visualizzati tutti gli interventi corrispondenti, dando la possibilità ad ogni discente di poter approfondire la conoscenza su quello specifico argomento e di scoprire ulteriori concetti o contenuti. Tutto ciò porta ad un processo di catalogazione di tipo bottom-up, e meglio ancora alla creazione di una folksonomia [16] in grado di aumentare l’interazione tra i discenti.



Fig. 2. La pagina del profilo utente di EduLearn.

Ulteriore caratteristica orientata agli aspetti sociali all'interno di EduLearn è quella di poter commentare i post degli altri utenti e di contrassegnarli come importanti. Al di sotto di ogni post, infatti, sono presenti una casella in cui digitare del testo per commentarlo ed il link "Segna come importante" che consente di esprimere approvazione e gradimento sul post pubblicato, favorendo, allo stesso tempo, l'attivazione di un sistema di raccomandazione sociale basato sulla fiducia e sulla collaborazione tra i membri dell'ambiente. L'ambiente, ideato e realizzato interamente dal docente, è stato creato utilizzando i linguaggi di scripting PHP e Javascript, insieme al database Mysql, al fine di garantire la dinamicità delle pagine e l'interazione con la base di dati contenente le azioni dei partecipanti.

## 5 Contesto e risultati dell'esperienza

L'ambiente di apprendimento descritto nei precedenti paragrafi è stato impiegato in via sperimentale in contesto universitario, ciò al fine di verificarne come e in che misura un ambiente di apprendimento di tipo 2.0, possa favorire la pratica del BYOD, il lavoro di gruppo, le interazioni, la condivisione della conoscenza, la motivazione e quindi far aumentare le performaces degli studenti. Inoltre si è voluto misurare anche il gradimento dell'ambiente da parte degli studenti stessi. Il campione della sperimentazione è rappresentato da circa cento studenti che hanno seguito il corso di Laboratorio Informatico di Base, gruppo M-Z, nell'Anno Accademico 2017/2018, tenuto nell'ambito del Corso di Laurea triennale in Economia Aziendale dell'Università della Calabria. I contenuti didattici presenti nell'ambiente sono stati proposti in quattro sezioni, corrispondenti alle rispettive unità di apprendimento in cui è stato suddiviso il programma dell'insegnamento (Concetti di base, Dalle reti al Web, Gestione dei

file, Fogli elettronici). L'idea di sperimentare l'utilizzo di EduLearn ed il ricorso ad un approccio BYOD è stata dettata da esigenze organizzative, considerato che le attività laboratoriali previste ed il considerevole numero di studenti facevano sorgere dei bisogni che la pur soddisfacente dotazione tecnologica istituzionale non poteva soddisfare interamente. Gli studenti sono stati invitati, fin dalla prima lezione, a portare con sé i propri dispositivi mobili (portatile, smartphone, tablet, convertibili, ecc.), a registrarsi su EduLearn e costruire il profilo personale al fine di interagire con il docente e con gli altri studenti. Durante le attività in aula tradizionale il docente, attraverso il supporto di EduLearn, ha potuto proporre contenuti testuale e multimediali, esercitazioni, quiz e attività ludiche, attività di gruppo ed individuali, registrando fin da subito gradimento ed entusiasmo da parte degli studenti. Inoltre, EduLearn, ponendosi come "ambiente operativo di secondo livello" nei dispositivi dei discenti, ha permesso di raggiungere un certo grado di uniformità dal punto di vista degli strumenti a disposizione dei singoli. Si sono evitate, cioè, disparità e disuguaglianze, in quanto ha offerto gli stessi strumenti e funzionalità, indipendentemente dalle caratteristiche dei dispositivi usati dagli studenti. Anche i dati raccolti, dal punto di vista quantitativo, confermano gli elevati livelli di partecipazione ed interazione registrati durante la sperimentazione. I post complessivi, pertinenti agli argomenti didattici trattati e pubblicati all'interno dei profili personali o nei gruppi di lavoro di EduLearn, sono stati 784; mentre 995 sono stati i commenti che i partecipanti hanno espresso in relazione ai vari post, segno di un notevole grado di interesse, dialogicità e propensione al confronto raggiunto nell'ambiente. Inoltre, 484 volte è stata utilizzata la funzione per indicare importante un post, raccomandandone la lettura agli altri partecipanti. Le discussioni aperte nel forum sono state 25; mentre i gruppi di lavoro creati autonomamente dai discenti e dedicati ad una particolare tematica del programma studiato sono stati 32. Lo strumento *Scusi Prof.*, che ha permesso di porre domande direttamente allo staff docente su un particolare argomento e condividerne la risposta, è stato usato 38 volte. I messaggi privati scambiati tra i vari partecipanti sono stati 235; mentre 72 sono stati i documenti pubblicati all'interno dei repository personali col fine di condividere, con gli altri partecipanti, materiali utili all'approfondimento. Sono stati 462 i *tag* univoci utilizzati per classificare e categorizzare i post pubblicati nei profili personali e nei gruppi di lavoro. Questa quantità di tag ha generato la "*Tag Cloud*", visibile all'interno dei vari profili personali, facendo registrare 889 istanze totali. Al termine della sperimentazione, inoltre, è stato somministrato un questionario di gradimento on-line sull'ambiente di apprendimento e sulle sue principali funzionalità, al fine di comprendere l'utilità percepita da parte dei partecipanti ed ottenere dei feedback utili per gli futuri sviluppi. Da tale questionario è emerso che la facilità d'uso di EduLearn e la sua interfaccia è stata valutata Buona dal 65,38% del campione, Ottima dal 15,38%, Discreta dall'11,54% e Sufficiente dal 7,69%. Per tutti i partecipanti è stata considerata utile la presenza del profilo personale e dello strumento "Scusi Prof.". In merito a quest'ultimo strumento, l'80% ha risposto di ritenerlo valido per chiarire dubbi su contenuti didattici, mentre il 20% lo considera utile per richiedere informazioni generiche. Inoltre quasi la totalità del campione (96,2%), ritiene importante la condivisione tra tutti i partecipanti della risposta data dal docente. Per quanto riguarda l'uso dei tag per la catalogazione dei post, il 45% del campione lo



considera vantaggioso per segnalare agli altri contenuti significativi, il 30% per effettuare ricerche su tematiche già conosciute ed approfondimenti, il 25% lo considera utile per “scoprire” nuovi contenuti catalogati dagli altri membri della comunità.

L’85% del campione ha inoltre considerato utile la presenza del repository nella pagina del profilo personale. Di questi, il 41% lo ha valutato valido maggiormente per apprendere nuovi contenuti, consultando il repository degli altri discenti, il 37% lo ha giudicato adatto per inserire delle risorse in qualità di approfondimento sui contenuti studiati, mentre il restante 22% lo ha ritenuto utile soprattutto per creare un’area di appunti personale. Il 92,3% del campione ha dichiarato di considerare utile la presenza dei gruppi di lavoro nell’ambiente, grazie alla possibilità di scambiare conoscenze su un argomento specifico proposto autonomamente dal discente, mentre il rimanente 7,7% li ha ritenuti inutili. Alla domanda su quale funzionalità presente in EduLearn preferirebbe ritrovare in una piattaforma cloud, il 64% del campione ha risposto di preferire i gruppi di lavoro, il 48% ha espresso la preferenza per lo strumento “Scusi Prof.”, il 44% vorrebbe ritrovare il profilo personale con la Tag Cloud, mentre il rimanente 20% preferirebbe il repository (Fig. 3).

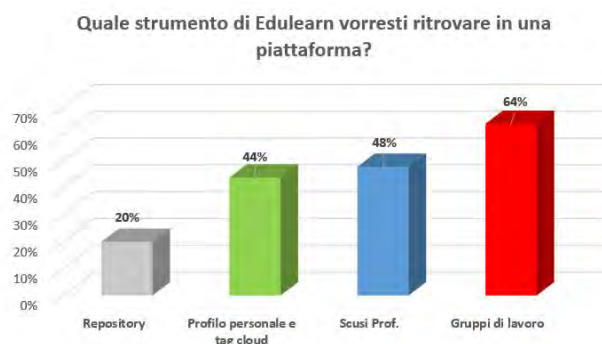


Fig. 3. Strumenti preferito da ritrovare in una piattaforma.

## 6 Conclusioni

L’ambiente di apprendimento presentato può essere considerato altamente flessibile, aperto, cioè, alla collaborazione e con un forte orientamento sociale, e risulta utile nel supportare progetti formativi che implementano il BYOD, integrando apprendimenti formali e informali. Le innovazioni ed i cambiamenti in atto nel settore edu-formativo richiedono l’attivazione di processi di apprendimento maggiormente incentrati sul discente e l’adozione di ambienti dinamici, in grado di completarsi con gli strumenti presenti all’esterno, al fine di promuovere sempre di più la costruzione e la condivisione di conoscenze. In tale ottica si pone EduLearn, al cui interno convivono elementi strutturati tipici dei processi di apprendimento tradizionali, con strumenti e funzionalità proposti dalle reti sociali e dal Web 2.0, in modo da assecondare il modo di relazionarsi ed i comportamenti sociali emergenti che caratterizzano i nativi digitali.

La maggiore autonomia operativa attribuita ai discenti tramite la gestione del proprio profilo personale, inteso come strumento di riflessione ed autovalutazione in cui

risorse ed osservazioni legate al percorso formativo si alternano a momenti di apprendimento informali ed a considerazioni personali, contribuisce alla creazione di un clima improntato alla spontaneità in cui confrontarsi, scambiare pareri, e facilitare la costruzione condivisa di conoscenza. In tal modo, l'ambiente proposto rispetta le principali categorie pedagogiche, quali la riflessività, la criticità e la dialogicità, ponendo al centro dei processi di insegnamento-apprendimento il soggetto-persona.

EduLearn, dunque, risponde alle esigenze di cambiamento che le tecnologie e le nuove generazioni pongono al mondo della formazione, riducendo le barriere esistenti tra tutto ciò che avviene all'interno di un ambiente di apprendimento e lo spazio aperto del Web, in cui tools ed applicazioni basate sulle persone sostengono meccanismi di confronto e collaborazione, favorendo lo sviluppo dell'individuo e la continua produzione di conoscenza.

## Riferimenti bibliografici

1. Piu, C.: *Formazione e nuove tecnologie*, in Curatola A., De Pietro O. (a cura di), *Saperi, competenze, nuove tecnologie – Metodi e strumenti nella formazione*, Roma, Monolite Editrice (2007).
2. Piu, C.: *Riflessioni di natura didattica*, Roma, Monolite Editrice (2007).
3. De Pietro, O.: *Formazione e Ambienti di apprendimento in rete*, Roma, Monolite Editrice (2010).
4. O'Reilly, T.: *What Is Web 2.0 - Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software* (2005). In <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>.
5. Toffler, A.: *The third wave*. Bantam, New York (1980).
6. Lèvy, P.: *L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio*, Feltrinelli, Milano (1996).
7. Rivoltella, P. C.: *Screen generation. Gli adolescenti e le prospettive dell'educazione nell'età dei media digitali*, Vita e Pensiero, Milano (2006).
8. Prensky, M.: *Digital natives, digital immigrants*. In *On the Horizon*, MCB University Press, Vol.9, No. 5, October 2001.
9. Veen, W., Vrakking, B.: *Homo zappiens. Crescere nell'era digitale*. Idea Roma, Roma (2010).
10. Downes, S.: *E-learning 2.0*, ACM eLearn Magazine, 17 October 2005. In <http://www.eleammag.org/subpage.cfm?section=articles&article=29-1>.
11. Bonaiuti, G.: *E-learning 2.0. il futuro dell'apprendimento in rete tra formale e informale*, Erickson, Trento (2006).
12. Kozlowski, T.: *E-learning 1.0 and E-learning 2.0 – Two sides of the Coin, and how they can blend together*, International E-learning Conference at the Rajabhat Suan Dusit University (2007).
13. Petrelli, F.: *L'e-learning 2.0: una nuova frontiera della didattica?* In *Rivista Scuola IAD Ricerca & Tecnologia*, numero 0 (2007).
14. Piu, C. (A cura di): *Individualizzazione, personalizzazione e management didattico nella formazione online*, Roma, Monolite Editrice (2009).
15. Baldacci, M.: *Personalizzazione o individualizzazione?* Erickson, Trento (2005).
16. Vander Wal, T.: *Folksonomy Coinage and Definition* (2007), in: <http://www.vanderwal.net/folksonomy.html>.



# Un modello di Interactive MOOC per potenziare l'interattività e infrangere la sequenzialità

Maria Cecilia Reyes<sup>1</sup>, Guglielmo Trentin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR – Istituto Tecnologie Didattiche, Via De Marini, 6 – 16149 Genova  
{reyes,trentin}@itd.cnr.it

**Abstract.** Uno dei punti deboli dei Massive Online Open Courses (MOOC) è la rigidità con cui gestiscono l'interazione degli studenti con i contenuti didattici. In questo contributo vengono presentati i criteri che hanno guidato la progettazione e lo sviluppo di un Interactive MOOC (I-MOOC), basato sulla tecnologia dell'hypervideo e su attività didattiche non vincolate a precise tempistiche e a specifiche sequenze di fruizione. Obiettivo dell'I-MOOC è quindi offrire ai partecipanti autonomia nel decidere tempi e modi di fruizione dei contenuti, garantendo al tempo stesso vari livelli di interattività: con i materiali, i pari e gli instructor. Nel contributo verrà illustrato il modello di e-learning sotteso dall'I-MOOC, l'architettura multipiattaforma che lo implementa, le reazioni dei primi fruitori che hanno partecipato alla fase di erogazione pilota, nonché le novità che saranno introdotte nella sua prossima versione (I-MOOC 2.0).

**Keywords:** Interactive MOOC, Hypervideo, Mixed e-Learning

## 1 Background: Dal MOOC all'I-MOOC

Il 2012 è stato considerato l'anno dei Massive Online Open Courses (MOOC) [1], centinaia di corsi online sono stati aperti al pubblico online, offrendo una vasta gamma di contenuti sui diversi contesti disciplinari, agli oltre 25 milioni di persone che ne hanno fatto uso tra il 2012 e il 2015 [2]. Da allora, l'insegnare e l'imparare online ha subito significative trasformazioni, sia dal punto di vista dello studente, sia del docente, “dato che l'ubiquità e la temporalità dei MOOC sono diluite fino al punto quasi di scomparire, mentre le interazioni insegnante-studente sono state ridisegnate, insieme alle relazioni fra gli stessi studenti, spinti a costruire in modo collaborativo il loro apprendimento” [3]. In ogni caso, dopo il *boom* dei MOOC, si sono sviluppate diverse riflessioni e formulate domande e critiche riguardo il tipo di didattica che sottendono: “il suo design pedagogico, le interazioni che si generano, il ruolo dell'insegnante e degli studenti, il modello educativo e la filosofia che stanno dietro questo modo di fare formazione” [3].

Negli anni passati, vi è stata la tendenza a raggruppare i MOOC in due grosse categorie: gli *eXtended MOOC* (xMOOCs), basati su video-lezioni seguite da attività didattiche, in ordine lineare, semplice e definito, e i *connectivist MOOC* (cMOOCs), dove è lo studente a impostare il proprio obiettivo di apprendimento e l'intensità del

proprio impegno, in un'esperienza personale basata su un approccio connettivista [4]. Tuttavia, questa distinzione nel tempo è apparsa sempre meno efficace, dati i molteplici approcci pedagogici adottati negli attuali MOOC. In questo senso, Bayne e Ross [5] propongono una classificazione basata sull'approccio pedagogico che ne guida la micro-progettazione. In ogni caso, quello che si osserva, è che quasi tutti i MOOC si basano su contenuti organizzati in maniera sequenziale, erogati in uno specifico arco di tempo<sup>1</sup>. Spesso, poi, la fruizione sequenziale è condizionata, ossia il completamento di un modulo è pre-requisito per l'accesso a quello seguente. Tale sequenzialità è criticata in quanto impedisce allo studente di autoregolare il proprio percorso di formazione.

In *A Taxonomy of Massive Open Online Courses* [6] sono illustrate le diverse tipologie di MOOC presenti sul web, e si propone una loro classificazione in base alla massività (massiveness) e all'apertura (openness). Viene anche presentata la categoria iMOOC (MOOC interattivo), in cui "l'approccio learner-centered, la flessibilità dello studio, l'interazione tra studenti sono caratteristiche non comuni in altri formati di MOOC" [6]. Altri elementi che connotano il concetto di iMOOC riguardano l'interattività offerta dagli ambienti virtuali [7] e la riorganizzazione semantica dei contenuti video [8]. Nei casi analizzati, tuttavia, anche se si cerca una maggiore interattività dello studente con i contenuti, l'organizzazione del percorso formativo resta generalmente sequenziale.

## 2 Il contesto della ricerca

Il particolare I-MOOC (Interactive MOOC) descritto in questo contributo, si riferisce alla fase di trasferimento del Progetto TRIS<sup>2</sup>, fase che prevede un'azione di formazione massiva destinata ai docenti della scuola, finalizzata all'acquisizione di competenze metodologico-didattiche, organizzative e tecnologiche necessarie alla realizzazione e alla conduzione di una *classe ibrida inclusiva* [9], ossia di un ambiente fra il reale e il virtuale in grado di garantire la partecipazione attiva e collaborativa alle lezioni scolastiche anche a quei bambini e ragazzi impossibilitati a recarsi fisicamente in aula a causa di gravi patologie invalidanti. La realizzazione dell'I-MOOC tiene conto di tre esigenze:

- impostare un corso online per un'utenza molto elevata (i docenti della scuola);

---

<sup>1</sup> La finestra temporale di erogazione in genere è presente quando il MOOC prevede attività formative basate sull'interazione fra i partecipanti e/o finalizzate al rilascio di crediti. Potrebbe non esserci quando il MOOC è a fruizione libera, senza iscrizione e senza rilascio di crediti.

<sup>2</sup> TRIS è condotto operativamente dall'Istituto Tecnologie Didattiche del CNR (ITD-CNR) di Genova e ha come principale sostenitore Fondazione TIM che ha finanziato, sia il progetto triennale di ricerca e sperimentale per la definizione di un modello di classe ibrida inclusiva, sia lo sviluppo dell'I-MOOC a supporto della fase di trasferimento massivo dello stesso modello.

- creare una piattaforma caratterizzata da un alto livello d'interattività, sia con i contenuti di studio, sia fra i partecipanti al corso;
- offrire un percorso formativo indipendente da una specifica tempistica di partecipazione e da una determinata sequenza di fruizione dei contenuti.

In questo senso, la progettazione dell'I-MOOC si discosta dalla logica tradizionale con cui viene normalmente progettato e realizzato un MOOC di tipo standard, in quanto: (a) si vogliono offrire agli studenti diverse modalità di navigazione dei contenuti; (b) le attività didattiche non devono essere soggette a una rigorosa calendarizzazione e (c) va di conseguenza ripensato il modo di alleggerire il carico di lavoro del tutor. In questo senso ci si pone di fronte a una doppia sfida progettuale, ossia didattico-metodologica e tecnologica: (i) *come aumentare l'interattività dei materiali di studio?* (ii) *come disegnare attività didattiche interattive svincolandole da precise tempistiche e limitando il carico di tutoraggio?*

### 3 Le scelte metodologiche per realizzare l'interattività didattica

Il modello e-learning adottato nella realizzazione dell'I-MOOC è il risultato di un'integrazione/combinazione di più approcci e-learning<sup>3</sup> modulata proporzionalmente fra didattica interattiva e didattica erogativa, cercando anche in questo secondo caso di garantire un elevato margine di interattività con i contenuti organizzandoli in un hypervideo navigabile secondo diverse modalità.

In Fig. 1 sono schematicamente illustrate le componenti del modello in relazione (a) ai processi di apprendimento che intende mettere in atto, (b) alle tipologie di interazione funzionali alla loro messa in atto.

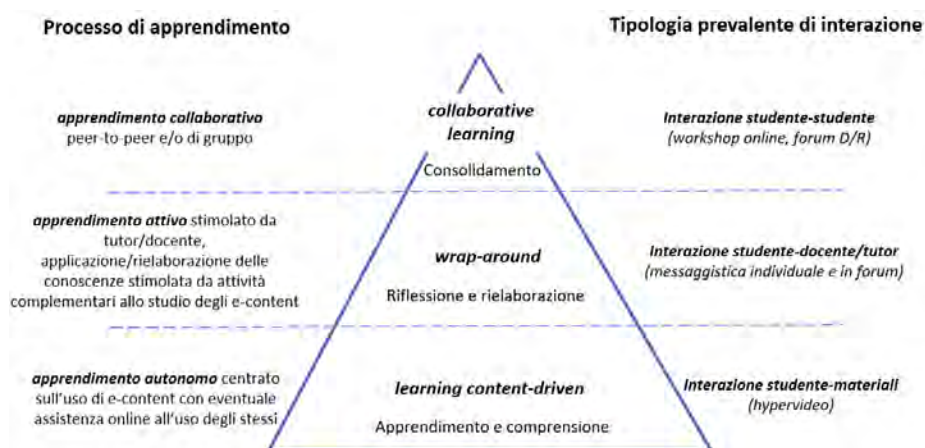


Fig. 1. Relazione fra processo di apprendimento e tipologia di interazione e-learning [10].

<sup>3</sup> Il termine *approccio e-learning* è qui usato per indicare il mix fra modello pedagogico, strategia di insegnamento e tecnologia più indicata per favorire i primi due.

Coerentemente col modello individuato, sono stati implementati i seguenti tre livelli di interazione.

### 3.1 Interattività con i materiali didattici

L'idea è stata quella di costruire un ambiente hypervideo in cui lo studente avesse la possibilità di navigare i contenuti video (live-action e animazioni) seguendo modalità differenti. Questo per potenziare quanto più possibile l'efficacia e il livello di interazione con i materiali.

Si sono pertanto realizzate pillole video (circa 50), con durata media di 4-5 minuti, pensandole come una sorta di mattoncini multiuso da ricomporre secondo diverse modalità di navigazione dei contenuti del corso [9]: per macro-argomenti (gli assi portanti del modello TRIS), seguendo la modulazione nel tempo dell'applicazione del particolare modello di didattica inclusiva, esplorando i contesti di applicazione del modello. Maggiori dettagli verranno forniti nella sezione dedicata all'Hypervideo.

### 3.2 Interattività con gli instructor (docente e tutor) e lo scaffolding dei corsisti

L'interattività con i tutor si realizza attraverso l'ambiente Aula Virtuale, ed è garantita sia da un canale diretto (*Chiedilo al tutor*), sia dalla presenza nei *forum tematici* frequentati dai partecipanti. Un ulteriore canale di comunicazione corsista-instructor è riservato alle consegne dell'elaborato di finale, valutato dal docente del corso ai fini dell'assegnazione del credito formativo.

La funzione del tutor è prevalentemente "pull" (a domanda risponde) e moderatamente "push" (proattiva); questa seconda limitata a poche circostanze, quale ad esempio ricordare l'unica scadenza prevista dall'I-MOOC, ossia l'avvio ciclico dei due workshop online inseriti nel corso.

Essendo un corso massivo, si sono cercate soluzioni diversificate per alleggerire quanto più possibile la pressione sullo staff di tutoring. Fra queste:

- la realizzazione di una *guida didattica contestuale*, ossia in grado di dare indicazioni su come affrontare nel complesso il modulo di volta in volta scelto dallo studente;
- la predisposizione di script molto particolareggiati per rendere autonomo lo studente nello sviluppo delle attività didattiche previste dal singolo modulo (contributi nei forum, elaborati ed esercitazioni da sottoporre a peer-review nei workshop online, elaborati finale per l'assegnazione del credito formativo);
- l'utilizzo di una barra di stato indicante la progressione nella fruizione del corso (attività svolte e da svolgere, esiti, ecc.).

### 3.3 Interattività fra i partecipanti

All'interno dell'ambiente Aula Virtuale, l'interazione fra i partecipanti si sviluppa nel forum *Comunità* (una sorta di agorà del corso), nei forum specifici di modulo per discussioni e mutuo-aiuto nello svolgimento delle attività, nei forum doman-

da/risposta e nei workshop di revisione alla pari degli elaborati richiesti per favorire il consolidamento degli apprendimenti.

Sempre nell'ottica di alleggerire quanto più possibile il carico sui tutor, molte delle attività didattiche pensate per stimolare l'interazione fra i partecipanti sono state sviluppate facendo leva sulle funzionalità di piattaforma già previste per gestire in modo automatico alcune tipologie di interazione, vedi i workshop e i forum domanda/risposta.

Infine, a garanzia che l'interazione collaborativa nei workshop e nei forum di consolidamento degli apprendimenti possa avvenire fra partecipanti "preparati" e non "occasionalisti", il loro accesso è condizionato al completamento di una o più attività propedeutiche che li precedono, quali la visione dell'Hypervideo e lo studio dei capitoli del libro di riferimento [9]. La verifica del completamento viene condotta usando test di valutazione formativa.

#### 4 L'architettura dell'I-MOOC

L'I-MOOC di TRIS è stato sviluppato integrando due ambienti digitali (Fig. 2): l'ambiente *Hypervideo*, dove lo studente può navigare e studiare in autonomia i contenuti del corso utilizzando un player specifico, sviluppato in ambiente Klynt<sup>4</sup> e inserito su piattaforma Wordpress; l'ambiente *Aula Virtuale*, sviluppato su piattaforma Moodle, dove si svolgono le attività di approfondimento e consolidamento degli apprendimenti finalizzate al rilascio del credito formativo. Entrambi gli ambienti sono accessibili sia da personal computer, sia da dispositivi mobile (tablet, smartphone).

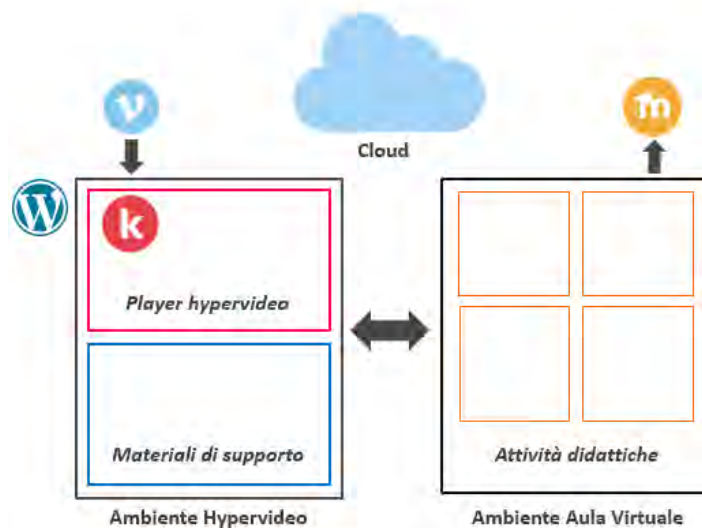


Fig. 2. Architettura dell'I-MOOC.

<sup>4</sup> <https://www.klynt.net/>

#### 4.1 Hypervideo

L'interattività con i materiali di studio si basa su video interattivo o hypervideo. Esistono diversi tipi di hypervideo, a seconda del livello di complessità [11]. L'hypervideo dell'I-MOOC è di tipo *database*, ossia incorpora diversi video, interattivi e non, secondo due livelli d'interattività: (a) con ogni singolo video e (b) con il database che ospita e gestisce i video. Quest'ultimo è composto da circa 50 video-lezioni con durata media di 4-5 minuti, per una durata complessiva di tre ore e mezzo di fruizione. Le video-lezioni sono state realizzate in diversi formati: live-action (ripresa video), animazioni, o miste (Fig. 3). Nel primo livello d'interattività, le video-lezioni offrono diversi tipi di interazione:

- video-lezioni con segnalazioni in momenti chiave del video.
- video-lezioni con indicazioni di lettura sui capitoli del libro di testo del corso.
- video-lezioni immersive, realizzate con il video live-action a 360°.



Video live-action con annotazioni



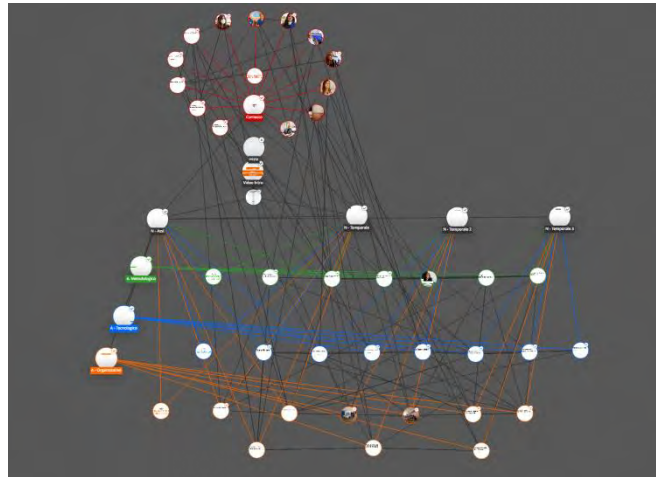
Video animazione



Video live-action a 360° (visione equirettangolare)

**Fig. 3.** Diversi formati di video-lezione.

Il secondo livello d'interattività riguarda le diverse modalità di navigazione dei contenuti, la loro organizzazione e visualizzazione. Le video-lezioni sono divise in quattro macro-categorie tematiche (divise per colori) che corrispondono alle quattro macro-aree su cui si sviluppa il modello TRIS: contesto psico-sociale, asse metodologico-didattico, asse organizzativo-gestionale e asse tecnologico, più un video introduttivo. Tutte le video-lezioni sono collegate fra loro come illustrato nel grafo di Fig. 4, che evidenzia la natura ipertestuale dell'I-MOOC.



**Fig. 4.** Struttura ipertestuale dell’Hypervideo dell’I-MOOC.

Questa divisione tematica risponde alla prima fase di progettazione didattica dell’I-MOOC, in cui è stata individuata una prima strutturazione dei contenuti del corso, per aree tematiche indipendenti, ancorché complementari. Nella Fig. 5 sono illustrate le tre modalità di navigazione dell’hypervideo: (i) secondo gli assi portanti del modello TRIS; (ii) secondo lo sviluppo temporale del modello; (iii) esplorando il contesto psicosociale di applicazione del modello. Sempre in Fig. 5 è illustrata (in basso a destra) la schermata che consente di scegliere fra le tre diverse modalità di navigazione



Navigazione secondo gli assi portanti



Navigazione secondo lo sviluppo temporale



Navigazione del contesto di applicazione



Sceglia la modalità di navigazione

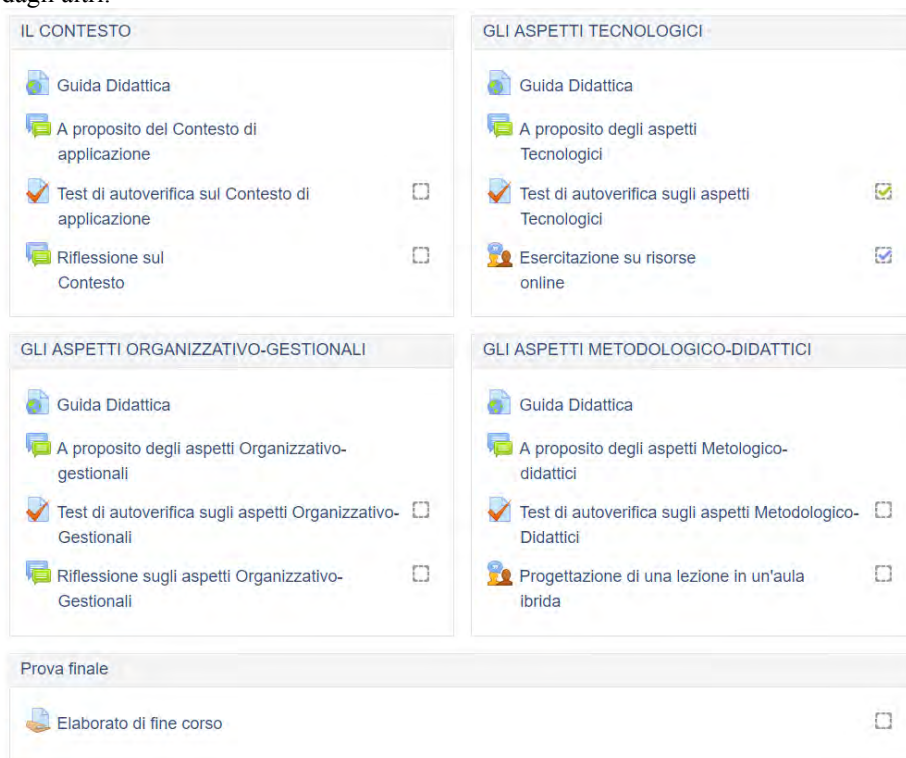
**Fig. 5.** Diverse modalità di navigazione dell’Hypervideo.



La possibilità di interagire con i contenuti secondo diverse modalità organizzative dei materiali consente agli studenti di scegliere, di volta in volta, l'ottica da cui affrontare lo studio degli argomenti corsuali. Oltre all'Hypervideo, come già detto, i materiali di studio comprendono il libro di riferimento del corso, le video-lezioni in formato audiolibro e i testi della voce fuori campo.

## 4.2 Aula Virtuale

In Fig. 6 è rappresentata la parte centrale dell'Aula Virtuale (sviluppata su LMS Moodle) che ospita le attività formative previste dall'I-MOOC. Come si vede, i moduli del corso sono organizzati in 4 quadranti, ciascuno fruibile indipendentemente dagli altri.



**Fig. 6.** Sezione centrale dell'Aula Virtuale con i 4 quadranti dedicati alle attività corsuali.

I diversi moduli hanno egual struttura, progettata per seguire la progressione (dal basso verso l'alto) indicata nella piramide di Fig. 1:

- *learnign content driven* – navigazione della sezione dell'hypervideo associata all'argomento del modulo;
- *wrap-around* – approfondimento sul testo di riferimento e test di autoverifica per l'accesso all'attività di consolidamento in gruppo;



- *collaborative learning* - interazione fra i partecipanti finalizzata al consolidamento degli apprendimenti (forum di riflessione, workshop online con esercitazioni e sviluppo di elaborati revisionati alla pari).

Completate le attività di consolidamento, i partecipanti hanno accesso a una prova finale per il conseguimento del credito formativo<sup>5</sup>.

## 5 Conclusioni e azioni future

L'I-MOOC è attualmente in fase di validazione attraverso un'erogazione pilota a cui ha partecipato un campione significativo di circa cento docenti, distribuiti per genere, area geografica, livello scolastico, area disciplinare, (con/senza) esperienze pregresse di inclusione socio-educativa, (maggiori/minori) competenze nell'uso didattico delle tecnologie.

Le azioni future riguarderanno l'analisi dettagliata dei dati raccolti durante la fase pilota. Ciò nonostante, si possono già trarre alcune considerazioni sulla base delle reazioni dei validatori durante il primo utilizzo dell'I-MOOC. In prima battuta, l'impatto con questo modello di MOOC, interattivo, senza vicoli di tempo e di sequenze di fruizione è stato molto positivo. Quasi tutti i partecipanti hanno dichiarato di non aver avuto particolari problemi nell'approcciare il sistema (definito "una novità" anche da chi già in possesso di esperienze pregresse di formazione online), nell'orientarsi nell'ambiente multiplatforma che gestisce l'I-MOOC, nella scelta del percorso di fruizione (dai tracciati si sono potute evidenziare piste molto diversificate nell'utilizzare sia l'hypervideo, sia l'aula virtuale) e nella comprensione delle attività didattiche da svolgere.

Fra le ragioni che hanno favorito quanto sopra sono state indicate la disponibilità di diverse modalità di navigazione dell'hypervideo, di una guida didattica contestuale, di una chiara e dettagliata descrizione (script) delle consegne e delle modalità per portarle a termine.

Analogamente a molte esperienze pregresse, anche in questo caso si è dimostrato come, maggiore sia la cura con cui vengono progettate e realizzate le risorse online e gli ambienti di supporto alle attività online (scaffolding), minore è la pressione sui tutor, a cui ci si è rivolti per lo più per richieste di chiarimento su alcune funzionalità di piattaforma e su come procedere nello svolgimento delle attività più complesse.

Ciò nonostante, per quanto la pressione sui tutor possa essere assorbita dallo scaffolding offerto dalla piattaforma, un impatto con un'utenza potenzialmente molto consistente<sup>6</sup> rischia comunque, quando si andrà a regime, di generare importanti flussi di richieste.

---

<sup>5</sup> Il credito formativo rilasciato corrisponde a un carico didattico di 25 ore ripartito in 3 ore di fruizione video (equivalenti a 6 di carico didattico) e 19 fra studio individuale e altre attività (interazione online, esercitazioni, sviluppo di elaborati, valutazione).

<sup>6</sup> Ricordiamo che l'I-MOOC è rivolto a tutti gli insegnanti italiani e che alla sola call per partecipare all'azione pilota hanno risposto oltre 800 docenti, fra i quali sono stati poi selezionati un centinaio di validatori.

Allo scopo, è in fase di progettazione I-MOOC 2.0 che, oltre a introdurre migliorie nell'organizzazione e nella navigazione ipermediale dei contenuti del corso, prevede lo sviluppo di *Hey Tutor!*<sup>7</sup>, ossia di un'applicazione conversazionale (chatbot) con funzioni di tutoraggio *push/pull*, che avrà il compito di affiancare i tutor "umani" per alleggerirli da molto carico routinario: in modalità "pull", attraverso la gestione di FAQ; in modalità "push", nella gestione di reminder, notifiche, interventi proattivi verso partecipanti in pericolo di drop-out, ecc.

Molto probabilmente l'applicazione conversazionale verrà realizzata nell'ambiente multiplatforma Telegram, capitalizzando l'attuale esperienza di sviluppo di un analogo chatbot in fase di sperimentazione dall'ITD-CNR in ambito linguistico [12].

## Riferimenti bibliografici

1. Pappano, L.: The Year of the MOOC. The New York Times, 2(12) (2012). <https://www.class-central.com/report/second-wave-of-mooc-hype/>
2. Kizilcec, R.F., Saltarelli, A.J., Reich, J., Cohen, G. L.: Closing global achievement gaps in MOOCs. *Science*, 355(6322), 251-252 (2017).
3. Aguaded, I.: The MOOC Revolution: A New Form of Education from the Technological Paradigm? *Comunicar*, 21(41), 07-08 (2013) doi:10.3916/c41-2013-a1
4. Alexiou, A.T., Sarup, P., Kumar, A., Gupta, G.K.: MOOCs Theories, Trends, Critics, and Life Sciences Applications. *Advances in Library and Information Science Library and Information Science in the Age of MOOCs*, 240-251 (2016) doi:10.4018/978-1-5225-5146-1.ch015
5. Bayne, S., Ross, J.: The pedagogy of the Massive Open Online Course: the UK view. *The Higher Education Academy*, 1-76 (2014).
6. Pilli, O., Admiraal, W.F.: A taxonomy for massive open online courses. *Contemporary Educational Technology*, 7(18) (2016).
7. Zhang, Y., Chen, J., Miao, D., Zhang, C.: Design and Analysis of an Interactive MOOC Teaching System Based on Virtual Reality. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(07), 111-123 (2018) doi:10.3991/ijet.v13i07.8790
8. Zhao, J., Bhatt, C., Cooper, M., Shamma, D.A.: Flexible Learning with Semantic Visual Exploration and Sequence-Based Recommendation of MOOC Videos. In: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '18*. doi:10.1145/3173574.3173903
9. Benigno, V., Caruso, G., Fante, C., Ravicchio, F., Trentin, G.: *Classi Ibride e Inclusione Socio-educativa. Il Progetto TRIS*. Franco Angeli, Milano (2018).
10. Trentin, G.: Studio preliminare di un modello e-learning d'ateneo per università telematica. Technical Report ITD/CNR n. 401547/2016.
11. Hammoud, R.: *Interactive Video*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2006).
12. Ravicchio, F., Robino, G., Trentin, G., Bernava, L.: CPIAbot: un chatbot nell'insegnamento dell'Italiano L2 per stranieri. Articolo sottomesso al Convegno Didattica '19, Reggio Calabria 16-17 maggio 2019.

---

<sup>7</sup> Scimmiettamento del più noto *Hey Google!* per richiamare l'attenzione di Google Assistant.

# I dispositivi mobili rappresentano veramente un'opportunità per migliorare l'apprendimento?

Antonio Giardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università di Siena, Banchi di Sotto, 55, 53100 Siena SI, Italia  
antonio.giardi@unisi.it

**Abstract.** Negli ultimi anni il numero di persone che utilizzano internet è cresciuto in maniera significativa (57% della popolazione mondiale) così come è cresciuto il numero di persone che utilizzano i dispositivi mobili (67%). Questi cambiamenti hanno influenzato anche il modo in cui acquisiamo nuove conoscenze, in quanto tali dispositivi permettono di accedere a una varietà notevole di informazioni rimanendo “sempre” e “ovunque” connessi. Partendo da una meta-analisi condotta sulla piattaforma Scopus, sono stati esaminati i principali aspetti positivi e negativi dell'apprendimento in mobilità con l'ausilio dei propri dispositivi, sia in ambito didattico che lavorativo. L'obiettivo finale è quello di contribuire al dibattito in corso sull'utilità di questi strumenti, visti come dispositivi in grado di migliorare l'apprendimento.

**Keywords:** mobile learning, dispositivi mobili, BYOD, ICT.

## 1 Introduzione

Secondo una ricerca pubblicata sul sito Wearesocial a gennaio 2019, il numero di utenti internet nel mondo supera i 4,3 miliardi (penetrazione del 57%) mentre il numero di utenti unici in mobilità supera i 5,1 miliardi (penetrazione del 67%). In Italia il numero di utenti internet supera i 54 milioni (penetrazione del 92%) mentre il numero di contratti *mobile* supera gli 85 milioni (penetrazione del 145%) [1].

Tali cambiamenti influenzeranno il modo in cui acquisiamo nuove conoscenze e sviluppiamo competenze orientate a un compito specifico? La domanda è abbastanza retorica secondo l'autore in quanto hanno “già” influenzato i modelli di apprendimento e la risposta è palesemente chiara se consideriamo la modalità di erogazione della formazione: il numero di istituzioni che spostano i loro corsi da ambienti di apprendimento desktop a piattaforme fruibili in mobilità è in continuo aumento.

Per valutare se i dispositivi mobili rappresentano veramente un'opportunità per migliorare l'apprendimento, è stata condotta una meta-analisi sulla piattaforma Scopus (banca dati bibliografica creata nel 2004 dalla casa editrice Elsevier), per conoscere quali siano gli aspetti positivi e negativi legati al Mobile Learning (ML) che vengono riportati in letteratura, sia per gli ambiti didattici che lavorativi (sezione 2). Le tematiche emerse sono state discusse nella sezione 3.

## 2 Dispositivi mobili e Apprendimento in mobilità

Come possiamo sfruttare le opportunità offerte dalla tecnologia *mobile* per migliorare i metodi d'insegnamento e favorire l'apprendimento degli studenti? Per rispondere a questa domanda verranno esaminati i principali aspetti positivi e negativi dell'apprendimento in mobilità che è possibile desumere dalle opere presenti in letteratura.

Di seguito verranno illustrati i vantaggi più significativi che sono emersi.

**Trasparenza tecnologica.** Se un individuo utilizza lo stesso dispositivo per lavoro uso personale e apprendimento, sviluppa una forte alfabetizzazione tecnologia con quel dispositivo, che diventa un'estensione naturale del suo modo di comunicare. Questo permette di ridurre la curva di apprendimento legata alle nuove attività che incorporano tale strumento. Il concetto di BYOD (Bring Your Own Device) elimina la necessità di imparare a utilizzare la nuova tecnologia, permettendo ai discenti di concentrarsi esclusivamente sull'apprendimento delle nuove informazioni [2].

**Apprendimento informale.** La mobilità del discente incoraggia la partecipazione anche al di fuori degli eventi formali di apprendimento. L'utilizzo dei propri dispositivi mobili permette al docente di insegnare senza essere limitato dal tempo e dal luogo, consente all'apprendimento di continuare al di fuori dell'aula, può ispirare il discente a completare l'attività formativa nel proprio tempo libero [3].

**Apprendimento personalizzato.** Grazie ad una grande varietà di strumenti e di risorse sempre disponibili, il ML permette ai docenti di progettare un apprendimento personalizzato e personalizzabile per il singolo discente [4]. Gli educatori possono connettersi con gli studenti a un livello molto più personale, avvalendosi proprio di quei dispositivi che loro stessi utilizzano con quotidiana regolarità [5].

**Distanza.** Il ML può migliorare i risultati didattici del Distance Learning (DL), annullando le distanze fra docente e discente. Gli studenti apprezzano il fatto di poter utilizzare i propri dispositivi per condividere con i docenti contenuti ed esercitazioni. Ritengono inoltre che tali strumenti, una volta raggiunti risultati ottimali di usabilità, faciliteranno la formazione a distanza e miglioreranno le modalità di comunicazione tra docenti e studenti e le modalità con le quali vengono tenute le lezioni [6].

**Esigenze speciali.** Il BYOD ha grandissime potenzialità per evitare o al limite ridurre le discriminazioni tra gli studenti, in quanto supporta le policy pubbliche rivolte agli studenti con bisogni speciali. I dispositivi mobili, andando nella direzione dell'accesso universale all'istruzione e favorendo l'inclusione scolastica e sociale, possono rivelarsi la metodologia ottimale per la formazione degli studenti con disabilità riducendo la preoccupazione individuale per il successo formativo [7].

**Metodi didattici.** Grazie all'utilizzo dei propri dispositivi mobili, il ML è in grado di promuovere metodi didattici innovativi come l'apprendimento esplorativo fuori dall'aula [8], l'apprendimento cooperativo [9], l'apprendimento collaborativo supportato da dispositivi mobili [10].

**Motivazione.** Utilizzare il proprio dispositivo per l'apprendimento, sia in ambito scolastico e accademico che in ambito lavorativo, aumenta la motivazione individuale del discente [11]. L'uso del proprio dispositivo viene visto favorevolmente soprattutto

dagli studenti con disabilità in quanto influisce in maniera decisamente positiva sia sulla motivazione del discente, sia sulla sua integrazione con gli altri studenti [7].

Di seguito verranno illustrati gli svantaggi più significativi che sono emersi.

**Auto-disciplina.** Apprendere attraverso l'utilizzo del proprio dispositivo, richiede una notevole concentrazione e auto-disciplina da parte del discente. Anche se evidenze sperimentali hanno evidenziato come gli studenti online siano dotati di una maggiore auto-disciplina, un formatore che si trova di fronte uno studente "indifferente" potrebbe non ottenere dei buoni risultati se non è in grado di monitorare le attività didattiche [12]. Al di là della loro formazione, l'auto-disciplina è una qualità estremamente importante per gli studenti e i docenti dovrebbero allenarli a svilupparla.

**Conoscenze tecnologiche.** Se da un lato il BYOD consente l'autonomia degli studenti, dall'altro può causare complicazioni per i tutor, in quanto discenti e formatori dovrebbero avere le stesse conoscenze tecnologiche. Se uno studente virtuale in mobilità chiede a un tutor come utilizzare uno specifico strumento didattico da installare sul dispositivo, quest'ultimo potrebbe non avere la risposta a tale domanda [2].

**Distrazione.** I dispositivi mobili possono essere fonte di distrazione per i discenti, soprattutto se l'attività didattica viene interrotta da messaggi social e notifiche. Inoltre gli studenti potrebbero essere molto più interessati a come far funzionare i loro dispositivi personali all'interno di un'aula virtuale, piuttosto che concentrarsi sui contenuti che vengono proposti. Tuttavia, se l'attività formativa viene progettata con una modalità interattiva e divertente, l'esistenza di applicazioni ludiche installate sul dispositivo difficilmente verrà vista come una fonte di distrazione per lo studente [5].

**Lowest common denominator.** I dispositivi mobili sono estremamente eterogenei fra loro (per risorse hardware, larghezza di banda disponibile, accesso alle App, etc.) e l'interoperabilità tra le versioni delle applicazioni non è sempre garantita. Per questo, in fase di design del corso, è fondamentale prevedere soltanto l'utilizzo di strumenti basilari limitando al massimo le situazioni che prevedano delle performance massimali delle risorse tecnologiche. Programmi progettati per essere molto utili e collaborativi potrebbero non funzionare in maniera ottimale in alcuni dispositivi [13].

### **3 Conclusioni**

I dispositivi mobili rappresentano veramente un'opportunità per migliorare l'apprendimento? Tali strumenti influenzano il modo di pensare e di organizzare il sapere – e per questo motivo – rappresentano una delle sfide più interessanti per la sperimentazione di metodologie didattiche innovative. Sicuramente ricercatori diversi risponderanno in maniera contrapposta a questa domanda argomentandola con esperienze formative personali, trattati, articoli, ricerche sperimentali.

In conclusione, solo per il fatto che i dispositivi mobili rappresentino un'opportunità non significa necessariamente che i professionisti della formazione dovrebbero incoraggiarla. Generalmente l'apprendimento classico si basa su formati nei quali i contenuti didattici vengono somministrati ai discenti in periodi di tempo molto lunghi, che possono durare anche diverse ore. Se viene scelto di investire nel ML, i formatori dovrebbero porre la massima attenzione al design dell'architettura dei

contenuti, che dovrebbe essere appositamente progettata per una fruizione in mobilità. Per questo, assieme al ML, si è iniziato a parlare di learning objects e microlearning.

I formatori dovrebbero considerare ogni azione educativa che preveda l'uso della tecnologia, valutando gli aspetti favorevoli e sfavorevoli legati al suo utilizzo. Il docente dovrà comunque mantenere un ruolo centrale nella dinamica formativa. Al tempo stesso, tali risorse potranno avere un impatto significativo sull'insegnamento e sull'apprendimento solo se verranno utilizzate in modo efficace dai docenti e se questi ultimi saranno in grado di apprezzare il fatto che l'interattività con il discente richiederà un nuovo approccio alla pedagogia e alla pianificazione delle lezioni.

### Riferimenti bibliografici

1. Wearesocial – slideshare, <https://www.slideshare.net/DataReportal/digital-2019-italia-it-january-2019-v02?ref=https://s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/datareportal/digital/2019/wearesocial/it/digital-2019-wearesocial-italy.htm> last accessed 2019/05/07.
2. Mac Callum, K., Jeffrey, L., Kinshuk.: Comparing the role of ICT literacy and anxiety in the adoption of mobile learning. *Computers in Human Behavior* 39, 8–19 (2014). [doi:10.1016/j.chb.2014.05.024](https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.05.024)
3. Huang, Y-M., Lin, Y-T., Cheng, S-C.: Effectiveness of a mobile plant learning system in a science curriculum in Taiwanese elementary education. *Computers & Education* 54(1), 47–58 (2010). [doi:10.1016/j.compedu.2009.07.006](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.07.006)
4. Fleischer, H.: What is our current understanding of one-to-one computer projects: a systematic narrative research review. *Educational Research Review* 7(2), 107–122 (2012). [doi:10.1016/j.edurev.2011.11.004](https://doi.org/10.1016/j.edurev.2011.11.004)
5. Ward, N., D., Finley, R., J., Keil, R., G., Clay, T., G.: Benefits and limitations of iPads in the high school science classroom and a trophic cascade lesson plan. *Journal of Geoscience Education* 61(4), 378–384 (2013),
6. Mshana, J. A.: Challenges of Implementing Mobile Learning in Distance Learning in Tanzania. *Huria: Journal of the Open University of Tanzania* 17, 96–109 (2014).
7. Pieri, M.: L'accessibilità del Mobile Learning. *Tecnologie Didattiche* 52, 49–56 (2011).
8. Liu, T-C., Lin, Y-C., Tsai, M-J., Paas, F.: Split-attention and redundancy effects in mobile learning in physical environments. *Computers & Education* 58(1), 172–180 (2012). [doi:10.1016/j.compedu.2011.08.007](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.007)
9. Roschelle, J., Rafanan, K., Bhanot, R., Estrella, G., Penuel, B., Nussbaum, M., Claro, S.: Scaffolding group explanation and feedback with handheld technology: impact on students' mathematics learning. *Educational Technology Research and Development*, 58(4), 399–419 (2010). [doi:10.1007/s11423-009-9142-9](https://doi.org/10.1007/s11423-009-9142-9)
10. Hsu, Y-C., Ching, Y-H.: Mobile computer-supported collaborative learning: a review of experimental research. *British Journal of Educational Technology* 44(5), E111-E114 (2013). [doi:10.1111/bjet.12002](https://doi.org/10.1111/bjet.12002)
11. Sung, Y-T., Chang, K-E., Liu, T-C.: The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education* 94, 252-275 (2016). [doi:10.1016/j.compedu.2015.11.008](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008)
12. Hasan, B.: The influence of specific computer experiences on computer self-efficacy beliefs. *Computers in Human Behavior* 19(4), 443-450 (2003). [doi:10.1016/s0747-5632\(02\)00079-1](https://doi.org/10.1016/s0747-5632(02)00079-1)
13. Traxler, J., Kukulska-Hulme, A.: *Mobile Learning: The Next Generation*. Traxler, John and Kukulska-Hulme, Agnes eds., London: Routledge (2016).

# Smart Pendulum

Pierangelo Leone<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IISS “P. Sette”, Via P. Sette, 7 Santeramo in Colle (Bari), Italia  
pierangelo.leone@istruzione.it

**Abstract.** La fisica è una disciplina che richiede sia discussioni teoriche che esperimenti pratici. Il presente articolo descrive un percorso didattico sul pendolo semplice punteggiato da esperimenti con lo smartphone. Esso è stato condotto parallelamente in tre classi seconde di un Liceo Scientifico tutte affidate allo stesso docente. La possibilità di intrecciare risultati, soluzioni pratiche e competenze da un lato e l'impostazione del lavoro per piccoli gruppi dall'altro, hanno arricchito l'itinerario anche sotto il profilo delle competenze sociali.

**Keywords:** smartphone, fisica, *BYOD*, *Inquiry-based Learning*

## 1 Introduzione

La scelta didattica di condurre misure tramite lo smartphone per esplorare le caratteristiche del moto di un pendolo semplice, è nata dai programmi di studio del secondo anno. Hanno influito sulla decisione due altri elementi: la facilità di riproduzione anche in altri contesti del *setting* di laboratorio (sostanzialmente uno smartphone e un filo) e la possibilità di entrare più in profondità in un fenomeno fisico solo all'apparenza di facile comprensione. Per due delle tre classi coinvolte si è trattato di riprendere e affinare quanto svolto nel precedente anno scolastico [1]. Per gli altri c'è stata l'esperienza nuova e coinvolgente di fare laboratorio di fisica con un dispositivo familiare ma in un contesto e con un utilizzo decisamente differente dall'ordinario, di operare direttamente con un altro grado di autonomia, di raccogliere la sfida di un lavoro che richiede una riflessione progettuale preventiva [2].

La scelta del *setting* tecnologico è caduta quest'anno sull'app gratuita *Phyphox* sviluppata nel Politecnico di Aachen in Germania e disponibile anche in lingua italiana. L'app consente l'accesso remoto allo smartphone dal *pc*, purché entrambi siano connessi alla stessa rete Wi-Fi. Questo agevola la visualizzazione e gestione dei dati degli esperimenti, siano essi grafici o tabelle di valori ottenuti dai sensori. Nella ricca *suite* di esperimenti di Fisica ce n'è uno che riguarda il pendolo. *Phyphox* utilizza il giroscopio per misurare il periodo durante il movimento dello smartphone.



**Fig. 1.** Inserendo la misura della lunghezza, Phyphox restituisce il valore di  $g$ .

L'opzione metodologica di fondo è stata quella di un approccio laboratoriale nel quale il primo passo è offrire una "situazione-stimolo" [3] a partire dalla quale nascono domande che, opportunamente selezionate, possono dare l'avvio ad una proficua ricerca comune. Ciò è in linea con l'auspicato *inquiry-based learning* che rende il percorso più significativo sotto il profilo degli apprendimenti.

## 2 Il pendolo semplice, primo approccio

### 2.1 Misure del periodo

Suddivisi in gruppi, alla richiesta di predisporre un pendolo con un filo e uno smartphone e di farlo oscillare, gli alunni non hanno avuto nessuna difficoltà. Uno di loro reggeva il pendolo, uno ha messo a disposizione lo smartphone con *Phyphox*, uno cronometrava, uno leggeva e tabulava i dati al *pc*. Il tutorial messo a disposizione dall'*app* ha reso il tutto più agevole. Al momento nessun contributo teorico era stato offerto agli alunni sul moto del pendolo. L'ipotesi di isocronismo e delle condizioni necessarie perché si realizzi erano loro ignote.

Sono cominciate le osservazioni e le misurazioni del periodo attraverso i dati dell'*app Phyphox*. Dal confronto sui differenti valori del periodo, perché diverse erano le lunghezze scelte, è nata l'esigenza di cercare la relazione tra queste due grandezze fisiche.

**Tabella 1.** Periodo misurato con *Phyphox* e con il cronometro di uno smartphone, lunghezza del pendolo.

	$T_{\text{Phyphox}}$ (s)	$T_{\text{Cronometro}}$ (s)	L (m)
1	1,17	1,153	0,30
2	1,31	1,306	0,40
3	1,44	1,412	0,50
4	1,59	1,572	0,60
5	1,81	1,823	0,80
6	2,04	2,017	1,00
7	2,23	2,281	1,25

Dalle misure non si evinceva una diretta proporzionalità, prima ipotesi di lavoro della possibile relazione tra di esse. Si è deciso quindi di esplorare la proporzionalità diretta tra  $L$  e  $T^2$ .

### 2.2 Calcolo della regressione lineare

Il docente ha deciso a questo punto di presentare gli elementi essenziali del metodo dei minimi quadrati, strada privilegiata in statistica per indagare la relazione lineare tra due variabili  $x$  e  $y$  a partire da una tabella di dati del tipo  $(x_i, y_i)$  [4].

È noto che utilizzando un foglio di calcolo e un grafico "a dispersione (XY)", si può facilmente far individuare al software la retta che meglio approssima i dati sperimentali. Nella classe dell'opzione scienze applicate è stata fatta una ricerca sull'algoritmo utilizzato per individuare i coefficienti della retta  $y=mx+q$  di approssimazione dei dati.



Il passo successivo è stato quindi quello di chiedere agli alunni di scrivere, con la collaborazione del docente di informatica, un programma in linguaggio C eseguibile. Esso è stato utilizzato anche nelle altre due classi per elaborare i dati e individuare la diretta proporzionalità tra  $L$  e  $T^2$ .

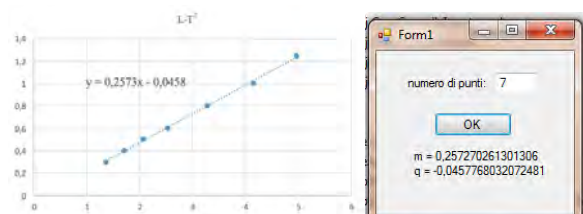


Fig. 2. Retta di regressione lineare ottenuta con foglio di calcolo e con programma in C.

### 3 Il pendolo semplice, quando l'angolo di apertura non è piccolo

Il docente è intervenuto una seconda volta come esperto per presentare più diffusamente il moto del pendolo semplice dal punto di vista cinematico prima e dinamico poi. È emersa quindi la formula, famosa adesso anche per questi studenti:

$$T = 2\pi \sqrt{L/g}.$$

Insieme si è osservato che il periodo è indipendente dalla massa appesa. Nessuno degli alunni aveva fatto ipotesi in merito.

È stato possibile anche comprendere l'importanza dei coefficienti della retta di regressione lineare individuata. Il coefficiente angolare infatti permette di calcolare il valore di  $g$  e confrontarlo con quello previsto localmente. Esaminando i dati raccolti si è riscontrato che in corrispondenza di un coefficiente angolare della retta di regressione lineare pari a 0.2573 si otteneva per  $g$  un valore decisamente troppo grande,  $10.16 \text{ m/s}^2$ . Le misure erano da ripetere e si è proceduto in tal senso avendo cura di rispettare questa volta la condizione di oscillazioni piccole. Sono state effettuate anche 20 misure del periodo di un pendolo con lunghezza di 1 m, sono stati calcolati sia il valor medio che la deviazione standard con questi esiti:

Tabella 2. Valori medi e deviazione standard su 20 misure del periodo di un pendolo con  $L=1\text{m}$ .

	$T_{\text{Phyphox}} \text{ (s)}$	$T_{\text{Cronometro}} \text{ (s)}$
Valore medio	2,01	1,956
Deviazione standard	0,054	0,051

È stato facile rilevare la performance migliore del sensore rispetto alla misurazione manuale, visto che il valore atteso era  $T=2.01 \text{ s}$  sulla base di una stima di  $g_{\text{locale}}$  pari a  $9.78 \text{ m/s}^2$ .

Poiché gli alunni sono diventati più coscienti del fenomeno fisico, il docente ha proposto di fare una ricerca sperimentale su due questioni, la prima delle quali riguardava le oscillazioni non "piccole". La seconda era quella dell'ampiezza delle oscil-

lazioni. È facile accorgersi che essa diminuisce. Si è provato a quantificare entrambi gli aspetti. Sono stati raccolti i seguenti dati per un pendolo con  $L=1\text{m}$ :

**Tabella 3.** Dati relativi al moto del pendolo quando l'angolo di apertura  $\theta$  iniziale è maggiore di  $10^\circ$

	$\theta$	$T_{\text{Phyphox}} \text{ (s)}$	$T_{\text{Cronometro}} \text{ (s)}$	Numero di oscillazioni prima che $\theta$ dimezzi
1	$20^\circ$	2,03	2,024	15
2	$30^\circ$	2,03	2,006	13
3	$40^\circ$	2,05	2,037	10
4	$50^\circ$	2,11	2,074	10
5	$60^\circ$	2,12	2,214	9

All'aumentare dell'angolo di oscillazione il periodo si discosta sempre di più dal valore atteso di 2,01 s. La legge studiata è vera solo in prima approssimazione [5].

## 4 Conclusioni

La tecnologia può dare l'illusione di rendere tutto facile e accessibile, ma da sola non fa miracoli [6]. La parte più bella e faticosa del lavoro è stata quella della discussione, del confronto tra le misure fatte con *Phyphox* e con il cronometro, della scoperta dell'errore, della correzione reciproca, dell'auto correzione. È attraverso questi passi che è cresciuta la consapevolezza di quello che insieme si scopriva o si verificava.

Quanto realizzato è l'inizio di un cammino, quello del triennio, non breve e speriamo affascinante. Una prima direzione di sviluppo di questa esperienza è la *peer education*. Questi alunni potrebbero fare da tutor per i compagni di prima e guidarli nell'iniziale uso dei sensori di uno *smartphone* per semplici esperimenti. In questa linea è la produzione già avviata, di video tutorial e narrazioni delle esperienze da mettere a disposizione sul sito della scuola.

Una seconda direzione possibile è quella di un approfondimento scientifico e tecnologico. Come funziona il giroscopio? Come funzionano gli altri sensori dello *smartphone*? Possibilità nuove ed interessanti di comprensione e applicazione verranno dai temi di fisica che gli studenti dovranno affrontare.

## Riferimenti bibliografici

1. Leone, P.: Primi passi nella fisica con lo *smartphone*. In *Didamatica 2018*, Cesena, 19 aprile 2018.
2. Lo Giudice, G.: Davvero prof prendiamo i nostri cellulari? *Fisica in Mobile Learning*. In *Didamatica 2018*, Cesena, 19 aprile 2018.
3. Novara, D.: Cambiare la scuola si può. BUR, pag. 127, Milano (2018).
4. Taylor, J.R.: *Introduction to error analysis*. 2ed., pag. 181-184, Univ.Sci.Books (1997).
5. <http://www.di.univr.it/documenti/OccorrenzaIns/matdid/matdid146698.pdf>, pag. 5.
6. González, M. e altri: *Mobile Phones for Teaching Physics: Using Applications and Sensors*, In *Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturalism (TEEM14)*, Salamanca 01 ottobre 2014.

# Exergame e dispositivi wearable per la didattica esercitativa nei corsi di laurea on line in scienze delle attività motorie e sportive

Pietro Picerno<sup>1</sup>, Riccardo Pecori<sup>1</sup>, Paolo Raviolo<sup>1</sup>, Pietro Ducange<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SMARTEST Research Centre, Università eCampus, Novedrate CO, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Pisa, Pisa, Italia  
pietro.picerno@uniecampus.it

**Abstract.** In questo articolo vengono presentati alcuni scenari di utilizzo di controller per exergame e sensori wearable come soluzioni BYOD per le attività di didattica esercitativa a distanza nei corsi di laurea on line in scienze delle attività motorie e sportive. In particolare, tali dispositivi vengono inquadrati come sorgenti di variabili cinematiche con cui poter monitorare e valutare a distanza l'esecuzione di determinate esercitazioni motorie e sportive fornendo un feedback allo studente. Viene presentata, inoltre, l'integrazione di tali dispositivi in una possibile architettura di comunicazione complessiva di una piattaforma di e-Learning di una università telematica basata sul Cloud e sul Fog Computing. Ciò permetterebbe la realizzazione di una didattica personalizzata e interattiva a distanza che faciliterebbe le esperienze di apprendimento ubiquo e context-aware in situazioni informali, stimolando altresì gli studenti all'apprendimento.

**Keywords:** Exergame, BYOD, Virtual Learning Environment, e-Learning, Cloud Computing, Fog Computing, Sport Sciences.

## 1 Introduzione

Il riferimento normativo per l'elaborazione del modello didattico della formazione universitaria online in Italia è l'Allegato C del D.M n. 47/2013, che prospetta le soluzioni tecnologiche da adottare per la strutturazione di un Corso di Studi (CdS) erogato a distanza e definisce le caratteristiche del cosiddetto "ambiente di apprendimento virtuale" (VLE, *Virtual Learning Environment*). L'Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR) ha successivamente definito i criteri per strutturare la didattica online classificando i contenuti da erogare sul VLE in Didattica Erogativa (DE) e Didattica Interattiva (DI). La prima, assimilabile alla didattica frontale in aula nelle università tradizionali, è solitamente resa disponibile mediante modalità sia sincrone (Webinar in diretta) che asincrone (video/audio lezioni registrate). La seconda, invece, riguarda il complesso delle attività che prevedono la restituzione di un feedback allo studente da parte del docente e, tra le forme che può assumere, vi sono le cosiddette "e-tivity" sotto forma tipicamente di esercitazioni,

report, mappe concettuali e casi di studio. L'erogazione interamente a distanza dei CdS in Scienze delle Attività Motorie e Sportive (SAMS) può risultare particolarmente impegnativa soprattutto per gli insegnamenti afferenti all'ambito delle discipline motorie e sportive che, per il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici, richiedono lo svolgimento di attività esercitative e laboratoriali. È per tali ragioni, infatti, che in fase di accreditamento iniziale dei CdS in SAMS i valutatori ANVUR raccomandano la modalità *blended* (i.e., più dei due terzi delle attività formative sono svolte con modalità telematiche). Tuttavia, possono essere altresì intraprese strategie per rinforzare la dimensione interattiva della didattica online dei CdS in SAMS, affinché gli studenti possano sviluppare competenze operative coerenti con gli obiettivi di apprendimento. A tal riguardo, la tecnologia offre oggi soluzioni BYOD (Bring Your Own Device) per la misura di variabili cinematiche legate al movimento umano che possono offrire agli insegnamenti dell'ambito disciplinare motorio e sportivo la possibilità di svolgere una didattica esercitativa non necessariamente in presenza del docente ma ubiqua. Appartengono a questa categoria i dispositivi wearable e i controller per i cosiddetti exergame (neologismo composto dai termini "exercise" e "videogame), entrambi caratterizzati da sensori per la registrazione di dati di movimento.

Nell'ambito delle scienze dello sport, si è dimostrato il contributo degli exergame nel migliorare l'apprendimento di abilità motorie sport-specifiche [1]. L'applicabilità dei controller di movimento per la didattica nell'ambito delle attività motorie, seppur ancora inesplorata dalla letteratura scientifica, può essere tuttavia supportata da studi scientifici che da un lato dimostrano la loro attendibilità da un punto di vista metrologico [2] e, dall'altro, la loro applicabilità come strumento di guida e monitoraggio di esercitazioni home-based in ambito riabilitativo [3]. Sulla base di quanto detto finora, l'obiettivo del presente lavoro è presentare l'architettura di un framework tecnologico per l'utilizzo di exergame e sensoristica wearable per la didattica esercitativa a distanza nei CdS in SAMS e l'integrazione di tali supporti nell'impianto didattico come forma di DI.

## **2 Controller per exergame e sensoristica wearable nella didattica esercitativa online: alcuni scenari d'uso**

In questo lavoro, per descrivere un possibile scenario di utilizzo della tecnologia basata su exergame e sensoristica wearable per le e-tivity come DI, abbiamo preso in considerazione uno degli insegnamenti appartenenti alle discipline motorie e sportive: "Teoria e metodologia dell'allenamento". Si fa riferimento al controller per exergame Microsoft Kinect: esso è basato su sensori ottici di profondità e di colore che catturano la silhouette del giocatore ricostruendo in 3D uno scheletro articolato di cui si può conoscere la cinematica segmentale e articolare. Tale dispositivo può essere pertanto utilizzato per valutare l'esecuzione tecnica di un'esercitazione con sovraccarichi come, ad esempio, lo squat con bilanciere. I dati registrati dal controller (ovvero la posizione di determinati centri articolari), disponibili mediante API (Application Program Interface), sono inviati al VLE che li elabora calcolando le principali variabili cinematiche di interesse per la caratterizzazione dell'esercizio (ad esempio, flessione del

tronco, angoli articolari, velocità di esecuzione, ecc.) e genera un referto contenente il confronto con l'esecuzione tecnica "ottimale" per un feedback immediato allo studente. Tale referto viene altresì salvato in maniera automatica nell'ePortfolio dello studente e, quindi, messo a disposizione del docente. Inoltre, sono ormai in commercio diversi dispositivi indossabili a basso costo basati su sensori inerziali (accelerometri e giroscopi) che, controllati da App per dispositivi mobili, sono in grado di valutare la capacità di sollevamento di un sovraccarico alle macchine da fitness [4]. Tali dispositivi possono essere utilizzati per il monitoraggio di una seduta di allenamento di forza muscolare che viene programmata a priori dal docente e caricata nell'ePortfolio dello studente: applicato sul carico da sollevare, il sensore è in grado di fornire le principali variabili di interesse in relazione al carico sollevato (ad esempio, forza applicata al carico e velocità di sollevamento). Sulla base di tali variabili, che andranno poi a popolare automaticamente la programmazione assegnata dal docente, lo studente potrà caratterizzare il regime di lavoro muscolare dell'atleta e, da qui, determinare se la programmazione effettuata sta sortendo gli effetti desiderati (ad esempio, un incremento della velocità di sollevamento di un determinato carico rispetto all'inizio della programmazione).

### 3 Integrazione delle soluzioni BYOD in un VLE

Le soluzioni tecnologiche basate sul Cloud e Fog Computing [5] si adattano molto ai requisiti funzionali e non funzionali dell'architettura che si vuole introdurre in questo lavoro, in cui proponiamo di sfruttare un approccio BYOD, come quelle sopra presentato, per la DI di alcuni insegnamenti dei CdS in SAMS. Architetture basate su Cloud e Fog Computing promuovono comunicazione e condivisione di dati tra studenti e tra studenti e docenti con la necessaria flessibilità e scalabilità. Il connubio tra VLE basati su tecnologia Cloud e sistemi BYOD degli studenti permette inoltre la realizzazione della cosiddetta didattica in situazione e di e-tivity nella forma di laboratori virtuali [6]. Per tali motivi la possibile architettura di comunicazione tra controller e smartphone e il VLE che qui presentiamo si basa su tecnologie Cloud e Fog e permette di sfruttare appieno l'emergente paradigma del *mobile-based learning* [7].

L'architettura di comunicazione tra controller e smartphone e il VLE può essere rappresentata come una struttura a tre livelli: Cloud, Fog e sensor layer. Il sensor layer è composto dai controller o smartphone utilizzati dagli studenti che rilevano i dati cinematici e posizionali e li inviano tramite tecnologia Bluetooth o tecnologia Wireless verso i possibili smart gateway del livello Fog. In realtà smartphone e controller possono già di per sé essere dotati di piena capacità elaborativa tipica degli smart gateway del livello Fog che può quindi essere considerato opzionale. Gli smart gateway del livello Fog hanno il compito di ricevere i dati provenienti da controller e smartphone e di svolgere semplici calcoli locali, come la computazione delle principali variabili cinematiche di interesse per la caratterizzazione degli esercizi descritti nelle sezioni precedenti, fornendo un feedback in tempo reale allo studente. I dati calcolati dal livello Fog vengono anche inviati allo strato Cloud del VLE per la me-

morizzazione dello storico degli esercizi svolti dagli studenti e per la loro eventuale elaborazione da parte di algoritmi predittivi di machine learning che possono aiutare a predire le performance degli studenti e a fornire un feedback automatico. Queste operazioni richiedono di solito notevoli capacità computazionali e sono pertanto demandate al livello Cloud piuttosto che ai livelli inferiori.

La conoscenza estratta dai modelli predittivi e descrittivi, tipici dei moduli di machine learning, può poi essere comunicata, tramite API esterne, a studenti, docenti, tutor e manager delle politiche educative per mettere in atto eventuali azioni correttive o migliorative.

## 4 Conclusioni

L'integrazione di e-tivity basate su soluzioni BYOD inquadrate come DI nell'impianto didattico di un CdS in SAMS si colloca nel quadro innovativo dell'implementazione di una didattica personalizzata e interattiva a distanza e potrebbe portare ad un miglioramento delle performance di apprendimento degli studenti stessi: l'uso di sistemi BYOD facilita le esperienze di apprendimento ubiquo e context-aware in situazioni non formali, mentre la flessibilità di esercitarsi ovunque e quando si vuole può supportare gli studenti all'apprendimento. Tale soluzione sembra poter implementare efficacemente tanto la componente di didattica esercitativa volta allo sviluppo delle competenze, quanto la dimensione della valutazione formativa, coniugata con una significativa personalizzazione dell'esperienza dello studente. Le soluzioni ipotizzate in questo lavoro consentirebbero una didattica di impronta più spiccatamente costruttivista permettendo allo studente di esercitarsi e di interagire con il docente sulla base di dati oggettivi.

## Riferimenti bibliografici

1. Tirp, J., Steingröver, C., Wattie, N., Baker, J., Schorer, J.: Virtual realities as optimal learning environments in sport - A transfer study of virtual and real dart throwing. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 57(1), 57-69 (2015).
2. Choppin, S., Lane, B., Wheat, J.: The accuracy of the Microsoft Kinect in joint angle measurement. *Sports Technology*, 7(1-2), 98-105 (2014).
3. Zhao, W., Feng, H., Lun, R., Espy, D. D., Reinthal, M. A.: A Kinect-based rehabilitation exercise monitoring and guidance system, *2014 IEEE 5th International Conference on Software Engineering and Service Science*, Beijing, pp. 762-765, (2014).
4. Pérez-Castilla, A., et al.: Reliability and Concurrent Validity of Seven Commercially Available Devices for the Assessment of Movement Velocity at Different Intensities During the Bench Press, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5):1258-1265 (2019).
5. Dizdarević, J., Carpio, F., Jukan, A., Masip-Bruin, X.: A survey of communication protocols for internet of things and related challenges of fog and cloud computing integration. *ACM Computing Surveys*, 51(6), 116 (2019).
6. Valenzuela-Valdés, J.F., Pardo, P.J., Padilla, P., Lozano-Guerrero, A.J.: Low Cost Ubiquitous Context-Aware Wireless Communications Laboratory for Undergraduate Students. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 9, pp. 31-36, (2016).
7. Hung, P.; Lam, J.; Wong, C.; Chan, T: A Study on Using Learning Management System with Mobile App. *In Proceedings of the International Symposium on Educational Technology (ISET)*, Wuhan, China, 27-29 July 2015, pp. 168-172, (2015).

## **Capitolo 3**

# **Coding, Robotica, Pensiero Computazionale e Problem Solving**





# La metodologia aziendale AGILE applicata alla realizzazione di un videogioco

Domenico Consoli

Istituto di Istruzione Superiore “Manfredi Tanari”  
Viale Felsina 40, 40139 Bologna  
domenico.consoli@manfreditanariedu.it

**Abstract.** In questo articolo si vuole applicare la metodologia aziendale Agile alla realizzazione di un’applicazione (videogioco) condivisa in una classe seconda di un Istituto tecnico Commerciale che sarà sviluppata con il linguaggio Scratch. La metodologia Agile si applica già nello sviluppo del software soprattutto quando i requisiti richiesti dai clienti sono oggetto di continui cambiamenti e il team di sviluppo, periodicamente, rilascia diverse release. Un videogioco è un ambiente complesso e per la sua progettazione e realizzazione sono richieste diverse competenze a partire dal disegno dello sfondo (stage) fino alla scelta degli attori o avatar principali e alle interazioni tra di loro e/o con l’ambiente circostante. Questa metodologia si basa su una didattica laboratoriale che mette al centro il processo di apprendimento degli studenti che lavorano a piccoli gruppi e portano avanti dei compiti specifici. La metodologia Agile stimola di più lo studente a sviluppare l’applicazione con maggiore coinvolgimento, entusiasmo e responsabilità. Durante l’intero processo di sviluppo gli studenti rivestiranno i diversi ruoli aziendali tra cui quello di clienti e si riuniranno spesso per apportare, in maniera incrementale, dei miglioramenti al prodotto/applicazione.

**Keywords:** Agile, Scrum, Coding, Scratch.

## 1 Introduzione

Il progetto si sta sviluppando in una classe seconda dell’ Istituto di Istruzione Superiore “Manfredi Tanari” ad indirizzo Amministrazione Finanza e Marketing (AFM). In questa classe, per la prima volta, si è introdotta la logica del pensiero computazionale e del coding.

Oramai siamo entrati, a pieno titolo, nell’era della società digitale. I dispositivi diventano sempre più intelligenti e possono comunicare e scambiare dati tra di loro.

Le applicazioni digitali “invadono” sempre di più tutti gli spazi: casa, scuola, palestre, uffici e fabbrica. Non basta più che gli studenti sappiano utilizzare questi strumenti; occorre che in tutti gli ordinamenti scolastici si studino e sperimentino i primi approcci con la teoria della programmazione e gli algoritmi. I giovani nativi digitali, più che all’utilizzo dei dispositivi elettronici, devono concentrarsi sullo sviluppo del software, il cosiddetto coding per apportare, in futuro, il loro contributo

nella costruzione di una società digitale sempre più attenta al benessere della comunità [1].

Come applicazione da sviluppare si è pensato di assegnare alla classe il compito di realizzare un videogioco.

La realizzazione di un videogioco corrisponde ad un'esperienza progettuale che integra diverse competenze, sia tecniche (sviluppo del coding) che trasversali (artistiche, musicali, narrative, scenografiche,...). In un videogioco si possono suscitare negli studenti delle emozioni: paure o soddisfazioni. Gli studenti imparano a vincere la paura mettendo in campo delle azioni per combattere i nemici in contesti ostili e nello stesso tempo possono provare delle soddisfazioni quando vincono e acquisiscono dei punti.

Oggi, all'interno delle aziende, nello sviluppo di determinati progetti/prodotti e soprattutto nello sviluppo del software si utilizza la metodologia Agile e un framework, più rigido, ad essa associata Scrum. Oramai da diversi anni si è sperimentato e verificato che questa metodologia aumenta la produttività aziendale, la qualità del prodotto/servizio e riduce i tempi di consegna al cliente che viene maggiormente coinvolto nel processo di sviluppo.

L'articolo è così strutturato: nel prossimo paragrafo si descrive, con maggiori dettagli, il framework Agile/Scrum e dopo si passa alla discussione dell'esperienza didattica di realizzazione del videogame applicando i vari passaggi della metodologia aziendale. Alla fine si trae qualche conclusione.

## **2 La metodologia Agile e il framework Scrum**

Nell'ambito del management aziendale il metodo Agile [2] si contrappone al tradizionale approccio a cascata (Waterfall) che prevede la suddivisione del ciclo di vita di un progetto/prodotto in schemi rigidi e sequenziali. Il metodo Agile è più flessibile e dinamico e privilegia gli individui e le interazioni piuttosto che i processi e gli strumenti e la collaborazione con il cliente più che la negoziazione dei contratti. L'idea del Metodo Agile non si basa sull'approccio classico e lineare di progettazione, ma sulla possibilità di realizzare un progetto/prodotto per fasi/riunioni chiamate "sprint".

Ad ogni sprint viene verificata la soddisfazione del cliente, al quale viene mostrato il lavoro svolto fino a quel momento. Questo sistema iterativo (ed interattivo) consente di apportare facilmente delle modifiche al prodotto, di abbattere i costi di produzione e, soprattutto, di evitare sforzi inutili.

Una tecnica che implementa la metodologia Agile è Scrum [3] che opera in contesti turbolenti e variabili. Scrum è un framework che consente alle persone di risolvere problemi complessi di tipo adattivo e al tempo stesso rilascia prodotti di altissimo valore in modo efficace e creativo. Questo framework mette in discussione il project management classico che si basa sulla scomposizione delle attività e dei processi in maniera deterministica.

Con Scrum si è più tempestivi nel soddisfare le richieste dei clienti e nell'offerta di un prodotto personalizzato. Esso si basa sui concetti del kaizen e della lean thinking: breve pianificazione, piccoli investimenti e un'intensa collaborazione. Un pro-

cedimento per piccoli passi che consente di correggere gli errori strada facendo e con una comunicazione più efficace tra tutti gli stakeholder.

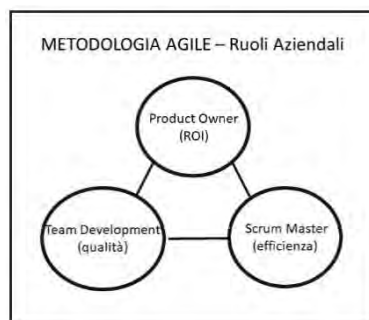
Durante le fasi di progetto e degli sprint c'è un continuo confronto tra commitment (cliente) e il team di development per approvare, step by step, l'evoluzione delle attività. Pianificando in modo incrementale, si prevede una documentazione del progetto/prodotto più leggera.

Come il pensiero computazionale anche Scrum si basa su tre concetti: creatività, collaborazione e approccio iterativo e incrementale. Entrambi riconoscono il ruolo della creatività come veicolo di espressione e di propensione al miglioramento continuo.

Entrambi esaltano le persone, la comunicazione tra di loro e il lavoro di gruppo come strumenti per raggiungere obiettivi più grandi di quelli che il singolo potrebbe raggiungere da solo. Con un approccio iterativo e incrementale si può suddividere un problema complesso in altri più semplici. La soluzione dei problemi più semplici per tentativi e errori (approccio empirico) permette di arrivare alla soluzione del problema originario più complesso.

La filosofia di Scrum si basa su persone che svolgono certi ruoli aziendali e che si incontrano periodicamente anche con il commitment per apportare delle migliorie incrementali al prodotto/servizio.

Scrum riconosce 3 ruoli aziendali fondamentali (Fig. 1):



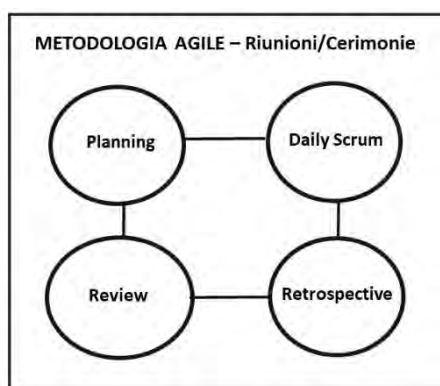
**Fig.1.** I ruoli aziendali nella metodologia Agile.

*Product Owner.* E' la persona che conosce tutti i requisiti del prodotto e che si interfaccia con il team e con i clienti e in generale con tutti gli stakeholder. E' colui che massimizza il ROI (Return of Investment) (*redditività*) e il valore del prodotto e del lavoro svolto.

*Scrum Master.* E' il responsabile del processo che deve accertarsi che il team lavori in maniera coerente con lo sviluppo del progetto eliminando tutti i vari ostacoli che possono interpersi (*efficienza*).

*Team development.* Si occupa dello sviluppo del prodotto e del testing delle funzionalità (*qualità*), e ha la responsabilità di organizzare le priorità delle attività per portare a termine un determinato sprint.

In Scrum si possono organizzare 4 eventi/cerimonie/riunioni (Fig. 2). Ogni riunione viene identificata con il termine *sprint* e si pianifica per ogni fase di realizzazione del prodotto:



**Fig.2.** Le cerimonie nella metodologia Agile.

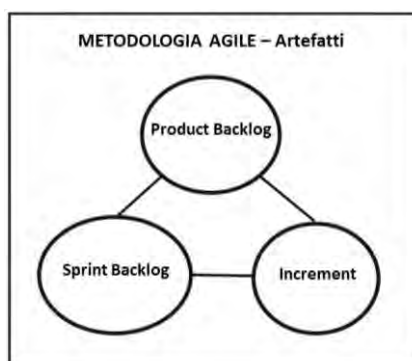
*Planning.* Il Product Owner che ha stilato il Product Backlog, in presenza del Team di Sviluppo e dello Scrum Master, descrive gli item più importanti e l'obiettivo da raggiungere negli sprint successivi.

*Daily Scrum.* Un confronto giornaliero (della durata di 10-15 min) fra Team di Sviluppo e Scrum Master, il quale annota il lavoro svolto il giorno precedente e crea un piano per il prossimo sprint.

*Review.* Una revisione alla fine di ogni sprint per valutare se l'obiettivo prefissato è stato raggiunto e con quali risultati. Partecipa a questo sprint anche il cliente (committente) del prodotto, al quale verrà mostrato il lavoro svolto fino a quella release.

*Retrospective.* A questa riunione partecipa tutto il team development per valutare il processo e vedere cosa ha funzionato, cosa no e cosa bisogna cambiare.

Scrum prende in considerazione anche degli *artefatti* (Fig. 3) che servono a visualizzare i progressi e cioè tutti gli incrementi del prodotto/servizio.



**Fig.3.** Gli artefatti nella metodologia Agile.

*Product backlog.* Documento che contiene la lista di tutti i requisiti, ordinati per priorità, necessari per la realizzazione del prodotto e viene gestito dal Product Owner.

*Sprint backlog.* Tutti i task da completare nel singolo sprint che vengono prelevati dal Backlog.

*Increment.* Tutti gli elementi del backlog che sono stati completati durante uno sprint e quelli precedenti.

### **3 Metodologia didattica nella costruzione del videogame con Scratch**

L'idea è stata quella di portare avanti un'esperienza di apprendimento e una didattica laboratoriale in modo da coinvolgere tutti gli studenti di una classe, suddivisi per gruppi, nella realizzazione di un'applicazione [4]. Una didattica laboratoriale riconosce e valorizza il ruolo attivo degli alunni nei processi di problem solving e di esercizio di un pensiero critico e riflessivo.

In una didattica laboratoriale si mettono in atto diverse metodologie: cooperative learning [5], lavoro di gruppo, discussione e aiuto reciproco. In questo modo si stimolano negli studenti le abilità collaborative, la motivazione, il confronto, l'aiuto reciproco e il rispetto dell'altro.

Nel laboratorio gli studenti riflettono e condividono informazioni/idee per la soluzione di un problema reale e la realizzazione di un progetto che viene affrontato da diversi punti di vista (varie discipline). La competenza da acquisire diventa il risultato di una elaborazione pratica, di una riflessione e di una interiorizzazione del processo di apprendimento che si concretizza in un prodotto fisico e/o concettuale. Il laboratorio trasforma le conoscenze e abilità apprese dall'insegnamento dei docenti e li rende utilizzabili in contesti diversi.

Il framework Scrum, descritto nel paragrafo precedente, si focalizza sulla teoria del processo di apprendimento che si basa su 3 fasi: segui la regola/rompi la regola/ ricostruisci la regola.

Nel "*seguire la regola*" lo studente segue scrupolosamente gli insegnamenti del maestro/docente. Anche se esistono diversi approcci si concentra solo sul modo che ha appreso dal docente. In "*rompi la regola*" lo studente comincia ad ampliare i suoi orizzonti, ad apprendere da altri docenti, a sperimentare altre pratiche e a seguire in autonomia altri percorsi. Nel "*ricostruire la regola*" lo studente incomincia a imparare dalla sua pratica. Crea il suo personale modo di affrontare le situazioni e adatta ciò che ha appreso alle particolari circostanze.

Il progetto che devono portare avanti gli studenti in laboratorio è la realizzazione di un videogioco entro il 30 maggio 2019. L'obiettivo del videogioco, che sarà realizzato con il linguaggio Scratch, è quello di far combattere tra di loro i manga più famosi (Dragon Ball, Naruto, One-Punch Man, One Piece). Oggi i ragazzi sono molto appassionati ai manga che possiedono qualità e caratteristiche esclusive. Questo argomento stimola gli studenti, in modo attivo e partecipativo, alla realizzazione dell'applicazione. Per il momento la metodologia AGILE è circoscritta a questa attività. In futuro, visto che la realizzazione di un videogame comprende diverse compe-

tenze disciplinari si pensa di coinvolgere tutti i docenti del Consiglio di Classe. Per il momento la metodologia viene utilizzata, a piccole dosi, anche nelle classi prime dove si inizia a utilizzare Scratch.

La realizzazione di un videogame si presta bene ad una suddivisione dei compiti a gruppi di studenti appartenenti alla stessa classe. Un gruppo si occuperà della scenografia (stage o palcoscenico), un altro gruppo della creazione dei personaggi che si prenderanno in considerazione, un altro dei testi, delle musiche e così via. Quindi ad ogni gruppo sono demandate certe competenze.

Il compito assegnato al gruppo studente va definito, studiato e contestualizzato in maniera critica e costruttiva (problem posing) [6] tale da trovare delle soluzioni adeguate (problem solving) [7].

Per la composizione dei gruppi è stato chiesto, inizialmente, di farlo in autonomia e i pochi studenti che sono rimasti fuori sono stati assegnati dal docente (Product Owner) per cercare di uniformarne la composizione in base alle loro abilità e predisposizioni individuali.

Nella ricerca della soluzione, all'interno di un gruppo, si stabilisce un dialogo alla pari, peer-to-peer e quindi si possono sperimentare delle forme di apprendimento dialogico [8] dove è importante la forza delle idee e delle proposte dei singoli che lavorano allo stesso livello e senza alcuna prevalenza gerarchica.

Nel gruppo l'apprendimento cooperativo [9] valorizza il learning by doing e il learning by experience. Le persone che acquisiscono certe competenze nella risoluzione di un problema saranno in grado di risolverne altri. Gli studenti, in questo modo, diventano più consapevoli, più coinvolti e più responsabili e propositivi.

L'eterogeneità del gruppo come i momenti di riflessione individuali e collettivi [10] sono dei fattori importanti che combattono i comportamenti spontanei a volte dispersivi.

Nella creazione di un videogioco [11] servono delle competenze informatiche che prendono in considerazione tutte le strutture fondamentali di un linguaggio di programmazione: start/end, relazioni sequenziali di tipo temporali (prima-dopo) e di causa-effetto, test decisionali (se... allora... altrimenti), cicli iterativi (ripeti finchè...) e così via. Queste strutture di tipo logico-matematiche emergono quando si stabiliscono le regole e la logica del gioco: struttura *if...then...else* (se non prendi l'arco o la spada non puoi abbattere il nemico), struttura *iterativa* (ripeti i lanci della freccia in continuazione) e così via.

Le abilità che gli studenti potenzieranno sono diverse: logica, pensiero critico, creatività, espressioni letterarie, artistiche e musicali. Inoltre nella co-progettazione ludica subentrano anche le emozioni e i sentimenti [12].

Il compito assegnato agli studenti favorisce la socialità e l'espressione personale in un ambiente stimolante e divertente dove si condividono idee e emozioni.

Gli alunni in questo modo acquisiranno delle abilità quali l'autoconsapevolezza, la creatività ed espressione artistica, la narratività e la capacità di mettersi in gioco con gli altri.

In questa esperienza gli studenti sono liberi di ideare e progettare le singole scene, gli attori, le musiche e questo dà spazio alla loro immaginazione e creatività.

Questo modo di lavorare può essere visto anche come una metodologia di studio e apprendimento della disciplina Informatica che utilizza la realizzazione di un video-

gioco come strumento didattico ed educativo. In questo modo gli studenti diventano soggetti attivi che possono esprimere la loro creatività e progettualità in un contesto di scuola partecipativa. Il videogame prima di diventare “opera” e prodotto finale [13] è una pratica, un'esperienza, una concatenazione di atti concreti fisici e affettivi. A lavorare a stretto contatto con i compagni è entusiasmante e si possono trasmettere vari sentimenti. E' un momento in cui si pone l'attenzione sulla propria affettività, creatività e sul lavoro di squadra. Lo studente può esprimere la sua personalità in evoluzione, mettendosi in relazione con gli altri e dando vita ad azioni in cui ciascuno trova un proprio spazio.

La costruzione di un videogioco li spinge anche ad andare oltre al compito principale che hanno ricevuto: immaginare e progettare nuovi livelli di gioco, pensare e realizzare il packaging della scatola, disegnare il logo del contenitore e così via.

#### **4 Applicazione della metodologia Agile/Scrum al lavoro di gruppo**

Le regole base della metodologia Agile mirano a stabilire una più netta interazione tra le risorse umane coinvolte nel progetto, indipendentemente dai processi da seguire e dagli strumenti che saranno utilizzati. Infatti le persone si riuniscono frequentemente in sprint per discutere, vedere lo stato di avanzamento dei lavori, interpretare gli altri requisiti richiesti dal commitment, apportare gli aggiornamenti e rilasciare nuove release del prodotto/applicazione. Uno dei principali obiettivi è quello di preferire la consegna (rapida) del prodotto quale può essere un'applicazione, un software effettivamente funzionante ad una documentazione spesso sproporzionata per dimensioni e contenuti.

Un'altra priorità della metodologia Agile è quella di soddisfare il cliente e in particolare di rilasciare un software di qualità e funzionante che può essere aggiornato velocemente al cambiare dei requisiti richiesti. E' previsto un ruolo centrale per il Committente, il quale è chiamato a collaborare con il team di programmatori in diverse fasi o sprint.

Il team di lavoro riflette, nei vari sprint, su come diventare sempre più efficiente ed efficace e quindi regola e adatta di conseguenza il suo comportamento.

Nella metodologia Agile si seguono diversi obiettivi: reazione rapida e adattiva ai cambiamenti, comunicazione efficace tra tutti gli stakeholder, coinvolgimento del cliente nel team di sviluppo, stretta collaborazione tra stakeholder di business e development team e frequente rilascio di nuovo software funzionante.

Il metodo Agile, pianificando in modo incrementale, prevede una documentazione più leggera e non la stesura di una grande mole di testi.

Nello sviluppo del videogame gli studenti vengono suddivisi in gruppi di 4 persone e in certi sprint si aggiunge una quinta persona che rappresenta il cliente o committente. Questo committente partecipa a tutti gli sprint review e a turno segue gli sprint dei vari gruppi. Anche questo ruolo svolto da uno studente è importante perché in questo modo l'alunno apprende come interfacciarsi con il development team, come formulare i requisiti e come misurare il soddisfacimento di questi requisiti tramite le release fornite.

Inoltre a turno uno dei quattro studenti di ogni gruppo svolge il ruolo di Scrum Ma-

ster e quindi coordina il lavoro del development team.

Mediamente gli studenti fanno uno sprint di 15 minuti dopo una lezione di due ore. Il primo sprint Planning è il più duraturo di tutti (5 ore) ed è quello in cui dopo che lo studente-committente ha descritto i requisiti del videogioco richiesto, il docente (Product Owner) stila la lista delle attività da svolgere (Product Backlog). Lo Scrum Master e tutti gli studenti del development team procedono alla scelta del tipo di videogioco da realizzare, tutte le tematiche da portare avanti, i punteggi (incrementi/decrementi) e così via.

Scelto il tipo di videogioco, si passa alla scelta dei personaggi e alle azioni da eseguire. Quindi si danno delle indicazioni sul palcoscenico (stage) e sulle interazioni tra i vari protagonisti delle scene.

In questo sprint si analizzano le performance e si procede a illustrazioni cartacee che sintetizzano il videogame.

Successivamente allo sprint Planning si fanno degli sprint regolari giornalieri di 10-15 minuti.

Nei vari sprint ogni studente si pone delle domande: cosa dovevo fare?, cosa ho fatto? e cosa farò per il prossimo sprint?.

Per ogni sprint il development team e lo Scrum Master elaborano il piano di test da mettere in campo in presenza del commitment per validare o meno la release che è stata prodotta.

Durante lo sprint si prendono in considerazione degli item (attività da svolgere) dall'elenco completo del Product Backlog la cui stesura è stata curata dal Product Owner (Docente).

Dopo il secondo sprint in presenza dello studente-commitment si fa un'analisi delle attività eseguite e si mostra al cliente il lavoro svolto fino a quel momento. Nello sprint review è importante la presenza del cliente per mostrare e fare una demo del prodotto e accettare o rifiutare quella particolare release oppure sottoporla a specifiche modifiche.

Dopo 5 sprint e cioè 5 lezioni di due ore si fa una retrospettiva. Nella retrospettiva dei singoli gruppi, dove saranno presenti il development team e il PO, si analizzano i processi per vedere le cose che si devono cambiare o migliorare.

All'ultima retrospettiva parteciperanno tutti i gruppi per una discussione generale sull'ultima release del videogioco.

In uno sprint, se si prende in considerazione la preparazione dei vari palcoscenici, il development team che si deve occupare di questo visiona tutta la galleria degli stage che si trovano in Scratch per selezionare quelli che interessano. Una volta che si è scelto lo stage si possono apportare tutte le modifiche che si desiderano con la barra degli strumenti dell'editor grafico che è incorporato in Scratch. Lo stage può essere importato anche da file esterni di tipo \*.jpg, \*.gif, \*.png oppure lo si può realizzare con la webcam.

Quindi durante gli sprint e anche le review, che il development team fa insieme al commitment, si può benissimo prendere un book esterno di immagini e selezionare quelle che si desiderano o che si avvicinano ai requisiti richiesti dal committente.

Successivamente con il linguaggio Scratch si può passare da uno sfondo all'altro utilizzando l'istruzione/mattoncino "passa allo sfondo seguente".

In fase di retrospettiva il team e lo Scrum Master può riflettere sui processi di creazione dei vari stage e cambiare anche modalità. Se le attività eseguite non sono soddi-



sfacenti si può elaborare lo sfondo con un programma grafico professionale tipo Photoshop o Adobe Illustrator.

Altre riflessioni possono essere portate avanti durante i vari sprint, review o retrospettive con gli altri gruppi che devono curare i testi, le musiche o devono disegnare i personaggi protagonisti del videogioco.

## 5 Conclusioni

Negli ultimi anni con la globalizzazione e l'innovazione digitale spinta, i modelli di gestione aziendale si sono dovuti adattare alle nuove condizioni "turbolente" di produzione, caratterizzate da altissima competizione e richieste di maggiore produttività, velocità e qualità.

La metodologia AGILE e il framework SCRUM supportano l'organizzazione aziendale nella gestione di "progetti complessi" grazie all'utilizzo di un sistema iterativo ed interattivo che consente di apportare velocemente modifiche al prodotto/applicazione e a rilasciare frequenti release con aggiornamenti incrementali.

La metodologia AGILE valorizza le persone, le interazioni, la collaborazione e il cambiamento.

Il confronto continuo tra il development team e il committente-cliente favorisce lo sviluppo di un prodotto/progetto più affidabile e di maggiore qualità.

Con questa metodologia possono trarre dei benefici sia il team di sviluppo che il management e l'azienda.

Per il team ci sarà una maggiore responsabilizzazione, un maggiore coinvolgimento e una maggiore efficienza.

Per il management un allineamento più diretto con il business, una panoramica, step by step, dello stato del progetto/prodotto, un monitoraggio più efficiente e una più semplice e immediata risoluzione dei problemi che si possono riscontrare.

Per l'azienda c'è il vantaggio di migliorare la relazione e la soddisfazione dei clienti, una maggiore velocità di esecuzione e produttività.

Dal punto di vista didattico è importante utilizzare questa metodologia per cambiare la modalità di insegnamento dell'Informatica.

A scuola generalmente l'Informatica si spiega sempre nello stesso modo (metodologia Waterfall o a cascata): analisi, progettazione, codifica e test.

Anche il docente nel fare la sua lezione utilizza un metodo a cascata: lezione frontale/esercizio/compiti e verifica.

A scuola lo sviluppo di un programma è sempre visto come un lavoro individuale e non come un lavoro di gruppo. Quindi gli studenti sono sempre abituati a sviluppare un programma individualmente e quando si trovano a lavorare in azienda dove lo sviluppo di un'applicazione complessa richiede l'apporto di più professionisti non si trovano a loro agio.

La metodologia AGILE può invece stimolare una nuova didattica che si basa sul lavoro di gruppo e sulla gestione delle risorse e delle responsabilità condivise.

Il framework Scrum utilizza diverse strategie volte a minimizzare i passaggi burocratici tra gli sviluppatori e favorisce l'interazione interna (team) ed esterna (clienti) alternando frequentemente le fasi di progettazione e codifica. In questo modo si è più

efficiente e proattivi.

Lo sviluppo di un'applicazione, in base alla metodologia Agile, offre molti vantaggi in termini di produttività e di qualità del prodotto finale.

Il videogioco che gli studenti devono sviluppare può essere visto come uno strumento espressivo ed educativo e come un approccio didattico, una metodologia in grado di raggiungere, in maniera efficace, migliori risultati di apprendimento in tutte le discipline scolastiche per le molteplici forme espressive che coinvolge (scenografie, testi, musiche, ...). Nella realizzazione del videogioco si innescano forme di apprendimento cooperativo e collaborativo.

Il videogioco aiuta a sviluppare le capacità individuali e di gruppo degli studenti e li stimola ad una crescita sociale e relazionale perché favorisce il lavoro di gruppo e dà spazio a diverse forme di immaginazione e creatività.

Inoltre gli studenti possono potenziare specifiche abilità nella ricerca di specifici algoritmi in fase di problem solving e decision making.

## Riferimenti bibliografici

1. Consoli, D.: I nativi digitali e il coding. In Proc. DIDAMATICA 2015 - Dalla Società della Conoscenza alla Società delle Competenze, pp. 1-8, Genova (2015)
2. Lisca, F.: Il quinto paradigma. Come trasformare la propria azienda in un'organizzazione agile, Franco Angeli (2017).
3. Schwaber, K., Beedle, M.: Agile software development with Scrum, Prentice Hall, 2002
4. Agile School Manifesto, <https://www.infoq.com/articles/agile-schools-education>, last accessed 2/04/2019
5. Doderò, G., Gennari, R., Melonio, A., Torello, S.: Gamified Co-design with Cooperative Learning, In Proc. CHI 2014 Extended Abstract on Human Factors in Computing Systems, pp. 707-718, New York (2014)
6. English L. D., Fox J. L. and Watters J. J.: Problem posing and solving with mathematical modeling. *Teaching Children Mathematics*, 12, 3, 2005, 156-163.
7. D'Amore, B.: Problemi, Pedagogia e psicologia della matematica nell'attività di problem solving, ed. Franco Angeli, Milano (1996).
8. Flecha, R.: Sharing words: theory and practice of dialogic learning, Rowman & Littlefield Publishers, US (2000).
9. Kaye, A.: Apprendimento collaborativo basato sul computer, *Tecnologie Didattiche* n. 4 (1994).
10. Levy, P. *Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in Cyberspace*, Perseus, Cambridge (1997).
11. Mosna, L.: *Il videogioco. Storie, forme, linguaggi, generi*, Dino Audino Editore, Roma (2018)
12. Brondino, M., Doderò, G., Gennari, R., Pasini, M., Raccanello, D., Torello, S.: Emotions and Inclusion in Co-Design at School: Let's Measure Them!, In Proc. *Methods and Intelligent System for Technology Enhanced Learning*, pp. 1-8, Springer, Cam (2015)
13. Alinovi, F.: *Game Start! Strumenti per comprendere I videogiochi*, Springer, Berlino (2011).

# Analisi dei processi di pensiero computazionale alla base della creazione di grafici animati per il problem solving

Alice Barana<sup>1</sup>, Alberto Conte<sup>1</sup>, Cecilia Fissore<sup>1</sup>, Francesco Floris<sup>1</sup>, Marina Marchisio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Matematica, Università di Torino, Italia  
{alice.barana, alberto.conte, cecilia.fissore, francesco.floris, marina.marchisio}@unito.it

**Abstract.** Tra le competenze chiave di cui tutti gli individui hanno bisogno per la realizzazione professionale, lo sviluppo personale, la cittadinanza attiva, l'inclusione sociale e l'occupazione sono presenti il problem solving e il pensiero computazionale. In matematica, nelle attività di risoluzione di problemi contestualizzati mediante l'utilizzo di un Ambiente di Calcolo Evoluto (ACE), le differenze tra queste due competenze si assottigliano. Un aspetto molto importante di un ACE per la risoluzione dei problemi è la programmazione di grafici animati che permettono di creare un'animazione di un grafico attraverso la generalizzazione di un grafico statico, scegliendo il parametro da far variare e l'intervallo di variazione dello stesso. L'obiettivo di questa ricerca è analizzare i processi di pensiero computazionale alla base della creazione di grafici animati per la risoluzione di un problema contestualizzato. A tal fine sono state selezionate e analizzate alcune risoluzioni di problemi svolte da studenti di classe quarta delle scuole secondarie di secondo grado. Vengono mostrati alcuni esempi in cui sono emersi processi di pensiero computazionale diversi, che riflettono strategie risolutive e processi di generalizzazioni differenti. Dall'analisi è emerso che nella creazione dei grafici animati vengono attivati tutti i processi alla base delle strategie mentali del pensiero computazionale utili per risolvere problemi.

**Keywords:** Ambiente di Calcolo Evoluto, Grafici animati, Pensiero Computazionale, Problem Solving.

## 1 Introduzione

Secondo le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 22 maggio 2018 [1] tra le otto competenze chiave per l'apprendimento permanente per conseguire progressi e successi vi sono la competenza matematica, definita come la "capacità di sviluppare e applicare il pensiero e la comprensione matematici per risolvere una serie di problemi in situazioni quotidiane" e la competenza digitale che "presuppone l'interesse per le tecnologie digitali e il loro utilizzo con dimestichezza e spirito critico e responsabile". Le competenze chiave sono collegate allo sviluppo di capacità quali: la capacità di risoluzione di problemi, il pensiero critico, la capacità di cooperare, la creatività e il pensiero computazionale. Esse sono alla base di tutte le competenze chiave e consentono di sfruttare in tempo reale ciò che si è appreso, al fine di sviluppare nuove idee, nuove teorie e nuove conoscenze [1].

Il problem solving è un aspetto importante dell'insegnamento e dell'apprendimento della matematica, presente in tutti i curricula matematici [2]. Negli ultimi anni l'uso delle tecnologie digitali nelle attività di problem solving ha consentito una preziosa varietà di rappresentazione ed esplorazione dei compiti matematici [3] offrendo l'opportunità di estendere i modi di ragionare sulle strategie coinvolte nella risoluzione dei problemi [4]. Una delle tecnologie utilizzate per attività di problem solving è un Ambiente di Calcolo Evoluto (ACE) che consente di eseguire calcoli numerici e simbolici, creare rappresentazioni grafiche (statiche e animate) in 2 e 3 dimensioni, scrivere procedure in un linguaggio semplice, programmare e collegare tutti i diversi registri di rappresentazione in un unico foglio di lavoro utilizzando anche il linguaggio verbale [5]. Un aspetto molto importante di un ACE per la risoluzione dei problemi è la progettazione e la programmazione di grafici animati e componenti interattive. I primi permettono di creare un'animazione di un grafico al variare di un parametro, le seconde permettono di visualizzare come variano i risultati, eventualmente anche grafici, di un processo quando vengono modificati i parametri di input.

L'obiettivo di questa ricerca è analizzare i processi di pensiero computazionale alla base della creazione di grafici animati per la risoluzione, attraverso l'utilizzo di un ACE, di un problema contestualizzato. A tal fine verranno analizzati alcuni esempi di risoluzioni di un problema contestualizzato svolte da studenti di classe quarta delle scuole secondarie di secondo grado.

## 2 Stato dell'arte

L'espressione "pensiero computazionale" (in inglese "computational thinking") è stata resa popolare da un articolo di Jeannette Wing [6] in cui l'autrice sostiene l'importanza di insegnare i concetti fondamentali dell'Informatica nella scuola, possibilmente fin dalle prime classi. Ancora oggi la didattica dell'Informatica, seppur frequentemente venga descritta come lo studio sistematico dei processi computazionali che descrivono e trasformano l'informazione, si riduce nella maggioranza dei casi all'uso dei computer (informatica di consumo) [7].

Inizialmente, Wing [6] non ha dato una definizione precisa del pensiero computazionale ma ne delinea le caratteristiche principali:

- un modo in cui gli esseri umani risolvono un problema;
- basato sul concettualizzare, e non sul programmare, a più livelli di astrazione;
- basato su idee, non artefatti;
- integrazione tra pensiero matematico e ingegneristico;
- per tutti, in tutto il mondo.

Lodi et al. [8] riflettono sul fatto che cercare una definizione operativa precisa e universalmente condivisa dell'espressione, tutt'ora non esistente, può creare confusione sull'argomento, portando in primo luogo a considerare erroneamente il pensiero computazionale come un nuovo soggetto di insegnamento, concettualmente distinto dall'informatica. Gli autori ritengono più importante utilizzare l'espressione come un

modo abbreviato di riferirsi ad un concetto ben strutturato, nucleo fondante dell'Informatica. Nell'articolo descrivono quindi il pensiero computazionale come un processo mentale (o più in generale un modo di pensare) per risolvere problemi (problem solving) e ne definiscono gli elementi costitutivi: strategie mentali, metodi, pratiche e competenze trasversali. Per quanto riguarda le strategie mentali utili per risolvere problemi, gli autori descrivono i seguenti processi mentali:

- pensiero algoritmico: usare il pensiero algoritmico per progettare una sequenza ordinata di passi (istruzioni) per risolvere un problema;
- pensiero logico: usare la logica e il ragionamento per stabilire e controllare i fatti;
- scomposizione di problemi: dividere e modularizzare un problema complesso in semplici sotto-problemi, risolubili in modo più semplice;
- astrazione: liberarsi dei dettagli inutili per concentrarsi sulle idee rilevanti;
- riconoscimento di pattern: individuare regolarità/schemi ricorrenti nei dati e nei problemi;
- generalizzazione: usare le regolarità riconosciute per fare previsioni o per risolvere problemi più generali.

Queste strategie mentali richiamano in molti aspetti le fasi di un'attività di problem solving nella didattica, ad esempio, della Matematica: comprensione del problema, ideazione del modello matematico, risoluzione del modello e interpretazione della soluzione ottenuta [9]. Ciò che distingue il pensiero computazionale dal problem solving è il cambiamento di paradigma concettuale costituito dal passaggio dal risolvere i problemi al far risolvere i problemi [8]. Il primo infatti non riguarda una generica risoluzione di problemi: la formulazione del problema e della soluzione devono essere espresse, scrivendo un algoritmo in un linguaggio opportuno, in modo che un "agente che elabora informazioni" (essere umano o macchina) possa comprendere, interpretare ed eseguire le istruzioni che le vengono fornite. Questa differenza a nostro parere si assottiglia quando vengono proposte attività di problem solving attraverso l'utilizzo di tecnologie e in particolare di ACE. In questo caso, a partire dal pensiero mentale, lo studente deve scegliere come impostare il procedimento risolutivo tra le molteplici modalità possibili (parole, grafici, conti numerici o simbolici, procedure, cicli, etc.) e allo stesso tempo scrivere un algoritmo in un linguaggio opportuno, in modo che l'ACE elabori le informazioni e restituisca un risultato.

In questa ricerca vogliamo concentrarci sulla creazione di grafici animati che comportano la generalizzazione di un grafico statico scegliendo il parametro da far variare e l'intervallo di variazione dello stesso.

Secondo Malara [10], il termine "processo di generalizzazione" comprende "una serie di atti di pensiero che portano un soggetto a riconoscere, esaminando casi singoli, l'occorrenza di elementi caratteristici comuni; a spostare l'attenzione dai singoli casi alla totalità dei casi possibili ed ad estendere a tale totalità i caratteri comuni individuati". Le azioni principali alla base di questo processo sono la riconoscenza di pattern, l'individuazione di somiglianze e il collegamento tra aspetti analoghi. Esse portano il soggetto a considerare, invece di un singolo caso, tutti i casi possibili e ad estendere e adattare il modello individuato. Questa definizione non è così distante dai processi mentali del pensiero computazionale di riconoscimento di pattern e generalizzazione che

abbiamo citato in precedenza. Riguardo al processo di generalizzazione, l'autrice si sofferma su una riflessione di Dörfler [11] che considera cruciale la rappresentazione del processo "attraverso l'uso di oggetti percepibili, come segni scritti, di elementi caratteristici e stage, di passi e risultati delle azioni". In questo modo si genera un protocollo di azioni che permette una ricostruzione e concettualizzazione cognitiva del processo stesso.

### 3 Creazione di grafici animati con un ACE

La creazione di un grafico animato con un ACE, e in particolare con l'ACE Maple<sup>1</sup>, avviene attraverso l'utilizzo del comando "animate" che crea l'animazione di un grafico in 2 o 3 dimensioni al variare di un parametro. Per utilizzare il comando si utilizza la seguente sintassi:

*animate(plotcommand, plotargs, t=a..b, options)*

dove:

- *plotcommand*: un comando o una procedura Maple che genera un grafico 2D o 3D
- *plotargs*: lista di argomenti del *plotcommand*
- *t*: nome del parametro utilizzato nell'animazione
- *a, b*: estremi dell'intervallo di variazione del parametro

Supponiamo, ad esempio, di voler creare un'animazione per visualizzare come varia la concavità di una parabola con vertice nell'origine nel piano cartesiano. Prima di tutto creiamo il grafico statico di una determinata parabola, ad esempio  $y = 3x^2$ , attraverso il seguente comando:

*plot(3x^2, x=-15..15, color=blue)*

Dando invio al comando si ottiene in output il seguente grafico:



**Fig. 1.** Grafico statico della parabola  $y = 3x^2$

In questo modo vediamo che la concavità della parabola è positiva. Lo stesso procedimento possiamo farlo per disegnare la parabola  $y = -3x^2$ , disegnando così una parabola con la concavità rivolta verso il basso. Supponiamo ora di voler visualizzare come varia con continuità la concavità della parabola tra la prima e la seconda situazione attraverso un'animazione. Utilizziamo quindi il comando *animate*, tenendo conto che nel comando (1) il *plotcommand* è *plot* e tutto quello che è presente all'interno delle parentesi tonde è il *plotargs*. All'interno del comando *animate* il *plotargs* non può

<sup>1</sup> <https://www.maplesoft.com/>

essere lo stesso del grafico statico ma è necessario generalizzarlo riconoscendo pattern comuni tra i grafici della prima e seconda situazione che vogliamo unire in un unico comando. In particolare, scegliamo il parametro da far variare, in questo caso il coefficiente di  $x^2$ , e l'intervallo in cui farlo variare, in questo caso l'intervallo dei numeri reali compresi tra 3 e -3. Otteniamo quindi il seguente comando:

```
animate(plot, [a · x2, x = -15..15, color = blue], a = 3..-3)
```

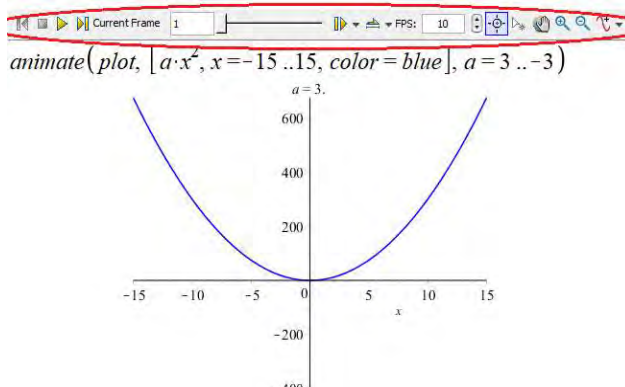


Fig. 2. Grafico animato della parabola  $y = a \cdot x^2$ , con  $a$  che varia da 3 a -3

In questo modo abbiamo creato l'animazione desiderata (Fig. 2) avendo un feedback immediato del risultato della generalizzazione che abbiamo effettuato. Un ulteriore aspetto dell'utilizzo di un ACE consiste nel fatto che attraverso uno specifico linguaggio di programmazione è possibile definire nuovi comandi, chiamati "procedure". All'interno del comando animate è possibile generalizzare una qualsiasi procedura che restituisca in output un grafico in due o tre dimensioni.

Alla luce del quadro teorico studiato, riteniamo che la creazione dell'animazione di un grafico utilizzando un ACE sia un processo di pensiero computazionale e la visualizzazione immediata in output del risultato della generalizzazione effettuata possa aiutare fortemente gli studenti nello sviluppo di questa competenza.

## 4 Metodologia

Per analizzare i processi di pensiero computazionale alla base della creazione di grafici animati abbiamo analizzato la risoluzione, mediante l'utilizzo di un ACE, di un problema contestualizzato effettuata da studenti di classe quarta di diverse scuole secondarie di secondo grado di Piemonte, Valle d'Aosta e delle province di Messina, Reggio Calabria e Verona nell'ambito del Progetto Digital Math Training [12, 13].

Il problema, intitolato "Coccinella", parla di una coccinella posata sulla ruota posteriore di una bicicletta, sulla parte del cerchione più vicina al terreno. Pensando alla ruota della bici come una circonferenza centrata nell'origine, la posizione della coccinella corrisponde all'angolo di ampiezza  $\frac{3}{2}\pi$ . Le ruote della bici hanno diametro totale (in-

clusa la camera d'aria) pari a 60 centimetri, mentre la camera d'aria è spessa 4 centimetri. La richiesta del problema sulla quale ci vogliamo focalizzare riguarda la traiettoria percorsa dalla coccinella in un chilometro, immaginando che non si sia mai mossa. La traiettoria compiuta dalla coccinella è data dalla combinazione di 2 moti: quello circolare della ruota e quello rettilineo della bici. Essa è quindi rappresentata da una cicloide, il cui grafico si può certamente considerare una risposta corretta alla richiesta del problema. Tuttavia, il grafico statico non mostra come si sia arrivati a quel risultato e il procedimento effettuato per arrivare alla soluzione. Invece attraverso un grafico animato è possibile visualizzare il moto della ruota e la traiettoria percorsa dalla coccinella durante il moto stesso. Inoltre, è possibile tenere traccia dei frames dell'animazione e in questo modo viene tracciata direttamente la traiettoria cercata.

Per la nostra ricerca abbiamo visionato 80 soluzioni proposte da altrettanti studenti, tra le quali abbiamo selezionato e analizzato le 16 in cui è stata utilizzata un'animazione per visualizzare la traiettoria della coccinella.

## 5 Risultati

In tutte le 16 soluzioni analizzate in cui è stata utilizzata un'animazione si evidenzia l'utilizzo del pensiero algoritmico per costruire il grafico animato come risultato di una sequenza ordinata di comandi. Tuttavia, sono emersi anche processi di pensiero computazionale diversi, in alcuni casi vincenti e in altri meno, che riflettono strategie risolutive differenti. Abbiamo classificato le soluzioni analizzate in quattro categorie:

1. animazione come creazione di una curva punto per punto (2 soluzioni);
2. animazione come verifica del risultato ottenuto (3 soluzioni);
3. animazione come unione di animazioni (5 soluzioni);
4. animazione di una procedura (1 soluzione);
5. animazioni con procedimenti errati ( 5 soluzioni).

Sebbene le soluzioni classificate all'interno di una stessa categoria non siano identiche, esse mostrano analoghi processi di pensiero computazionale (presentati nel quadro teorico). Per ogni categoria sopracitata verrà quindi presentato un esempio di risoluzione paradigmatico.

Nelle soluzioni della prima categoria, il grafico della cicloide è stato ottenuto attraverso il comando *animatecurve* che serve a creare l'animazione del disegno di una curva in 2 dimensioni, dando in input le equazioni parametriche della curva che definiscono le coordinate dei suoi punti al variare di un parametro. La sintassi utilizzata in questo esempio è stata la seguente:

```
animatecurve([30 sin(t) + 30 t, 30 + 30 cos(t), t = 0 .. 10 Pi], color = black, frames = 100, thickness = 2, title = "Moto della coccinella sul cerchione")
```

In output è stato ottenuto il seguente grafico che rappresenta la creazione della curva punto per punto:



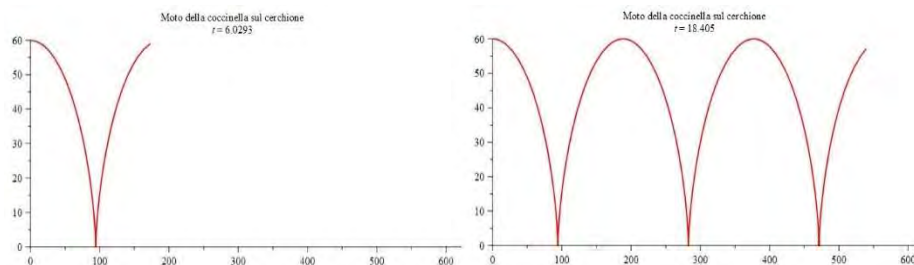


Fig. 3. Esempio di animazione come creazione di una curva punto per punto.

Per ricavare le equazioni parametriche della curva sono stati studiati i moti di traslazione e rotazione della ruota, utilizzando il processo mentale della scomposizione di problemi. Dopodiché è stato utilizzato il processo di generalizzazione e astrazione per unire i due moti e ottenere, con il comando *animate*, la traiettoria della coccinella calcolando la sua posizione puntuale al variare del tempo.

La generalizzazione e l'utilizzo del comando in questo caso sono stati effettuati correttamente, ma non è corretto il procedimento risolutivo perché è stato considerato un errato punto di partenza.

Nella seconda categoria abbiamo incluso le soluzioni in cui è stato ricavato il grafico statico della cicloide e poi è stato animato un punto che si muove su di essa. Nell'esempio che presentiamo, il grafico della cicloide è stato ottenuto utilizzando la forma parametrica della curva con il seguente comando:

```
graf:=plot([0.3(t-sin(t)),0.3(1-cos(t)), t = 0 .. 8Pi], color = black)
```

Il comando per creare l'animazione è il seguente:

```
animate(pointplot, [[0.3 (t-sin(t)), 0.3(1-cos(t))], color = red, symbol = solidcircle, legend = "coccinella"], t = 0 .. 8Pi, frames = 50, background = graf)
```

Si ottiene l'animazione rappresentata nella seguente figura:

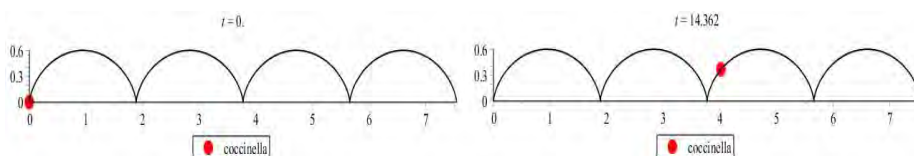


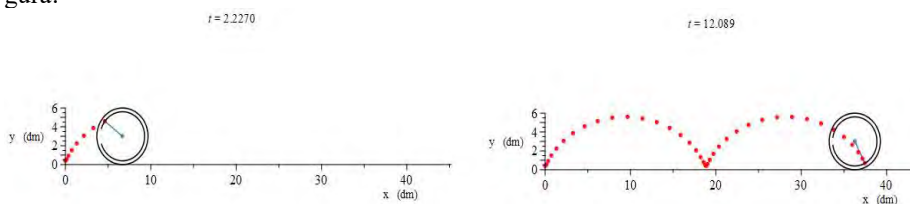
Fig. 4. Esempio di animazione come verifica del grafico statico ottenuto

Questo procedimento è stato utilizzato per verificare il grafico statico ottenuto osservando direttamente come si muove la coccinella. In questo caso il processo di generalizzazione riguarda esclusivamente il grafico del punto e di conseguenza le sue coordinate. Il grafico della cicloide è stato utilizzato come sfondo dell'animazione. Il processo di astrazione è avvenuto in due fasi: nella prima fase è stata effettuata una generalizzazione per creare un comando statico (la curva parametrica), nella seconda fase è stata sfruttata la generalizzazione per creare l'animazione. Alla base della creazione di questa animazione c'è il processo logico per controllare la correttezza dei risultati precedentemente ottenuti.

La terza categoria riguarda le soluzioni in cui è stato presentato il grafico animato contenente: le due circonferenze per rappresentare la ruota, il centro della ruota, la coccinella e il raggio della bicicletta che unisce la coccinella al centro della ruota. Per farlo sono stati creati 5 grafici animati diversi e sono stati poi visualizzati in un'unica finestra grafica attraverso il comando *display*. Nel seguente esempio, sono stati prima definite le tre procedure *centro*, *coccinel*, *R* per rappresentare in modo statico rispettivamente la coccinella, il raggio e il centro della ruota. Dopodiché sono stati animati singolarmente i grafici di questi tre elementi e delle due circonferenze per rappresentare le ruote e infine sono stati unite tutte le animazioni in un unico grafico attraverso il seguente comando:

```
display({animate(R, [t], t=0 .. 8Pi, scaling = constrained, frames = 80),
        animate(centro, [3t, 3], t = 0 .. 8Pi, frames=80), animate(implicitplot,
[x^2+y^2+9t^2-6tx-6y+2.24 = 0, x=0..80, y=0..8, color = black], t=0..8Pi, frames =
80), animate(implicitplot, [9t^2-6tx+x^2+y^2-6y = 0, x=0..80, y=0..10, color =
black], t=0 .. 8Pi, frames = 80), animate(coccinel, [3t-2.6sin(t), 3-2.6cos(t)], t =
0..8Pi, frames = 80, trace = 90000)}, labels = ["x (dm)", "y (dm)"])
```

In questo comando è stata utilizzata l'opzione *trace* per i grafici animati che permette di selezionare un insieme di fotogrammi da stampare mentre viene eseguita l'animazione, tenendone così traccia. L'output del comando è rappresentato nella seguente figura:



**Fig. 5.** Esempio di animazione come unione di animazioni

In questa strategia risolutiva, utilizzata dalla maggior parte degli studenti, per creare l'animazione è stato utilizzato il processo mentale della scomposizione di problemi: è stata divisa un'animazione complessa in diverse animazioni, risolvibili in modo più semplice. L'unione delle varie animazioni è stata possibile dal momento che sono state effettuate tutte in base allo stesso parametro con lo stesso intervallo di variazione, utilizzando il processo di riconoscimento di pattern e di generalizzazione.

L'ultima soluzione analizzata, anche se dal punto di vista matematico non del tutto corretta, è molto interessante dal punto di vista del pensiero computazionale messo in atto per realizzarla. Essa consiste nella creazione di un'animazione in cui sulla sinistra del grafico viene rappresentata la coccinella che si muove lungo la ruota e sulla destra viene rappresentata la traiettoria, tracciata punto per punto con un segmento (Fig 7). Per creare il grafico, diversamente dall'esempio precedente, non sono state unite diverse animazioni bensì è stata definita una procedura per unire diversi comandi grafici al variare dello stesso parametro, ed è stata poi animata. La procedura definita è la seguente:

$F := \text{proc } (t) \text{ plots[display] (plottools[line]([-2, 0], [\sin(t)-2, -\cos(t)], \text{color} = \text{blue}),$   
 $\text{plottools[line]}([\sin(t)-2, -\cos(t)], [t, \text{abs}(2\sin((1/2)t))], \text{color} = \text{blue}),$   
 $\text{plot}(\text{abs}(2\sin((1/2)x)), x = 0 .. t, \text{color} = \text{"Green"}, \text{legend} = [\text{"Traiettoria"}])) \text{end proc}$

Questa procedura, dato in input il valore del parametro  $t$ , restituisce il grafico statico del raggio della ruota, il grafico della curva da 0 fino a  $t$  e il segmento che unisce la posizione della coccinella sulla ruota a quella sulla traiettoria. Ad esempio, per il valore  $t=3,14$  si ottiene il seguente grafico:

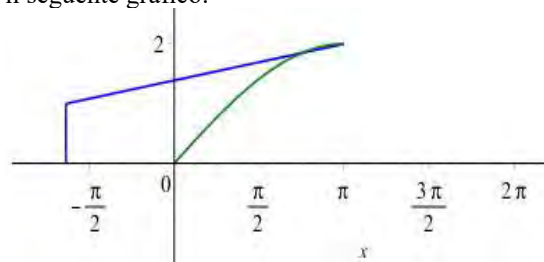


Fig. 6. Grafico statico per la costruzione dell'animazione di una procedura

Dopodiché è stato utilizzato il comando `animate` per animare la procedura al variare del parametro di input, aggiungendo come sfondo il grafico statico della circonferenza che rappresenta la ruota. Il risultato è rappresentato nella seguente figura:

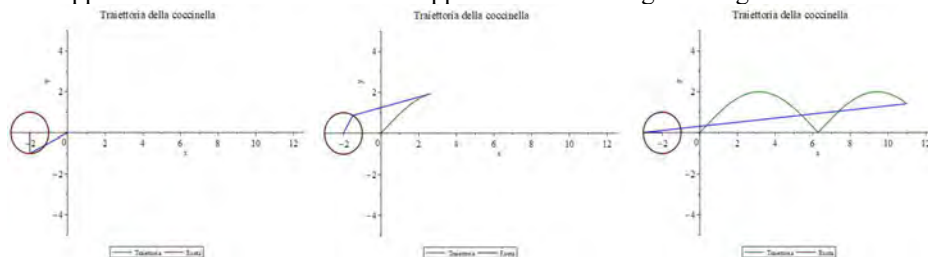


Fig. 7. Esempio di animazione di una procedura

La strategia risolutiva utilizzata è diversa da quella dall'esempio precedente perché invece di unire animazioni differenti in un unico grafico animato, l'animazione è come se venisse creata come una sequenza ravvicinata di diverse istantanee dello stesso moto. Dal punto di vista del pensiero computazionale questo richiede un processo di astrazione maggiore in quanto il processo di generalizzazione attraverso il riconoscimento di pattern viene effettuato due volte: una per definire la procedura e una per animarla.

Le restanti 5 soluzioni analizzate contenevano animazioni errate per diversi aspetti: l'utilizzo del comando (errato processo di generalizzazione), la scala scelta per visualizzare il grafico (errato processo logico) o la contestualizzazione del grafico (visualizzato nel semiasse negativo delle ordinate, frutto di un errato processo di astrazione). Questo conferma che tutti gli aspetti del pensiero computazionale, così come del problem solving, sono fondamentali.

## 6 Conclusioni

I risultati mostrano alcuni esempi di processi di pensiero computazionale nella creazione di grafici animati per la risoluzione di un problema contestualizzato attraverso l'utilizzo di un ACE. Analizzando le animazioni create per ricavare la traiettoria della coccinella sono emersi quattro processi di pensiero computazionale diversi, che riflettono strategie risolutive e processi di generalizzazioni differenti. Dai risultati è emerso che nella creazione dei grafici animati vengono attivati tutti i processi alla base delle strategie mentali del pensiero computazionale utili per risolvere problemi. È auspicabile quindi, anche per la loro componente ludica, che vengano usati nella didattica ordinaria della matematica. Questo aspetto emerge anche dal confronto continuo con i docenti degli alunni che partecipano al progetto che seguono, parallelamente ai loro studenti, un percorso di formazione sull'utilizzo di queste nuove metodologie.

### Riferimenti bibliografici

1. Commissione Europea: Raccomandazione del Consiglio, del 22 maggio 2018, relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente. Official Journal of the European Union. 1–13 (2018).
2. Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., Bruder, R.: Problem solving in mathematics education. Springer Berlin Heidelberg, New York, NY (2016).
3. Santos-Trigo, M., Moreno-Armella, L., Camacho-Machín, M.: Problem solving and the use of digital technologies within the Mathematical Working Space framework. ZDM. 48, 827–842 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0757-0>.
4. Kuzniak, A., Parzys, B., Vivier, L.: Trajectory of a problem: a study in Teacher Training. 10, 407–440 (2013).
5. Barana, A., Fioravera, M., Marchisio, M.: Developing problem solving competences through the resolution of contextualized problems with an Advanced Computing Environment. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Higher Education Advances. Universitat Politècnica València (2017). <https://doi.org/10.4995/HEAD17.2017.5505>.
6. Wing, J.: Computational thinking. Presented at the Communications of the ACM (2006).
7. Bizzarri, G., Forlizzi, L., Proietti, G.: Informatica: didattica possibile e pensiero computazionale. 10 (2011).
8. Lodi, M., Martini, S., Nardelli, E.: Abbiamo davvero bisogno del pensiero computazionale? 15 (2017).
9. Samo, D.D., Darhim, D., Kartasmita, B.: Culture-Based Contextual Learning to Increase Problem-Solving Ability of First Year University Student. Journal on Mathematics Education. 9, (2017). <https://doi.org/10.22342/jme.9.1.4125.81-94>.
10. Malara, N.A.: Processi di generalizzazione nell'insegnamento/apprendimento dell'algebra. Annali online formazione docente. 4, 13–35 (2013).
11. Dorfler, W.: Forms and means of generalization in mathematics. In: Mathematical Knowledge: Its growth through teaching. pp. 63–95. Kluwer (1991).
12. Barana, A., Marchisio, M.: Sviluppare competenze di problem solving e di collaborative working nell'alternanza scuola-lavoro attraverso il Digital Mate Training. In: Atti di Didattica. pp. 1–10 (2017).
13. Barana, A., Marchisio, M.: Dall'esperienza di Digital Mate Training all'attività di Alternanza Scuola Lavoro. MONDO DIGITALE. 15, 10 (2016).

# A data mining approach to study gender differences in scientific degrees courses

Renza Campagni, Donatella Merlini and M. Cecilia Verri

Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni  
Florence Center for Data Science  
Università di Firenze, Italy

[renza.campagni,donatella.merlini,mariacecilia.verri]@unifi.it

**Abstract.** In this paper we present an analysis of the productivity of students attending scientific degree courses using data mining techniques and focusing the study on gender. Particular attention is given to the degree course in Computer Science in which the gender gap is extremely high in order to see if there are different behaviors compared to other courses in the same area. This study proves in an analytic way the existence of three categories of students with similar characteristics in terms of test results and productivity, transversal to gender.

**Keywords:** Educational Data Mining, Students Productivity, Gender Gap

## 1 Introduction

Educational data mining (EDM) is a recent research area that explores and analyzes, by using machine learning and data mining algorithms, both large repositories of data usually stored in the schools and universities databases for administrative purposes and large amounts of information about teaching-learning interaction generated in e-learning or web-based educational context. EDM seeks to use all this information to better understand the performance of the student learning process and can be used by the university or school management to improve the entire educational process. Over the last years, several data mining models have been designed and implemented to analyze the performance of students and we refer to [1,5,6] for recent surveys about the state of the art of EDM and to [4] for a recent study related to gender gaps. In particular, the existing literature about the use of data mining in education is concerned with techniques such as clustering, classification, association rules mining and sequential pattern analysis.

Such techniques have been recently applied to data concerning students in the Computer Science laurea degree of the University of Florence. For example, [2] proposes a data mining methodology, based on clustering and sequential pattern analysis, to study the student behavior by comparing student careers with the ideal career of a virtuous student who takes every examination just after the end of the corresponding course. In [3] a cluster analysis is used to classify students according to the results of the self-assessment test and the first year performance. This study highlights three groups of students strongly affected by the results of the first year: high achieving students who

start high and maintain their performance over the time, medium-high achieving students throughout the entire course of study and, low achieving students unable to improve their performance who often abandon their studies.

In the present work we use clustering techniques to study seven cohorts of students, from the academic year 2010-2011 up to 2016-2017, belonging to the scientific degree courses sharing the same self-assessment test required to students before enrolling in the University of Florence. The work focuses on the study of gender differences, both from a numerical point of view (number of enrollments in degree programs in the scientific area), and from a productivity point of view during the first year. In this regard, the number of credits acquired during the first year and the average grade are analyzed, divided by gender, in the various degree courses and in the different academic years under consideration. Despite the great variability of the studies that these students have undertaken, the analysis seems to identify also in this case three groups of students affected by the results of the test that repeat fairly similar in all the degree courses under examination regardless of gender.

## 2 Data preprocessing

In this section, we describe how university students' data are organized, referring to the scientific degree courses of the University of Florence, Italy, under the Italian Ministerial Decree n. 270/2004. These academic degrees are structured over three years and every academic year is organized with several courses, each course has assigned some credits (CFU) for an amount of 60 credits in each year. Data under analysis concern university students enrolled from academic year 2010-2011 (afterwards cohort 2010) up to 2016-2017 (afterwards cohort 2016). Each student, before enrolling in the degree course, has to take an entrance test to self-evaluate his background in mathematics. This test consists of some multiple choice questions on mathematics topics usually studied in high school.

Initially, we worked with two different data sets: the first contains information about students and their school career before entering university, together with information on the entrance test; the second contains information about grades and credits in the exams taken by students. We performed an important preprocessing phase to fix errors and to reorganize data, before applying the various analysis techniques. During this preprocessing phase we joined and aggregated the previous data sets to obtain the productivity of the student in a year in terms of total credits and the average grade. Since the self-assessment test has changed over the years, the corresponding results have been standardized to make the scores comparable.

In our analysis we concentrated on *active pure students*, that is, students who have taken at least an exam within December of the second year (for example, December 2011 for students of cohort 2010) and without validated exams, that is, exams taken in previous laurea degrees. For some students, this corresponds to passing only an exam without grade such as English. At the end of the preprocessing phase we obtained data organized as in Table 1, where *Id* is the student identifier, *degree* is the laurea degree, *cohort* is the student cohort, *gender* is the student gender, *school* is the high school that

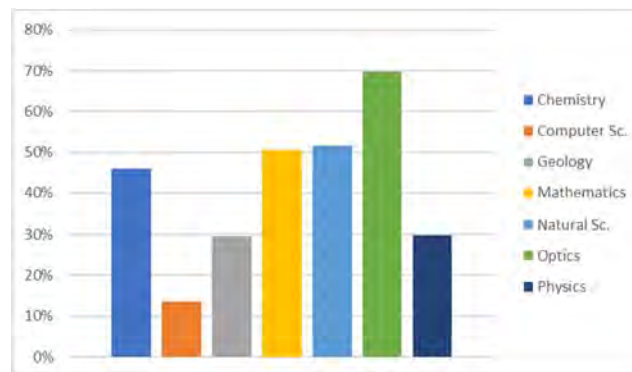
the student attended and, *test\_n* is the standardized value of the grade obtained in the entrance test, *cfu\_g* is the number of credits corresponding to exams with a grade, and *grade* is the average grade, varying in the range 18..30.

**Table 1.** A sample of postprocessing data.

<i>Id</i>	<i>degree</i>	<i>cohort</i>	<i>gender</i>	<i>school</i>	<i>test_n</i>	<i>cfu_g</i>	<i>grade</i>
100	01	2010	F	LS	0.89	57	28
200	01	2010	M	IT	0.71	48	28
...	....	...	...	...	...	...	...
800	05	2016	M	LC	0.85	60	26
900	06	2016	M	IT	0.70	48	27

### 3 Data understanding

The degree programs of the scientific area present a very varied distribution of students according to gender: as can be seen in Fig.1<sup>1</sup>, they range from the degree course in Computer Science which has a female percentage of less than 14%, to courses with a peer gender distribution as Mathematics and Natural Sciences, up to courses, such as Optics, with a female percentage of almost 70%.

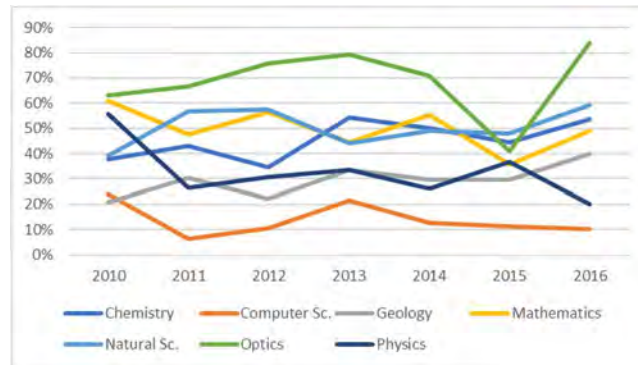


**Fig. 1.** Female percentage of students belonging to the scientific degree courses of the University of Florence in the years [2010,2016].

The female percentage has small fluctuations over the years, but the gender distribution is quite characteristic of each degree course, as shown in Fig. 2. We wish to point out that the line for the Computer Science degree shows the lower values over the entire interval. The low percentage of women enrolled in the Computer Science course is a

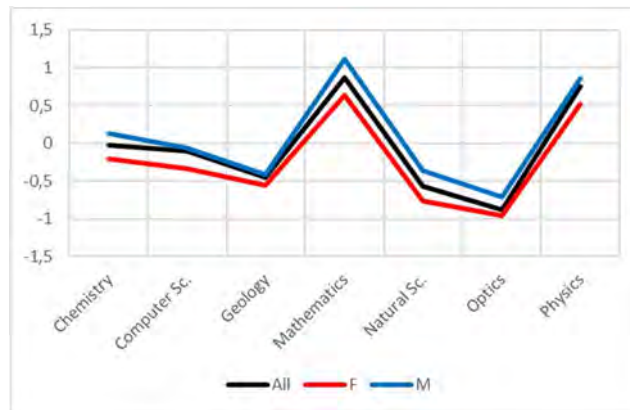
<sup>1</sup> For interpretation of the references to colors in the figures, the reader is referred to the electronic version of this paper.

phenomenon that has spread both in Europe and in the United States since the mid-1980s: many hypotheses have been made about the reasons for this phenomenon and, in recent years, several initiatives from Universities and private companies have been taken to try to reverse the trend [7,8].



**Fig. 2.** Female percentage of students belonging to the scientific degree courses of the University of Florence from the academic year 2010-2011 up to 2016-2017.

In the sequel we will study, with a typical data mining process, the behavior of incoming students in the scientific degree courses of the University of Florence and their productivity at the end of the first year of study, according to the gender and the degree course.



**Fig. 3.** Average results of normalized test values by degrees.

The degree programs examined share the same self-assessment test, as already illustrated in Section 2; Fig. 3 shows the normalized average results of the test by gender and degree course. Gender differences are minimal while variations among courses are much more evident. The Computer Science degree fits almost perfectly the average value.



### 3.1 Productivity

In this section we want to analyze student productivity during the first year of the course of study and determine if there are correlations between the result of the self-assessment test and the results achieved in the same period. As mentioned in the Section 2, we consider only active students, that is, those who have passed at least one exam by December of the year following enrollment. To compare productivity we have calculated the average number of credits acquired during the first year of study (Fig. 4) and the average grade obtained in the corresponding exams (Fig. 5).

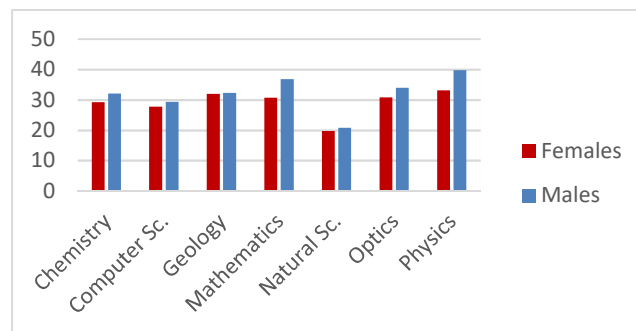


Fig. 4. Average number of credits acquired during the first year of study.

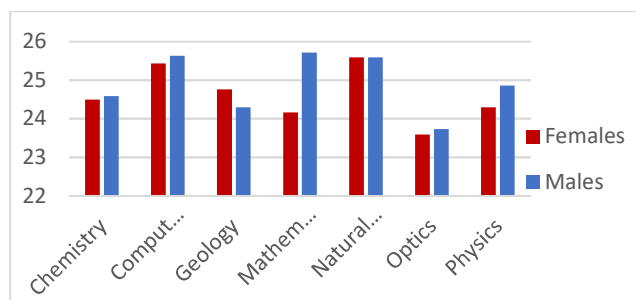


Fig. 5. Average grade in exams taken during the first year of study.

As can be seen from the figures, male students are able to achieve on average a greater number of credits: in general the difference is minimal and only in two cases (Mathematics and Physics) this difference reaches about 6 CFU i.e. the weight of an exam. This small difference in productivity does not always correspond to higher marks.

In the following Fig. 6 and 7 we can see the correlation between the result of the entrance test and the productivity of the students: we note that there is not a great difference between males and females while the correlation values are quite different among the various degree courses.

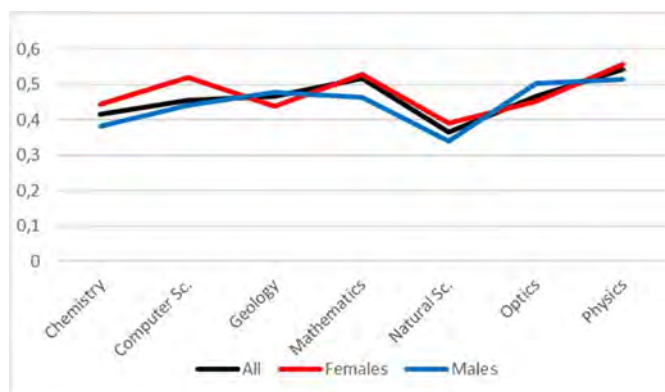


Fig. 6. Correlation between test result and credits acquired during the first year.

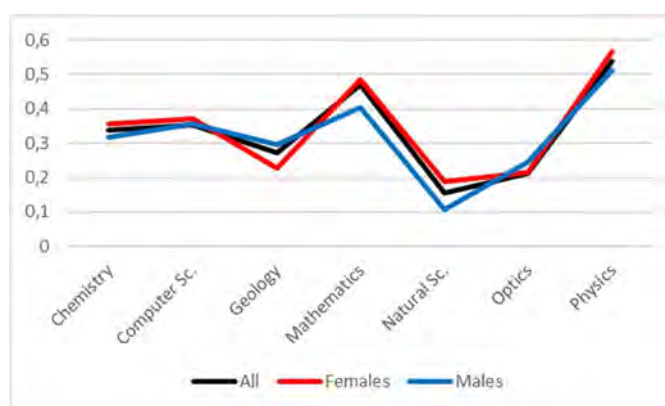
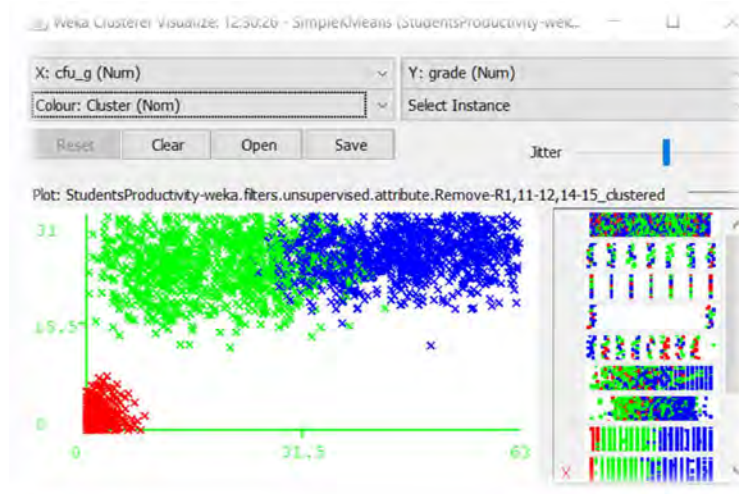


Fig. 7. Correlation between test result and average grade in exams taken during the first year.

#### 4 Clustering students

In this section we perform a cluster analysis of students by using the k-means implementation of the software WEKA. We tried the k-means algorithm with several values of  $k$  and with  $k = 3$  we obtained the clusters for the students of the seven cohorts from 2010 up to 2016, illustrated in Fig. 8. As cluster attributes we used the number of credits corresponding to exams with a grade,  $cfu\_g$ , the average grade,  $grade$ , and the grade of the self-assessment test,  $test\_n$ . Other choices of attributes are possible but in the various tests carried out these are the ones that have given the best results. In our analysis we measure cluster validity with correlation, by using the concept of proximity and incidence matrices: in the proximity matrix  $P = (P_{i,j})$  each element  $P_{i,j}$  represents the Euclidean distance between elements  $i$  and  $j$  in the data set; in the incidence matrix  $I = (I_{i,j})$ , each element  $I_{i,j}$  is 1 or 0 if the elements  $i$  and  $j$  belong to the same cluster or not. We then compute the Pearson's correlation between the linear representation by rows

of matrices  $P$  and  $I$  and we expect to find a negative value, where -1 means a perfect negative linear relationship.



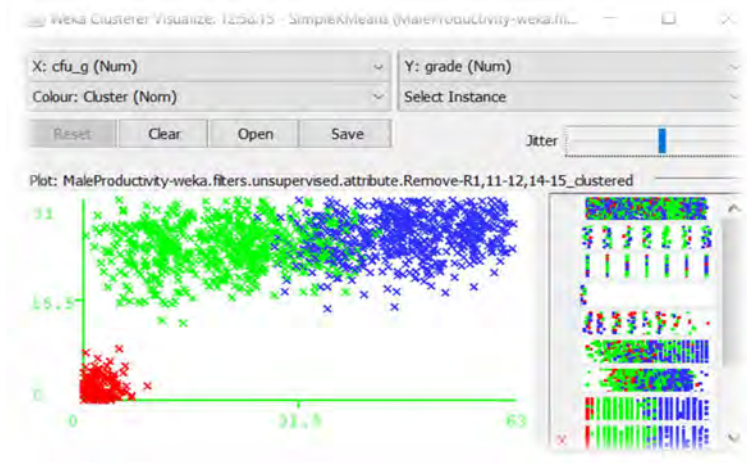
**Fig. 8.** Clusters for all the 2283 students of cohorts 2010-2016 with respect to  $cfu\_g$ ,  $grade$ ,  $test\_n$  and their projection with respect to  $cfu\_g$  and  $grade$ . In red the students that during the first year had success only with some exam without a grade, such as English, and therefore have no credits and no grade; in green medium and in blue high achieving students.

The centroids of the clusters are illustrated in Table 2 and, in particular, cluster **Low** corresponds to students that during the first year had success only with some exam without grade, such as English, and therefore have no credits and no grade in this clustering, **Medium** identifies medium achieving students and, finally, **High** identifies high achieving students. The clusters are characterized by colours red, green and blue in Fig. 8, respectively. The *Pearson's* correlation between the linear representation of the proximity and incidence matrices is -0.70, a good value of correlation.

**Table 2.** Centroids of clustering in Fig. 8: the correlation between the incidence and proximity matrices of all students is -0.70.

Attribute	Full Data (2283)	Low (285)	Medium (1015)	High (983)
$test\_n$	0	-0.4906	-0.4092	0.5648
$cfu\_g$	28.2527	0	18.8926	46.1089
$grade$	21.7525	0	23.9192	25.822

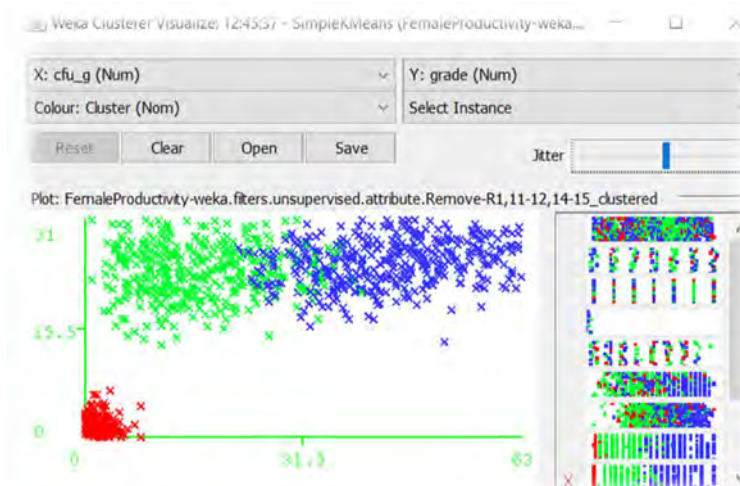
We went on in a similar way to examine the male and female students separately; in Fig. 9 and 10 the three clusters identified by k-means are shown while in Tables 3 and 4 the corresponding centroids are illustrated. The *Pearson's* correlation between the linear representation of the proximity and incidence matrices for the male students clustering is -0.64 while for the female students clustering it reaches the value -0.80. Fig. 8, 9 and 10 present three different groups of students with very similar characteristics.



**Fig. 9.** Clusters for the 1379 male students of cohorts 2010-2016 with respect to *cfu\_g*, *grade*, *test\_n* and their projection with respect to *cfu\_g* and *grade*. In red the male students that during the first year had success only with some exam without a grade, such as English, and therefore have no credits and no grade; in green medium and in blue high achieving male students.

**Table 3.** Centroids of clustering in Fig. 9: the correlation between the incidence and proximity matrices for male students is -0.64.

Attribute	Full Data (1379)	Low (150)	Medium (650)	High (579)
<i>test_n</i>	0.152	-0.4112	-0.223	0.7188
<i>cfu_g</i>	29.8078	0	20.82	47.62
<i>grade</i>	22.3166	0	24.0169	26.1883

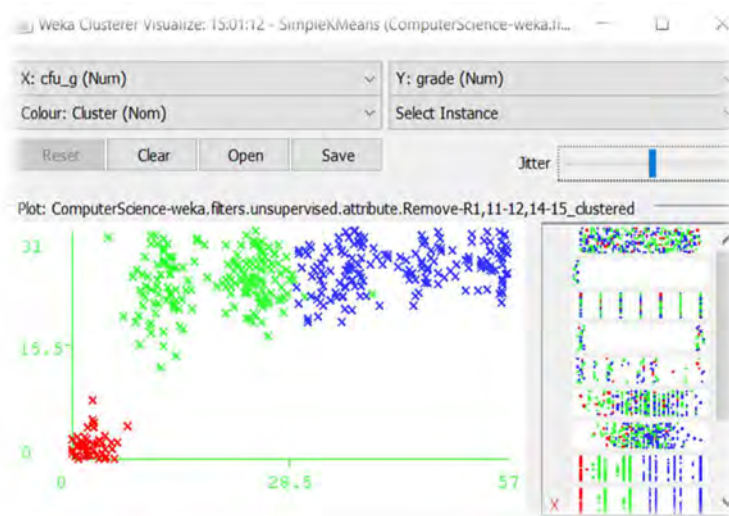


**Fig. 10.** Clusters for the 904 female students of cohorts 2010-2016 with respect to *cfu\_g*, *grade*, *test\_n* and their projection with respect to *cfu\_g* and *grade*. In red the female students that during the first year had success only with some exam without a grade, such as English, and therefore have no credits and no grade; in green medium and in blue high achieving female students.

**Table 4.** Centroids of clustering in Fig. 10: the correlation between the incidence and proximity matrices of female students is -0.81.

Attribute	Full Data (904)	Low (135)	Medium (378)	High (391)
<i>test_n</i>	-0.2318	-0.5788	-0.7298	0.3694
<i>cfu_g</i>	25.8805	0	16.5952	43.7928
<i>grade</i>	20.8927	0	23.7751	25.3197

Finally, we used k-means algorithm for clustering students of each laurea degree. In Fig. 11 we give the results for Computer Science students and Table 5 reports the centroids of the clusters; the correlation between the incidence and proximity matrices in this case is -0.66. We do not include the analogous figures for the other laurea degrees, however in almost all cases k-means found three groups of students with very similar results in terms of credits with grade, average grade and grade of the self-assessment test. These groups do not change significantly if we study students by degree and gender.



**Fig. 11.** Clusters for the 395 Computer Science students of cohorts 2010-2016 with respect to *cfu\_g*, *grade*, *test\_n* and their projection with respect to *cfu\_g* and *grade*. In red the students that during the first year had success only with some exam without a grade, such as English, and therefore have no credits and no grade; in green medium and in blue high achieving students.

**Table 5.** Centroids of clustering in Fig. 11: the correlation between the incidence and proximity matrices of Computer Science students is -0.66.

Attribute	Full Data (395)	Low (44)	Medium (179)	High (172)
<i>test_n</i>	-0.097	-0.7088	-0.3206	0.2923
<i>cfu_g</i>	27.5848	0	18.8212	43.7616
<i>grade</i>	22.7468	0	24.581	26.657

## 5 Conclusions

Despite the great variability of the studies undertaken by the examined students, there is not a substantial difference in the productivity of males and females and, just in the degree courses where the female percentage is low, as Computer Science, it seems that the difference is less pronounced: this could be explained by a higher level of motivation of the (few) girls. Clustering identifies, independently of gender, a group of students with high results both in the test and in the exams taken in the first year of study. A low result in the test, on the other hand, does not necessarily predict poor productivity, but can be an indicator to be used for identifying students to whom guidance and tutoring activities can be directed to try to reduce the dropout rate. The use of data mining techniques can help to take decisions in this direction. In particular, we think that further features of the students could be examined and that other types of algorithms could be used, such as classification and sequential patterns mining, to investigate the reasons for the choice of the studies based on gender and the causes that lead students to dropout.

## References

1. Baker, R.S.J.D.: Educational data mining: an advance for intelligent systems in education. *IEEE Intelligent Systems*, 29(3):78-82 (2014).
2. Campagni, R., Merlini, D., Sprugnoli, R., Verri, M.C.: Data Mining models for student careers. *Expert Systems with Applications*, vol. 42 (13), 5508-5521 (2015).
3. Campagni, R., Merlini, D., Verri, M.C.: The influence of first year behaviour in the progressions of university students. *Communications in Computer and Information Science*, 343-362 Springer International Publishing (2018).
4. Chopra, S., Gautreau, H., Khan, A., Mirsafian M., Golab, L.: Gender Differences in Undergraduate Engineering Applicants: a Text Mining Approach. *Proceedings of EDM'2018*, 44-54 (2018).
5. Peña-Ayala, A.: Educational data mining: a survey and a data mining-based analysis. *Expert Systems with Applications*, 41:1432-1462 (2014).
6. Romero, C., Romero, J. R., Ventura, S.: A survey on pre-processing educational data. *Educational Data Mining Studies in Computational Intelligence*, 524, 29-64 (2014).
7. Thompson, C.: The Secret History of Women in Coding, *The New York Times Magazine* (13 Feb. 2019).
8. Fondazione IBM Italia - Progetto Nerd, last accessed 2019/04/09.

# Le app e il loro ruolo nella didattica e nell'apprendimento: un catalogo multimediale per conoscerle ed usarle

Marco Corbato, Antonina Dattolo, Martina Urizio

SASWEB Research Lab, Dipartimento di Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche  
Università degli Studi di Udine  
{marco.corbato, antonina.dattolo}@uniud.it  
urizio.martina@spes.uniud.it

**Abstract.** Centinaia di applicazioni Web e per dispositivi mobili offrono agli utenti la possibilità di creare e condividere artefatti digitali, aggregare e collezionare materiali eterogenei e comunicare tra gruppi di lavoro: esse rappresentano una grande opportunità per supportare gli insegnanti nell'adozione di nuove metodologie didattiche. La conoscenza delle loro potenzialità facilita la fase di micro-progettazione didattica delle attività di insegnamento ed apprendimento (teaching and learning activities - TLA); esse rappresentano una risorsa per trasformare le pratiche educative e supportare approcci didattici attivi, impostando attività collaborative, cognitive e creative per gli studenti. Tuttavia, nonostante siano generalmente facili da trovare e usare, la loro applicazione in ambito didattico non è ancora molto diffusa.

In questo lavoro descriviamo AppInventory, una nuova piattaforma che presenta 271 applicazioni e le classifica all'interno di una tassonomia originale. L'interfaccia è di tipo visuale ed è basata su un meccanismo di zoom semantico e di connessioni modellate attraverso l'utilizzo di zz-structure.

**Keywords:** Catalogo di applicazioni Web 2.0; Tassonomia di App 2.0; Progettazione e sviluppo di sistemi multimediali per l'e-learning; Applicazioni Web per l'insegnamento e l'apprendimento.

## 1 Introduzione

AppInventory - <http://appinventory.uniud.it> - è un progetto di ricerca nato con l'obiettivo di creare uno strumento per supportare gli insegnanti durante la fase di micro-progettazione didattica di attività di insegnamento ed apprendimento (TLA). Nel corso di un periodo temporale di due anni (2017-2018) sono state analizzate circa 300 applicazioni Web e per dispositivi mobili, classificandole secondo uno schema originale di catalogazione basato sul compito.

Al fine di investigare le pratiche correnti, le opinioni e i bisogni rispetto al tema della micro-progettazione e dell'utilizzo della tecnologia nella didattica, abbiamo effettuato uno studio preliminare su un gruppo di insegnanti del Friuli-Venezia Giulia che hanno



partecipato a corsi professionali di aggiornamento su metodologie e tecnologie per la didattica. La ricerca, svolta nel periodo di Aprile-Maggio 2017, ha coinvolto 178 insegnanti provenienti per il 50% da scuole superiori di II grado, per il 28.7% da scuole superiori di I grado e per il 21.3% dalla scuola primaria.

Il sondaggio proposto consisteva in 55 domande per raccogliere informazioni ed opinioni riguardo diversi aspetti della vita professionale, ed in particolare sulle pratiche di progettazione didattica.

Riportiamo qui alcuni risultati ed in particolare le opinioni raccolte su 7 specifiche domande Q1-Q7, per valutare con quale grado i seguenti aspetti possano influenzare la motivazione degli studenti e la qualità degli apprendimenti:

- Q1. Un'attenta progettazione delle attività;
- Q2. la disponibilità di tecnologie mobili da utilizzare in classe;
- Q3. il privilegiare forme di didattica attiva;
- Q4. l'utilizzo di ambienti social per la comunicazione con gli studenti;
- Q5. l'utilizzo di risorse/strumenti diversificati (contenuti aperti, app, dispositivi, ecc.);
- Q6. una maggior conoscenza delle applicazioni Web esistenti per la creazione di artefatti digitali;
- Q7. una maggior conoscenza delle applicazioni Web esistenti per la comunicazione e collaborazione.

La Figura 1 riassume i risultati ottenuti dai quali emergono: un marcato interesse verso il ruolo della tecnologia nei processi educativi, l'importanza attribuita alla pianificazione delle attività ed alla diversificazione delle attività di apprendimento, la necessità di una maggiore conoscenza di applicazioni per la creazione di prodotti e per la comunicazione e l'aspettativa riposta verso le metodologie didattiche attive.



Fig. 1. Risultati di 7 (sulle complessive 55) domande dell'indagine su 178 insegnanti in FVG.

Tali premesse hanno incoraggiato lo sviluppo del progetto di AppInventory, nato con l'obiettivo di fornire agli insegnanti un catalogo multimediale (attualmente di 271 applicazioni), al fine di identificare tool appropriati per attività e compiti specifici relativi ad apprendimento, collaborazione e organizzazione.

In particolare, AppInventory è stato modellato per:

- fornire informazioni dettagliate e multilingua su ciascuna app;
- catalogare le applicazioni seguendo una tassonomia originale basata sul compito ed alcune tassonomie secondarie;
- offrire meccanismi per una navigazione contestuale;
- generare una rappresentazione visuale e una vista olistica del catalogo;
- raccogliere valutazioni degli utenti.



Il resto dell'articolo è organizzato come segue: la sezione 2 illustra il rapporto tra AppInventory e DigiComp [1]; la sezione 3 discute lo stato della ricerca in questo ambito; la sezione 4 illustra la piattaforma descrivendo la struttura del catalogo e lo schema di catalogazione adottato; la sezione 5 presenta l'architettura della piattaforma; la sezione 6 riporta i risultati di un test sull'usabilità della piattaforma. Chiudono il lavoro brevi note conclusive e prossimi sviluppi.

## 2 AppInventory e DigiComp

Gli obiettivi del Quadro Europeo di Competenze Digitali per i Cittadini - DigiComp rappresentano un punto di riferimento importante con cui il progetto AppInventory si rapporta in maniera coerente, offrendo un contributo allo sviluppo di 10 delle 21 dimensioni di competenze descritte nel modello di riferimento concettuale [1].

Ad esempio, nell'area delle competenze (ADC) 1 "Alfabetizzazione su informazioni e dati" AppInventory consente la ricerca e la selezione degli strumenti più adatti per gestire dati, informazioni e contenuti digitali anche attraverso modelli di navigazione avanzati. Nell'ADC 2 "Comunicazione e collaborazione" il catalogo offre un'ampia panoramica di strumenti per la comunicazione sincrona ed asincrona, la condivisione di artefatti digitali e la collaborazione online tra gruppi di lavoro. Riguardo la "Creazione di contenuti digitali" dell'ADC 3, la piattaforma nasce per supportare gli utenti nella selezione dei tool più appropriati per sviluppare, integrare e rielaborare contenuti digitali. Infine, nell'ADC 5 "Risolvere problemi", AppInventory favorisce lo sviluppo delle abilità di problem solving e di utilizzo creativo della tecnologia proponendo soluzioni a specifiche esigenze professionali e di studio attraverso l'utilizzo integrato di strumenti diversi.

## 3 Related work

Esistono diversi repository che pubblicano un catalogo di applicazioni, spesso anche comprendenti un sistema di classificazione [2] o di valutazione [3, 4, 5].

Senza considerare cataloghi troppo generici e concentrandoci maggiormente su piattaforme con scopi prevalentemente educativi, è possibile citare come esempio EdShelf [6]: si tratta di un motore di ricerca piuttosto ricco, in cui è possibile affinare le proprie ricerche attraverso diversi filtri, come la categoria in cui l'applicazione è inserita, l'età a cui quest'ultima è rivolta, la materia ed altre keyword. Tuttavia, sia la categoria che la materia sono rappresentate da liste non strutturate di termini.

Un altro esempio è costituito da Essediquadro [7], un servizio di documentazione ed orientamento tra i software per l'insegnamento ed altre risorse per l'apprendimento. La ricerca avviene attraverso la materia di studio (matematica, italiano, ecc.), ma non viene considerata la possibilità di ricercare le applicazioni per categoria.

Campi di ricerca simili a quelli di Essediquadro sono proposti da Apps4edu [8]; qui la lista delle categorie selezionabili è molto limitata e comprende termini piuttosto generali come "creativity", "productivity", "tools".

I cataloghi esistenti evidenziano quindi delle debolezze ed ampi margini di sviluppo:



Ad un primo livello di zoom sono visibili le 3 macro-categorie principali (“*Interagire ed organizzare*”, “*Creare*” e “*Aggregare*”) che contengono complessivamente 24 sottocategorie rappresentate da circonferenze il cui diametro è proporzionale al numero di applicazioni contenute. È presente anche una categoria “*Altro*” dove sono state collocate applicazioni con funzionalità non assimilabili alle altre categorie.



**Fig. 3.** Vista delle categorie “Linee temporali” e “Produzione & arricchimento di video” della macro-categoria “Creare” (sinistra); zoom sulla scheda dell’applicazione “Moovly” (destra).

L’organizzatore grafico adottato permette di navigare in modo semplice ed intuitivo tramite meccanismi di trascinamento e zoom, mantenendo inalterata la collocazione fisica delle app nelle categorie al fine di minimizzare il disorientamento durante la navigazione. Con un click su una categoria la vista si adatta per visualizzare i loghi delle varie applicazioni contenute in essa (Figura 3-sinistra). Cliccando su un’applicazione, la vista si ingrandisce ulteriormente: appaiono il nome, una breve descrizione, il logo, un’icona “i” per accedere alla scheda informativa, un’icona “bussola” per selezionare nuovi criteri di navigazione e, in basso, la lista delle attribuzioni, pesate su 3 possibili livelli, dell’app nelle varie categorie (Figura 3-destra).

Le frecce ai lati del riquadro dell’applicazione consentono di scorrere avanti e indietro la lista dei tool della categoria corrente; i numeri al di sopra indicano la posizione attuale nella lista; questa può essere anche visualizzata in modo completo in un pannello di navigazione attivabile cliccando sull’icona della bussola (Figura 4-sinistra). L’elenco può essere ordinato secondo diversi criteri: il nome dell’app, il livello di appartenenza alla categoria, il numero di visite o il numero di utilizzi delle applicazioni, il livello di complessità, e ancora in base alle valutazioni degli utenti che descriveremo nel seguito di questa sezione.

Cliccando sull’icona bussola in alto a destra di ciascuna applicazione si accede ad un pannello (Figura 4-centro) che permette di scegliere e combinare tra loro, attraverso operatori AND e OR, diversi criteri di navigazione. Questi sono basati sugli attributi dell’applicazione in esame e permettono di cambiare l’insieme di navigazione al fine di esplorare applicazioni simili. Il colore del bordo delle applicazioni corrisponde al criterio selezionato e risulta giallo nel caso di criteri composti.



**Fig. 4.** Il pannello di navigazione (sinistra), pannello di selezione dei criteri di navigazione contestuale (centro); criteri applicabili nella ricerca avanzata (destra).

La funzione di ricerca semplice utilizza il campo di testo in alto a destra nella schermata principale: durante la digitazione il sistema suggerisce i nomi delle applicazioni e dei tag descrittivi per agevolare l'individuazione. Il modulo di ricerca avanzata, visibile in Figura 4-destra, accessibile attraverso l'icona della freccia, permette l'inserimento di criteri multipli.

Lo schema di catalogazione adottato per le schede delle applicazioni è il seguente:

- il nome dell'applicazione, il suo URL e il logo, come visibile in Figura 5;
- una descrizione testuale breve delle funzionalità rilevanti dell'app;
- un riferimento ad una video-presentazione;
- un'attribuzione multipla e pesata dell'applicazione alle diverse categorie per descrivere utilizzi primari e secondari;
- una lista di tag per descrivere scopi specifici;
- la tipologia dell'app con attribuzione multipla alle tipologie identificate;
- i requisiti di registrazione per creare contenuti o accedere a materiali;
- l'opportunità di autenticarsi attraverso piattaforme di terze parti (es. Google);



**Fig. 5.** Parte iniziale della scheda di un'applicazione e sezione di valutazione del tool.

- la disponibilità di un repository dei contenuti generati dagli utenti dell'app;
- un riferimento alla pagina comparativa dei diversi piani commerciali: sono state escluse applicazioni prive di piani gratuiti;
- una descrizione dei limiti del piano gratuito;
- la disponibilità di un'interfaccia in lingua italiana;

- la presenza di pubblicità nelle pagine dell'applicazione;
- un link a video-tutorial nelle lingue italiano ed inglese;
- dei riferimenti a documentazione esterna;
- dei riferimenti a prodotti significativi creati usando l'applicazione;
- una valutazione del livello di difficoltà d'uso dell'app, in una scala da 1 a 10;
- una mappatura sui livelli della tassonomia di Bloom [15];
- la lista delle discipline specifiche, se applicabile;
- una descrizione estesa delle pagine più significative dell'applicazione.

AppInventory raccoglie diversi tipi di contributi utente (Figura 5-destra):

- commenti: gli utenti possono esprimere un giudizio sul tool, segnalare inesattezze nella scheda descrittiva o condividere un caso d'uso;
- valutazioni: gli utenti possono assegnare un voto alle app, in una scala da *1=scarso* a *5=eccellente*, riguardo a *Funzionalità*, *Applicabilità*, *Facilità d'uso* ed *Originalità* (illustrati in Figura 5-destra) ed un punteggio complessivo ad ogni tool;
- dati sull'utilizzo: l'utente può segnalare il fatto che usa una certa applicazione;
- dati sulle visite delle singole schede delle applicazioni;
- suggerimenti di nuove app e commenti generali sul catalogo.

I risultati delle valutazioni ed i dati sulle visite/utilizzi possono inoltre essere adottati come criteri di ordinamento nel pannello di navigazione (Figura 5-sinistra).

## 5 Architettura

La piattaforma di AppInventory è stata implementata come una applicazione Web basata sui linguaggi standard HTML5, SVG e CSS3 W3C ed il framework D3js [16]. Con D3 si è in grado di legare i dati agli elementi di HTML o SVG. AppInventory adotta le tecniche AJAX per migliorare l'esperienza dell'utente evitando ripetuti caricamenti dell'intera pagina durante la navigazione, richiedendo dinamicamente o inviando on demand solo alcuni pacchetti di dati da/verso il server.

Il modello dei dati usa le *zz-structure* [13-14, 17-20] per strutturare la conoscenza: *zz-structure* è il nome generico per riferirsi alle strutture *ZigZag*© proposte da Ted Nelson [13] che rappresentano parte della sua visione riguardo gli ipertesti. Nelle *zz-structure* le informazioni sono organizzate in elementi chiamati *zz-cell*; le relazioni semantiche tra le celle sono modellate da strutture chiamate *dimensioni* che collegano gli elementi attraverso delle liste. Ogni elemento può appartenere a più dimensioni e ciascuna di queste può essere costituita da più liste disgiunte chiamate *zz-rank*. La visualizzazione di queste strutture viene realizzata attraverso delle *zz-view* che presentano all'utente una visione locale ma rilevante delle informazioni, senza limitare la possibilità di esplorare tutte le connessioni attraverso dei meccanismi di navigazione specifici.

## 6 Valutazione

Abbiamo effettuato un test di usabilità su un campione di 68 persone (42 femmine, 26 maschi), composto per il 76.5% da insegnanti, per il 13.2% da studenti e per il 10.3% da altre professioni. Gli insegnanti provenivano per il 52.8% da scuole secondarie di II grado, per il 24.5% da scuole secondarie di I grado, per il 18.9% da scuole primarie o dell'infanzia, il 3.8% dall'università.

Dopo aver presentato la piattaforma ai partecipanti, è stato chiesto loro di svolgere una serie di semplici task al fine di familiarizzare con l'interfaccia e le funzionalità della stessa. Successivamente ai partecipanti è stato somministrato un questionario SUS (System Usability Scale) [21], che rappresenta uno degli strumenti standard per misurare il grado di usabilità del sistema percepito dagli utenti. Il questionario si compone delle seguenti 10 proposizioni, formulate alternando un tono positivo e negativo per stimolare la riflessione e limitare risposte ripetute:

- S1. Penso che utilizzerò AppInventory frequentemente
- S2. Ho trovato la piattaforma più complessa del necessario
- S3. Ho trovato la piattaforma semplice da utilizzare
- S4. Penso che avrei bisogno del supporto di una persona esperta per utilizzare la piattaforma
- S5. Ho trovato le varie funzioni della piattaforma ben integrate tra loro
- S6. Ho trovato troppe inconsistenze nelle varie parti della piattaforma
- S7. Penso che la maggior parte delle persone possa imparare velocemente ad usare la piattaforma
- S8. Ho trovato la piattaforma molto macchinosa da usare
- S9. Ho preso subito confidenza con la piattaforma
- S10. Ho dovuto imparare molti concetti prima di poter iniziare ad utilizzare bene la piattaforma

All'utente è stato chiesto quanto concordasse con ciascuna affermazione, in una scala a 5 livelli (*totalmente in disaccordo*, ... *totalmente d'accordo*); l'indice SUS di ciascun questionario è stato calcolato con la seguente formula che converte i valori delle singole risposte nell'intervallo [0,4] tenendo conto del tono alternato delle proposizioni e infine normalizza la sommatoria su una scala da 0 a 100:

$$SUS = (\sum_{k=0}^4 (A_{2k+1} - 1) + \sum_{k=1}^5 (5 - A_{2k})) * \frac{100}{40}; A_i \in [1,5], \text{ risposta ad } S_i.$$

Sul campione considerato è stato rilevato un intervallo di variabilità compreso tra 37.5 e 100, un valore mediano per la SUS pari a 78 ed una media di 76.5. La distribuzione di frequenza dei valori della SUS è rappresentata in Figura 6.

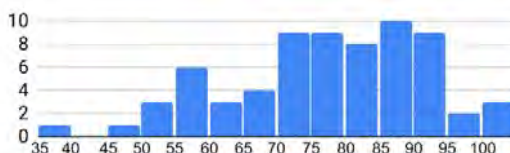
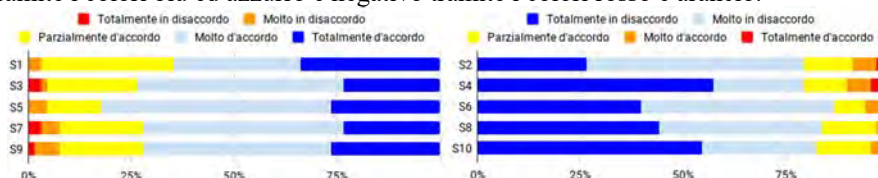


Fig. 6. La distribuzione delle frequenze dei valori della SUS su intervalli di dimensione 5.



La Figura 7 riporta le distribuzioni delle risposte per ciascuna delle 10 domande: i colori delle scale nei due grafici risultano invertiti per indicare un responso positivo tramite i colori blu ed azzurro e negativo tramite i colori rosso e arancio.



**Fig. 7.** La distribuzione delle risposte alle singole domande del questionario SUS formulate in tono positivo (a sinistra) e negativo (a destra).

Dall'analisi dei risultati osserviamo come, escludendo la prima domanda riguardante una previsione di utilizzo frequente della piattaforma, la percentuale di risposte positive è sempre superiore al 72% per le domande a tono positivo ed al 79% per quelle a tono negativo. Si evidenziano in particolare alcuni aspetti tra cui la facilità di utilizzo di AppInventory (risposte S4 e S10), l'assenza di inconsistenze (S6), la linearità di utilizzo (S8) e la buona integrazione delle funzioni offerte (S5).

## 7 Conclusioni e future work

In questo articolo è stato presentato AppInventory, un catalogo Web multimediale di applicazioni organizzate in una tassonomia purpose-based e usando un approccio visuale. AppInventory rappresenta un supporto per gli insegnanti durante l'attività di micro-progettazione didattica ma anche una risorsa per studenti, professionisti e chiunque voglia scoprire e sperimentare nuovi strumenti all'interno delle loro attività.

I risultati di una valutazione basata su questionario SUS effettuata su un campione di 68 utenti ha evidenziato un indice SUS mediano pari a 78 che si colloca tra un giudizio "buono" ed "eccellente" della scala introdotta in [22]. Un prossimo studio, in corso di implementazione, prevede una valutazione comparativa dell'usabilità e di altri aspetti qualitativi di AppInventory rispetto alle piattaforme Edshelf e Essediquadro. Altri sviluppi in programma comprendono sia il mantenimento del catalogo attraverso il controllo e l'aggiornamento delle schede e dei video che lo sviluppo di nuove funzionalità e di nuove viste che permettano una comparazione quantitativa delle applicazioni in base ai dati raccolti ed alle loro caratteristiche intrinseche. Prevediamo anche di integrare il modello di catalogazione con una descrizione degli aspetti legati all'inclusione presenti nelle singole applicazioni.

## 8 Ringraziamenti

Vorremmo ringraziare il numeroso gruppo di studenti che hanno contribuito con entusiasmo e ruoli diversi alla nascita ed alla crescita di questo catalogo; i loro nomi sono riportati nella pagina dedicata del progetto [appinventory.uniud.it/chi-siamo/](http://appinventory.uniud.it/chi-siamo/).

## Riferimenti

1. S. Carretero Gomez, R. Vuorikari, Y. Punie: “DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use”, <http://bit.ly/2JsDH4f>, 2017.
2. T. Cherner, J. Dix, and C. Lee: “Cleaning up that mess: A framework for classifying educational apps”, *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, vol. 14, no. 2, pp. 158–193, 2014.
3. T. Cherner, C.-Y. Lee, A. Fegely, and L. Santaniello, “A detailed rubric for assessing the quality of teacher resource apps”, *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 2016.
4. C.-Y. Lee and T. S. Cherner, “A comprehensive evaluation rubric for assessing instructional apps”, *Journal of Information Technology Education*, vol. 14, 2015.
5. A. Jareño, E. M. Morales-Morgado, and F. Martínez, “Design and validation of an instrument to evaluate educational apps and creation of a digital repository”, *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, New York, NY, USA: ACM, pp. 611–618 (2016).
6. “Edshelf,” <https://edshelf.com/>.
7. “Essediquadro”, <https://sd2.itd.cnr.it/>.
8. “Apps4edu”, [www.uen.org/apps4edu/](http://www.uen.org/apps4edu/).
9. “Free technology for teachers”, <https://www.freetech4teachers.com/>
10. “Educational web apps”, <https://educational-web-apps.zeef.com/it/gianfranco.marini>
11. Isitgoonair, “Mlearning class”, <http://mlearning.isitgoonair.net/>
12. M. Corbatta and A. Dattolo, “AppInventory: a Visual Catalogue of Web 2.0 and Mobile Applications for Supporting Teaching and Learning Activities”, *Proceedings of the 22nd International Conference Information Visualisation – IV2018*, Salerno, Italy, July 10-13 2018, IEEE, pp. 530-535.
13. T. H. Nelson, “A cosmology for a different computer universe: Data model, mechanisms, virtual machine and visualization infrastructure”, *Journal of Digital Information*, vol. 5, no. 1, July 2004.
14. A. Dattolo and F. L. Luccio, “A formal description of zz-structures”, *Proceedings of the 1st Workshop on New Forms of Xanalogical Storage and Function*, CEUR, no. 508, Turin, Italy, June 29 2009, pp. 7–11.
15. B. Bloom et al., “Taxonomy of educational objectives. vol. 1: Cognitive domain”, 1956.
16. “D3: Data driven documents.” <https://d3js.org>.
17. A. Dattolo, F. Ferrara, and C. Tasso, “Supporting personalized user concept spaces and recommendations for a publication sharing system”, *LNCS*, vol. 5535, pp. 325–330, 2009.
18. A. Dattolo and F. Luccio, “A new concept map model for e-learning environments”, *Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 18, pp. 404–417, 2009.
19. A. Dattolo and F. L. Luccio, “A state of art survey on zz-structures”, *Proceedings of the 1st Workshop on New Forms of Xanalogical Storage and Function*, CEUR, no. 508, Turin, Italy, June 29 2009, pp. 1–6.
20. A. Dattolo and F. Luccio. “Formalizing a Model to Represent and Visualize Concept Spaces in E-Learning Environments”. *Proceedings of International Conference on Web Information Systems and Technologies - Webist 2008*, Volume 1, May 4,7, 2008, Funchal, Madeira, Portugal, pp. 339-346.
21. J. Brooke, “Sus: a retrospective”, *Journal of usability studies*, vol. 8, no. 2, 2013.
22. A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller. “Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale”, *Journal of usability studies* 4.3 (2009): 114-123.



# I tre pirati e la cassaforte: il percorso STEAM

Pasquale Cozza, Antonella Ledonne, Paola Francesca Armentano

Liceo Scientifico Linguistico “Pitagora”, Rende 87036, Italia  
{pasquale.cozza, antonella.ledonne,  
paolafrancesca.armentano}@istruzione.it

**Abstract.** In questo lavoro illustriamo un percorso didattico pluridisciplinare destinato ad una classe prima del Liceo Scientifico ad opzione Scienze Applicate. L’esperienza di seguito descritta, proposta agli studenti, è quella di risolvere un problema di logica partendo da un quesito e dal suo modello matematico. La sfida iniziale riguarda le modalità con cui affrontare il problema, senza vincoli e con la possibilità di avvalersi e combinare competenze provenienti da discipline diverse, utilizzando, altresì, strumenti tecnologici e facendo esperienza di lavoro di gruppo nel rispetto della eterogeneità dei membri che lo compongono. L’obiettivo finale non è solo quello di trovare una soluzione e realizzare anche una sua implementazione o prototipizzazione, ma anche attivare collegamenti e fare un cambio di prospettiva in modo da ottenere una comprensione profonda e non una conoscenza superficiale. Pertanto gli studenti sono incoraggiati ad assumere un atteggiamento sistematico e sperimentale, a ricorrere all’immaginazione, a fare nuovi collegamenti tra le idee e applicare quanto appreso per realizzare prodotti reali, virtuali e, senza tralasciare l’aspetto ludico, semplici giochi.

**Keywords:** STEAM, Coding, Creativity, Problem Solving, Problem Posing.

## 1 Introduzione

La scuola di oggi mira a garantire la formazione degli studenti combinando conoscenze, abilità e competenze, richieste nel XXI secolo, con quelle indispensabili per la crescita professionale e per prosperare nel mondo interconnesso e digitale che ormai ci identifica. Gli studenti, futuri cittadini e lavoratori efficaci, devono infatti possedere una gamma di competenze quali creatività, pensiero critico, problem solving e capacità comunicative ed essere al contempo in grado di collaborare in modo costruttivo [6].

In questo articolo presentiamo un percorso educativo didattico pluridisciplinare rivolto ad una classe prima del Liceo Scientifico ad opzione Scienze Applicate che presenta alcuni casi di dispersione in presenza. In studi precedenti [8] è stato sperimentato il ruolo positivo delle tecnologie per arginare tale fenomeno; si è deciso pertanto di coinvolgere gli studenti guidandoli verso attività che prevedono l’uso di software ed applicazioni web (uso di blog, coding in Python e in Scratch, ambiente di simulazione Logisim, ambiente di modellazione di automi JFLAP, etc) [12], o di hardware (circuiteria, Arduino).

L'obiettivo del percorso, che si sviluppa nell'ambito STEAM [3][13], è stimolare negli allievi l'attitudine a risolvere una situazione problematica in modo creativo seguendo un ciclo di apprendimento esperienziale [1][2], sviluppare un'idea sulla base delle proprie conoscenze, comunicare e condividere le soluzioni individuate nei gruppi di lavoro, creare un prototipo, testare, finalizzare e infine applicare le soluzioni trovate per la risoluzione di problemi analoghi. È stato infatti sperimentato che questo tipo di attività favorisce il deep learning [4][5], in quanto si mettono in relazione le nozioni possedute per poi rielaborarle creativamente, e fornisce agli studenti la capacità di andare oltre i canoni dello studio tradizionale.

Per preparare a questo percorso e stimolare la capacità di problem solving, problem posing e la creatività, sono state esposte preliminarmente due attività che sfruttano le tecnologie [9][7]. Agli studenti è stato, anche, presentato il metodo dello storytelling attraverso un'esperienza realizzata negli anni precedenti [10].

Il percorso formativo è stato sviluppato in più giornate ed organizzato come di seguito descritto. Assegnato un problema, gli studenti, guidati dai docenti, ne hanno determinato un modello matematico (vedi Sezione 2), proposto diverse soluzioni (vedi Sezioni 3 e 4) e loro ottimizzazioni individuando problemi collegati (vedi Sezione 5), ma anche pensato come la logica del problema potesse essere applicata in un gioco (vedi Sezioni 6 e 7).

I docenti hanno valutato l'attività proposta a diversi livelli e nelle sue diverse fasi, concentrandosi sull'atteggiamento assunto verso il compito, le abilità dimostrate nel gestire, selezionare e condividere il proprio operato, la flessibilità cognitiva e i momenti di riflessione sui processi e sulle strategie. Gli studenti hanno accolto positivamente l'attività che ha raggiunto gli obiettivi prefissati e perseguiti (vedi Sezione 8). Tutti i lavori degli studenti, relativi al percorso, sono condivisi sul blog del progetto al link, <http://bit.ly/i3piratielacassaforte>.

## 2 Il problema, analisi e modello matematico

*“Tre pirati hanno una cassaforte ma, non fidandosi l'uno dall'altro, vogliono che la cassaforte si possa aprire solo se sono presenti almeno due di loro.” Aiutiamo i pirati a risolvere il problema. Formate liberamente dei gruppi di lavoro e:*

- Cercate soluzioni mediante l'utilizzo di approcci e tecnologie creative differenti.
- Progettate e costruite poi un prototipo in ambiente virtuale o reale.
- Condividete le idee sviluppate e i prodotti realizzati con gli altri gruppi e nel blog del progetto.

*Iniziate con il rappresentare il problema con una black box e determinatene gli ingressi, le uscite e il contenuto.*

I gruppi, dopo aver letto e discusso il problema, ne hanno riconosciuto la formulazione tipicamente logica. Pertanto hanno concordato di costruire una tabella di verità (vedi Fig. 1) che codifica il comportamento dei pirati e della cassaforte.

Indicati con A, B e C i tre pirati, le variabili logiche A, B e C assumono i valori 0-Pirata non presente e 1-Pirata presente. Mentre la variabile Y assume i valori 0-Cassaforte chiusa e 1-Cassaforte aperta.

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Fig. 1. Tabella di verità.

Dalla tabella applicando procedimenti matematici, gli studenti sono pervenuti alle rappresentazioni analitiche canoniche della funzione logica:

$$A B + A C + B C \text{ ovvero } (a \wedge b) \vee (a \wedge c) \vee (b \wedge c) \quad (1)$$

e

$$(A + B) (A + C) (B + C) \text{ ovvero } (a \vee b) \wedge (a \vee c) \wedge (b \vee c) \quad (2)$$

E' stato fatto osservare che l'espressione logica (1) è corretta in quanto traduce letteralmente la traccia del problema "La cassaforte si apre se sono presenti almeno due di loro" ovvero sono presenti "a e b oppure a e c oppure b e c". Mentre per verificare la correttezza dell'espressione (2) è stato richiesto di costruire la tabella di verità. Gli studenti hanno quindi determinato le variabili di INPUT (A, B e C) e di OUTPUT (Apri) nonché il contenuto della BLACK BOX (una delle espressioni (1) e (2)), diventata ora solo BOX (vedi Fig. 2).

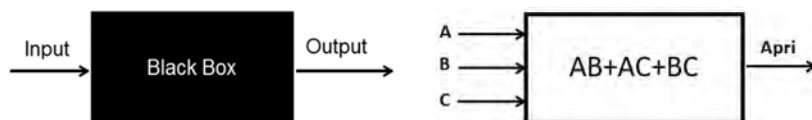


Fig. 2. Black Box e Box

Successivamente è stato chiesto agli studenti di far corrispondere al modello matematico (vedi Fig. 2) dei modelli interattivi. Un gruppo ha simulato la BOX mediante fogli elettronici in Excel (vedi Fig. 3), dove le espressioni (1) e (2) sono diventate:

```
=IF (OR (AND (B4;B5) ;AND (B4;B6) ;AND (B5;B6) ) ; "Aperta"; "Chiusa")
=IF (AND (OR (B4;B5) ;OR (B4;B6) ;OR (B5;B6) ) ; "Aperta"; "Chiusa")
```

Un gruppo, più creativo, ha usato l'espressione (1) per realizzare una simulazione animata della BOX in Scratch, <https://scratch.mit.edu/studios/7715035/>, uno storytelling del problema, dove si ha l'apertura animata della cassaforte nel caso in cui le ipotesi siano verificate ovvero siano presenti almeno due dei tre pirati.

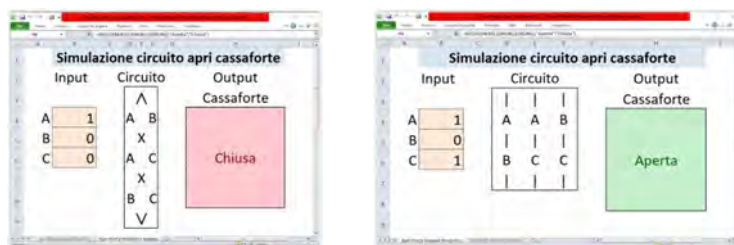


Fig. 3. Fogli elettronici.

### 3 Soluzioni con circuiti: progetti prototipi o simulazioni

Conoscendo delle espressioni analitiche della funzione, non restava che capire come implementarla nel mondo reale e virtuale. Una prima proposta è stata quella di utilizzare le porte logiche. Sono stati pertanto realizzati i circuiti logici (vedi Fig. 4) che corrispondono alle espressioni (1) e (2) mediante il software Logisim, <https://sourceforge.net/projects/circuit/>. Tale software, non potendo costruire un prototipo del circuito in laboratorio, ha permesso anche di simularne il comportamento con un prototipo virtuale.

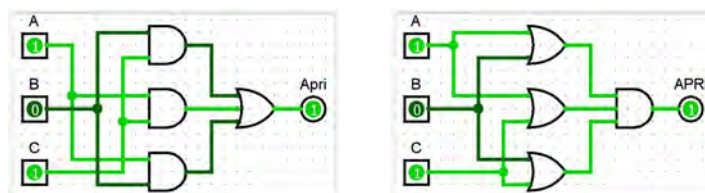


Fig. 4. Circuiti logici.

Per passare da un circuito logico a uno elettrico, realizzato con interruttori, il passo è breve. Dopo aver sottolineato che si possono realizzare le porte *and/prodotto* con interruttori in serie e le porte *or/somma* con interruttori in parallelo, gli studenti hanno trasformato i circuiti logici nei corrispondenti circuiti elettrici (vedi Fig. 5). La lettera posta su un interruttore indica il pirata destinato ad aprirlo e chiuderlo. Questa volta, nel laboratorio di fisica, i gruppi hanno costruito un prototipo dei circuiti progettati, (vedi Fig. 6), e lo hanno poi testato.

Per realizzare i prototipi virtuali è stata utilizzata l'applicazione web Dcaclab, <https://dcaclab.com>; che consente anche le simulazioni dei circuiti on line, <https://dcaclab.com/it/experiments/13758-circuito-cassaforte-1> e <https://dcaclab.com/it/experiments/13767-circuito-cassaforte-prod-sum>.

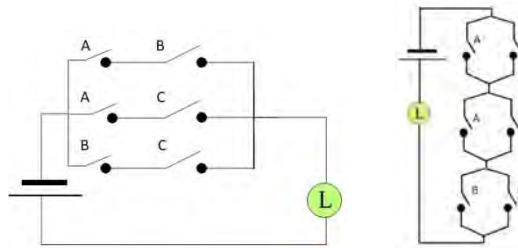


Fig. 5. Circuiti elettrici con una distribuzione di interruttori.

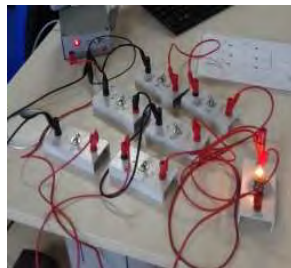


Fig. 6. Circuito elettrico costruito in laboratorio.

Trattandosi di pirati, gli studenti sono stati invitati a determinare soluzioni che usano catene, lucchetti e chiavi. E' stato osservato che gli interruttori sono simili ai lucchetti in quanto entrambi aprono e chiudono dei circuiti, ma bisogna fare attenzione perché questa volta un circuito di catene si apre se i lucchetti sono aperti mentre precedentemente ciò avveniva se gli interruttori erano chiusi. Partendo da questo suggerimento gli studenti hanno trasformato i circuiti elettrici in circuiti di catene e lucchetti (vedi Fig. 7). In questo caso la lettera vicino al lucchetto indica il pirata a cui è stata assegnata la chiave.

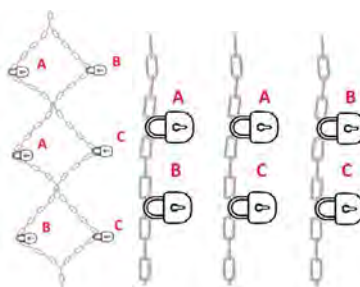


Fig. 7. Circuiti con catene con la distribuzione AB-AC-BC.

Delle soluzioni progettate sono stati realizzati dei prototipi in laboratorio (vedi Fig. 8) e testati con un gioco di ruolo in cui tre ragazzi hanno impersonato i pirati ed hanno sceneggiato l'apertura dei lucchetti.

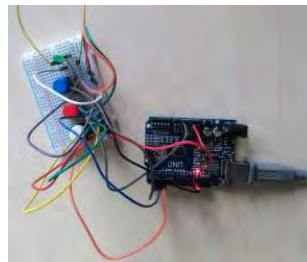


**Fig. 8.** Circuito realizzato in laboratorio con catene e 6 lucchetti.

Per la simulazione digitale ovviamente era impensabile trovare un software o una applicazione web che la realizzasse. Ed ecco che un gruppo si propone di realizzarla in Scratch, <https://scratch.mit.edu/studios/7715035/>. In questo progetto, se un pirata è presente si aprono i lucchetti ad esso associati e si può verificare se la condizione porta alla scena animata dell'apertura o meno della cassaforte.

#### **4 Soluzioni informatiche: coding e schede**

*“Ma ci siamo dimenticati il computer?”* Riflettendo ricorda uno studente... ed ecco qualcuno che propone una soluzione con un programma in Python, dove le chiavi sono sostituite dalle più attuali username e password.



**Fig. 9.** Circuito realizzato con Arduino.

*“Con un programma si può aprire una cassaforte virtuale, per esempio un conto on line! Ma volendo interagire con il mondo reale?”* *“Ci vuole una interfaccia!”*. Ed ecco qualcuno che propone di usare la scheda Arduino, <https://www.arduino.cc>, della quale avevamo solo presentato le potenzialità. Vista la disponibilità di schede Arduino a scuola, un gruppo di appassionati ha deciso di studiare autonomamente questo strumento, ed è stato guidato in modalità *flipped classroom* [11]. E' stata così implementata una soluzione con tre bottoni per l'input e un led per l'output dove un bottone premuto rappresenta la presenza di un pirata e la luce accesa del led rappresenta l'apertura della cassaforte (vedi Fig. 9).

#### **5 Ottimizzazione delle soluzioni e problemi collegati**

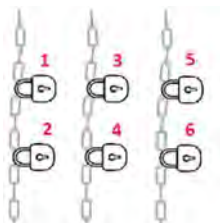
Ai futuri *ingegneri* è stata posta la domanda: *“Ci sono soluzioni che utilizzano meno risorse (interruttori, lucchetti,...)?”*. Gli studenti sono stati pertanto invitati a ripercor-

rere il cammino che li ha condotti alle varie soluzioni e ad attingere alle buone idee emerse. Visto che essi hanno compreso che tali soluzioni sono scaturite dalle espressioni (1) e (2) è stato suggerito loro di partire ancora una volta da quelle e, come si dice in matematica, semplificarle. Numerose sono state le ottimizzazioni trovate.

Risolto il problema di partenza è stato chiesto: “*Le soluzioni trovate suggeriscono nuovi quesiti?*”. E’ sorta spontanea la domanda: “*Ma quante sono le possibili distribuzioni di chiavi ai pirati?*” (vedi Fig. 10).

Un gruppo ha osservato “*Se si guarda con attenzione la figura con 3 catene a 6 lucchetti (vedi Fig. 7), si può constatare che scambiando le file di catene il risultato non cambia, come anche scambiando i lucchetti su di una fila di catene*”.

Un altro gruppo che aveva lavorato con l’espressione logica era pervenuto alla stessa conclusione ma come conseguenza della proprietà commutativa applicata alle somme ed ai prodotti nella espressione (2), dalla quale si era partiti per ricavare la soluzione.



**Fig. 10.** Chiavi ancora da distribuire.

Applicando quanto detto è stato così ottenuto il seguente algoritmo di distribuzione delle chiavi ai pirati: AB-AC-BC (vedi Fig. 7) è la prima distribuzione di chiavi, in ordine alfabetico, le altre sono: AB-BC-AC, AC-AB-BC, AC-BC-AB, BC-AB-AC e BC-AC-AB che si ricavano permutando le tre coppie AB, AC e BC (scambio di catene). Da ognuna di queste 6 se ne ottengono 8 permutando o meno gli elementi nelle coppie (scambio di lucchetti sulle catene). In totale le distribuzioni sono  $48=6*8$ .

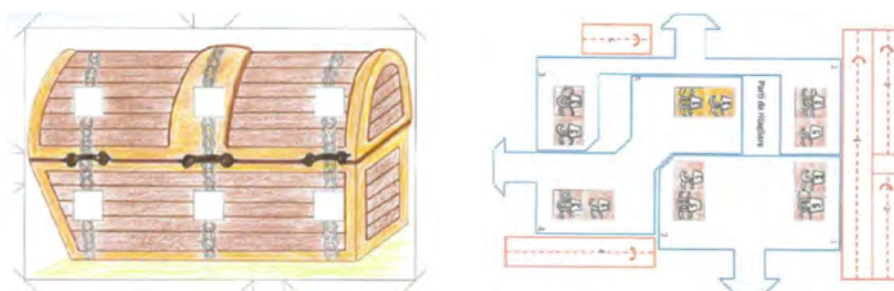
## 6 Giochi virtuali e di carta

Viste le cose interessanti apprese è stato domandato agli studenti a cosa potessero servire, e, constatato il loro interesse per i giochi ed in particolare per i videogiochi, è stato proposto loro di applicarle per inventarne dei nuovi.

Determinate le distribuzioni di chiavi è stato pensato di aggiungere al progetto in Scratch (vedi Sezione 3) la possibilità di far cambiare l’assegnazione delle stesse e farne verificare l’esito. E’ stato così ottenuto un videogioco.

E’ stato suggerito quindi di inventare un gioco da tavolo con un tabellone e delle carte da gioco. Per lo scopo sono stati introdotti gli Automi a stati finiti deterministici. Infatti un automa che riconosce tutte e sole le 48 parole è diventato il tabellone del gioco, mentre sequenze parziali delle parole sono diventate le carte del gioco. Lo scopo è prendere una carta, completare la sequenza e verificarne la correttezza sul

tabellone. Sul tabellone si parte dallo stato *Inizio* e seguendo, ordinatamente, le frecce, etichettate con le lettere della parola, se si arriva allo stato *Fine*, la parola è riconosciuta come corretta. L'automata è stato costruito mediante il software JFLAP, <http://www.jflap.org/>. Esplorando poi il programma qualcuno ha trovato l'opzione che dà all'automata la forma a spirale, scelta poi come scenario per il tabellone, e anche quella che simula il riconoscimento della parola ottenendo così un gioco virtuale.



**Fig. 11.** Scenario apri la cassaforte: strato superiore e parti interne.

Gli studenti sono stati invitati a realizzare un gioco con la carta utilizzando la soluzione con 3 catene e 6 lucchetti (vedi Fig. 7) e un tabellone costituito da tre strati. Sullo strato superiore, si disegna una cassaforte con sei fori, nei quali compaiono due diverse immagini, un lucchetto aperto o chiuso, poste sopra delle parti scorrevoli e collocate nello strato intermedio. Ognuna di queste parti è mossa da una linguetta, mentre lo strato inferiore serve da supporto su cui incollare le guide per le parti scorrevoli. Le alette dello strato superiore, una volta piegate, sono incollate esternamente sullo quello inferiore.

Inizialmente, gli studenti hanno pensato di progettare uno scenario bianco con sei fori e le parti scorrevoli, con l'indicazione della posizione dove disegnare le immagini alternate. Poiché ogni parte deve contenere una linguetta con cui aprire e chiudere due lucchetti, per far sì che due di queste non si intersechino, è necessaria un'opportuna distribuzione di chiavi. Dopo ripetute prove e fallimenti gli studenti hanno scelto la distribuzione AB-BC-AC ed hanno portato a termine la progettazione.

Impazienti di costruire un prototipo, gli schemi progettati sono stati stampati, integrati con disegni a matita (vedi Fig. 11), ritagliati e incollati per come richiesto. Ma per giocare ci vuole un obiettivo ed eccolo: *“Il giocatore, sperimentando, deve scoprire che solo tirando almeno due linguette si aprono i lucchetti che, interrompendo le 3 catene, permettono di aprire la cassaforte.”*

## 7 Il libro-gioco “I tre pirati e la cassaforte”

Gli studenti sono stati invitati a confrontare le soluzioni trovate, evidenziando gli elementi che le accomunano, ed a trasferirli in altri contesti. Essi hanno individuato i concetti di circuito e di interruzione e ne hanno proposto numerosi altri tipi.



Rimanendo nel tema pirati e cassaforte, ecco che questi diventano: rotte di navigazione con chiuse di sbarramento, percorsi attraverso delle porte, sentieri con guadi nascosti per attraversare fiumi e ovviamente catene e lucchetti.

A questo punto è stato chiesto di inventare una storia con tutti questi elementi, che utilizzasse la logica del problema di partenza, dal titolo “*I tre pirati e la cassaforte*”.

Gli studenti hanno redatto una storia, poi tradotta in lingua inglese e, avvalendosi dei compagni del Liceo Linguistico, anche in francese ed in spagnolo.

Sugli scenari bianchi stampati, alcuni studenti con doti artistiche, hanno disegnato le scene, corrispondenti alle varie fasi della storia e, una volta scannerizzate, altri più tecnologici le hanno arricchite con immagini digitali, come pirati, cassaforte, palme, vascelli, bandiere reperite su internet (vedi Fig. 12).

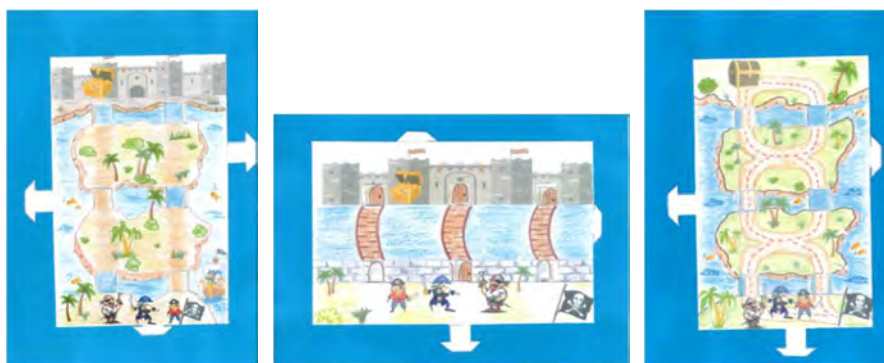


Fig. 12. Alcune pagine del libro-gioco - “*I tre pirati e la cassaforte*”.

“*Abbiamo inventato una storia infinita!*”, esclama uno studente. Infatti, seguendo lo schema logico proposto, la storia può essere reinventata ridisegnando altri scenari e altri percorsi ... all’infinito. Ma anche il nostro libro-gioco, di cinque scene, narra una storia che può essere vissuta in  $8^5=32.768$  modi diversi e di questi solo  $4^5=1.024$  si concludono con l’apertura della cassaforte.

## 8 Conclusioni e sviluppi futuri

L’attività si è rivelata una buona occasione per testare nuove modalità di insegnamento-apprendimento partendo da una situazione problematica che affonda le proprie radici nella logica matematica ma che può essere risolta in modi diversi. Questo problema complesso è stato una concreta occasione per riflettere in maniera creativa, determinando una molteplicità di soluzioni attraverso diverse discipline: matematica ma anche informatica, elettronica, arte e lingue.

L’attività ha permesso di sperimentare l’efficacia dell’azione coordinata e congiunta tra i docenti e gli allievi, proprio in linea con le finalità del percorso STEAM ipotizzato. Alla fine del percorso i ragazzi hanno acquisito maggiore consapevolezza sulle proprie abilità e potenzialità e si sono, inoltre, confrontati sul piano collaborativo

e dell'interscambio costruttivo con un'influenza positiva anche sulla sfera sociale ed emotiva.

Inoltre l'esito positivo emerge dai prodotti realizzati; infatti nell'attività sono stati progettati e implementati alcuni circuiti ed è stato realizzato un libro-gioco. Come sviluppo futuro, gli studenti entusiasti si sono proposti di far diventare interattivo l'intero libro-gioco con un progetto in Scratch o una app in appInventor, <http://appinventor.mit.edu/>.

## Riferimenti bibliografici

1. Pfeiffer, J. W., Jones, J. E.: A Handbook of structured experiences for human relations training, Vols. 1-10. University Associates, San Diego (1985).
2. Vitolo, M., Calvaruso, A.: Costruire le competenze individuali e collettive di Le Boterf Guy, Collana: Focus. Guida, Napoli (2008)
3. Maeda, J.: STEAM: Adding Art and Design to STEM. <http://arcadenw.org/article/steam>
4. Fullan, M., Langworthy, M.: Towards a new end: New pedagogies for deep learning. Collaborative Impact, Seattle, Washington, USA (2013).
5. Cator, K., Lathram, B., Schneider, C., Vander Ark, T.: Preparing leaders for deeper learning. Getting Smart, Seattle, WA (2015).
6. New Vision for Education: Unlocking the Potential of Technology. World Economic Forum, Cologny, Geneva, Switzerland (2016). [http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA\\_NewVisionforEducation\\_Report2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf).
7. Colistra, B., Cozza, P.: Percorso didattico sull'interazione uomo e robot, In: Atti del convegno "27^ DIDAMATICA 2013 - Tecnologie e Metodi per la Didattica del Futuro", pp. 783-792. AICA, Pisa (2013).
8. Colistra, B., Cozza, P., Palopoli, S.: L'uso degli strumenti web 2.0 per contrastare la dispersione in presenza. In: Atti del convegno "DIDAMATICA 2014 - Nuovi Processi e Paradigmi per la Didattica", pp. 525-534. AICA, Napoli (2014).
9. Cozza, P., Andreotti, V., Cozza, V.: Percorso didattico sulla ricorsione dalla natura al coding. In: Atti del convegno "DIDAMATICA 2016 - Innovazione: sfida comune di scuola, università, ricerca e impresa". AICA, Udine (2016). [http://didamatica2016.uniud.it/proceedings/dati/articoli/paper\\_56.pdf](http://didamatica2016.uniud.it/proceedings/dati/articoli/paper_56.pdf)
10. Cozza, P., Gatto, A. T.: Creative computing - Storytelling: Alice nel paese delle meraviglie. In: Atti del convegno "DIDAMATICA 2015 - Studio ergo lavoro. Dalla società della conoscenza alla società delle competenze". AICA, Genova (2015).
11. Cozza, P., Scola, A.: Strumenti del web 2.0 per una Didattica Flipped. In: Atti del convegno "DIDAMATICA 2017 - Le tecnologie digitali al centro dell'alternanza scuola lavoro". AICA, Roma (2017).
12. Cozza, P., Marincola, R.: La bussola per il docente - Software gratuiti e risorse online per la didattica laboratoriale. Matematicamente.it di Antonio Bernardo, San Donato, Lecce (2010).
13. Quigley, C. F., Herro, D.: "Finding the joy in the unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426 (2016).

## Il robot come strumento e veicolo di “esperienza aumentata”

Sandro Brignone<sup>1</sup>, Lorenzo Denicolai<sup>2</sup>, Renato Grimaldi<sup>3</sup>, Silvia Palmieri<sup>4</sup>, Silvia Ambrosio<sup>5</sup>, Vanessa Fabris<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Dip. Filosofia e Scienze dell’Educazione, Università di Torino, Italy  
sandro.brignone@unito.it

<sup>2</sup> Dip. Filosofia e Scienze dell’Educazione, Università di Torino, Italy  
lorenzo.denicolai@unito.it

<sup>3</sup> Dip. Filosofia e Scienze dell’Educazione, Università di Torino, Italy  
renato.grimaldi@unito.it

<sup>4</sup> Dip. Filosofia e Scienze dell’Educazione, Università di Torino, Italy  
silvia.palmieri@unito.it

<sup>5</sup> Dip. Filosofia e Scienze dell’Educazione, Università di Torino, Italy  
silvia.ambrosio@edu.unito.it

<sup>6</sup> Dip. Filosofia e Scienze dell’Educazione, Università di Torino, Italy  
vanessa.fabris@edu.unito.it

**Abstract.** L’uso della robotica educativa nelle realtà scolastiche ha conosciuto ormai un’importante diffusione; tuttavia è importante individuare sempre nuovi paradigmi e nuovi frame metodologici che consentano di considerare il robot non soltanto un utile strumento didattico ma anche una sorta di estensione corporea; estensione che permetta di sperimentare e di vivere vere e proprie “esperienze aumentate”, in cui l’immagine, i linguaggi dei media e il pensiero computazionale collaborino e si integrino vicendevolmente nella creazione di ambienti esperienziali per così dire eccedenti, cioè in grado di lavorare sia sul piano percettivo-emozionale sia su quello cognitivo. A partire da queste direzioni teoriche, l’intervento presenta le linee guida di tre attività di robotica educativa che sono oggetto di indagine e di sviluppo da parte dello staff di ricerca del Laboratorio di simulazione del comportamento e robotica educativa “Luciano Gallino” dell’Università di Torino e che verranno proposte in alcuni istituti comprensivi a partire dal prossimo anno scolastico.

**Keywords:** Robotica, Codey Rocky, Esperienza aumentata, Narrazione.

### 1 Introduzione

La complessità tecnologica che caratterizza la nostra post-modernità ha ormai inevitabilmente richiesto una lenta ma incessante modificazione delle metodologie didattiche in tutti gli ambiti e settori del sapere e della formazione. Da circa dieci anni, il nostro gruppo di ricerca, oggi confluito nel neonato Laboratorio di simulazione del comportamento e di robotica educativa “Luciano Gallino”, all’interno del Dipartimen-

to di Filosofia e Scienze dell'Educazione (Università di Torino), ha iniziato a esplorare talune modalità di utilizzo della robotica educativa soprattutto nelle realtà di scuola dell'infanzia e di scuola primaria, con l'intento di avvicinare gradualmente non soltanto gli studenti ma anche i docenti a un uso trasversale della logica computazionale e della robotica [1]. Questo perché, confrontandoci con una tecnologia ubiqua, che è entrata in ogni istante della nostra quotidianità e che è sempre più *wearable*, partendo da una condizione di post-medialità nel senso inteso da Eugeni [2], abbiamo ipotizzato che la tecnologia oggi significhi anche vivere, convivere e dialogare con dei dispositivi, instaurando con essi una vera e propria relazione. Una relazione che gli studiosi di cinema e media Albera e Torajada [3], tra gli altri, riprendono dalla più tradizionale linea foucaultiana e che declinano in un *dispositivo-episteme*, cioè a dire in uno schema relazionale che mette in continuo contatto dialettico, spettatore, attrezzatura e rappresentazione, in modo che tutti e tre siano ugualmente motori-artefici di una esperienza. Ora, se agli elementi costitutivi individuati dagli studiosi sostituiamo i protagonisti della scuola, il risultato non dovrebbe cambiare: così, al posto di spettatore, attrezzatura e rappresentazione, voci tipiche degli studi sulla mediologia, potremmo avere, rispettivamente, studente, robotica e pensiero computazionale, volendo così sottolineare come sia principalmente importante lavorare sulla logica di ragionamento e sull'applicazione di quest'ultima su tutti i campi del sapere e non soltanto su specifiche discipline che, per natura, si prestano più facilmente a tale scopo. La nostra ipotesi di partenza, dunque, ci ha portato a considerare, in linea generale, il coding e la robotica non soltanto come strumenti direttamente mirati all'apprendimento della competenza digitale e/o delle discipline STEAM, ma piuttosto a vederli come linguaggi con cui scrivere di ogni conoscenza, anche quella relativa a se stessi e alla dimensione relazionale-sociale. In varie sperimentazioni, abbiamo così sviluppato attività di robot storytelling [4, 5, 6] in cui gli studenti hanno provato a realizzare delle narrazioni audiovisive (dunque curando anche la parte di ripresa video) incentrate su tematiche didattiche aventi come attori protagonisti i robot: in questi casi, gli alunni hanno dovuto ideare una programmazione funzionale al significato che i robot, con il loro movimento, erano in grado di comunicare davanti alle videocamere, chiedendo perciò agli studenti di integrare astrattamente e concretamente i due linguaggi tecnologici: quello del coding e quello del medium audiovisivo (quest'ultimo tipico di un'inclinazione verso la cultura visuale). La relazione con la robotica si inserisce, inoltre, in un più ampio spettro di indagine di orientamento neuroscientifico e neurodidattico [7, 8], con un approccio di cognizione incarnata [9, 10] e, in ultimo, di enativismo, secondo le linee tracciate principalmente da Malafouris [11, 12]. Si tratterebbe, cioè, di una relazione – di modellamento vicendevole continuativo – tra individuo e oggetto e che rappresenta uno degli oggetti di analisi e di studio su cui stiamo lavorando e di cui vogliamo provare a dare breve introduzione in questo intervento, indicando alcuni spunti di riflessione.

## 2 Codey Roc

*Codey Rocky* è un robot programmabile con finalità educative, ideato dall'azienda cinese *Makeblock* per lo studio delle discipline STEAM e l'acquisizione delle competenze trasversali (<https://www.makeblock.com/steam-kits/codey-rocky>). Le sue dimensioni ridotte (sta dentro a un cubo di 10 cm), l'aspetto solido, leggero e maneggevole, nonché la versatilità e modularità del *software* lo rendono adatto a bambini piccoli, a partire dalla scuola primaria, con ampie possibilità di utilizzo anche nella secondaria di primo grado.



**Fig. 1.** Codey Rocky.

Nell'aspetto, il robot ricorda un piccolo animale domestico (per esempio, un cane o un gatto) e si muove grazie a dei cingoli. In particolare, l'*hardware* è costituito da due elementi principali: *Codey*, una "testa" dotata di diversi moduli elettronici, quali uno schermo, dei sensori, bottoni e apparati di ricetrasmissione e *Rocky*, un "corpo"/*chassis* che oltre a fornire capacità di movimento al robot, aggiunge sensori che gli consentono di seguire una linea e di riconoscere i colori. Le due componenti possono essere sganciate e *Codey*, la parte dove viene caricato il codice costruito dagli studenti, può essere adoperato anche in modo indipendente.

Sul versante *software* sono stati previsti diversi livelli di programmazione, sia su *device* mobili sia al computer. Mediante applicazioni dedicate (*Makeblock* o *mBlock*) è possibile, infatti, far muovere il robot utilizzando il proprio tablet o smartphone semplicemente come un joystick o un telecomando. A un secondo livello, la piattaforma consente di tracciare percorsi sullo schermo di un *pad*, programmando altresì alcune luci e suoni, che verranno tutti eseguiti al comando di avvio. Lo step successivo consente di entrare nella programmazione "a blocchi". *mBlock* è, infatti, stato sviluppato sulla base di *Scratch 3.0* e del codice *Arduino*. Grazie a ciò, gli studenti, anche i più piccoli, possono facilmente muovere i primi passi nella programmazione, spostando blocchi colorati all'interno di una grafica intuitiva e far, così, agire sia *spr-*

te/personaggi su scenari virtuali sia uno o più *Codey Rocky* nel mondo reale. Infine, la programmazione può essere “tradotta” o direttamente scritta in un linguaggio più “alto”, *Python*, aprendo la strada ad attività di coding più sofisticato.

Oltre a quanto appena descritto, *MBlock* si avvale dei servizi cognitivi di *Microsoft* e del *deep learning* di *Google*, che consentono di integrare lo strumento con funzionalità intelligenti (*AI – Artificial Intelligence*), quali per esempio, il rilevamento di emozioni e sentimenti delle persone, il riconoscimento della visione e la comprensione linguistica. A questo si aggiunge la funzionalità *IoT (Internet of Things)*, come la consultazione di bollettini meteorologici o il controllo degli elettrodomestici.

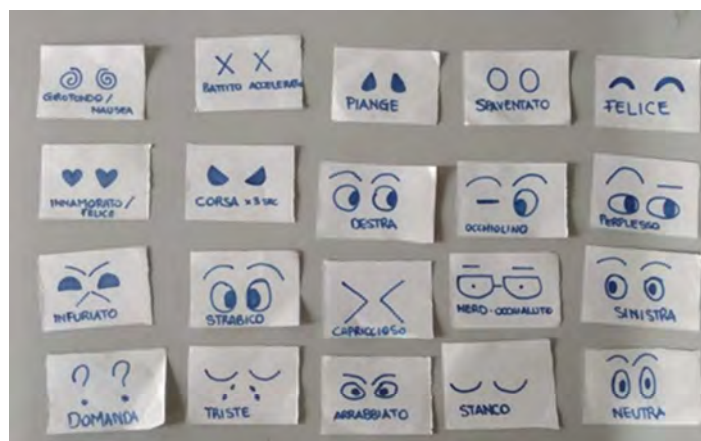
Da ultimo, *Codey Rocky* è compatibile con *Neuron*, un kit di semplici componenti elettronici e sensori che espandono ulteriormente le possibilità di insegnamento e scoperta delle discipline STEAM, nonché delle competenze trasversali, da parte di docenti e allievi.

La descrizione appena effettuata conduce alle ragioni della scelta del piccolo robot *Codey Rocky* da parte del team di lavoro. Le motivazioni sono sinteticamente le seguenti:

- presenta una struttura solida, compatta ed è pronta all’uso;
- ha un aspetto “friendly”, attraente per lo studente della scuola primaria e secondaria di primo grado e non richiede grandi capacità manuali;
- è versatile e permette un approccio al *coding* adeguato all’età e al livello di competenza dei bambini;
- agevola una curva di apprendimento rapido, predisponendo livelli differenti di apprendimento;
- consente di lavorare in modo divertente e interattivo sia sulle discipline STEAM sia su aspetti legati alle competenze relazionali ed emotive;
- possiede svariati sensori, con possibilità di espansione;
- il prezzo è contenuto.

### **3 Primo caso: analisi ‘espressiva’ ed emotiva di un testo narrativo**

*Codey Rocky* viene impiegato per familiarizzare bambini/e con le emozioni che possono scaturire dalla lettura di un testo narrativo descrittivo [13, 14]. L’attività prevede un primo momento di attività-gioco in cui le emozioni sono disegnate su dei cartoncini che gli alunni devono associare a situazioni-tipo (Fig. 2). Quindi viene letto un testo breve, a margine del quale vengono riportate le espressioni appropriate a ciascun passo del testo stesso.



**Fig. 2.** Carte delle emozioni.

Mediante l'apposita app sono riportate su *Codey Rocky* le espressioni facciali disegnate sui cartoncini, immagini che sono visualizzabili sull'apposito display del robot. Questi disegni però non sono "liberi", ma vincolati da una griglia di pixel che consente realizzazioni molto semplificate. Per questo motivo occorre facilitare il passaggio cognitivo dal disegno libero a quello in pixel mostrando agli alunni la carta e la relativa realizzazione sul display del robot (vedi Fig. 3).



**Fig. 3.** Dal disegno libero al display di Codey Rocky.

A questo punto il robot viene programmato per muoversi in una scenografia e per mostrare sul suo display le emozioni relative al passo che la voce narrante recita (Fig. 4). In un momento successivo, quando avremo a disposizione un numero maggiore di robot, questi potranno essere programmati per "recitare" la storia e "scambiare" emozioni tra più attori, magari anche umani.



**Fig. 4.** Codey Rocky durante la lettura de *Il piccolo principe*.

Con alunni più grandi, che hanno maggiore confidenza con la lettura, è possibile un'attività di comprensione e rielaborazione del testo narrativo.

Lo svolgimento di questa attività prevede:

- 1) lettura individuale del testo assegnato;
- 2) riletture con intonazione giusta delle battute in gruppi;
- 3) associazione delle emozioni e delle espressioni ai dialoghi;
- 4) messa in scena del testo con l'utilizzo del robot;
- 5) rielaborazione scritta/orale del testo.

Questa attività risulta molto utile in quanto il compito di associazione delle emozioni ai dialoghi, porta a una comprensione più profonda del testo scritto; inoltre il lavoro di gruppo stimola il confronto con i compagni e la comprensione di punti di vista differenti. Uno step successivo consiste nella realizzazione di filmati che mostrano le diverse interpretazioni della storia proposta e la condivisione dei prodotti finiti. Parte fondamentale è la presenza in scena tanto degli alunni quanto dei robot e l'analisi della relazione che si instaura durante il lavoro.

#### **4 Secondo caso: la robotica come assistente allo studio**

*Codey Rocky* offre la possibilità di collegare il tempo di esecuzione di particolari attività a fogli elettronici di Google o di gestirli sempre in tempo reale tramite il linguaggio *mBlock*. Tali funzionalità vengono impiegate in ambito educativo utilizzando il robot come assistente allo studio. Tale impiego è utile e inclusivo anche per bambini e ragazzi con difficoltà dell'apprendimento. Ad esempio, inserendo su un foglio di calcolo una stima del tempo necessario a fare un determinato compito – come leggere o sottolineare un certo numero di pagine – si può monitorare il lavoro svolto fornendo contestualmente all'alunno un feedback di supporto. *Codey Rocky* opportunamente



programmato inserisce nel medesimo foglio di calcolo i dati delle prestazioni, consentendo quindi al robot stesso, all'alunno e all'insegnante, il confronto delle informazioni inserite con quelle precedentemente stimate. Il feedback che il robot fornisce viene svolto con suoni e messaggi "facciali", precedentemente predisposti (vedi il paragrafo sul testo narrativo). L'insegnante potrà ricavare un grafico finale dell'andamento dello studio del bambino e creare esercizi e obiettivi mirati e specifici.

## 5 Terzo caso: *Codey Rocky* e l'autismo

*Codey Rocky* ha ottime performance anche con ragazzi/e che manifestano disturbi dello spettro autistico. Tali alunni infatti tendono a utilizzare più facilmente oggetti tecnologici (tablet, smartphone, LIM, robot) rispetto a strumenti tradizionali quali carta e penna. *Codey Rocky* diventa quindi per questi soggetti uno strumento mediante il quale esternare sentimenti ed emozioni che altrimenti avrebbero difficoltà ad essere verbalizzati [15, 16, 17].

L'attività che abbiamo progettato prevede in primo luogo il riconoscimento delle espressioni facciali mediante le carte da noi disegnate e del loro inserimento digitale nel robot e che abbiamo già presentato sopra nell'attività riguardante il testo narrativo. L'alunno autistico riconosce il proprio stato emotivo, lo individua sulle icone espressive rappresentate su di un tablet o smartphone che a sua volta attiva *Codey Rocky* che diventa veicolo di comunicazione agli altri del sentimento del soggetto in questione.

## 6 Una prima conclusione

La finalità del contributo è stata quella di presentare tre attività didattico-formative che stiamo sviluppando con l'obiettivo di sperimentarle 'sul campo', in alcune scuole della Regione Piemonte, a partire dal prossimo anno scolastico, anche come continuazione di un percorso di ricerca che ha avuto precedenti declinazioni nel corso degli ultimi dieci anni [1]. Nello specifico, ci stiamo concentrando su un approccio che sia, in qualche modo, di arricchimento dell'esperienza scolastica, al punto da poter ipotizzare una sorta di "esperienza aumentata", all'interno di uno spazio che possa per così dire essere potenziato dalla tecnologia [18], poiché crediamo che «arricchire di contenuti virtuali ciò che è reale, permette di attivare le connessioni che l'uomo percepisce nel mondo che lo circonda. Il potenziamento dell'informazione estende i limiti della conoscenza in quanto, grazie alla connessione di ogni elemento fisico a una rete di telecomunicazioni, crea uno spazio in cui tutto è raggiungibile attraverso dispositivi capaci di accedere alla Rete; dispositivi che sono caratterizzati da una sempre maggiore portabilità» [19]. Le attività di cui abbiamo dato breve descrizione rientrano dunque in questa linea di pensiero e dovrebbero permetterci di evidenziare e di lavorare su una serie di obiettivi che qui riproponiamo in maniera sintetica:

- Il lavoro con Codey Rocky e la lettura (caso 1) è pensato perché attraverso gli stati emotivi e il rapporto con il robot, dovrebbe aumentare la capacità di analisi e comprensione del testo;
- In generale, prevediamo un miglioramento nella fase di organizzazione e di gestione del tempo, sia per i momenti di studio sia di attività con i dispositivi tecnologici (caso 2);
- Il robot si fa veicolo di elementi emotivi e sensibili, permettendo così di ampliare il raggio di comunicazione, specialmente in soggetti affetti da problematiche relative alla relazione e alla esternalizzazione di un pensiero o di un'emozione (caso 3). L'esigenza è quella di facilitare la comunicazione.

Al momento di stendere questo testo, non è ancora possibile fornire un riscontro quantitativo del lavoro svolto ma solo qualitativo; una prima osservazione partecipante delle attività sopra presentate (pur nel loro stato embrionale e di sviluppo metodologico), ha indicato una linea di lavoro promettente e con risultati positivi.

## Riferimenti bibliografici

1. Grimaldi, R. (a cura di): A scuola con i robot. Innovazione didattica, sviluppo delle competenze e inclusione sociale, Il Mulino, Bologna (2015).
2. Eugeni, R. La condizione post-mediale. La Scuola, Brescia (2015).
3. Albéra, F., Tortajada, M. Le Dispositif n'existe pas!. In Albéra, F., Tortajada, M. (eds.). Ciné-dispositifs: spectacles, cinéma, télévision, littérature, pp. 13-38. L'age d'Homme, Lausanne (2011).
4. Denicolai, L., Grimaldi, R., Palmieri, S.: Educational Robotics and Video: An Experiment of Integration of Languages. In: NPSE Proceedings. Libreriauniversitaria, Firenze (2018).
5. Denicolai, L., Grimaldi, R., Palmieri, S.: "Il futuro ha un cuore antico". Robot e marionette tra linguaggio video e pensiero computazionale. In: Didamatica 2017, atti del convegno. AICA, Milano (2017).
6. Denicolai, L., Grimaldi, R., Palmieri, S.: Videos, Educational Robotics and Puppets: An Experimental Integration of Languages. In Carmo, M. (ed.) END Proceedings, pp. 590-594, InSciences, Lisbona (2017).
7. Rizzolatti, G., Sinigaglia, C. So quel che fai. Il cervello che agisce e i neuroni specchio. Cortina, Milano (2006).
8. Rivoltella, P.C. Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende. Cortina, Milano (2012).
9. Maturana, H.R., Varela, F.J. Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente. Marsilio, Venezia (1985).
10. Varela, F.J., Thompson, E., Rosch, E. The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience. MIT Press, Cambridge (1991).
11. Malafouris, L. Mind and material engagement. "Phenomenology and the Cognitive Sciences", DOI: 10.1007/s11097-018-9606-7, last accessed 2019/01/25.

12. Ihde, L., Malafouris, L. *Homo faber* Revisited: Postphenomenology and Material Engagement Theory, "Philosophy Technology". DOI: 10.1007/s13347-018-032107, last accessed: 2019/02/22.
13. Bruschi, B.: *Ludodigitalstories*. Un progetto per raccontare storie alla comunità, Franco Angeli, Milano (2017).
14. Marradi, A.: *Raccontar storie*. Un nuovo metodo per indagare sui valori, Carocci, Roma (2010).
15. Dixon, J.: *Facilitare la comunicazione nell'autismo*, Erickson, Trento, cd-rom (2008).
16. Beukelman, D.R., Mirenda, P., Rivarola, A., Veruggio, G.: *Manuale di comunicazione aumentativa e alternative*. Interventi per bambini e adulti con complessi bisogni comunicativi, Erickson, Trento (2014).
17. Cafiero J.M.: *Comunicazione aumentativa e alternativa*. Strumenti e strategie per l'autismo e i deficit di comunicazione, Erickson, Trento (2009).
18. Moriggi, PFS.: *Destruire l'aula, ma con metodo: spazi e orizzonti epistemologici per una didattica aumentata dalle tecnologie*, *Journal of Educational, Cultural and Psychological* (2016)
19. Arduini, G.: *La realtà aumentata e nuove prospettive educative*, "Education Sciences & Society" (2012).



# Industria 4.0, sviluppo delle competenze con didattica Project Based Learning

Luca Forlizzi<sup>1</sup>, Giovanna Melideo<sup>1</sup>, Gianni Rosa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria e Scienze dell'Informazione e Matematica, Università dell'Aquila,

Via Vetoio loc. Coppito, 67100 L'Aquila, Italy

{luca.forlizzi,giovanna.melideo}@univaq.it

<sup>2</sup> Istituto Istruzione Superiore "A. D'Aosta", 67100 L'Aquila, Italy

gianni.rosa@istruzione.it

**Abstract.** *Industria 4.0* è una rivoluzione destinata ad avere un forte impatto non solo sul mondo industriale, ma sull'intera società, e dunque anche nel campo dell'educazione. La scuola ha il compito di promuovere e incentivare tutte le attività che favoriscono lo sviluppo delle competenze necessarie a soddisfare la domanda del mercato dell'Industria 4.0, in particolare lo sviluppo del pensiero critico, della creatività e del problem solving.

Le problematiche che emergono quotidianamente dalla produzione industriale fanno sì che si vengano a creare nuove sfide che possono tradursi in progetti di interesse per i ragazzi delle scuole secondarie di secondo grado ad indirizzo tecnico. Il contributo di questo articolo si prefigge lo scopo di promuovere gli aspetti innovativi dell'Industria 4.0 attraverso didattiche che favoriscono l'apprendimento da esperienze complesse, orientate verso il raggiungimento di uno scopo o di un obiettivo specifico. A tal fine, viene descritta un'esperienza progettuale di innovazione 4.0 finalizzata alla costruzione di una barella-robot capace di raggiungere autonomamente un soggetto infortunato e coadiuvare le operazioni di primo intervento in base alla patologia riscontrata.

Questa esperienza ha permesso di toccare con mano i benefici che si ottengono da didattiche laboratoriali e project-based: gli studenti hanno appreso in modo significativo, affrontato problemi reali, lavorato in team, raggiungendo gli obiettivi preposti dal progetto. Il risultato è stato raggiunto grazie ad un lavoro di progettazione, pianificazione delle attività e valutazione, nel quale ogni studente è stato messo in condizione di essere uno studente-lavoratore, capace di collaborare con gli altri e di pensare in modo critico.

**Keywords:** Industria 4.0, Project Based Learning, Automazione.

## 1 Introduzione

L'industria 4.0 è la rivoluzione che ha consentito lo sviluppo della produzione industriale mediante macchine altamente automatizzate e interconnesse tra loro, che dialogano le une con le altre ed effettuano autodiagnostica e manutenzione preventiva. A tale scopo, le nuove tecnologie digitali (Cloud, Big Data e Analytics, Artificial

Intelligence, Augmented Reality, IoT-Internet of Things, ecc) e le interazioni *machine-to-machine* rivestono un ruolo fondamentale. I robot lavorano a contatto con l'uomo e dall'uomo apprendono in modo naturale, potenziando performance, produttività e flessibilità aziendale. In una sola parola, *Smart manufacturing*.

Nasce pertanto l'esigenza di attuare iniziative sistemiche per lo sviluppo dello Smart manufacturing al fine di formare personale altamente specializzato che abbia maturato competenze digitali per le mansioni del futuro. La scuola, a tal fine, ha il compito di promuovere ed incentivare tutte le attività che favoriscono lo sviluppo delle competenze necessarie a soddisfare la domanda del mercato dell'Industria 4.0, in particolare lo sviluppo del pensiero critico, della creatività e del problem solving.

La didattica laboratoriale ed il Project Based Learning (PjBL) sono approcci all'insegnamento che favoriscono l'apprendimento da esperienze complesse, orientate verso il raggiungimento di uno scopo o di un obiettivo specifico. Negli approcci tradizionali, gli studenti svolgono prevalentemente lavoro individuale, al fine di memorizzare definizioni estranee all'uso concreto ed alla vita reale. Differentemente, un approccio project based permette agli studenti di osservare la complessità e gli aspetti interdisciplinari di qualsiasi lavoro in modo più realistico e di raggiungere obiettivi derivanti dalla vita reale, anche a lungo termine. Il PjBL fornisce agli studenti un approccio educativo che si allontana dal modello relazionale uno-a-uno, professore-studente, in favore di una forma di insegnamento che incentiva il lavoro collaborativo attraverso il quale gli studenti imparano a relazionarsi con gli altri per raggiungere risultati migliori in modo più efficace. Allo stesso tempo, il ruolo dell'insegnante assume un ruolo di facilitatore ed organizzatore delle attività, strutturando "ambienti di apprendimento" in cui gli studenti, favoriti da un clima relazionale positivo, trasformano ogni attività di apprendimento in un processo di "problem solving di gruppo".

In questo articolo mostreremo come la partecipazione ad un concorso abbia permesso agli studenti di acquisire capacità di apprendimento e ragionamento, maturando allo stesso tempo sia competenze trasversali che nel campo dell'informazione, della comunicazione, e della tecnologia.

## 2 Background pedagogico

L'apprendimento attivo è ampiamente riconosciuto come metodo di insegnamento di qualità con validità generale. Secondo gli educatori costruttivisti [4,9], l'apprendimento è un'acquisizione attiva di idee, il prodotto di una costruzione attiva della conoscenza, piuttosto che un processo passivo. In altre parole, l'apprendimento richiede che l'individuo sia attivo ed impegnato nella costruzione dei propri modelli mentali.

La ricerca sull'insegnamento dell'informatica fornisce ampia evidenza dell'efficacia, in questo campo, di strategie di apprendimento attivo, oltre a suggerire molteplici modi per realizzarle [11]. Facendo riferimento alla visione concettuale dell'informatica proposta in [6], ipotizziamo l'esistenza di due ragioni alla base di questo risultato:

1. due dei tre paradigmi fondamentali utilizzati nell'informatica, ovvero la progettazione e la sperimentazione, richiedono un processo attivo di interazione con oggetti diretti, rispettivamente, alla loro costruzione o alla loro analisi;
2. il restante paradigma dell'informatica fondamentale, vale a dire la teoria, viene impiegato per studiare soprattutto i calcoli, cioè i processi che sono intrinsecamente attivi e dinamici.

Tra le forme di apprendimento attivo, il Project Based Learning (PjBL), ovvero l'impostazione della didattica attorno alla realizzazione di uno o più progetti, è diventato un metodo di insegnamento ampiamente utilizzato nelle materie tecniche. Numerosi insegnanti concordano sul fatto che il PjBL abbia numerosi vantaggi specialmente nel campo dell'insegnamento dell'informatica. Gli studenti sono in grado di applicare le loro conoscenze tecniche, acquisire competenze pratiche nella programmazione, essere coinvolti in processi di gruppo e comprendere in alcuni casi anche i cosiddetti fattori *soft* nella gestione del progetto. Tuttavia, studi estensivi che analizzano gli esiti di numerosi progetti, rimarcano come la valutazione dei risultati sia difficile da standardizzare, e che il PjBL si riveli spesso abbastanza caotico nella percezione degli studenti [12].

Una strategia particolarmente efficace per garantire l'efficacia dell'apprendimento di tutti gli alunni coinvolti in processi PjBL è quella di impostare il lavoro in classe con la metodologia dell'*apprendistato cognitivo*. L'apprendimento di molti mestieri e arti avviene tradizionalmente attraverso la pratica dell'apprendistato. L'apprendista inizia il suo percorso educativo seguendo il suo mentore impegnato nel lavoro. All'inizio, l'apprendista può solo guardare il mentore mentre fa il suo vero lavoro. Dopo aver osservato diversi lavori, l'apprendista può aiutare il mentore a svolgere compiti sempre più complessi; il mentore supervisiona costantemente l'apprendista e l'aiuta quando ha problemi. Infine, il mentore concede all'apprendista una sempre maggiore indipendenza, fino a quando quest'ultimo non diventa capace di eseguire compiti autonomi e complessi. Seguendo [2], ci riferiamo alle tre fasi sopra descritte come fasi di *modeling*, *coaching* e *fading*.

L'apprendistato cognitivo è una metodologia di insegnamento che mira a migliorare il paradigma dell'apprendistato tradizionale, per renderlo più adatto all'insegnamento delle abilità cognitive [2,3]. Infatti, nell'apprendistato tradizionale il mentore dimostra come svolgere un compito, ma spesso evita di spiegare i processi mentali che guidano la propria attività. Tuttavia, per l'insegnamento delle abilità cognitive impiegate nella lettura, nella scrittura e nella risoluzione dei problemi, è fondamentale che il pensiero alla base delle attività emerga in superficie. Sia il pensiero del mentore che quello dell'apprendista devono essere resi visibili l'uno all'altro. Questo non si verifica sempre nell'apprendistato tradizionale. L'apprendistato cognitivo si differenzia anche da quello tradizionale, in quanto i compiti e i problemi affrontati dagli apprendisti non sono dettati dalle esigenze di lavoro del mentore. Invece, sono scelti con cura per illustrare il potere di determinati metodi o tecniche e per dare l'opportunità di applicarli in contesti diversi.

Un altro aspetto importante, in cui l'apprendistato cognitivo si differenzia dall'apprendistato tradizionale, è l'enfasi sull'uso delle competenze acquisite in contesti diversi e sui principi astratti alla base dell'applicazione della conoscenza.

I principi dell'apprendistato cognitivo sono stati impiegati nell'insegnamento dell'informatica in numerosi contesti, fornendo risultati positivi documentati dalla letteratura, e sono anche alla base di metodologie ulteriormente raffinate [1,7,10,13].

Il *cooperative learning* è una metodologia di insegnamento che sta ricevendo crescente attenzione e ottenendo feedback positivi. Esso si basa sull'interazione degli studenti all'interno di piccoli gruppi per raggiungere un obiettivo comune, attraverso il lavoro di apprendimento che porta alla costruzione di nuove conoscenze. L'importanza e il valore della cooperazione sono riconosciuti anche dai moderni processi di sviluppo del software. Le pratiche di apprendimento cooperativo possono essere integrate in metodologie di apprendistato cognitivo, ottenendo un effetto di potenziamento, in particolare nella fase di fading [8].

### 3 Un'esperienza di successo di Industria 4.0

Il progetto, oggetto di considerazioni di questo articolo, nasce grazie alla partecipazione dell'Istituto di Istruzione Superiore "A. D'Aosta" dell'Aquila al concorso "*Welcome to Automation*" indetto dalla Balluff Automation, multinazionale nel settore dell'automazione industriale. Il concorso, mirato a favorire la conoscenza delle nuove tecnologie e a creare un collegamento tra scuole e aziende, è dedicato agli studenti delle scuole secondarie di secondo grado ad indirizzo tecnico. L'obiettivo del concorso è incentivare la fantasia e l'inventiva degli studenti attraverso la costruzione di un robot capace di svolgere autonomamente determinate funzioni, utilizzando il 90% di materiale riciclato. L'iniziativa è stata un'occasione importante per i ragazzi che hanno partecipato al progetto, perché ha permesso loro di dare libero sfogo alla creatività e di maturare le competenze tecniche mediante l'applicazione di conoscenze delle discipline oggetto di studio e l'utilizzo consapevole delle tecnologie proprie dell'educazione tecnica in un progetto concreto. Il robot è realizzato artigianalmente dai ragazzi dell'Istituto di Istruzione Superiore "A. D'Aosta" dell'Aquila, il quale ha messo a disposizione tutte le risorse necessarie per la sua realizzazione e detiene in modo assoluto, i diritti e la proprietà intellettuale. L'intero processo di progettazione (analisi requisiti, design, realizzazione e testing) si è svolto tra marzo e maggio 2018.

La prima versione del manufatto, presentata nel corso delle selezioni eliminatorie del centro-sud Italia a Napoli (marzo 2018), ha dimostrato di essere un'idea vincente ma nello stesso tempo migliorabile dal punto di vista dell'innovazione negli aspetti della robotica e dell'automazione. Superata dunque a pieni voti la prima selezione, per competere al meglio con i progetti proposti dalle altre scuole finaliste del concorso, in accordo con gli studenti dei tre indirizzi di studio partecipanti (Meccanica, Informatica e Liceo delle Scienze Applicate), si è deciso di lavorare su un progetto più ambizioso per la presentazione alla finale di Parma (maggio 2018), apportando al robot migliorie meccaniche, elettroniche ed informatiche. La volontà e la motivazione degli studenti hanno fatto da colonna portante per la progettazione di un nuovo manufatto capace di fornire un supporto attivo a chi presta le operazioni di pronto intervento.





Fig. 1. *IStretcher*, la barella-robot

*IStretcher* è un progetto software di una barella-robot (vedi Fig. 1) sviluppato dagli studenti, che permette di identificare il soggetto infortunato e di fornire informazioni e istruzioni operative utili al personale addetto al primo soccorso. Attraverso un'applicazione mobile, è possibile attivare la richiesta dell'emergenza, che attiva sensori e motori che permettono al robot raggiungere autonomamente il luogo selezionato.

Il progetto si è classificato terzo a livello nazionale e la premiazione si è svolta nell'ambito di BI-MU, la più importante mostra italiana dedicata a macchine utensili, robot, automazione, digital manufacturing, tecnologie ausiliarie e abilitanti, alla Fiera di Rho, ultima tappa della seconda edizione del concorso.

### 3.1 Aspetti Didattici

La partecipazione congiunta degli studenti degli indirizzi di Meccanica, Informatica e del Liceo delle Scienze Applicate ha permesso di progettare, e realizzare il robot dividendo le attività tra gli indirizzi potenziando le competenze proprie di ognuno di essi. I ragazzi hanno cooperato, collaborato, studiato e lavorato duramente per raggiungere un obiettivo comune con molto entusiasmo e determinazione.

Nel corso delle attività sono emerse numerose problematiche che sono state risolte mediante l'attuazione e la pianificazione di strategie risolutive utilizzate comunemente nella vita quotidiana. L'educazione ad agire consapevolmente consente ai discenti di apprendere ad affrontare situazioni e problemi in modo analitico, mediante la scomposizione nei vari aspetti che le caratterizzano e pianificando per ognuno le soluzioni più idonee.

Il progetto è stato pensato e progettato in modo tale da sfruttare la didattica basata sulla *sperimentazione scientifica*, la quale favorisce la maturazione del pensiero scientifico. Gli autori ritengono che sia fondamentale sviluppare le abilità che permettano allo studente di: effettuare rilevazioni di fenomeni scientifici; porsi domande; costruire ipotesi; osservare, sperimentare e raccogliere dati; formulare ipotesi conclusive e verificarle. Ciò è indispensabile per la costruzione del pensiero logico e critico e per

la capacità di leggere la realtà in modo razionale, senza pregiudizi, dogmatismi e false credenze.

Tutte le attività svolte, sono strettamente legate allo sviluppo del *pensiero computazionale*, aspetto di apprendimento che la legge 107/2015 e il decreto legislativo n.62/2017 chiedono di promuovere nell'ambito del contesto educativo scolastico. Il pensiero scientifico ed il pensiero computazionale sono alcuni degli strumenti culturali per la cittadinanza attiva promossi anche nelle indicazioni nazionali.

I modelli e le strategie didattiche impiegati (lavoro di gruppo, problem solving, project work e didattica laboratoriale) hanno favorito la creazione di un sano ambiente di apprendimento che ha influito positivamente sulla progettazione e sul risultato finale raggiunto dagli studenti.

Altro elemento delle indicazioni nazionali, perseguito nell'attività è l'educazione alla cittadinanza e alla sostenibilità. L'*educazione alla cittadinanza* viene promossa attraverso esperienze significative che consentano di apprendere il concreto prendersi cura di se stessi, degli altri e dell'ambiente, e che favoriscano forme di cooperazione e di solidarietà. L'attività, durante le fasi del processo formativo, ha consentito lo sviluppo di un'adesione consapevole a valori condivisi e di atteggiamenti cooperativi e collaborativi che costituiscono la condizione per praticare la convivenza civile.

### 3.2 Aspetti Tecnici

*IStretcher* è un progetto software installato su una barella-robot che, posizionata in apposita area, e con la possibilità di muoversi lungo percorsi liberi, è in grado di raggiungere autonomamente il luogo in cui si trova il soggetto infortunato, trasportare il defibrillatore automatico esterno (DAE), coadiuvare le operazioni di primo soccorso in base alla patologia riscontrata, fornendo le istruzioni operative in assoluta sicurezza. Il robot attiva lo stato di emergenza con la richiesta di intervento da parte di un operatore attraverso l'applicazione mobile dedicata, accessibile da tutti gli operatori connessi alla wifi della scuola.

L'architettura software è composta da tre moduli indipendenti che comunicano tra loro mediante servizi asincroni. "*Request Emergency*" è l'applicazione mobile che, attraverso un'interfaccia semplice ed intuitiva, permette di attivare lo stato di emergenza, confermando la richiesta di intervento per un determinato luogo. Il modulo ha le informazioni definite a priori sui tracciati dei luoghi planari che il robot è in grado di raggiungere. Il modulo "*Go2Destination*" attiva i sensori di prossimità e i motori in modo da condurre il robot in sicurezza e autonomia verso il luogo richiesto. Durante la fase di spostamento, viene acceso il monitor touch-screen integrato nel robot e viene eseguito il processo software "*First-Aid*". Tale applicazione permette di identificare rapidamente il soggetto da soccorrere mediante un'interfaccia utente *agile*, evidenziando all'operatore di primo intervento eventuali patologie gravi (allergia a medicinali, attacco epilettico, soffio al cuore, etc.) o non (vedi Fig. 2), che dovranno essere comunicate all'operatore del 118. Come già menzionato, l'operatore di primo soccorso viene guidato attraverso l'applicazione, la quale illustra con elementi multimediali le istruzioni operative da attuare per il sintomo rilevato.

La complessità del robot e le numerose funzionalità implementate hanno fatto emergere la necessità di coinvolgere competenze multidisciplinari, che sono intrinseche di almeno quattro materie del percorso di studi dell'indirizzo di Informatica e Telecomunicazioni: Informatica, Sistemi e reti, Tecnologie di Progettazione ed Elettronica. Lo sviluppo del progetto ha permesso agli studenti di maturare le competenze tecniche attraverso l'approfondimento di concetti e tecnologie innovative richieste nel contesto dell'industria 4.0. In particolare, gli argomenti approfonditi sono stati: linguaggi client-side (HTML5, CSS3, Javascript), linguaggi server-side (Java e Python), programmazione ad oggetti, design pattern: modello MVC, applicazioni Mobile, database e DBMS MySQL Server, reti wireless su sistemi operativi *unix*-based, elaborazione di segnali, circuiti operazionali, protocollo SPI, driver di controllo per motori stepper, gestione dei relay. La gestione di tutta l'architettura informatica ed elettronica è demandata al single-board computer *RaspBerry PI*. Riepilogando, il microcontrollore si occupa di gestire e comandare:

- l'applicazione mobile, esponendo servizi attraverso web server;
- i percorsi e le mappe di riferimento della scuola;
- il movimento automatizzato del robot, il quale è gestito da due motori indipendenti che si occupano rispettivamente della trazione e della direzione del robot;
- il software con le istruzioni operative di primo soccorso e di anagrafica degli studenti con patologie di rilievo da comunicare in caso di interazione con medici del 118.

#### 4 Valutazione dell'esperienza

La valutazione dell'attività proposta è stata effettuata mediante verifiche autentiche. L'idea della valutazione autentica è strettamente connessa al contesto educativo, il quale per essere efficace deve tener conto dei seguenti elementi: l'alunno, l'insegnante, le conoscenze, il contesto, la valutazione. Affinché l'evento educativo risulti efficace, ogni elemento deve interagire con l'altro e tutti devono essere considerati contemporaneamente, instaurando un rapporto dove il discente è in grado di: mettere in relazione le nuove informazioni con le conoscenze pregresse e saperle adattare



Fig. 2. Interfaccia utente di *IStretcher*

a nuove situazioni in maniera critica, cogliendo le relazioni causali e risolvendo situazioni problematiche; saper giustificare un'idea, impiegarla efficacemente e saperne spiegare il valore.

Da questa premessa e dalle caratteristiche della valutazione autentica formulate da Wiggins, si sono somministrate agli studenti verifiche autentiche, in modo da incentivare e promuovere la costruzione di nuove conoscenze, sviluppare il potenziale creativo e favorire la maturazione delle competenze dei discenti simulando un contesto di "controllo" che nella vita (civile e personale) si manifesta nel luogo di lavoro.

Nel dettaglio, le prove sono state strutturate in modo da accertare l'abilità dello studente nel saper usare efficacemente e realmente un repertorio di conoscenze e di abilità per negoziare un compito complesso. Il lavoro di valutazione svolto in questo modo è impegnativo, e richiede agli studenti di svolgere prestazioni complesse, autentiche, che mettessero in relazione i contenuti appresi in un contesto reale, fornendo contestualmente la motivazione tecnica della scelta progettuale intrapresa.

Altre prove che sono state effettuate al fine di promuovere lo sviluppo delle competenze linguistico-espositive sono state effettuate con l'organizzazione di seminari, dove ogni studente ha presentato il lavoro svolto alla classe, illustrando le problematiche riscontrate e come queste sono state affrontate.

L'architettura progettuale definita in fase di design si basa su componenti atomici, ognuno dei quali è indipendente dagli altri. Ogni componente svolge un'azione oppure è di supporto funzionale ad altri componenti. Tale scelta progettuale ha consentito agli studenti appartenenti ad indirizzi di studio eterogenei, di poter lavorare insieme ed in sinergia tra loro, mettendo a disposizione degli altri le proprie competenze.

A tal proposito, si è richiesto agli studenti di:

- "costruire", gli allievi non sono stati valutati in base a ciò che è stato loro insegnato, ma hanno avuto il compito di portare a termine un'esplorazione e lavorare "dentro" le diverse discipline; "sperimentare", ovvero capire cosa significa svolgere un compito in un contesto produttivo reale;
- "utilizzare" in modo integrato tutte le loro risorse in modo tale da usare efficientemente e realmente un repertorio di conoscenze e di abilità per negoziare un compito complesso.

La valutazione, così come è stata strutturata, mira a migliorare le prestazioni degli studenti, consentendo loro di comprendere e correggere l'errore, di colmare le distanze che vengono rilevate negli apprendimenti, di avanzare al livello successivo di conoscenze e abilità.

## 5 Conclusioni

Industria 4.0 è uno scenario affascinante, complesso e ricco di sfide, non solo per il mondo industriale ma anche per l'intera società. In questo lavoro, gli autori hanno proposto un'esperienza che ne testimonia l'impatto sul mondo della scuola. L'incontro tra scuola e industria è da sempre fruttuoso, e con Industria 4.0 si amplificano notevolmente le occasioni in cui vengono messe in gioco anche competenze legate all'informatica e all'ICT. Numerosi studi attestano che l'efficacia didattica

degli approcci PjBL all'insegnamento dell'informatica, dipende in maniera critica dalla motivazione degli studenti a svolgere con impegno e portare effettivamente a termine i progetti [12]. Dunque, sono estremamente importanti gli stimoli che possono giungere agli studenti dall'opportunità di misurarsi su progetti interessanti, sia sul piano personale che in riferimento a concrete realtà industriali.

Nel passaggio da una didattica trasmissiva ad una di taglio costruttivista, è bene fare attenzione ad evitare che le conoscenze relative a problemi che non si presentano nel progetto specifico diventino lacune nella preparazione degli studenti. A tal fine, può essere impiegata la didattica tradizionale, basata prevalentemente sull'azione del docente, sulla trasmissione di conoscenze e sull'esercizio di procedure. Per avere efficacia, la didattica PjBL deve essere modulata accuratamente dal docente. Le attività devono essere progettate rispettando le programmazioni disciplinari, e, nello stesso tempo, si deve avere la consapevolezza che i contenuti affrontati devono essere trasformati in saperi e competenze capitalizzate dagli studenti.

A conclusione del progetto, alcune interviste realizzate con gli studenti coinvolti hanno evidenziato in modo particolare l'importanza dell'aspetto motivazionale. In particolare, i ragazzi si sono dimostrati entusiasti del fatto che il progetto abbia permesso loro di avere un "riscontro pratico" su ciò che veniva loro spiegato, al contrario di quanto accade con la didattica scolastica tradizionale. Ciò è stata anche un'occasione per capire le loro vocazioni. Molto apprezzata è stata anche l'opportunità di collaborare con studenti di diversa specializzazione, che ha consentito l'instaurazione di stimolanti scambi di conoscenze e competenze.

L'attività progettuale si è sviluppata rispettando i tempi e i requisiti funzionali e non previsti. Le scelte più efficaci sono state principalmente quelle organizzative, le quali hanno permesso di far lavorare studenti con competenze eterogenee tra loro ma che hanno consentito la buona riuscita del progetto. Non ci sono stati mediatori intermedi, ogni gruppo di studenti ha lavorato indipendentemente ad un'attività distinta e al termine di tutte le attività si è proceduto con la fase di assemblaggio finale del robot.

Gli autori ritengono che il risultato ottenuto sia una vittoria delle strategie didattiche utilizzate, in quanto lo scopo della scuola è preparare cittadini "produttivi", capaci di svolgere compiti significativi in contesti reali.

### **Ringraziamenti**

Si ringrazia l'Istituto di Istruzione Superiore "A. D'Aosta" dell'Aquila per la gentile concessione delle informazioni che hanno contribuito alla stesura di questo articolo [14].

## Riferimenti bibliografici

1. Astrachan, O., Reed, D.: AAA and CS 1: The Applied Apprenticeship Approach to CS 1, In: White, C.M., Miller, J.E., Gersting, J. (eds.) Proceedings of the 26th SIGCSE technical symposium on Computer science education (SIGCSE '95), pp.1-5. ACM, New York (1995).
2. Collins, A., Brown, J.S., Newman, S.: Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics. In *Knowing, Learning and Instruction: Essays in honor of Robert Glaser*. Hillsdale (1989).
3. Collins, A., Brown, J. S., Holum, A.: Cognitive apprenticeship: making thinking visible. *American Educator*, vol. 6, pp. 38–46 (1991).
4. Confrey, J.: A theory of intellectual development. *For the Learn. of Math.* 15(2): 36–45 (1995).
5. Davies, S.P.: Models and theories of programming strategy. *Int. Journal of Man-Machine Studies*, vol. 39 (2), pp. 237-267 (1993).
6. Denning, P.J., Comer, D. E., Gries, D., Mulder, M.C., Tucker, A., Turner, A. J., Young, P. R.: Computing as a discipline. *Communications of ACM* 32(1), pp. 9-23 (1989).
7. Doderò, G., Cerbo, F.D.: Extreme apprenticeship goes blended: An experience. In Giannella, C., Sampson, D.G., Aedo, I., (eds). *ICALT, IEEE*, pp. 324–326 (2012).
8. Forlizzi, L., Proietti, G., Bizzarri, G.: Learning and teaching programming with cognitive apprenticeship. In: Jazayeri, M., Pautasso, C., Furdu, I., Cojocariu, V. (eds). *Informatics. Innovative Teaching Approaches*, pp. 61-77, Casa Crie de tiin (2016).
9. Kilpatrick, J.: What constructivism might be in mathematics education. In Bergeron J. C., Herscovics N., Kieran C. (eds.). *Proceedings of the 11th Int. Conf. Psychol. Math. Educ. (PME11) I*: 3–27 (1987).
10. Kölling, M., Barnes, D.J.: Enhancing apprentice-based learning of Java. In: *Proceedings of the 35th SIGCSE technical symposium on Computer science education (SIGCSE '04)*, pp. 286–290. ACM, New York (2004).
11. McConnell, J.J.: Active learning and its use in computer science. In *Proceedings of the 1st conference on Integrating technology into computer science education (ITiCSE '96)* pp. 52-54. ACM, New York (1996).
12. Pucher, R., Lehner, M.: Project Based Learning in Computer Science - A Review of More than 500 Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 29, pp. 1561–1566 (2011).
13. Vihavainen, A., Paksula, M., Luukkainen, M.: Extreme apprenticeship method in teaching programming for beginners. In *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education, SIGCSE 11*, pp. 93–98. ACM (2011)
14. <http://www.iisdaostalaquila.it/>

# “Low floor high ceiling” Computer Science: Riflessioni su un curriculum per un primo corso d’informatica

Francesco Maiorana<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Catania – Dipartimento di Scienze della Formazione

<sup>2</sup>IISS G.B. Vaccarini, Via Orchidea, 9 Catania

<sup>3</sup>Scientix Ambassador <sup>4</sup>CoderDojo Champion

fmaioran@gmail.com

**Abstract.** Guardando il panorama mondiale nel campo educativo è evidente una forte tensione: da un lato una spinta etica e democratica vorrebbe rendere l’educazione inclusiva ed accessibile a tutti lungo tutto l’arco della vita; dall’altro la rapida evoluzione tecnologica richiede ai futuri lavoratori conoscenze, abilità e competenze sempre più elevate. Questo lavoro, a partire da una descrizione di contenuti d’informatica, di approcci pedagogici e di tecnologie didattiche, vuole suscitare una riflessione tra gli educatori formali, informali e non formali, sull’insegnamento interdisciplinare e transdisciplinare di un primo corso d’informatica. Pur auspicando che l’insegnamento della disciplina cominci fin dalla scuola primaria, le riflessioni si adattano a chiunque, sia studenti sia docenti, si confronti con la disciplina in uno studio e ricerca lungo tutto l’arco della vita.

**Keywords:** Curriculum, Pedagogie, Tecnologie Informatiche, Pensiero Computazionale, Problem solving, Didattica dell’Informatica, Risorse didattiche.

## 1 Introduzione

Una riflessione internazionale ha portato in primo piano l’importanza di un’educazione di qualità per tutti [1] [2], inclusiva ed accessibile [3] [4]. Nel contempo la forte spinta tecnologica ha generato una revisione dei curricula in Inghilterra, [5], Australia [6], Nuova Zelanda [7], Computer Science Teachers Association (CSTA) [8] e alla nascita di movimenti internazionali quali Code.org [9], CorderDojo [10], Europe Code Week [11], Programma il futuro [12], CodeWeek.it [13] e reti di docenti come Scientix [14] che ha prodotto una forte spinta verso l’introduzione dello studio dell’informatica fin dalla scuola primaria attraverso l’educazione sia formale sia informale.

Il confronto internazionale partito dal 2006 [15-16] ha messo in luce l’importanza del pensiero computazionale come “state of mind”, attitudine e strumento concettuale utile in tutte le discipline. Nel contesto di un corso introduttivo di programmazione la ricerca ha una storia lunga più di 50 anni [17-18].

Il lavoro presenta un’ipotesi di curriculum che si basa su progressioni d’apprendimento con un facile punto d’ingresso, inclusivo e accessibile a tutti, ma che, nel contempo, offre svariate possibilità di apprendimento rendendo le risorse di apprendimento “low floor and high ceiling” [18] descrivendo i contenuti, gli approcci pedagogici e gli

strumenti tecnologici usati con lo scopo di favorire un confronto e una discussione sulle tematiche d'interesse. La sezione 2 descrive i contesti e gli scenari di applicazione del curriculum, la 3 presenta i contenuti, l'approccio pedagogico e le tecnologie, la 4 approfondisce le conoscenze, le abilità e le competenze che il curriculum aspira a potenziare, la 5 presenta le conclusioni e i possibili sviluppi futuri.

## 2 Il contesto

Il curriculum è da intendersi come ausilio didattico per primo corso d'informatica per:

- 1) gli studenti del primo anno del primo biennio delle scuole superiori italiane, dove è prevista una disciplina inerente aspetti computazionali.
- 2) gli studenti della scuola superiore dove non è prevista una disciplina inerente l'informatica come ausilio didattico interdisciplinare
- 3) gli studenti universitari in discipline umanistiche o, più in generale, studenti che non si specializzano in informatica
- 4) studenti delle scuole medie inferiori
- 5) in generale come ausilio didattico in un primo corso d'informatica

Con il primo termine, tecnologie informatiche, intendiamo tutto quello che ruota attorno agli aspetti ingegneristici ed applicativi legati alla progettazione e realizzazione di dispositivi sia software sia hardware. Con il termine scienze informatiche intendiamo tutto quello che ruota attorno agli aspetti scientifici legati alla progettazione di modelli logico-matematico sia per il software sia per l'hardware.

## 3 Contenuti, approcci pedagogici e tecnologie

Per raggiungere l'ambizioso obiettivo si fa ricorso ad un arsenale di strumenti software e hardware che privilegiano lo sviluppo di abilità e competenze nella risoluzione di problemi e nello sviluppo del pensiero computazionale [15] [16] inteso come un insieme di abilità cognitive da utilizzare in tutte le attività quotidiane, durante tutto l'arco della vita e in contesti formali, non formali ed informali.

In particolare la scelta di usare:

- 1) attività unplugged
- 2) puzzle
- 3) sfide algoritmiche e logico matematiche tratte dalle Olimpiadi di Problem Solving [20] e dalle Olimpiadi d'Informatica [21]
- 4) attività plugged che richiedono lo sviluppo di software usando linguaggi visuali a blocchi

vuole essere un tentativo di sintesi della tensione a livello internazionale verso i due approcci: unplugged e coding.

Il curriculum si avvale di un arsenale di linguaggi visuali a blocchi quali:

- 1) Scratch
- 2) App Inventor per la programmazione di dispositivi mobili
- 3) Scribble: per il disegno di figure complesse.



- 4) Cellular: per simulazioni di sistemi
- 5) Snap! per la sua maggiore astrazione e per supportare diversi paradigmi di programmazione: imperativo, funzionale, logico e ad oggetti
- 6) Pixley e Tunely: rispettivamente per l'elaborazione d'immagini e suoni
- 7) NetsBlox; per la programmazione di rete e l'uso di primitive di comunicazione come i messaggi e le procedure remote
- 8) bloP: versione visuale a blocchi del linguaggio C
- 9) Edgy per la gestione di strutture dati come i grafi

Il curriculum si avvale anche di strumenti software per la progettazione di diagrammi di flusso, come Flowgorithm, che consentono la traduzione in svariati linguaggi di programmazione testuali. Altri linguaggi visuali a blocchi sono presentati nei materiali online e nei test online usando un approccio pedagogico costruttivista [22] che, attraverso delle domande, guida lo studente verso l'esplorazione dell'interfaccia, l'individuazione delle caratteristiche peculiari e la risoluzione di problemi. Tra le pedagogie che spingono verso questo approccio ricordiamo: Inquiry Based Learning (IBL) [23], Peer Instruction [24-25], Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) [26-27], Challenge based Instruction [28], Flipped classroom [29]. Tra questi linguaggi ricordiamo, giusto per fare qualche esempio:

- 1) Alice: per lo storytelling digitale in tre dimensioni
- 2) BeetleBlocks: per la stampa 3D
- 3) Snap4Arduino: per interfacciarsi con il microcontrollore Arduino
- 4) Enchanting: per programmare un robot
- 5) Blockly: linguaggio visuale a blocchi con codifica immediata in un linguaggio testuale come ad esempio Javascript e PHP
- 6) Bubble: linguaggio di programmazione visuale per creare applicazioni web

Nei materiali online e nei test interattivi saranno forniti degli esempi per uno o più di questi linguaggi. I test online privilegiano l'ottica formativa piuttosto che quella valutativa. Usando l'approccio pedagogico sopra indicato, approccio alla base dei recenti progetti di ricerca in ambito educativo in Europa [30] e nel mondo [24] [27], gli studenti saranno guidati sia verso la soluzione di problemi sia verso la realizzazione di software usando, come strumenti, diversi linguaggi di programmazione.

La creazione di una comunità di pratica potrebbe arricchire notevolmente il testo attraverso la co-creazione sia di materiali online sia di test interattivi [31]. I contributi dei docenti che volessero partecipare renderanno possibile una collaborazione esplicita anche attraverso attività di ricerca educativa, come discusso nel capitolo 2.

La scelta di usare linguaggi visuali a blocchi, visto il rapido progresso tecnologico e il continuo aumento di informazioni disponibili, richiede il potenziamento delle attività cognitive di ordine superiore ormai richieste costantemente dal mercato del lavoro. I linguaggi visuali a blocchi consentono di focalizzarsi sulla risoluzione dei problemi e sulle suddette attività cognitive di ordine superiore, relegando a contesti del tutto marginali attività di memorizzazione di dettagli poco significativi propri dei linguaggi testuali e delle sintassi spesso ostica e con notevoli differenze tra un linguaggio ed un altro.

L'arsenale di linguaggi usati è una dimostrazione evidente della tensione in questa direzione della comunità internazionale. La vastità degli strumenti presentati è resa possibile solo dal loro comune criterio di progettazione nato dalle teorie costruttiviste di Piaget che hanno trovato esemplificazione concreta negli ambienti di programmazione quali Scratch, realizzato dal Massachusetts Institute of Technology, e, successivamente, Build Your Own Block (BYOB) e Snap! entrambi realizzati da ricercatori dell'University of California, campus di Berkeley). Tutti i linguaggi presentati rappresentano estensioni del linguaggio Scratch con il quale condividono la stessa interfaccia e lo stesso ambiente di programmazione, consentendo agli studenti di lavorare sempre sostanzialmente con lo stesso ambiente di sviluppo. Un approccio incrementale e la maggiore astrazione e potenza espressiva dei vari linguaggi facilitano l'apprendimento e consentono di concentrarsi su attività cognitive a difficoltà crescente. La matrice comune degli ambienti di programmazione e della loro interfaccia non richiede lo sforzo cognitivo di dover prima disimparare il vecchio linguaggio e poi imparare il nuovo.

La necessità di questo approccio pedagogico, come discusso nel secondo capitolo, trova riscontro in svariati framework educativi e curricula internazionali quali, ad esempio: JRC, AICT, AP Computer Science Principles, CSTA, OCED, UNESCO sforzo che ha portato ad una profonda revisione a livello mondiale dei curricula, che rendono obbligatorio, anche attraverso atti legislativi, lo studio dell'informatica fin dalla scuola primaria, proseguendo per la scuola secondaria di primo e secondo grado e, in generale, lungo tutto l'arco della vita. Tra gli esempi in questa direzione citiamo i nuovi curricula della Gran Bretagna [5], dell'Australia [6] e della Nuova Zelanda [7].

Questo confronto con gli sforzi educativi in ambito mondiale è condiviso attraverso i contributi delle attività Content Language Integrated Learning (CLIL).

Lo sforzo effettuato dovrebbe consentire agli studenti di sentirsi cittadini del mondo e di allargare gli orizzonti leggendo, attraverso i racconti dei diretti interessati, quando, che cosa e come gli altri studenti nel mondo studiano l'Informatica. Ovviamente, questa profonda rivoluzione a livello mondiale sia nei tempi, con un inizio della formazione in informatica fin dalla scuola d'infanzia, sia nei modi, sia nei contenuti necessita di una profonda revisione didattica, revisione per la quale è necessario il contributo dei docenti, che restano gli intermediari fondamentali nel processo di apprendimento degli studenti. Questa revisione risulta facilitata da una ricerca educativa attiva attraverso la comunità di pratica di docenti che sperimentano e valutano l'efficacia di diverse traiettorie di apprendimento o approcci pedagogici.

Accanto a questo gli strumenti di automazione d'ufficio per la comunicazione in forma scritta (videoscrittura), in forma verbale (presentazione) e in forma matematico-grafica (foglio di calcolo) sono presentati ed usati al fine di comunicare sia i processi sia i prodotti sviluppati durante il corso. In accordo con i framework internazionali l'uso di strumenti collaborativi sul cloud consente di potenziare le abilità collaborative. I linguaggi di programmazione e i fogli di calcolo sono usati estensivamente, come strumento per realizzare, dopo un'adeguata progettazione, sia algoritmi sia problemi a carattere interdisciplinare [32].

Scopo dello sforzo fatto è facilitare nei nativi digitali il passaggio dall'essere utilizzatori della tecnologia ad essere creatori di tecnologia usando la scienza.

In linea con quanto indicato da più parti in Italia, dal Piano Nazionale Scuola Digitale, alle varie gare nazionali, il curriculum rappresenta una possibile risposta alla “chiamata per la costruzione di una visione di Educazione nell’era digitale, attraverso un processo che, per la scuola, sia correlato alle sfide che la società tutta affronta nell’interpretare e sostenere l’apprendimento lungo tutto l’arco della vita (life-long) e in tutti i contesti della vita, formali e non formali (life-wide)”.

Un’attenzione è stata posta anche alle esigenze didattiche di studenti speciali. Anche in questo caso, confidando nel supporto di una comunità di pratica, si potrebbero realizzare diverse versioni del curriculum, come ad esempio, un curriculum parlato, allo scopo di facilitare l’apprendimento negli studenti ipovedenti o dislessici. Si auspica il coinvolgimento delle varie associazioni operanti nel settore.

L’approccio didattico, seguito nella progettazione del curriculum, prevede un’introduzione incrementale delle problematiche introducendo dettagli tecnico-scientifici solo quando sono necessari. Ogni capitolo vede l’intervallarsi di una contestualizzazione del problema e di attività pratiche in laboratorio. L’utilizzo della parte introduttiva in modalità flipped e delle attività pratiche laboratoriali, consentiranno agli studenti di avere sempre un ruolo attivo (constructivism) e al docente di concentrarsi, in qualità di allenatore, sul suo compito fondamentale: progettare esperienze di apprendimento [33]. Questo può essere fatto, ad esempio, selezionando le attività tra:

- Le attività sviluppate nel testo,
- Le verifiche sui contenuti del testo, Le verifiche con l’aiuto della rete,
- Gli esercizi e problemi a difficoltà incrementale,
- Le risorse didattiche nei materiali online,
- Test online interattivi (Google, runestone interactive)
- Le risorse educative (giochi educativi, libri, video, animazioni, articoli scientifici divulgativi, riviste per studenti anche in lingua inglese, etc...) citate nella ricca bibliografia e sitografia disponibile alla fine di ogni capitolo.

La scelta di una presentazione incrementale dei contenuti è dettata, oltre che dalla necessità di evitare un sovraccarico cognitivo dovuto a un superamento della capacità stimata della memoria di lavoro, anche e soprattutto dal voler favorire e spingere i giovani lettori a riprendere il contesto di apprendimento ogni qual volta si presenti un nuovo concetto, un approfondimento o un dettaglio di quanto già trattato. Studi dimostrano che quest’attività di recall favorisce l’apprendimento e la scalata di piramidi cognitive che portano gli studenti da una mera conoscenza all’acquisizione di abilità e competenze.

Il materiale contenuto nel curriculum offre parecchi spunti e suggerimenti sia per attività di recupero sia per attività di approfondimento confidando nella sapiente direzione dei docenti, che sceglieranno le attività più idonee e confacenti gli interessi sia di gruppi sia dei singoli studenti.

Solo il docente potrà scegliere il percorso e le attività più adatte per i suoi studenti; attraverso il contatto quotidiano con gli studenti, gli insegnanti potranno suggerire il percorso di apprendimento più adatto alle zone di “proximal development” anche dei singoli, incitandoli, come suggerito anche da tutte le competizioni olimpiche (OPS) (OI), a dare il meglio di sé.

Ingredienti fondamentali di questo processo sono l'individuazione e la valorizzazione dei talenti di ogni studente. Solo la sapiente direzione dei docenti accompagnata dall'impegno e dallo studio motivato, serio, costante e resiliente di ogni studente determinerà il successo di questo lavoro.

Certo che quanto fatto rappresenta solo un punto di partenza per una comunità di apprendimento, auguro a tutti una piacevole lettura.

## 4 Conoscenze, abilità e competenze

All'interno del curriculum possiamo individuare varie macro-aree: Pensiero computazionale; Pensiero critico; Programmazione e coding; Comunicazione e collaborazione; Ricerca, selezione, analisi, sintesi e visualizzazione di informazioni e dati anche in forma open; Società, senso civico, impegno sociale e cittadinanza digitale. La figura 1 mostra alcune traiettorie d'apprendimento.

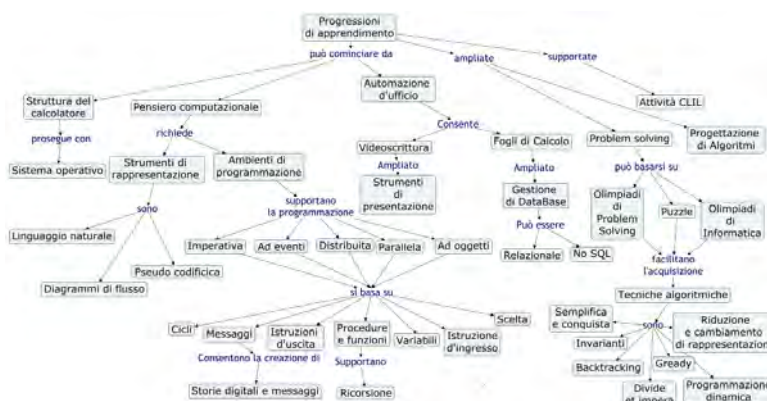


Fig. 1. Esempi di traiettorie di apprendimento

### 4.1 Lo sviluppo di concetti legati al pensiero computazionale

Tra i concetti legati allo sviluppo del pensiero computazionale possiamo ricordare:

- 1) Formulare problemi per una soluzione computazionale (CSTA, 2011) [34], in tutto il curriculum
- 2) ragionamento logico (CAS, 2015) [35]: in tutto il curriculum
- 3) Organizzare logicamente e analizzare dati (CSTA, 2011), in tutto il curriculum e, in modo particolare nel capitolo 12
- 4) Astrazione, inclusi i modelli e le simulazioni (CAS, 2015), (CSTA, 2011), (ISTE, 2016) [36], in tutto il curriculum. In particolare, per l'astrazione, il capitolo 10 sulle variabili, per i modelli e le simulazioni attraverso il linguaggio Cellular e le sue applicazioni, e gli altri linguaggi di programmazione presentati nei materiali on-line.

- 5) Decomposizione (CAS, 2015), (ISTE, 2016) a partire dall'introduzione delle procedure e funzioni (ca. 8) nella sezione dei Puzzle, ad esempio con la tecnica del Divide and Conquer, applicate a Puzzle e giochi matematici.
- 6) Generalizzazione (CAS, 2015): in varie sezioni del curriculum, come ad esempio le procedure e le funzioni e le tecniche algoritmiche di trasforma e conquista e di cambiamento di dominio
- 7) Pensiero Algoritmico (CAS, 2015) (CSTA, 2011), (ISTE, 2016): in tutto il curriculum. Nella sezione di puzzle dove sono presentate varie tecniche algoritmiche quali: divide et impera e le sue varianti (decrease and conquer, trasform and conquer), algoritmi avidi, miglioramenti iterativi, programmazione dinamica, backtracking, invarianti, e trasformazione in un altro dominio. Attraverso le attività e i problemi delle OPS e delle OI.
- 8) Valutazione delle efficienze e della correttezza (CSTA, 2011): nei capitoli 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 con particolare riferimento:
  - a. all'efficienza degli algoritmi in termini di tempo, spazio e difficoltà di codifica
  - b. all'efficienza e all'efficacia delle interfacce grafiche
  - c. alla correttezza degli algoritmi attraverso le tecniche di debug, il concetto d'invariante e le tabelle di traccia
- 9) Valutazione (ISTE, 2016): attraverso la progettazione, lo sviluppo ed il confronto di più soluzioni e la scelta di quella migliore
- 10) Generalizzazione e trasferimento in altri domini (CSTA, 2011): nella sezione dei Puzzle attraverso le tecniche algoritmiche di trasforma e conquista e trasformazione del problema in un altro dominio, OI, OPS
- 11) Individuazione di ripetizioni (CAS, 2015) attraverso il disegno di figure e il concetto d'invariante
- 12) Analizzare dati (ISTE, 2016): uso delle liste, manipolazione di immagini in Pixley, manipolazioni di suoni e dati multimediali, uso dei fogli di calcolo
- 13) Rappresentare dati (ISTE, 2016): nel capitolo 12
- 14) Testing (ISTE, 2016): nei capitoli con attività legate al coding: da 3 a 9
- 15) Parallelizzazione (ISTE, 2016): nei materiali online presentando costrutti di calcolo parallelo di un'estensione di Snap! e semplici esempi del loro uso.
- 16) Raccogliere dati: nei materiali online attraverso l'uso dei Form di Google
- 17) Automazione (ISTE, 2016): nei materiali online con applicazione robotica, e IoT.

## 4.2 Pensiero critico

Il pensiero critico viene sviluppato in tutto il curriculum anche attraverso la ricerca, selezione, analisi e sintesi di informazioni disponibili in rete; negli esercizi con l'aiuto della rete; nei materiali online con materiali quali "Impariamo ad Imparare".

### **4.3 Programmazione e coding**

La programmazione e il coding sono trattati nei capitoli da 3 a 9 attraverso la codifica, usando linguaggi visuali a blocchi, di tutti i problemi presentati; nei materiali online attraverso la soluzione di problemi proposti nelle sezioni di verifica presenti nel testo, attraverso le attività CLIL.

### **4.4 Comunicazione e collaborazione**

La comunicazione e la collaborazione vengono facilitate in tutto il curriculum dove, ad esempio, si è preferito usare il linguaggio naturale per progettare la soluzione dei problemi. Questo è facilitato dai linguaggi visuali a blocchi dove le indicazioni testuali ricalcano sostanzialmente il linguaggio naturale. Altre tecniche di progettazione grafica, come i diagrammi a blocchi, sono presentati al fine di un confronto e di un ampliamento degli strumenti a disposizione. I capitoli sulla comunicazione in forma scritta (videoscrittura) e sulla comunicazione orale (strumenti di presentazione) evidenziano gli aspetti collaborativi e l'uso di strumenti di collaborazione on-line.

### **4.5 Ricerca, selezione, analisi, sintesi e visualizzazione di informazioni**

La ricerca, selezione, analisi, sintesi e visualizzazione di informazione e dati anche in forma open è sviluppata in tutto il curriculum attraverso l'approccio di ricerca ed esplorativo sollecitato.

### **4.6 Società, senso civico, impegno sociale e cittadinanza digitale**

Varie tematiche a sfondo civico e sociale sono presentate nel testo, nelle attività CLIL e nei materiali online quali, ad esempio: Adozioni e affidamento; Humanitarian FOSS Project (FOSS); Importanza dello sport, ICT e Turismo sostenibile; ICT, salute e benessere; Etica professionale; Sviluppo sostenibile; Riciclo e inquinamento; Parità di genere; Digital divide.

Il materiale a disposizione copre un ampio spettro d'interessi dei giovani lettori ed è tale da offrire ai docenti un'adeguata varietà di risorse tra le quali selezionare, anche variando di anno in anno, di classe in classe e da studente a studente, i materiali più adatti alla situazione in esame. L'autore conta, sia in prima persona, sia con l'aiuto della comunità di pratica dei docenti [37] [38] interessati a questo lavoro, di ampliare la sezione dei materiali on-line in un'ottica interdisciplinare. La sezione delle verifiche comprende inoltre problemi più complessi anche sotto forma di possibili progetti da svolgere sia in gruppo sia singolarmente. Questo necessita di "soft skills" quali:

- 1) Persistenza nel confrontarsi con problemi complessi (CSTA, 2011)
- 2) Interesse verso progetti sviluppabili in un arco temporale più lungo
- 3) Progettare, codificare, analizzare, riflettere ed applicare (CAS, 2015)
- 4) Tecniche per la creazione di conoscenze

grazie anche ad una responsabilizzazione degli studenti attraverso l'incoraggiamento dei docenti [39]. La figura 1 mostra alcune possibili "traiettorie d'apprendimento".

## 5 Conclusioni e sviluppi futuri

In questo lavoro sono stati descritti i contenuti, gli approcci pedagogici e le tecnologie per un curriculum adatto per un primo corso d'informatica offrendo spunti di riflessione e confronto per la comunità italiana di educatori. L'autore, grazie anche alle riflessioni che scaturiranno da questo lavoro e da un confronto internazionale [40-41], aspira ad ampliare il lavoro anche attraverso un approccio crowdsourced.

### Riferimenti bibliografici

1. UNESCO. Director-General, 2009-2017 (Bokova, I. G) Unesco moving forward the 2030 Agenda for Sustainable Development.
2. Owens, T. L.: Higher education in the sustainable development goals framework. *European Journal of Education*, 52(4), 414-420 (2017).
3. Burgstahler, S. E., & Cory, R. C. (Eds.): *Universal design in higher education: From principles to practice*. Harvard Education Press (2010).
4. Burgstahler, S.: *Universal design in higher education: Promising practices*. Seattle: U of Washington (2013).
5. National curriculum in England: computing programmes of study <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>.
6. Australian curriculum <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/technologies/digital-technologies/pdf-documents/>.
7. New Zealand Technology curriculum <http://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum/Technology>.
8. CSTA K-12 Computer Science Standards, Revised 2017 <https://www.csteachers.org/page/standards>.
9. Code.org <https://code.org/>.
10. Coder Dojo <https://coderdojo.com/>.
11. Europe code week <https://codeweek.eu/>.
12. Programma il futuro <https://programmmailfuturo.it/>.
13. Codeweek it <http://codeweek.it/>.
14. Scientix <http://www.scientix.eu>.
15. Wing, J. M.: Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35 (2006).
16. Denning, P. J.: (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33-39 (2017).
17. Luxton-Reilly, A., Albluwi, I., Becker, B. A., Giannakos, M., Kumar, A. N., Ott, L., ... & Szabo, C.: Introductory programming: a systematic literature review. In *Proceedings Companion of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 55-106). ACM. (2018, July).
18. Becker, B. A., & Quille, K.: 50 Years of CS1 at SIGCSE: A Review of the Evolution of Introductory Programming Education Research. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 338-344). ACM. (2019, February).
19. Harvey, B., & Mönig, J.: Bringing "no ceiling" to scratch: Can one language serve kids and computer scientists. *Proc. Constructionism*, 1-10 (2010).
20. Olimpiadi di problem solving <https://www.olimpiadiproblemsolving.it>.
21. Olimpiadi italiane d'informatica <https://www.olimpiadi-informatica.it>.



22. Guzdial, M.: Constructivism vs. Constructivism vs. Constructionism <https://computing.wordpress.com/2018/03/19/constructivism-vs-constructivism-vs-constructionism/>.
23. E Hazelkorn, R Charly.: Science education for responsible citizenship. Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education (2015).
24. Leo Porter, Dennis Bouvier, Quintin Cutts, Scott Grissom, Cynthia Lee, Robert McCartney, Daniel Zingaro, and Beth Simon. 2016. A multi-institutional study of peer instruction in introductory computing. *ACM Inroads* 7, 2 (May 2016), 76-81. DOI: <https://doi.org/10.1145/2938142>.
25. Peer Instruction for Computer Science <https://www.peerinstruction4cs.org/>.
26. Education ambivalence. *Nature* 2010, 465, (7298), 525-526.
27. Computer Science POGIL <http://cspogil.org/Home>.
28. Johnson, Laurence F.; Smith, Rachel S.; Smythe, J. Troy; Varon, Rachel K.: Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time. Austin: The New Media Consortium (2009).
29. JL Bishop, MA Verleger: The flipped classroom: A survey of the research. ASEE National Conference Proceedings, Atlanta (2013).
30. Licht, A.H, Tasiopoulou, E., Wastiau, P.: Open Book of Educational Innovation. European Schoolnet, Brussels (2017).
31. Giordano, D., Maiorana, F., Csizmadia, A. P., Marsden, S., Riedesel, C., Mishra, S., & Vinikienė, L.: New horizons in the assessment of computer science at school and beyond: Leveraging on the viva platform. In Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports (pp. 117-147). ACM (2015, July).
32. Scarabattolo, N.: ECDL for problem solving. *Un passo Avanti verso la scuola digitale. Mondo Digitale*, 33 (1), 27-46 (2010).
33. Brooks, F. P.: The teacher's Job is to Design Learning Experiences; Not Primarily to Impart Information. *STGCSE*. Raleigh, North Carolina, USA: ACM. (2012).
34. Computational Thinking. 2011; <http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>.
35. Computing at School, a subdivision of the British Computer Society (BCS). 2015. Computational Thinking: A Guide for Teachers; <http://community.computingschool.org.uk/files/6695/original.pdf> 4. CSTA. Operational Definition of
36. International Society for Technology in Education. ISTE Standards for Students, 2016; <http://www.iste.org/standards/standards/for-students-2016>.
37. Taylor, C., Spacco, J., Bunde, D. P., Butler, Z., Bort, H., Hovey, C. L., ... & Zeume, T.: Propagating the adoption of CS educational innovations. In Procs Companion 23rd Annual ACM Conf. on Innovation and Technology in CS Education (pp. 217-235). (2018, July).
38. Maiorana, F., Richards, G., Lucarelli, C., Miles, B., Ericson. B.: Interdisciplinary Computer Science Pre-service Teacher Preparation. In Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (In Press). ACM. (2019).
39. Hug, S., Guenther, R., & Wenk, M.: Cultivating a K12 computer Science Community: a case study. *44th ACM tech symp. on CS Education* (p. 275-280). Denver, CO (2013).
40. Falkner, K., Sentence, S., Vivian, R.: An International Benchmark Study of K-12 Computer Science Education in Schools. In Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (In Press). ACM (2019).
41. Maiorana, F., Richards, G., Lucarelli, C., Miles, B., Ericson. B.: Interdisciplinary Computer Science Pre-service Teacher Preparation. In Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (In Press). ACM (2019).



# PLS: “comunicare” la scienza

Piera Schiavone<sup>1</sup>, Angela Teresa Attollino<sup>2</sup>, Francesco Labarile<sup>3</sup>

<sup>1-2-3</sup>I.I.S.S. “R. Canudo” Gioia del Colle (Ba) e <sup>1</sup>Associazione EPICT

<sup>1</sup>piera.schiavone@canudo.gov.it;

<sup>2</sup>liliana.attollino@canudo.gov.it;

<sup>3</sup>francesco.labarile@canudo.gov.it

**Abstract.** *STEAM e Digital Humanities*: slogan o nuovi paradigmi del sapere? Il presente *paper* descrive l’esperienza didattica di tre docenti di liceo scientifico (Italiano e Latino, Storia e Filosofia, Matematica e Fisica) in collaborazione con una docente universitaria di area scientifica e un giornalista RAI. Obiettivo dell’attività è stato mostrare che è necessario un itinerario di formazione volto a superare la separazione dei saperi, per affrontare problemi sempre più pluridisciplinari. Attraverso la partecipazione al progetto di orientamento Piano Lauree Scientifiche (PLS), gli alunni di quarto anno del Liceo Scientifico sono stati condotti verso una conoscenza transdisciplinare per l’acquisizione di competenze autentiche ed efficaci, volte a ricostruire l’alchimia dell’esperienza culturale come un processo sintetico di emissione, realtà, memoria del passato, creatività e comunicazione. Argomento di riflessione e divulgazione: Leonardo da Vinci.

**Keywords:** comunicare, transdisciplinarietà, metodo, *problem solving*.

## 1 Introduzione

### 1.1 Premessa

<sup>1</sup>«Noi non vi insegniamo un mestiere, vi insegniamo a imparare» diceva ai suoi studenti l’ex rettore di Harvard Derek Bok 25 anni fa. *Mai come oggi il sapere tecnico è stato soggetto a usura tanto velocemente. Se ne sono accorte anche le grandi multinazionali che mostrano di apprezzare sempre più i candidati con curricula multiformi. Dopo che per anni Martha Nussbaum predicava sola nel deserto l’importanza delle materie umanistiche, oggi è diventato di moda un nuovo acronimo -Steam- che aggiunge la A di Arts al quadrivio delle Stem (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Il mondo ha bisogno di ingegneri sì, ma rinascimentali. Come Leonardo. O Steve Jobs. [...]*

---

<sup>1</sup> O. Riva, *Ma il mondo ha bisogno di Leonardo (o Steve Jobs)* in *Corriere della sera* del 20 febbraio 2018, p.21

La scuola, nella società complessa, deve fornire un'ampia cultura generale, deve far acquisire agli alunni conoscenze, competenze e capacità critiche necessarie per svolgere un ruolo attivo nella società e partecipare da protagonisti ai processi di innovazione e di cambiamento. Tutto ciò può avvenire mediante una adeguata armonizzazione di fattori concettuali, metodologici, emotivi, relazionali da ridefinire e ricostruire continuamente. Per questo la scuola deve porsi come obiettivo la ristrutturazione/ridefinizione della conoscenza: in un mondo che tende alla divisione e alla specializzazione dei saperi, deve essere riscoperta l'importanza dell'unitarietà attraverso il superamento della frammentazione e l'integrazione dei saperi. L'innovazione<sup>2</sup> e l'imprenditoria hanno bisogno di individui con un background nelle scienze umane e sociali per generare idee e raccontare storie riguardo a ciò che per il momento non esiste, ma potrebbe esistere in futuro. La filosofia dà due contributi essenziali: fare domande che altri non potrebbero nemmeno ipotizzare; investigare questioni basilari con lo scopo di mostrare che è possibile immaginare alternative alla nostra realtà concreta. La filosofia, come l'arte, ricorre ai posteri dell'immaginazione nella prospettiva della creazione. Anche la matematica ha come ingrediente fondamentale l'immaginazione.

## 1.2 Da STEM a STEAM

<sup>3</sup>Leonardo da Vinci e Michelangelo non furono solo pittori e scultori, ma anche inventori, ingegneri e scienziati: per loro non c'erano confini tra scienza e arti. Aggiungere una A (arte) alle STEM (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica) e creare l'acronimo STEAM significa adottare un approccio interdisciplinare. In questo, gli studenti sono incoraggiati ad assumere un atteggiamento sistematico e sperimentale, oltre che a ricorrere all'immaginazione e a fare nuovi collegamenti tra le idee. Gli studenti possono giocare con i concetti di estetica e con l'impegno sensoriale ed emotivo, nell'ambito di una riflessione critica, di un'indagine logica o di una produzione creativa sul mondo che li circonda. La ricerca dimostra che questo approccio può stimolare l'interesse per gli argomenti STEM (specie tra le ragazze), dal momento che offre l'opportunità di risolvere in modo creativo problemi del mondo reale. Gli studenti possono sviluppare un'idea, creare un prototipo, testarlo, revisionarlo e finalizzarlo, per esempio progettando uno strumento musicale o studiare l'energia e lo spazio attraverso il movimento fisico. Le STEAM, tuttavia, sono ancora un approccio relativamente unico nel campo dell'istruzione e pongono alcuni problemi: difficoltà di integrare queste lezioni nell'organizzazione del tempo e delle risorse della scuola; necessità di preparare e sostenere gli insegnanti nella didattica multidisciplinare e nell'integrazione delle STEAM nei programmi di lavoro; trovare metodi per valutare l'apprendimento durante questo processo didattico e i risultati nelle diverse discipline; ottenere la partecipazione di genitori e comunità locale, specie di professionisti e ricercatori che adottano un approccio

---

<sup>2</sup><https://www.huffingtonpost.it/antonio-calabro/servono-ingegneri-rinascimentali-per-costruire-nuove-sintesi-tra-a-23005578/>

<sup>3</sup> <http://www.erasmusplus.it/sondaggio-steam/Da-STEM-a-STEAM-un-nuovo-approccio-allo-studio-delle-materie-scientifiche-a-scuola-con-la-A-di-Arte?>

analogo. Gli studenti possono trarre beneficio nel breve e nel lungo termine da una metodologia con approccio STEAM ? Ecco una proposta didattica.

## 2 Il progetto

### 2.1 Premessa

E' nata una collaborazione didattica fra tre docenti che non appartengono allo stesso consiglio di classe (la docente di italiano e latino, la docente di storia e filosofia, il docente di matematica e fisica) e un docente di matematica che appartiene ad un'altra scuola, ma che ha condiviso con le colleghe, negli anni precedenti, la sua esperienza di formazione e aggiornamento nell'ambito del Piano Lauree Scientifiche del dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Bari.

### 2.2 Piano lauree scientifiche

Il *Piano Lauree Scientifiche*<sup>4</sup>(PLS) viene istituito nel 2004 (con il nome di *Progetto Lauree Scientifiche*), su iniziativa del MIUR, della Conferenza dei Presidi di Scienze e Tecnologie e di Confindustria, col fine di favorire l'acquisizione, da parte degli studenti, di competenze scientifiche che meglio rispondano alle richieste della società contemporanea ed alle attese del mondo del lavoro e di rafforzare l'impatto della formazione sulla società<sup>5</sup>. Le attività organizzate in ambito PLS riguardano la promozione, l'orientamento formativo degli studenti dell'ultimo triennio della Scuola Secondaria di secondo grado ed il miglioramento della loro preparazione di base relativamente alle conoscenze richieste all'ingresso ai corsi di laurea scientifici, la formazione degli insegnanti, la riduzione del tasso di abbandono tra il primo e il secondo anno dei corsi di studio universitari. Il Piano nasce come potenziamento del Progetto Lauree Scientifiche, confermando e ampliando le attività che hanno permesso di arginare la crisi delle vocazioni scientifiche emersa chiaramente all'inizio del millennio anche in Italia<sup>6</sup>.

Le finalità del PLS sono: offrire agli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori opportunità di conoscere temi, problemi e procedimenti caratteristici dei saperi (scientifici), anche in relazione ai settori del lavoro e delle professioni, al fine di individuare interessi e disposizioni specifiche e fare scelte consapevoli in relazione a un proprio progetto personale; permettere agli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori di autovalutarsi, verificare e consolidare le proprie conoscenze in relazione alla preparazione richiesta per i diversi corsi di laurea (scientifici), come indicato nell'art.6 del D.M. n. 270/2004 e nell'art.2 del D.Lgs. n. 21/2008.

---

<sup>4</sup> <http://www.progettolaureescientifiche.eu/>

<sup>5</sup> <http://wpagena.unina.it/lapegna/documents/lauscient13.pdf>

<sup>6</sup> <http://www.progettolaureescientifiche.eu/il-progetto-lauree-scientifiche-la-storia-2005-2009/>

Tali azioni sono compito primario degli istituti scolastici e dei loro insegnanti, con la collaborazione delle Università, pertanto il PLS provvede anche a perfezionare le conoscenze disciplinari e interdisciplinari degli insegnanti e la loro capacità di interessare e motivare gli allievi nell'apprendimento delle materie scientifiche, nonché di sostenerli nel processo di orientamento pre-universitario. E' indispensabile che tali finalità siano consapevolmente inserite e si estendano nella direzione più generale dell'innovazione curriculare e questo porta a rivedere i contenuti e le metodologie dell'insegnamento-apprendimento delle discipline scientifiche in tutti i gradi della scuola, anche tenendo conto delle nuove indicazioni nazionali per il primo e secondo ciclo.

Per raggiungere le finalità indicate il PLS mantiene le idee portanti che si sono mostrate efficaci nella sperimentazione 2005-2009: concepire l'orientamento non come una cosa che viene fatta agli studenti, ma come un'azione che è lo studente a fare, a partire da attività significative che gli consentono di confrontarsi con i temi, i problemi e le idee delle discipline scientifiche; concepire la formazione degli insegnanti in servizio non come una attività che viene rivolta agli insegnanti, ma come un'attività propria degli insegnanti stessi, che parte dai problemi concreti, si sviluppa attraverso la progettazione e la realizzazione di attività didattiche e attraverso il confronto con colleghi ed esperti, e si completa con specifici moduli di lezioni teoriche e con l'elaborazione critica individuale; conseguire allo stesso tempo l'orientamento degli studenti e la formazione degli insegnanti attraverso la progettazione e la realizzazione congiunta da parte di docenti della scuola e dell'università di laboratori per gli studenti, sviluppando in tal modo anche le relazioni fra il sistema scolastico e quello universitario. Dal 2016 il Dipartimento di Matematica di UniBA attua questi laboratori in varie scuole del territorio.

### 2.3 Premessa metodologica

*La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intendere la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, e daltre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto<sup>7</sup>.*

Proprio partendo dalle parole del grande "innovatore" si è pensato di sperimentare un accordo armonico fra il sapere umanistico e quello scientifico, fra le lettere, la filosofia, l'arte e la matematica, nella consapevolezza che bisogna educare i futuri scienziati anche al sapere umanistico fondamentale per comunicare i risultati ottenuti. È necessario incoraggiare la responsabilità e il pensiero critico, l'abitudine a giudicare e non solo a misurare i dati ottenuti, a scrivere report con ragionamenti ben strutturati e a valutare con apertura mentale quelli proposti da altri. La comunicazione/divulgazione scientifica si sta sempre più diffondendo, pertanto è opportuno che saper individuare i livelli comunicativi per utilizzare le modalità più efficaci.

---

<sup>7</sup> G. Galilei, *Il Saggiatore*

## 2.4 Il metodo

I tre docenti coinvolti nell'attività di sperimentazione hanno pianificato i momenti formativi in ore extracurricolari, svolte in laboratorio 3.0 organizzato in isole di lavoro e tablet. Tutti i materiali sono stati inseriti nella classe virtuale creata su Moodle, in modo da consentire ai ragazzi non solo l'adeguata condivisione dei contenuti proposti durante le lezioni, ma anche ulteriori approfondimenti da visionare autonomamente. Questi materiali hanno quindi completato le lezioni di carattere laboratoriale organizzate nel periodo compreso fra novembre 2018 e marzo 2019 ed hanno permesso ai ragazzi un adeguato tempo di studio e rielaborazione delle molteplici tematiche affrontate. Anche questo aspetto ha avuto un suo risvolto dal punto di vista strettamente didattico, poiché ha posto gli alunni di fronte ad un problema di carattere organizzativo da gestire: le attività infatti sono state parallele alle normali attività di studio, quindi gli alunni hanno dovuto ben organizzare tempi e azioni per poter rispettare le scadenze. La classe ha incontrato la docente Sandra Lucente, referente per il PLS di Uniba, nonché divulgatrice scientifica, in una fase intermedia del progetto e poi nella fase conclusiva, insieme al giornalista scientifico RAI Gaetano Prisciantelli.

## 2.5 Le attività

Destinatari del progetto sono stati gli alunni di una classe quarta del liceo scientifico. Durante il primo incontro i docenti hanno illustrato il tema del progetto: “comunicare la scienza, comunicare Leonardo”. Nel dettaglio è stato spiegato il significato di PLS e l'obiettivo dell'attività: in occasione del cinquecento anni dalla morte di Leonardo, provare a “comunicare” la grandezza del genio, cioè divulgare la figura di Leonardo da Vinci, individuando un preciso target e le relative modalità.

I docenti per avviare le attività hanno suddiviso la classe in quattro gruppi, sottoponendo precisi materiali “che parlano di Leonardo”. Al primo gruppo è stata assegnata la lettura della Vita di Leonardo del Vasari, al secondo gruppo alcune pagine del libro “Leonardo Matematico”, al terzo gruppo articoli tratti da Focus, al quarto gruppo un video di Piero Angela. Questa la prima consegna assegnata agli alunni:

Analizzare i materiali individuando:

- chi descrive Leonardo (autore della fonte e periodo in cui ha scritto);
- quali notizie di Leonardo vengono descritte nel documento;
- quale immagine emerge;
- cosa compare di Leonardo scienziato nel documento?

-caratteri stilistici del documento (ricco di esempi, sintetico, complesso, divulgativo, ecc....). Gli alunni hanno cominciato a lavorare in gruppo, proseguendo l'analisi dei documenti anche oltre la durata dell'incontro e condividendo i materiali nella piattaforma Moodle. Durante la seconda lezione i docenti del liceo sono stati affiancati dalla prof. Lucente, divulgatrice scientifica, scrittrice di racconti matematici per varie riviste, nonché referente del PLS. Durante la prima parte dell'incontro gli alunni hanno esposto le proprie osservazioni sul lavoro svolto. Successivamente la docente (con l'intento di mostrare il motivo per il quale Leonardo non sia stato anche uno scultore) ha spiegato

il significato di “comunicare”, “divulgare” con un esempio, un breve video da lei realizzato per descrivere le bellezze di Matera, capitale della cultura 2019<sup>8</sup>. Tutto il video è incentrato su un cubo “molto speciale”, un cubo di Yoshimoto, un poliedro giocattolo che “comunica, coinvolge, divulga”, è lo stimolo per far intendere ai ragazzi che per “comunicare” è necessaria la gestione dei tempi, la sintesi efficace, la scelta della strategia migliore, l’individuazione di un preciso target, gli effetti (musica, immagini) più significativi, e tanto altro ancora! Questa dunque la consegna finale per i gruppi: *comunicare Leonardo trovando la strategia più efficace e ottenendo un effetto significativo e in grado di essere compreso e ricordato*.

L’incontro successivo è stato dedicato a un intenso brainstorming: gli alunni si sono confrontati dapprima su quale aspetto di Leonardo analizzare; poi, in base a questa analisi, hanno ricostituito i gruppi di lavoro; infine hanno cominciato a progettare *che cosa* raccontare di Leonardo, *a chi, come, con quale obiettivo*.

Queste attività sono state svolte anche in un altro liceo, sempre con alunni di classe quarta e con un calendario di lezioni parallelo. Dopo i due incontri iniziali è stato concesso un periodo di 15 giorni agli alunni per realizzare l’idea progettuale e presentarla direttamente alla prof. Lucente e al dott. Prisciantelli (senza alcuna supervisione finale da parte dei propri docenti) nel corso dell’incontro conclusivo.

## 2.6 Il ruolo del docente

Quanto può incidere il docente nell’orientare “la creatività” dei ragazzi?

Per rispondere al quesito partiamo da un dato di fatto: il progetto appena descritto è stato proposto nella stessa modalità in due scuole distinte e rivolto ad alunni della stessa età. In una scuola i docenti<sup>9</sup>, inserendosi nel vivace brainstorming degli alunni in fase di progettazione, hanno consigliato modalità innovative, programmi, strumenti digitali, oltre che format per paper scientifici o poster; nell’altra scuola i docenti hanno scelto di indicare ai ragazzi le migliori metodologie per scrivere articoli di carattere scientifico. Quali sono stati i risultati? A parità di tempo e organizzazione delle attività progettuali, gli alunni di un liceo hanno prodotto due video e una presentazione, inseriti in un sito appositamente creato, gli alunni dell’altra scuola hanno scritto 5 articoli scientifici. In corso d’opera i docenti delle due scuole non si sono confrontati, ma si sono incontrati nel dipartimento di Uniba con i rispettivi alunni per lo step conclusivo del percorso.

Gli alunni si sono trovati catapultati in un’aula universitaria senza sapere precisamente cosa avrebbero fatto: unica cosa certa dell’incontro era quella di dover visitare il MuMA, cioè il museo della matematica. Alunni e docenti si sono disposti in aula, accolti dalla prof. Lucente e dal dott. Prisciantelli. L’immagine però di una “normale” lezione universitaria è durata solo un istante: dopo le presentazioni di rito, la prof. Lucente ha chiesto ai ragazzi di mostrare i loro lavori. La prof. e il giornalista si sono posizionati in prima fila e ai ragazzi è stata offerta la cattedra.

---

<sup>8</sup> [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=6&v=A79RkpuYZy4](https://www.youtube.com/watch?time_continue=6&v=A79RkpuYZy4)

<sup>9</sup> <https://www.epict.it/content/syllabus-del-moduli-epict>

Si è creata l'atmosfera da talent show: i ragazzi si sono trovati di fronte ad un pubblico ed hanno dovuto "impostare" la loro presentazione, avendo di fronte non solo coetanei non conosciuti, ma soprattutto due esperti sia di matematica che di comunicazione e divulgazione!

I gruppi della prima scuola hanno presentato i loro lavori multimediali, poi i gruppi dell'altra scuola hanno illustrato i loro articoli. Alla fine di ogni presentazione gli esperti hanno espresso suggerimenti e valutazioni, hanno chiesto spiegazioni, hanno indotto gli alunni a motivare quanto fatto, ma anche a riflettere su quello che avrebbero potuto fare, hanno ripercorso insieme le fasi del lavoro. In questa fase ai docenti del liceo è toccata la ruota di spettatori. Ecco alcune riflessioni: probabilmente se fosse capitato a noi di varcare la soglia di un'aula universitaria a soli 17 anni, saremmo rimasti impietriti e non avremmo avuto la capacità di porci di fronte alla platea con una "quasi" naturalezza. E invece i nostri alunni si sono posizionati in cattedra, hanno cominciato a usare il pc (non il personale, ma quello della docente) affrontando anche le difficoltà tecniche del proiettore. Hanno "improvvisato" la loro presentazione, consapevoli di dover essere valutati più che durante una normale interrogazione. Hanno osservato il lavoro dei loro coetanei esprimendo pareri e chiedendo chiarimenti, confrontandosi. Hanno accettato critiche, ma anche accolto piacevolmente complimenti. Hanno parlato di matematica, di fisica, di arte, di letteratura, di storia: hanno comunicato il loro sapere! Si sono divertiti nel parlare di quegli stessi argomenti che invece in classe suscitano ansia nel corso di una normale interrogazione. Per noi docenti è stata più che un'interrogazione, per gli alunni è stato divertente, interessante e coinvolgente. Anche la visita del MuMA è stata un po' come "giocare con la matematica": siamo abituati a vedere gli alunni annoiati e disinteressati quando entrano in un museo. Loro invece erano lì a rivolgere domande e a fotografare.

## 2.7 L'uso degli strumenti digitali: questione di età o di approccio didattico?

Cosa insegna questa esperienza? Che la metodologia didattica, l'approccio alle tematiche, gli strumenti che si forniscono, il modo di suscitare curiosità negli alunni fanno realmente la differenza in classe!

Marc Prensky ha coniato l'espressione "digital native" ("nativo digitale"), utilizzata per la prima volta nel 2001 nel suo articolo "Digital Natives, Digital Immigrants"; con queste espressioni intendeva diversificare due gruppi di persone: il primo, quello dei *nativi digitali*, identifica persone nate e cresciute assieme alle tecnologie digitali quali computer, Internet, telefoni cellulari ed MP3; il secondo, gli *immigrati digitali*, indica un gruppo di persone che è nato precedentemente alle tecnologie digitali e si è abituato ad utilizzarle in età adulta. Nel caso dei nostri alunni, parliamo di nativi digitali<sup>10</sup>, ma dobbiamo constatare che senza il contributo del docente, che è immigrato digitale, i ragazzi non sempre usano la tecnologia in modo opportuno. I gruppi a cui non sono stati dati suggerimenti tecnologici hanno scritto un articolo scientifico, sicuramente impegnativo, ma che comunque propone la tematica nella sola dimensione testuale, rispetto alla pluralità di forme che la tecnologia garantisce. In un ambito qual è quello

---

<sup>10</sup> <http://effettolike.altervista.org/nativi-digitali-vs-immigrati-digitali/>

della comunicazione, la pluralità di forme è più efficace rispetto alla singola dimensione testuale, inoltre implica un insieme di molteplici competenze da mettere in campo in modo simultaneo. Tre minuti di video e 3 pagine di articolo scientifico possono sembrare simili, ma non solo implicano tempi diversi di realizzazione, ma hanno un risultato diverso in termini di divulgazione. Quanto può fare la differenza l'uso di un programma piuttosto che di un altro, di un sottofondo musicale piuttosto che un altro?

Si è sempre convinti che gli alunni siano più bravi dei docenti in fatto di tecnologia. In molti casi è vero, ma è bene analizzare nel dettaglio la questione. L'alunno scrive velocemente in chat, usa velocemente e in modo intuitivo un'app, gioca on line, ma sa scegliere lo strumento digitale più utile per il suo studio, per la sua esposizione o semplicemente per far prendere forma alla sua creatività? Molto spesso no. A questo punto si deve inserire la figura del docente e la sua "visione didattica" della tecnologia. Gli strumenti digitali devono essere uno strumento al servizio della creatività dell'alunno, non possono sostituirsi ad essa. Dunque è grande la responsabilità del docente che deve essere in grado non solo di cogliere l'esigenza dell'alunno, ma anche di coniugarla con la propria esigenza didattica per realizzare l'obiettivo finale: l'acquisizione di una competenza. A questo punto non conta più la disciplina di insegnamento del docente, quanto la sua capacità di "ascoltare" l'alunno e essere pronto a fare la sua proposta operativa. Con quali risultati? Talvolta bisogna superare la diffidenza degli alunni che sono convinti, in quanto nativi digitali, di non poter essere meno esperti di un docente in fatto di tecnologia e quindi difficilmente sono disposti ad ascoltare suggerimenti; talvolta può capitare di avere di fronte alunni con grande creatività e con la convinzione di poter procedere autonomamente senza suggerimenti esterni, ma semplicemente cercando in rete; altre volte può capitare che l'alunno faccia affidamento sull'aiuto di un amico esperto piuttosto che accettare il consiglio di un prof.

Che cosa è accaduto nel corso della realizzazione di questo progetto didattico?

Innanzitutto per la condivisione del materiale e per facilitare il lavoro di gruppo, i materiali di consultazione sono stati inseriti nella piattaforma Moodle: già questo è stato un aspetto importante perché, pur trattandosi di una piattaforma presente sul sito di Istituto, la classe in questione non si era mai trovata ad utilizzarla poiché i docenti del consiglio di classe sono restii a utilizzare questa modalità di condivisione e formazione on line. Pur avendo lasciato totale libertà di elaborazione del prodotto finale, tutti gli alunni hanno ammirato ed apprezzato la modalità del video proposta dalla docente universitaria, pertanto l'idea del video ha finito per prevalere. L'aspetto tecnico non ha determinato alcun dubbio, perché tutti erano consapevoli del fatto che con un qualsiasi smartphone il risultato finale sarebbe stato discreto, ma ci si è resi conto che non è importante lo strumento quanto il contenuto: il vero lavoro ha riguardato i testi. "Cosa" raccontare nel video e "come" raccontarlo? Questo è stato il vero problema da risolvere: aspetto molto importante che quindi ha messo da parte la tecnologia (che è rimasto un puro strumento) rispetto a contenuto e forma ben più importanti. Questa fase ai docenti è apparsa molto importante poiché dimostra chiaramente che i ragazzi hanno compreso il valore della tecnologia, che rappresenta un aiuto all'efficacia della comunicazione, ma sicuramente non è alla base della comunicazione, poiché ciò che realmente conta è il contenuto. Nel passaggio dalla creazione dell'idea alla elaborazione del prodotto, gli alunni sono stati lasciati "volutamente" soli, nel senso che il tradizionale approccio didattico, la figura quasi del coach è venuta meno perché i docenti hanno ritenuto opportuno mettere gli alunni di fronte alla difficoltà di trasformare le idee in prodotti. Rispetto



al brainstorming iniziale e alle particolari proposte tecniche avanzate in fase progettuale, il risultato tecnico conclusivo è stato ridimensionato perché gli alunni si sono resi conto di non avere le conoscenze tecniche per realizzare quanto avevano immaginato, ma nello stesso tempo hanno cercato soluzioni tali da conciliare la praticità dello strumento con l'efficacia del risultato finale. È questo è stato un ottimo modo per mettere alla prova la loro capacità di *problem solving* nonché il pretesto per far nascere l'esigenza di ulteriori conoscenze tecniche da utilizzare in altre situazioni. Infine l'inserimento degli elaborati in un sito creato appositamente ha fatto nascere ulteriori esigenze conoscitive legate al copyright, all'uso di immagini e musiche, nonché alle normative sulla privacy e al trattamento dei dati personali (dato che i video prevedevano anche interviste ad alunni della scuola). Dunque non un semplice video, ma 4 minuti di conoscenze e competenze acquisite e da acquisire perché non si finisce mai di imparare!

### 3 Valutazione

La prof. Lucente e il Dott. Prisciantelli hanno valutato l'esito che il lavoro degli alunni avrebbe avuto in un contesto di divulgazione. Nei grafici vengono riportati i dati raccolti dai docenti del liceo dopo l'incontro conclusivo.

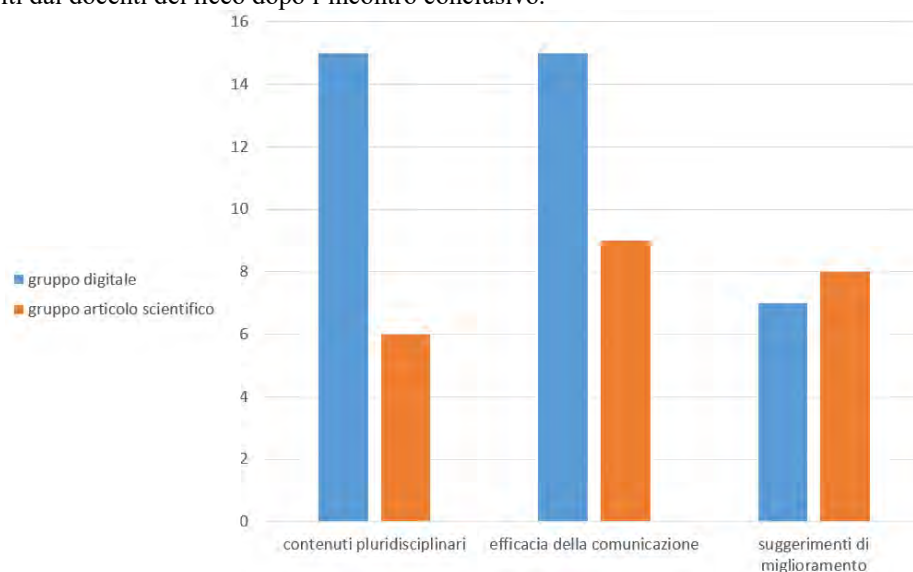


Fig. 1.Valutazione degli elaborati finali.

### 4 Risultati

Dopo l'incontro conclusivo i docenti del liceo hanno chiesto agli alunni un feedback su cinque aspetti di seguito schematizzati:

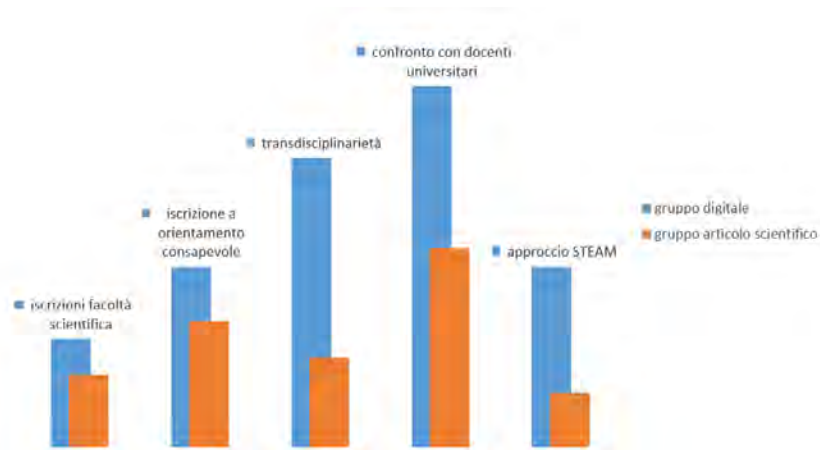


Fig. 2. Sintesi dei risultati del progetto PLS.

## 5 In prospettiva

In prospettiva l'esperienza potrebbe essere riproposta nelle classi del triennio anche come attività di PCTO. L'ASL già dal corrente anno scolastico, cambia denominazione, assumendo quella di "Percorsi per le competenze trasversali e per l'orientamento". Attraverso i PCTO si sviluppano e si consolidano tutte le competenze di cittadinanza. La collaborazione in un progetto di PCTO con l'Università, con le imprese del territorio appare fondamentale per ridurre il disallineamento tra la domanda e l'offerta di capitale umano. La conclusione di un progetto di PCTO così strutturato potrebbe rappresentare per gli alunni e per i docenti coinvolti una importante esperienza formativa, in grado di superare i limiti della singola disciplina, i limiti della singola istituzione scolastica: un'esperienza in grado di realizzare nuovi paradigmi del sapere.

## Riferimenti bibliografici

1. <https://library.ucalgary.ca/c.php?g=255548&p=1702131>
2. <https://www.edutopia.org/groups/stem-education/777181>
3. <https://www.schooleducationgateway.eu/it/pub/latest/practices/steam-learning-science-art.htm>
4. <http://dlaberasmus.eu/resources-items/better-help-teach-steam-leonardo-da-vinci/>
5. <https://www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/arte-e-tecnologia-influenze-rapporti-fusioni-prospettive>
6. <https://www.epict.it/>
7. <https://video.repubblica.it/edizione/bari/matera-una-prof-di-matematica-con-un-cubo-dimostra-la-bellezza-della-capitale-della-cultura/325876/326492>

# Ambienti, linguaggi, piattaforme per il coding e la robotica educativa

Francesco De Stefano<sup>1</sup> e Silvia Schiavello<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Informatic World Associazione No Profit, Via Sbarre Inferiori, 234/C 89129 Reggio Calabria

<sup>2</sup> Informatic World Associazione No Profit, Via Sbarre Inferiori, 234/C 89129 Reggio Calabria  
info@informaticworld.it

**Abstract.** Il presente lavoro partendo dalle definizioni di coding e robotica educativa vuole mettere in risalto l'importanza che il coding e la robotica educativa hanno ormai assunto nel percorso di formazione degli studenti della scuola primaria e secondaria. Essi sono infatti un valido strumento di supporto da impiegare nello studio di tutte le discipline classiche.

**Keywords:** Coding, Robotica educativa, Robot, Pensiero computazionale.

## 1 Robotica educativa e coding.

In informatica con il termine **coding** si intende la stesura di un programma.

Quando parliamo di **robotica educativa** andiamo ben oltre il termine coding nella sua accezione originaria. Robotica significa portare il coding a far parte del mondo reale, con il chiaro vantaggio che si riesce a unire un concetto astratto a modelli "reali" con cui gli studenti possono confrontarsi e trovare un riscontro tangibile.

Il **pensiero computazionale** è un termine che si deve a Jeanette Wing: "*Il pensiero computazionale è un tipo di pensiero analitico*", deriva dalla concezione educativa di Seymour Papert, che nel 1996 introdusse *LOGO*, il linguaggio di programmazione del MIT di Boston, per insegnare la programmazione ai bambini. Papert sostiene che la mente umana per poter imparare bene abbia bisogno di costruire artefatti (*learning by doing*). Il pensiero computazionale condivide con la matematica il modo con cui riesce ad affrontare un problema e a risolverlo, è vicino al campo dell'ingegneria perché fortemente connesso ai problemi del mondo reale e consente di studiare problemi molto complessi suddividendoli in piccoli sotto-problemi di più facile risoluzione.

Bambini e ragazzi imparano a programmare per apprendere, adottando un approccio più critico nei confronti della realtà in cui vivono e che li circonda.

Il termine "*pensiero computazionale*", dopo essere stato ufficialmente accettato con la pubblicazione della legge 107/2015 ("*La Buona Scuola*"), è entrato anche nella pratica didattica col Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD). Nella robotica educativa il valore didattico è dato dal "*coding*", che non dovrebbe essere visto solo come attività laboratoriale, ma come approccio all'analisi, alla logica e alla codifica di tutte quelle informazioni che fanno parte di un processo formativo, che aiuti lo studente ad apprendere e sviluppare le capacità di analisi, di scomposizione di un dato problema.

Il punto di partenza del coding è la **programmazione a blocchi** che è un metodo di programmazione visuale, dove non è necessario conoscere un linguaggio di programmazione, ma basta manipolare degli oggetti, spostare degli elementi, sullo schermo del pc o del tablet. La programmazione a blocchi è uno strumento versatile che aiuta a liberare la creatività dello studente; consente di creare giochi, animazioni, storie interattive, sequenze musicali, ma può anche essere usata per programmare un robot, per fargli compiere determinati movimenti e comportamenti, per aggiungere delle nuove abilità a un androide. Basta spostare e ordinare in sequenza una serie di blocchi o oggetti grafici su un monitor, come se fossero i pezzi di un puzzle, ad ogni mattoncino corrisponde un comando, un'istruzione che non ha bisogno di essere digitata ma solo "*incastrata*" al blocco precedente.

**Scratch**<sup>1</sup>, ad esempio è un ambiente di programmazione a blocchi per il coding e la robotica educativa che consente di realizzare giochi e storie interattive, programmare robot in modo intuitivo che viene appreso velocemente dai ragazzi fin dalla scuola primaria. Assemblando i blocchetti sullo schermo lo studente può far muovere un personaggio virtuale a suo piacimento, può farlo cantare, ballare, personalizzarne l'aspetto oppure può creare immagini che ruotano e si animano al ritmo di musica.

**Blockly**<sup>2</sup> è un ambiente di programmazione visuale simile a Scratch. Al bambino si può dare il compito di completare una serie di missioni come ad esempio: uscire da un labirinto, colpire un bersaglio con un cannone, disegnare figure geometriche, aiutare un uccellino a ritornare nel proprio nido. Di Blockly esiste anche una versione in italiano. Tra i robot per bambini programmabili con Blockly, ci sono per esempio i robot *Dash and Dot*.

**Ardublock**<sup>3</sup> è un ambiente per la programmazione a blocchi specifico per Arduino. Per utilizzarlo è necessario installare Arduino IDE sul computer, un software che consente di scrivere codice informatico in maniera semplice e intuitiva. Il meccanismo di funzionamento è analogo a quello di Blockly e Scratch. In più con Ardublock, nella fase di programmazione, ogni volta che si sposta un mattoncino, è possibile visualizzare la riga di codice corrispondente in una finestra a parte del programma. In questo modo si inizia a prendere dimestichezza anche con il linguaggio testuale e le linee di codice, associando quest'ultimo a un determinato risultato.

**Choregraphe**<sup>4</sup> si basa anche su un linguaggio di programmazione a blocchi, è un software che permette di programmare i comportamenti di *Nao robot*, *robot Pepper* e *Romeo robot*, i tre robot umanoidi realizzati da SoftBank Robotics.

Vi sono inoltre molti altri ambienti di sviluppo che utilizzano linguaggi di programmazione a blocchi che si interfacciano ad altre tipologie di robot.

Presso la nostra associazione eroghiamo corsi di coding e robotica a bambini e, nella fase di sviluppo del codice da fare eseguire ai robot, per permetter ai ragazzi di

---

<sup>1</sup> <https://scratch.mit.edu/>

<sup>2</sup> <https://blockly-games.appspot.com/>

<sup>3</sup> <http://blog.ardublock.com/>

<sup>4</sup> <https://www.softbankrobotics.com/emea/en>

memorizzare le icone che corrispondono ai vari comandi, facciamo disegnare il codice su una lavagna magnetica. Cerchiamo di rendere meno noiose le lezioni alternando momenti di lezione con momenti di gioco.



**Fig. 1.** Esercizi di coding alla lavagna.

Al termine dei corsi chiediamo agli allievi di compilare un questionario di “*customer satisfaction*” e abbiamo rilevato che la maggior parte degli allievi è realmente consapevole di imparare attraverso l’utilizzo delle nuove tecnologie. Questa loro consapevolezza è data dal fatto che la maggior parte dei ragazzi utilizza molte altre tecnologie anche nell’ambiente familiare e per questo la maggior parte di loro desidererebbe una “*scuola più tecnologica*”. La valutazione finale che abbiamo raggiunto è molto positiva in quanto si è constatato come l’utilizzo delle nuove tecnologie permetta di realizzare esperienze didattiche arricchite da un contributo attivo da parte degli allievi.

La robotica educativa è dunque uno strumento molto efficace per lo sviluppo del pensiero computazionale, essa è la concretizzazione di quanto gli alunni “progettano” con il coding. Attraverso infatti strumenti pensati appositamente per la didattica (ad esempio Bee Bot, Blue Bot, Lego Mind, Arduino ecc) si può completare il percorso formativo iniziato con il coding, utilizzando gli algoritmi per “programmare” robot o altre entità tecnologiche, così da realizzare una vera e propria intelligenza artificiale.

La robotica educativa è in grado di produrre risultati migliori rispetto al coding, poiché è più concreta per gli studenti e dunque più intuitiva per l’ideazione e l’applicazione degli algoritmi e il conseguente sviluppo del pensiero computazionale.

**Programmare un robot è cosa diversa dal giocare con l’automobile telecomandata**, anche se in apparenza veder giocare un bambino con un robot e con la macchinina può sembrare la stessa cosa, ma non è affatto così in quanto nel primo caso, quello del robot, si potrebbe dire che il giocattolo se lo è letteralmente inventato il bambino, mentre, nel secondo caso, ne sta solo seguendo passivamente le istruzioni d’uso.

La strategia didattica alla base della robotica educativa è quella del “*problem solving*”, si deve cioè programmare il robot affinché si riesca a raggiungere un determinato obiettivo. Ad esempio, si può voler sviluppare l’orientamento spazio-temporale, facendo acquisire padronanza delle nozioni di destra-sinistra, alto-basso e così via.

Dunque si può chiedere di definire le istruzioni (il programma) che consente al robot di raggiungere un determinato punto della stanza partendo da un altro determinato punto.

Si può, inoltre, chiedere al robot di uscire da un labirinto le cui pareti non sono sempre le stesse e così via.

## 2 I robot

Tipicamente i robot utilizzabili a scuola sono in grado di eseguire semplici ordini del tipo: avanti, indietro, gira a destra, gira a sinistra. Alcuni, più sofisticati, sono dotati di sensori in grado di fornire informazioni quali: distanza del robot da un ostacolo, presenza di un determinato colore o luce lungo il percorso, livello di rumore/volume acustico, e così via. Sfruttando i valori recepiti da questi sensori si possono condizionare ulteriormente le azioni da far svolgere al robot, ad esempio: “*segui la linea gialla e fermati se diventa nera*”, “*se la distanza di un ostacolo rilevata dal sensore è minore di 10 centimetri gira a destra*”, eccetera, rendendo così il programma più articolato e complesso.

Le istruzioni possono esser fornite ai robot in due modi: *tramite un interfaccia interna* formata da pulsanti, tasselli, o altri dispositivi fisici posti sul corpo dei robot o *tramite dispositivi esterni* in cui la programmazione avviene collegando il robot ad un computer/dispositivo (smartphone, tablet) e, grazie ad un'applicazione dedicata, si scrive il programma e lo si fa eseguire.

Per quest'ultima tipologia di robot il “*collegamento*” tra robot e dispositivo in genere non è fisico, tramite cioè un cavo, ma via bluetooth o wifi.

## 3 Riferimenti bibliografici

1. Calvani, A., Fini, A., Ranieri, M.: La competenza digitale nella scuola. Modelli e strumenti per valutarla e svilupparla, Erikson (2010).
2. Leoni, A. C., Masini, T.: Robotica educativa. Percorsi didattici di apprendimento multidisciplinare Di Robotica Educativa e Coding a scuola., EduSMART. 99–110 (2016)
3. Marcianò, G.: Robot & scuola. Guida per la progettazione, la realizzazione e la conduzione di un Laboratorio di Robotica Educativa (LRE), Hoepli
4. Ranieri, M.: Le insidie dell'ovvio. Tecnologie educative e critica della retorica tecnocentrica. Edizioni ETS (pg. 18) (2011).
5. Druin, A., Hendler, J.: Robots for Kids: Exploring New Technologies for Learning. Morgan, Kaufmann, San Francisco (2000).
6. Lewis, C.M., Esper, S., Bhattacharyya, V., FaKaji, N., Dominguez, N., Schlesinger, A.: Children's perception of what counts as a programming language (2014).
7. Papert, S.: Mindstorms: Children Computers and Powerful Ideas, Emme Edizioni (1984).
8. Miglino, O., Lund, H.H., Cardaci, M.: Robotics as an Educational Tool. In Journal of Interactive Learning Research 10:1, 25-48 (1999).
9. Barak, M., Zadok, Y.: Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. International Journal of Technology and Design Education, 19 (3), 289-307 (2009).
10. Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum.
11. A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org

# Pensiero Computazionale: imparare facendo nella Scuola Primaria

Maurizio Vincini<sup>1</sup>, Mariachiara Neri<sup>2</sup> and Alessandra Zoboli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria “E. Ferrari”, Università di Modena e Reggio Emilia, Italia

<sup>2</sup> Istituto Comprensivo di Nonantola “F.lli Cervi”, Modena, Italia

maurizio.vincini@unimore.it

**Abstract.** Negli ultimi anni il Pensiero Computazione e il Coding sono divenuti la colonna portante nei progetti innovativi e tecnologici riguardanti la scuola primaria. Da queste proposte è nato un progetto congiunto tra i ricercatori del Dipartimento di Ingegneria “E. Ferrari” di Modena ed un gruppo di insegnanti dell’Istituto Comprensivo F.lli Cervi di Nonantola (Modena) per permettere a ragazzi dell’ultimo anno della scuola primaria di capire e sperimentare le proprie capacità di logica e problem solving usando l’ambiente di Scratch e MIT App Inventor 2, per costruire la propria soluzione a problemi matematici, di logica e di sequenza narrativa e ‘portandola a casa’. L’articolo presenta i progetti realizzati dagli alunni e la loro valutazione secondo il modello di Funke.

**Keywords:** Pensiero Computazionale, Scratch, costruzionismo.

## 1 Introduzione

Negli ultimi anni il Pensiero Computazione e il Coding sono diventati la colonna portante nei progetti innovativi e tecnologici riguardanti la scuola: numerose ed efficaci iniziative sono state attivate in ambito istituzionale (introdotte con la legge 107/2015 art 1 comma 7) ed altre sono nate in modo spontaneo. Nella prima categoria si pensi al progetto Programma il Futuro, nato dal MIUR in collaborazione con il CINI, nell’altra il movimento CoderDojo (<http://www.coderdojoitalia.org>) che è ormai attivo con i propri club in tantissime città italiane. Queste iniziative fanno riferimento ad altre più ampie ed internazionali quali ad esempio Code.org, che fornisce percorsi dedicati a insegnanti e studenti e con un approccio orientato al problem solving, e Scratch, il famoso e diffusissimo linguaggio a blocchi creato al MIT Media Lab da Mitchel Resnick, sulle idee di Papert, per “promuovere la spirale dell’apprendimento creativo”.

Seguendo queste idee, è nato un progetto congiunto tra i ricercatori del Dipartimento di Ingegneria “E. Ferrari” dell’Università di Modena e Reggio Emilia ed un gruppo di insegnanti dell’Istituto Comprensivo F.lli Cervi di Nonantola (Modena), per permettere a ragazzi dell’ultimo anno della scuola primaria, che non si erano mai accostati ad un linguaggio di programmazione informatica, di capire e sperimentare le proprie capacità di logica e problem solving. Le attività hanno riguardato la risol-

uzione di problemi matematici, di logica e la creazione di una sequenza narrativa e si sono svolte usando l'ambiente di Scratch e MIT App Inventor 2, per permettere a ciascuno di trovare la propria soluzione, 'portandola a casa'. L'esperienza, durata circa sei mesi, ha permesso agli alunni di acquisire numerose competenze, misurate attraverso l'adozione di un modello di valutazione proposto in ambito di ricerca.

## 2 Il progetto

Il Costruzionismo è una teoria educativa sviluppata da Seymour Papert, basata sulla teoria del Costruttivismo elaborata da Piaget, col quale Papert ha lavorato tra la fine degli anni 50 e i primi anni 60. Partendo da Piaget, Papert fonde il Costruttivismo con le nuove tecnologie e con gli strumenti informatici, dando vita al Costruzionismo: il bambino impara facendo, attraverso gli artefatti. Il computer e i linguaggi di programmazione possono permettere al bambino di creare, su base esperienziale, ambienti e situazioni di proprio interesse e quindi molto più incisivi nel proprio percorso di crescita formativa. Si passa cioè dall'essere "consumatori" di informazioni a "produttori" di conoscenza (i cosiddetti prosumer). Mitchel Resnick, a partire dagli anni 80, all'interno del MIT Lifelong ha realizzato queste idee costruendo Scratch, il diffusissimo linguaggio a blocchi che si è dimostrato uno strumento particolarmente adatto ad esperienze di tipo costruzionista.

Il nostro progetto ha voluto percorrere la strada aperta da Resnick, lavorando per "classi aperte e gruppi di livello", in modo da permettere una didattica individualizzata e personalizzata. Infatti l'organizzazione di gruppi per livelli di competenze può rispondere in modo più adeguato e mirato alle richieste dei diversi stili cognitivi. Inoltre, l'incontro di alunni provenienti da classi diverse ha favorito occasioni di socializzazione ed integrazione tra coetanei, permettendo anche il confronto e l'interazione tra percorsi didattici in parte differenti.

Gli alunni coinvolti non avevano alcuna esperienza in ambito di coding, pertanto il primo obiettivo ha riguardato lo sviluppo dell'idea di pensiero computazionale per la risoluzione di problemi affrontati nelle varie discipline. L'ambito interessato è stato ampio, spaziando dai quiz logico-matematici delle prove INVALSI alla rappresentazione di un testo narrativo elaborato per piccoli gruppi, ideati e realizzati sinergicamente fra insegnanti e ricercatori. Il percorso si è sviluppato in piccoli progetti legati alle attività e ai contenuti che nel periodo in questione gli alunni avevano affrontato nelle materie curriculari.

L'obiettivo è stato perseguito cercando di offrire agli alunni l'astrazione di algoritmo, quale sequenza di azioni, attraverso lezioni "unplugged", concrete, in cui essi hanno costruito un bracciale/portachiavi definendo ed eseguendo brevi comandi, per poi passare all'astrazione delle variabili, espressioni condizionali e iterazioni per giungere al coding.

Il secondo obiettivo ha riguardato l'introduzione del linguaggio di programmazione ad istruzioni quale strumento di creazione dell'algoritmo, portando quindi gli alunni al concetto di coding: il nuovo linguaggio è diventato per loro lo strumento operativo per risolvere problemi concreti, costruire artefatti, comunicare ed esprimersi.



Seguendo le proposte del learn to code, l'apprendimento è stato di tipo incrementale attraverso la risoluzione di problemi via via più complessi, introducendo di volta in volta gli strumenti di programmazione adeguati alla soluzione, senza fornire basi teoriche e formali. Come detto, è stata scelta la piattaforma del MIT Scratch, un linguaggio a blocchi visuale disponibile sotto forma di web-app e pertanto usata in laboratorio, sia su PC che su tablet, sia a casa dagli alunni per completare i problemi o affrontarne spontaneamente dei nuovi.

### 3 Il modello di valutazione

I progetti degli alunni, alcuni realizzati a gruppi di 3-4, altri singolarmente, sono stati analizzati dal punto di vista strutturale e della qualità ottenuta, usando il sistema di categorizzazione presentato da Funke [1], [2]. Il modello è progettato per misurare le abilità del pensiero computazionale attuato attraverso il coding, individuando la presenza di 24 elementi di programmazione, suddivisi in quattro categorie principali:

1. Requisiti: diverse sprite, movimento di sprite, iterazione, dichiarazione condizionale
2. Concetti di programmazione: sequenza, variabili, liste, gestione degli eventi, discussioni, condizione e sincronizzazione, input da tastiera, logica booleana, iterazione
3. Organizzazione del codice: blocchi personalizzati, nomi sprite, nomi di variabili
4. Operatività funzionalità, personalizzazione sprite, personalizzazione dello stage, interattività, usabilità, tipo di progetto

L'uso del modello ha permesso di schematizzare e valutare i vari progetti degli alunni, misurandone i progressi e le competenze acquisite al termine del percorso.

In più, il *level of understanding* di ciascun progetto è stato calcolato usando la SOLO taxonomy [3]: prestructural (L1), unistructural (L2), multistructural (L3), relational (L4), extended abstract (L5).

### 4 Risultati di progetto

Nel percorso logico-matematico gli alunni hanno dapprima affrontato e risolto un problema contenente 4-6 variabili e risolvibile con un'espressione di 5-6 operazioni annidate. Si è poi passati a risolvere un quesito tratto dalle prove INVALSI che genera un albero di decisione binario a tre livelli e, infine, il disegno e il calcolo del perimetro di un qualunque poligono regolare. Per l'area linguistica gli alunni, suddivisi in gruppi, hanno ideato e realizzato una sequenza narrativa con almeno 4 personaggi, che interagiscono tra loro, si muovono, parlano, con una colonna sonora che collega le varie scene. Per ciascuno di questi progetti sono state valutate le quattro categorie inerenti la presenza di elementi di programmazione.

1. Requisiti: tutti i progetti contenevano i quattro elementi minimi sulle sprite indicate dal modello.
2. Concetti di programmazione: tutti i progetti hanno usato sequenze, variabili, eventi (almeno 5 ciascuno), condizioni, input da tastiera. Inoltre due progetti hanno utilizzato sia la logica Booleana che le liste.

3. Organizzazione del codice: in tutti i progetti le sprite e le variabili sono state rinominate usando nomi significativi. Nessun progetto ha usato i blocchi personalizzati, non essendo stati precedentemente presentati agli allievi.

4. Operatività: quasi tutti i progetti, eventualmente conclusi a casa dai singoli alunni, sono completamente funzionanti e contengono input da parte dell'utente. Gli stage e gli sprite sono stati personalizzati per garantire interattività e usabilità.

Valutando il level of understanding in accordo alla SOLO taxonomy, tutti i progetti possono essere collocati almeno a livello L3 (Multistructural). Il 25% dei progetti a livello quattro L4 (Relational), ed il 10% al livello massimo, L5 (Extended Abstract), dimostrando quindi il buon livello generale raggiunto.

Sulla scorta di queste buone valutazioni si è svolto un test finale individuale, con l'obiettivo di verificare il punto 2 del modello (Concetti di programmazione), dal quale è emerso che oltre l'80% degli alunni ha acquisito le competenze riguardo gli strumenti di coding definiti come obiettivi di progetto.

## 5 Conclusioni

L'articolo presenta il progetto congiunto tra i ricercatori del Dipartimento di Ingegneria "E. Ferrari" di Modena ed un gruppo di insegnanti dell'Istituto Comprensivo di Nonantola (Modena), svoltosi da ottobre 2018 a marzo 2019 in due classi quinte della scuola primaria, per permettere di capire e sperimentare le proprie capacità di logica e problem solving. I risultati sono stati valutati positivamente sia secondo la metodologia Funke che la SOLO taxonomy.

Il buon livello di "programmatori" raggiunto dagli alunni partiti 'digiuni' di coding è dimostrato dalla scelta di partecipare al concorso "Programma una storia", bandito il 6 marzo 2019 con una Circolare del MIUR nell'ambito del Programma il Futuro, nonostante le regole del concorso, imponendo di utilizzare il linguaggio a blocchi della piattaforma Code.org, diverso da Scratch. Il cambio di piattaforma e linguaggio ha permesso di verificare le capacità acquisite dagli alunni in ambito di programmazione, evidenziate dalla semplicità con cui gli alunni hanno si sono adeguati al nuovo ambiente.

## Riferimenti bibliografici

1. Funke, A., Geldreich, K., Hubwieser, P.: Analysis of scratch projects of an introductory programming course for primary school students," in *2017 IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2017, Athens, Greece, April 25-28, 2017*. IEEE, 2017, pp. 1229–1236.
2. Wilson, A., Hainey, T., Connolly, T. M.: Using scratch with primary school children: An evaluation of games constructed to gauge understanding of programming concepts, *IJGBL*, vol. 3, pp. 93–109 (2013).
3. Seiter, L. M.: Using SOLO to classify the programming responses of primary grade students, in *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, Kansas City, MO, USA, March 4-7, 2015, A. Decker, K. Eiselt, C. Alphonse, and J. Tims, Eds. ACM, pp. 540–545 (2015).
4. Resnick, M.: *Lifelong Kindergarten. Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. The MIT Press (2017).

**Capitolo 4**

**Digitalizzazione,  
Innovazione Digitale  
e  
Sperimentazione Didattica**



# “Aumentare” la figura professionale del docente: il docente-ricercatore

Angela Maria Sugliano<sup>1,2</sup>, Michela Chiappini<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>DISFOR – Università di Genova

<sup>2</sup>Associazione EPICT Italia

<sup>3</sup>IISS Parentucelli-Arzelà – Sarzana (SP)

{sugliano@unige.it, m.chiappini76@gmail.com}

**Abstract.** Il proposito del presente contributo porre le basi per una completa e approfondita disamina della figura del docente-ricercatore. Si tratta di approfondire e delimitare le caratteristiche di una sfaccettatura poco analizzata e valorizzata della professionalità docente – quella del docente ricercatore, un docente che oltre che svolgere la propria attività didattica, sottopone a critica sistematica e intenzionale le pratiche didattiche che propone ai propri studenti. Usualmente i docenti vengono coinvolti da un ricercatore esterno in qualità di attori ma non proponenti delle attività di ricerca. La sfida che si intende delimitare con questo contributo è quello del docente curricolare o di sostegno che nella sua quotidiana pratica didattica “aumenta” e “amplia” il suo sguardo con una componente “investigativa” sull’impatto dei metodi e strumenti didattici prescelti sul raggiungimento degli obiettivi posti. In questa dinamica secondo un modello che risulta un mix di ricerca-azione e metodo scientifico, il docente coinvolge anche gli studenti in un processo di apprendimento arricchito della componente riflessiva e oggettiva nell’ottica del problem-solving e dell’imparare ad imparare. Il risultato atteso è un “aumento” sia della motivazione alla professione sia della percezione di auto-efficacia per rendere sempre più evidente il valore sociale della professione docente.

**Keywords:** Docente-Ricercatore, Motivazione, Auto-efficacia, Professione docente

## 1 Introduzione

L’attività di ricerca per il docente risulta fra le competenze elencate nel Profilo Professionale Docente, art 27 del CCNL relativo al comparto istruzione e ricerca - triennio 2016/18 (il CCNL per il triennio 2019/21 è in fase di contrattazione) [1], che recita: *Il profilo professionale dei docenti è costituito da competenze disciplinari, informatiche, linguistiche, psicopedagogiche, metodologico-didattiche, organizzativo-relazionali, di orientamento e di ricerca, documentazione e valutazione tra loro correlate ed interagenti, che si sviluppano col maturare dell’esperienza didattica, l’attività di studio e di sistematizzazione della pratica didattica.*

Quello della ricerca è comunque nella pratica didattica un momento che pone delle criticità per il docente impegnato nelle attività mirate al raggiungimento degli obiettivi disciplinari e di competenze e nella gestione della classe. Inoltre non c'è una cultura dello svolgere attività di ricerca didattica all'interno delle organizzazioni scolastiche, attività che fino a qualche tempo fa erano svolte da organismi quali l'IRRE e oggi da INDIRE o dall'Università o da organismi indipendenti che coinvolgono i docenti quali attori di ricerche proposte da altri. Oggi con la chiusura degli IRRE (Istituto Regionale Ricerca Educativa), nella Scuola non risulta più promossa in modo istituzionale l'attività di ricerca e comunque anche la ricerca degli IRRE non veniva svolta da docenti "in classe", ma da docenti "comandati" che si dedicavano solo a tale attività sospendendo quella didattica.

Quando i docenti agiscono da ricercatori in prima persona, svolgono tale attività usualmente come professionisti all'interno di organismi specifici quali associazioni, enti di ricerca pubblici o privati.

Con il presente articolo si vogliono sintetizzare e fornire elementi per un successivo specifico approfondimento, gli elementi utili a tracciare la figura del docente-ricercatore: 1) una premessa sul superamento della distinzione fra ricerca pedagogica (didattica/educativa) accademica, e ricerca pedagogica a scuola da cui derivano 2) i compiti e quindi le caratteristiche del docente-ricercatore che portano a focalizzare 3) sulle caratteristiche della metodologia della ricerca (sostenibile) a scuola.

## 2 Ricercatore a Scuola?

La premessa per approfondire - scevri da inutili pregiudizi - il tema della ricerca a scuola è quella del superamento della potenziale contrapposizione dicotomica che da più parti emerge nella letteratura sul tema fra Docente Ricercatore a Scuola e Docente Ricercatore Universitario.

Non si tratta di una polemica "tutta italiana", ma di un tema affrontato anche a livello internazionale. L'obiettivo di tutte le voci è quella di individuare gli elementi che evidenziano sinergia fra le due figure piuttosto che contrapposizione. Se alcune fonti portano elementi a supporto di un possibile ruolo di subalternità del docente ricercatore a scuola rispetto al docente che svolge ricerca in ambito accademico [2], altre sottolineano la necessità di creare una sinergia fra i due ricercatori analizzando le specificità di ognuno [2].

Fiorentini e Piscitelli [3] distinguono due livelli nell'attività di ricerca: *il primo* è quello della "ricerca a tempo pieno" che consente ai ricercatori di dedicarsi all'indagine di come l'insegnamento delle discipline debba articolarsi per gli studenti delle varie età in base sia all'evoluzione delle discipline stesse, ma anche in base a criteri di tipo psicologico, didattico e pedagogico. I docenti impegnati nel "compito fondamentale e sempre più gravoso di insegnare", possono concentrarsi su un *secondo* livello dell'attività di ricerca: il cui compito consiste nel verificare la "bontà" degli adeguamenti proposti dalla ricerca di primo livello. Gli autori sottolineano l'interdipendenza fra i due livelli di ricerca: *il primo da solo rischierebbe di sviluppare una ricerca essenzialmente di tipo teorico, scollata dalla pratica; il secondo inve-*

*ce, non alimentato da buone teorie, rimarrebbe legato a pratiche consuetudinarie, inefficaci sul piano degli apprendimenti e dello sviluppo delle competenze.*

Il dibattito internazionale ha portato con la Conferenza organizzata dall'organizzazione ELT Professionals (ELTRIA Barcellona 2017) [4] a delineare il rapporto di collaborazione che deve instaurarsi fra Università e Scuola. Il presupposto è che i risultati delle ricerche accademiche sono finalizzati a generalizzazioni da discutere in contesto accademico; gli insegnanti hanno un approccio alla ricerca meno astratto finalizzato a trovare risposte immediatamente rilevanti ed applicabili alla loro pratica di insegnamento. La sintesi fra le due posizioni è portata da Scott Thornbury [5] e Cordingley [6] che suggeriscono che seguire metodologie comuni di indagine e un linguaggio comune possa rendere fruibili e accessibili a tutti i risultati di tutte le ricerche.

Una interessante distinzione può essere esplorata e cioè quella fra docente-ricercatore e docente "normale". Il docente ricercatore, il cui profilo esploreremo nel dettaglio nel prossimo capitolo, si distingue anche dal "docente normale". Sempre Francesco Piazzi [2] identifica la differenza fra i due: *Un conto è la ricerca quotidiana che ciascun insegnante compie nella propria classe per adeguare il discorso formativo alle esigenze specifiche di questa: e sotto tale profilo ogni insegnante è davvero sempre un ricercatore. Un conto è la ricerca di nuovi metodi, la cui provata (sui propri studenti) particolare efficacia merita che vengano proposti ad altri studenti, in altri contesti.*

E allora si ricompono la dicotomia: è ricercatore chiunque attui un metodo di osservazione finalizzato a comprendere fenomeni e a generalizzarli in qualche modo: a livello di comunità accademica i ricercatori universitari, a livello di comunità scolastica i ricercatori a Scuola. Con le interessanti e preziose sinergie che possono/devono svilupparsi fra i due contesti di ricerca.

Nel contesto quotidiano gli insegnanti hanno bisogno di un approccio alla ricerca che possa essere immediatamente rilevante ed applicabile alla loro pratica di insegnamento. Gli insegnanti aspirano ad una progettualità creativa ma al tempo stesso in grado di fornire strumenti e riflessioni e che possa pertanto renderli parte di una comunità che condivide esperienze.

### **3 Il ruolo del docente-ricercatore: "aumentare" la figura professionale del docente**

Quando si parla di "realtà aumentata" si intende si intende l'arricchimento della percezione sensoriale umana con informazioni che provengono da dispositivi digitali e che consentono di percepire elementi che non sarebbe possibile percepire nella quotidiana realtà: non si può entrare in una cellula e toccarne i componenti, non si può visitare una antica casa romana.

L'*aumento* che l'attività di ricerca comporta per il docente è da riferirsi a una maggiore "sensibilità" che l'osservazione sistematica e critica consente al docente di avere sulla classe: osservando secondo metodologie pianificate e condivise quanto avviene in classe, riesce a percepire nuove sfumature di realtà che non sono percepibili con

una azione didattica finalizzata alla sola trasmissione di conoscenza. Il docente-ricercatore entra in classe e si chiede: *cosa mi insegneranno oggi i miei studenti?*

Dunque, per tracciare la figura del docente ricercatore ci facciamo guidare da due riferimenti di letteratura, il primo di area anglosassone più attento a una definizione operativa, il secondo riferimento italiano che identifica i costrutti che stanno alla base della figura del docente ricercatore.

Il modello di Mohr e MacLean [7] declina le attività che il docente attua svolgendo il processo di ricerca che – come noto – si compone delle seguenti fasi: Identificazione di un problema; Formulazione di una domanda di ricerca; Identificazione preliminare della letteratura sull'argomento (per verificare a che punto l'argomento è stato analizzato in ambito scientifico); Raccolta, analisi e presentazione dati; Divulgazione dei risultati. Su questa base Mohr e MacLean identificano le seguenti attività per il docente ricercatore:

- **Si fa domande** per verificare la bontà di quanto propone in relazione all'apprendimento dei propri studenti;
- Documenta sistematicamente
- **Raccoglie e analizza** dati provenienti dalle sue osservazioni annotando osservazioni e riflessioni
- **Esaminare e riflette** sulle sue ipotesi e credenze.
- Articola sue teorie
- Discute delle sue ricerche con i colleghi quali "amici critici"
- Parla con i propri studenti
- Presenta i risultati delle proprie ricerche ad altri:
- Partecipa a comunità web di ricerca di insegnanti, forum online e comunicazioni via e-mail

La ricerca svolta da IRRE Romagna nel 2003 [2] era tesa a descrivere – a partire dal vissuto di docenti ricercatori – i costrutti che stanno alla base del ruolo di docente ricercatore.

I ricercatori dell'IRRE Emilia Romagna, hanno sottoposto a 363 docenti ricercatori 19 "costrutti" identificativi del ruolo del docente ricercatore. Su questi 19 costrutti è stato richiesto di dichiarare: quanto ritenessero di possedere la caratteristica del costrutto; quanto fosse importante per il docente ricercatore; quanto quel costrutto fosse importante per gli altri docenti.

Considerando la frequenza delle risposte rispetto al costrutto più importante per descrivere il docente ricercatore, sono emersi i seguenti risultati. Al primo posto la **Motivazione**: per essere un docente ricercatore bisogna avere motivazione intrinseca ma è stata anche sottolineata la necessità di motivazione estrinseca, cioè riconoscimento economico e di carriera. Poi risulta fondamentale la capacità di **Riflessività e Creatività**: docente *creativo in quanto "crea", intuisce, escogita strumenti utili perché lo studente apprenda meglio*. Il costrutto della **Preparazione disciplinare e meta-disciplinare insieme a quello Conoscenze psicopedagogiche e nuove tecnologie** è stato il terzo elemento in ordine di "importanza" individuato per descrivere il docente ricercatore. Quindi, ma – sottolineano gli autori – il più argomentato nella discus-



sione di approfondimento - **la Centralità dell'esperienza in classe**, e da ultimo la capacità della **Socializzazione delle esperienze del saper lavorare insieme**.

Ma a fronte di questa prima analisi, considerando lo scarto fra quanto questo è determinato costruito risultasse importante per un docente ricercatore e quanto per un docente in generale, si evince che le seguenti sono le caratteristiche che contraddistinguono l'attività della nostra figura: *la creatività, l'utilizzo delle nuove tecnologie, la capacità di leadership e la capacità di documentazione, l'innovazione delle strutture metodologico-disciplinari, la capacità di generalizzare la ricerca*.

#### 4 La ricerca in classe: metodo e cuore

Quale competenza metodologica è richiesta al docente ricercatore? Se per metodo scientifico intendiamo il sottoporre a sistematica verifica una idea, una teoria, allora sicuramente il docente con le caratteristiche prima elencate, svolge ricerca con metodo scientifico.

Le teorie che vuole testare il docente ricercatore sono quelle relative l'efficacia dell'adottare una determinata strategia didattica o una determinata tecnologia didattica ai fini del raggiungimento dei risultati disciplinari e pedagogici che si è posto: per un gruppo classe con uno specifico contesto e specifiche caratteristiche. Anche il docente "normale" osserva l'impatto del suo agire didattico sugli studenti, ma il docente ricercatore lo fa con le caratteristiche di **sistematicità e intenzionalità**.

Il docente ricercatore agisce secondo Cochran-Smith, Lyte [8] in un contesto di osservazioni sistematiche e intenzionali: *sistematiche* perché con strumenti che gli sono propri - come diari ed appunti, griglie di osservazione, interviste [9] - osserva la realtà che lo circonda raccogliendo con strumenti di indagine che rende espliciti: con quegli strumenti registra i dati di osservazione per poi analizzarli in modo trasparente. L'attività di ricerca per il docente è *intenzionale* secondo Cochran-Smith, Lyte (*ibidem*) perché è sempre pianificata e non estemporanea.

Sia per la dimensione sociale e pratica del fare ricerca a Scuola, sia per la "complicazione" di realizzare una *ricerca sperimentale* (che contempla la manipolazione della realtà), sia per la distanza che fra ricercatore e "soggetti" contempla la *ricerca descrittiva*, il paradigma della *ricerca-azione* è quello più praticato e che più si presta a rispondere alle esigenze del contesto scuola [10] [11] tra i punti di forza di questo paradigma c'è la centralità del particolare contesto, del coinvolgimento partecipato di tutti gli attori della ricerca, nonché del momento della discussione e interpretazione riflessiva dei risultati ottenuti.

La ricerca-azione ha una finalità pratica (il test di una metodologia o di una tecnologia in relazione al miglioramento dell'apprendimento o del clima classe), ma si realizza con la sistematicità e l'intenzionalità di ogni azione di ricerca: gli strumenti qualitativi (diari, interviste) non sono di inferiore importanza rispetto ai dati di significatività statistica che la ricerca sperimentale richiede, ma anzi le *forme di 'controvalidazione' qualitativa dei procedimenti quantitativi sono viste come necessarie* nella ricerca educativa [12].

Essendo molto legata ai contesti, la criticità della ricerca-azione può essere quella della difficoltà di trasferibilità e generalizzabilità dei risultati: ma – se guardiamo alla ricerca a Scuola come momento per validare e sperimentare i risultati della ricerca teorica in un’ottica strettamente connessa al contesto specifico del docente sempre orientato alla prassi e al miglioramento dell’apprendimento dei propri particolari studenti – le criticità della ricerca-azione non hanno motivo di essere considerate come elementi che inficiano l’attività di ricerca [10].

Il numero dei “soggetti” con cui verifica le sue ipotesi (usualmente a sua classe), raramente consentono una significatività statistica dei risultati ottenuti, ma non è la significatività statistica che cerca il docente ricercatore: sarà il ricercatore universitario che usando le molte esperienze dei docenti-ricercatori della scuola, potrà generalizzare i dati.

Sistematicità, intenzionalità e si potrebbe aggiungere riflessività: elemento cardine del paradigma della ricerca-azione sta nell’indurre un processo di riflessività. Il docente discute prima con gli studenti stessi poi con i colleghi i risultati di quanto emerge dall’azione di ricerca e questo costituisce un valore in sé: se anche la metodologia o strumento utilizzato non avessero dato i risultati sperati, ecco che la stessa riflessione diventa motivo per esercitare capacità critica e di soluzione di problemi.

#### 4.1 Vantaggi per il docente

Quale vantaggio deriva dallo svolgere ricerca didattica da parte del docente? Ecco che torna *l’aumentata sensibilità* nei confronti del proprio contesto conseguenza dell’*investigating eye* che rende capace il docente di osservare e sottoporre a continua (costruttiva) critica il proprio modo di insegnare [13] e quindi migliorarsi grazie al suo “informed eye” Bissex [14].

L’approfondimento sui benefici dell’essere docente ricercatore è stato svolto in modo sistematico dal gruppo di ricerca dello IATEFL - International Association of Teachers of English as a Foreign Language -, sul ruolo del docente ricercatore [13] che propone il seguente elenco: una maggiore consapevolezza e coinvolgimento nel proprio modo di far didattica, l’opportunità di collaborare con altri insegnanti, un maggior senso di responsabilità e opportunità di crescita personale come insegnante, una maggiore consapevolezza di sé e una maggiore comprensione del curriculum o dei cambiamenti istituzionali.

Fare ricerca consente agli insegnanti di sviluppare una nuovo “set mentale” per affrontare le inevitabili ma entusiasmanti sfide della didattica innovativa: il distaccarsi dalla propria pratica didattica, osservandola e sottoponendola a critica fornisce la cornice entro cui non rischiare di esagerare con le innovazioni didattiche e nel contempo sgrava psicologicamente l’insegnante dall’“ansia da prestazione” che potrebbe derivare dal “lanciarsi” in nuove modalità di fare scuola.

Diventare ricercatori comporta la condivisione e disseminazione dei propri risultati: altrimenti non si è ricercatori. La possibilità di essere parte di una comunità di ricercatori potenzia il profilo del docente ricercatore e aumenta la percezione di valore e legittimazione dello svolgere tale attività Burns, et al. [15] and Smith [16]. Lo sfor-

zo compiuto quotidianamente tende ad essere talvolta inconcludente e pertanto, anche l'insegnante esperto ed entusiasta inizia a cadere in un meccanismo di demotivazione.

Talvolta tale demotivazione diventa profonda laddove, a fronte di un impegno costante non si ravvisano riconoscimenti sociali ed economici, cosicché si arriva ad una vera riluttanza e alla mancanza di stimoli, con una conseguente chiusura e la mancanza di condivisione: fare ricerca in questo senso diventa motivo di riscoperta della propria professionalità. Il docente che manca di entusiasmo e si pone con riluttanza di fronte ad una classe risulterà poco incisivo nel processo di apprendimento. Potrà trasmettere frontalmente conoscenze ma non attiverà un percorso attivo e costruttivo per i suoi alunni. Inoltre, mancando di motivazione, verrà anche meno la spinta necessaria per innovare i metodi e le tecniche didattiche in quanto il docente sarà supportato dai risultati e dalle pratiche sviluppate da ricerche su insegnanti e non condotte da insegnanti.

Al contrario, laddove il docente potrà gestire e comprendere i risultati della sua stessa ricerca sarà sicuramente più completo e motivato intrinsecamente.

## **5 Un primo nucleo di una Comunità di Docenti Ricercatori in seno all'Associazione EPICT Italia**

All'interno dell'Associazione EPICT Italia – EPICT sta per European Pedagogical ICT Licence [17] - è nato un primo nucleo di docenti-ricercatori. In occasione di Didamatica 2019 un gruppo di associati ha deciso di impostare una riflessione sistematica e intenzionale su pratiche didattiche sviluppate in classe. L'Associazione a proposito 1) un format per la scrittura della ricerca fornendo un elenco di fonti autorevoli (giornali on-line e riviste di classe A) e motori di ricerca scientifici per dare l'opportunità ai docenti ricercatori di fondare solidamente sulla ricerca didattica e pedagogica le proprie attività di riflessione; 2) occasioni di confronto con webinar sincroni dove condividere l'impostazione della propria ricerca e le modalità di raccolta e analisi dei dati di osservazione. Il confronto fra pari e la guida di chi ha una esperienza professionale nell'attività di ricerca, ha creato una prima esperienza di comunità di docenti-ricercatori che pone le basi per il futuro.

## **6 Il primo nucleo di una Comunità di Docenti Ricercatori**

Il docente ricercatore si pone come figura innovativa ma non distaccata dalla realtà, che riflette sulla didattica in un'ottica di creatività e costante indagine e collaborazione con colleghi ed alunni. In una realtà scolastica in costante evoluzione, dove gli stimoli sono molti e risulta difficile rimanere in equilibrio, il docente ricercatore è un creatore di teorie che rimane ancorato alla tradizione ma estende lo sguardo oltre, verso nuove aree di conoscenza e competenze.

L'esperienza dell'Associazione EPICT ha messo in evidenza sia le criticità per il docente ricercatore (la non abitudine a confrontarsi con la letteratura e ad affrontare il sistematico lavoro di ricerca secondo metodologie di indagine e analisi) sia il grande

valore del confronto durante il webinar. Dopo aver individuato le caratteristiche del ruolo del docente facilitatore il prossimo passo sarà quello di analizzare l'esperienza dei primi docenti-ricercatori, approfondire con evidenze il vantaggio che dal fare ricerca deriva per il docente e, naturalmente, estendere la proposta ad altri docenti.

## Riferimenti bibliografici

1. CCNL relativo al comparto istruzione e ricerca - triennio 2016/18 - [https://www.ansa.it/documents/1518168280412\\_contratto.pdf](https://www.ansa.it/documents/1518168280412_contratto.pdf) (ultima visita 30/3/2019)
2. Bertani, M.T, Orlandoni, A. Piazzini, F (a cura di), Il ricercatore metodologico disciplinare, Bologna 2003 - <http://kidslink.bo.cnr.it/irrsaeer/rmd/COMPLETO.pdf> (ultima visita 30/3/2019)
3. Fiorentini, C. Piscitelli, M. *Il docente ricercatore e il curricolo verticale*, in Rivista dell'Istruzione" Scuola e autonomie locali, 4-2012, pp. 49-53 (2012) - <http://www.cidifi.it/Il%20docente%20ricercatore.pdf> (ultima visita 30/3/2019)
4. ELTRIA Conference (Barcellona 2017) [http://www.eim.ub.edu/eltria/index\\_en.php](http://www.eim.ub.edu/eltria/index_en.php) (ultima visita 30/3/2019)
5. Meddings, L., & Thornbury, S. (2017). Teaching unplugged: Dogme in English language teaching. Ernst Klett Sprachen GmbH.
6. Cordingley, P., Bell, M., Isham, C., Evans, D., & Firth, A. (2007). *What do specialists do in CPD programmes for which there is evidence of positive outcomes for pupils and teachers*. London: Eppi-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education.
7. M. Mohr, Marian & S. MacLean, Marion. (1987). Working Together: A Guide for Teacher-Researchers.
8. Cochran-Smith, M., Lyte S.L.1993 Inside/Outside: Teacher Research and Knowledge. Teachers College Press, NY
9. Wang, Ye, Kretschmer R.E., Hartman, M. Teacher-as-Researcher: Theory-into-Practice,, in American Annals of the Deaf.Vol. 155, No. 2, Annual Reference Issue , pp. 105-109 (2010) - [https://www.researchgate.net/publication/47356138\\_Teacher-as-Researcher\\_Theory-into-Practice](https://www.researchgate.net/publication/47356138_Teacher-as-Researcher_Theory-into-Practice) (ultima visita 30/3/2019).
10. Baldacci M., Metodologia della ricerca pedagogica, Bruno Mondadori, Milano (2001)
11. Pourtois J.P., La ricerca-azione in pedagogia, in Becchi E., Vertecchi B. (a cura di), Manuale critico della sperimentazione e della ricerca educativa, Franco Angeli, Milano 1986, pp. 134-155.
12. Becchi e Vertecchi, *Introduzione*, in Becchi E., Vertecchi B. (a cura di), Manuale critico della sperimentazione e della ricerca educativa, Franco Angeli, Milano 1986, pp. 11-33
13. a r huizen, , urns, A., Di ilita , y att ., (a cura di) Empo ering teacher-researchers, Empowering learners Published by IATEFL (2018)
14. Bissex, G. *On Becoming Teacher Experts: What's a Teacher-Researcher?*, Language Arts Vol. 63, No. 5, Language Arts in Multicultural Education (September 1986), pp. 482-484
15. u rns, A., Di ilita , ., Smith, R., y att, . ( 1 ). Introduction. In A. u rns, , Dik-ilita , R. Smith . y att (Eds.), Developing insights into teacher-research (pp. 1-17). Faversham: IATEFL.
16. Smith, R. (2018). The international festival of teacher-research in ELT: Ric- hard Smith interviewed by Deborah Bullock. ELT Research 33, 32-36.
17. Associazione EPICT Italia – [www.assoepict.it](http://www.assoepict.it)

# Implementazione di un Protocollo di Firma Elettronica Avanzata basato su SPID

Francesco Buccafurri, Gianluca Lax e Antonia Russo  
Università degli Studi “Mediterranea” di Reggio Calabria  
bucca@unirc.it, lax@unirc.it, antonia.russo@unirc.it

**Abstract.** Il quadro normativo europeo che regola identità digitale e firme elettroniche prevede, tra le altre forme di firma elettronica, la firma elettronica avanzata. Sebbene tale istituto sia presente anche nell’ordinamento giuridico italiano da diversi anni, si avverte certamente la necessità di definire soluzioni tecniche convincenti che implementino una firma elettronica avanzata in modo sicuro, portabile, e facilmente verificabile. Recentemente è stato proposto un approccio che sfrutta il sistema di identità digitale pubblica per la realizzazione di un protocollo di firma elettronica avanzata. La proposta appare convincente anche perché fa confluire diversi strumenti in uno e rappresenta una significativa semplificazione per cittadini e imprese. In questo articolo offriamo alcuni spunti di approfondimento di carattere implementativo evidenziando la realizzabilità e l’efficacia della proposta.

**Keywords:** informatica nella pubblica amministrazione, identità digitale, eIDAS, CAD.

## 1 Introduzione

Il recente Regolamento Europeo eIDAS (electronic IDentification Authentication and Signature) n° 910/2014 mira a fornire una base normativa a livello comunitario per i servizi fiduciari e i mezzi di identificazione elettronica degli stati membri. Tra le altre cose, questo regolamento istituisce un quadro giuridico per le firme elettroniche, definendo le norme e procedure per le firme elettroniche in cui sono stabilite le condizioni per l’interoperabilità a livello comunitario. La firma elettronica è definita come un insieme dei dati in forma elettronica, allegati oppure connessi tramite associazione logica ad altri dati elettronici, utilizzati come metodo di identificazione informatica.

Questo è il tipo più debole di firma [19], perché non include meccanismi di autenticazione o di integrità. Un tipo di firma più sicura è la firma elettronica qualificata (FEQ), definita come una firma elettronica ottenuta attraverso una procedura informatica che garantisce la connessione univoca al firmatario, creata con mezzi sui quali il firmatario può conservare un controllo esclusivo e collegata ai dati ai quali si riferisce in modo da consentire di rilevare se i dati stessi siano stati successivamente modificati, che sia basata su un certificato qualificato e realizzata mediante un dispositivo sicuro per la creazione della firma.

Il legislatore europeo e quello nazionale hanno individuato l'opportunità di prevedere una forma di firma elettronica che abbia minori vincoli (anche procedurali) della firma elettronica qualificata, ma che offra allo stesso tempo idonee garanzie di sicurezza in termini di legame tra firma e contenuto, capace di rilevare ogni sua modifica, e tra firmatario e mezzi con i quali, in maniera esclusiva, il firmatario genera la firma. Stiamo parlando della firma elettronica avanzata (FEA), che rispetto alla (FEQ) non richiede che sia basata su un certificato qualificato e realizzata mediante un dispositivo sicuro per la creazione della firma, quale l'apparato strumentale usato per la creazione della firma elettronica.

A tutt'oggi tuttavia non vi sono esperienze significative di applicazione di questo istituto al settore della PA, settore per il quale principalmente la FEA è stato pensato.

Di fatto l'unica implementazione di FEA è quello della firma grafometrica che però presenta diversi svantaggi tra i quali non trascurabili quelli legati al fatto che si tratta di soluzioni chiuse e controllate dai vendor. Inoltre, il legame tra contenuto del documento e firma è realizzato attraverso metodi crittografici ma memorizzato localmente nel punto in cui la firma è generata e non vi è modo di rendere il documento esportabile in modo tale che la sua FEA possa essere verificata in qualsiasi altro punto. Anche la portabilità in fase di generazione è fortemente compromessa.

Alla luce di queste osservazioni, è evidente quanto possa essere rilevante proporre protocolli di FEA che siano più efficaci e che abbiano caratteristiche di portabilità e verificabilità universale [11,12,14].

Nel 2016, nel lavoro [13], è stato definito un protocollo di FEA che utilizza il sistema di identità digitale pubblica SPID [10]. In linea di principio, l'approccio è applicabile ad un qualsiasi sistema di identità digitale pubblica compatibile con il quadro regolatorio e tecnologico previsto in eIDAS e nella normativa correlata [5,15,16]. In questo articolo viene ripresa ed approfondita la proposta presentata in [13] al fine di rendere chiari ulteriori dettagli implementativi e dimostrare la realizzabilità pratica della soluzione.

Per rimarcare la rilevanza di questa proposta nell'ambito delle tecnologie per la didattica e, più in generale, per la Pubblica Amministrazione, è interessante osservare che l'iniziale idea di realizzare un protocollo di firma elettronica avanzata attraverso SPID, presentata nel 2016 in [13] è stata di fatto adottata nel 2018 nella definizione di una soluzione pratica dall'istituto INPS, come descritto in [9]; in particolar modo, la proposta adottata dall'INPS consente di semplificare la sottoscrizione dell'APE volontario. I cittadini dunque possono presentare la domanda, sottoscritta tramite FEA, mediante la propria identità digitale SPID almeno di secondo livello.

Nell'ambito della didattica, la proposta potrebbe avere ampia diffusione, per esempio per la sottoscrizione del verbale d'esame da parte dello studente coinvolto. Fino ad oggi solo il docente, tramite la propria firma digitale, sottoscrive il verbale, l'idea dunque consiste nel fornire allo studente la possibilità di sottoscrivere il verbale contenente l'esito del proprio esame, grazie al protocollo FEA basato su SPID. La soluzione potrebbe essere realizzata tramite un protocollo di firma digitale classico, ma questo procedimento per lo studente medio risulterebbe più oneroso rispetto al semplice fatto di possedere la propria identità digitale. In questo modo, oltre ad esercitare

un possibile diritto di sottoscrizione del verbale, lo studente sarebbe incentivato nell'utilizzo di SPID, anche nel mondo universitario e per scopi didattici.

La struttura del lavoro è la seguente. Nella Sezione 2 viene analizzato il meccanismo di autenticazione in SPID, con riferimento alle regole tecniche e alle definizioni del sistema stesso. Nella Sezione 3 è presentata la nostra proposta di firma elettronica avanzata basata su SPID. Infine, nella Sezione 4, vengono tratte le conclusioni.

## 2 SPID

In questa sezione descriviamo dettagliatamente come avviene l'autenticazione tramite SPID, in quanto questo protocollo verrà modificato in modo da implementare un sistema di firma elettronica avanzata.

Il sistema pubblico di identità digitale SPID è stato progettato in conformità al Regolamento eIDAS (electronic IDentification Authentication and Signature) e consente ai cittadini italiani e alle imprese di accedere ai servizi online della pubblica amministrazione e dei privati aderenti con un'identità digitale unica. Descriviamo nel seguito il meccanismo di autenticazione basato su SPID attuato quando un utente deve accedere a un servizio fornito da un *Service Provider*: lo scambio dei messaggi previsti da questo meccanismo è mostrato in Figura 1. L'utente utilizza un browser (*User Agent*)

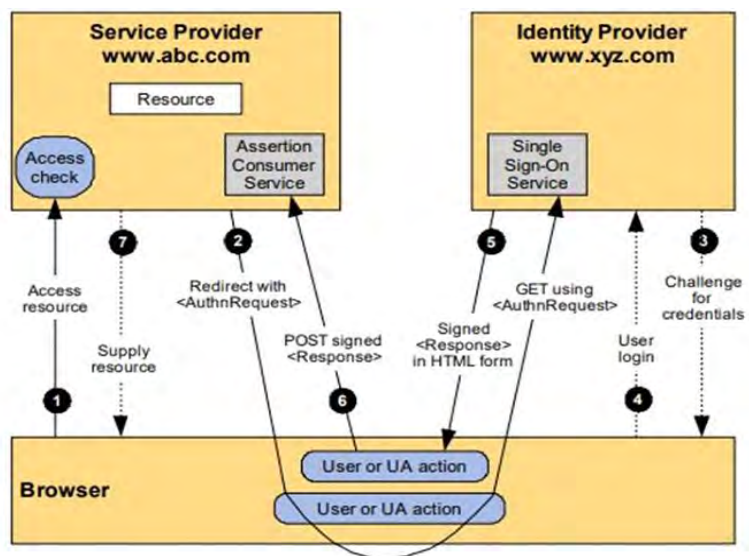


Fig. 1. Autenticazione in SPID.

e invia al *Service Provider* una richiesta di accesso al servizio (**Step 1**). Quindi, il *Service Provider* risponde all'*User Agent* con una richiesta di autenticazione da inoltrare all'*Identity Provider* (**Step 2**). La richiesta di autenticazione segue lo standard SAML [1] ed è basata sul costrutto XML <AuthnRequest>: può essere inoltrata da



un *Service Provider* all'*Identity Provider* usando il *binding HTTP Redirect* o il *binding http POST*. La relativa risposta SAML è basata sul costrutto `<Response>` e può invece essere inviata dall'*Identity Provider* al *Service Provider* solo tramite il binding HTTP POST. L'*AuthnRequest* deve essere conforme allo standard SAML v2.0 [3,8] ed è così definito [4]:

**Definizione 1.** La richiesta di autenticazione `AuthnRequest` contiene i seguenti campi:

- l'attributo **ID**, che è un *Universally Unique Identifier* (UUID), tipicamente una combinazione origine+timestamp (quest'ultimo generato con una precisione di almeno un millesimo di secondo per garantire l'univocità);
- l'attributo **Version**, che rappresenta la versione della specifica SAML adottata (deve essere almeno la versione "2.0");
- l'attributo **IssueInstant**, che indica l'istante di emissione della richiesta, in formato UTC (per esempio: "2018-09-08T18:04:15.531Z");
- l'attributo **Destination**, ossia l'indirizzo (URI) dell'*Identity Provider* a cui è inviata la richiesta, come risultante nell'attributo `entityID` presente nel metadata `IdP` dell'*Identity Provider* a cui viene inviata la richiesta;
- l'attributo **ForceAuthn**, nel caso in cui si richieda un livello di autenticazione superiore a SPIDL1 (cioè, SPIDL2 o SPIDL3);
- l'attributo **AssertionConsumerServiceIndex**, che riporta un indice posizionale facente riferimento ad uno degli elementi `<AttributeConsumingService>` presente nei metadata del *Service Provider*: tale elemento indica, mediante l'attributo `Location`, l'URL a cui inviare il messaggio di risposta alla richiesta di autenticazione e mediante l'attributo `Binding`, il binding da utilizzare (quest'ultimo valorizzato è obbligatoriamente un "urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:bindings:HTTP-POST");
- in alternativa al precedente attributo possono essere presenti:
  - l'attributo **AssertionConsumerServiceURL** che indica l'URL a cui inviare il messaggio di risposta alla richiesta di autenticazione (l'indirizzo deve coincidere con quello del servizio riportato dall'elemento `<AssertionConsumingService>` presente nei metadata del *Service Provider*);
  - l'attributo **ProtocolBinding**, identificante il binding da utilizzare per inoltrare il messaggio di risposta, valorizzato con "urn:oasis:names:tc:SAML:2.0:bindings: HTTP-POST";
- un attributo facoltativo `<AttributeConsumingServiceIndex>` riportante un indice posizionale in riferimento alla struttura presente nei metadata del *Service Provider*, atta a specificare gli attributi che devono essere presenti nell'*assertion* prodotta. Nel caso l'attributo fosse assente, l'*assertion* prodotta non riporterà alcuna attestazione di attributo;
- può essere presente l'elemento `<Subject>` a indicare il soggetto per cui si chiede l'autenticazione, in cui deve comparire l'elemento `<NameId>` atto a qualificare il soggetto, in cui sono presenti i seguenti attributi:



- **Format** che deve assumere un valore di tipo “urn:oasis:names:tc:SAML:1.1:nameidformat:unspecified”;
  - **NameQualifier** che qualifica il dominio a cui afferisce tale valore (URI).
- deve essere presente l'elemento **<Issuer>**, valorizzato con l'attributo entityID riportato nel corrispondente SP metadata, che individua il Service Provider emittente;
  - un elemento **<NameIDPolicy>**, che definisce i formati identificativi del nome supportati dall'*Identity Provider*;
  - un elemento opzionale **<Conditions>**, che specifica il tempo di validità;
  - un elemento **<RequestedAuthnContext>**, che indica la robustezza delle credenziali richieste;
  - un elemento facoltativo **<Signature>**, contenente la firma sulla richiesta apposta dal Service Provider.

Se la richiesta ricevuta è valida, l'*Identity Provider* esegue l'autenticazione dell'utente (**Step 3 e 4**). In caso di autenticazione utente avvenuta con successo, l'*Identity Provider* prepara l'*assertion*, definita come segue.

**Definizione 2.** L'*Assertion* contiene i seguenti campi:

- Un **ID**, generalmente ottenuto da una combinazione di origine e data/ora, ad esempio Assertion- uuida7136e4-0118-18d8-999dc ff934ae63db;
- un attributo **Version**, che indica la versione di SAML del messaggio;
- un attributo **IssueInstant**, che specifica l'istante in cui è stata emessa la richiesta;
- un elemento **<Subject>**, che identifica l'utente autenticato e deve contenere un elemento **<SubjectConfirmation>**, con un attributo **InResponseTo**, che si riferisce all>ID della corrispondente *AuthnRequest*;
- un elemento **<Issuer>**, che specifica l'EntityID dell'*Identity Provider*;
- un elemento **<Conditions>**, che definisce l'intervallo temporale di validità;
- un elemento **<AuthStatement>**, che è la descrizione del contesto dell'autenticazione;
- un elemento **<AttributeStatement>**, che contiene il codice di identificazione SPID dell'utente autenticato;
- un elemento **<Signature>**, ossia la firma dell'*Identity Provider* dell'asserzione.

Conclusa la fase di autenticazione, l'*Identity Provider* costruisce un messaggio di tipo **<Response>**, che viene inserito in un form HTML come campo nascosto di nome “SAMLResponse”.

L'*Identity Provider* invia tale form HTML al browser dell'utente (**Step 5**).

Il browser dell'utente elabora quindi la risposta HTTP e inoltra, attraverso HTTP POST, la <Response> al Service Provider (**Step 6**).

**Definizione 3.** Il messaggio di risposta (Response) è definito come:

- un **ID** attributo univoco;
- un attributo **Version**, che indica la versione di SAML del messaggio;
- un attributo **IssueInstant**, che specifica l'istante in cui è stata emessa la richiesta;
- un attributo **InResponseTo**, contenente il valore dell'ID dell'attributo di `AuthnRequest`;
- un attributo **Destination**, l'URI a cui deve essere inviata la risposta;
- un elemento <**Status**>, che specifica il risultato della richiesta (ad es. successo);
- un elemento <**Issuer**>, che riporta l'`EntityID` di Identity Provider;
- un elemento <**Assertion**> (già descritto nella Definizione 2);
- un elemento opzionale <**Signature**>, ossia la firma del Identity Provider (solo nel caso di binding POST HTTP).

Le caratteristiche dell'*Identity Provider* devono essere definite attraverso metadata conformi allo standard SAML v2.0 (SAML-Metadata), che prevede:

- l'elemento <**EntityDescriptor**> che contiene gli attributi:
  - **entityID**: indicante l'identificativo univoco (un URI) dell'entità;
  - **ID** univoco, per esempio basato su un Universally Unique Identifier (UUID) o su una combinazione origine + timestamp (quest'ultimo generato con una precisione di almeno un millesimo di secondo per garantire l'univocità);
- l'elemento <**KeyDescriptor**> contenente il certificato della chiave pubblica dell'entità, utile per la verifica della firma dei messaggi prodotti da tale entità nelle sue interazioni con le altre (SAML-Metadata);
- l'elemento <**Signature**> riportante la firma sui metadata. La firma deve essere prodotta secondo il profilo specificato per SAML (SAML-Metadata) utilizzando chiavi RSA almeno a 1024 bit e algoritmo di digest SHA-256 o superiore.

Dopo aver descritto il protocollo usato in SPID, vediamo come deve essere modificato per poter realizzare un sistema di firma elettronica avanzata.

### 3 Firma basata su SPID

La firma elettronica è un insieme dei dati in forma elettronica utilizzati come metodo di identificazione informatica. Essa è la forma più debole di firma in ambito informatico, in quanto non prevede meccanismi di autenticazione del firmatario o di integrità del dato firmato. Le organizzazioni internazionali di standardizzazione hanno definito molti formati di firme elettroniche che includono forme base di firma elettronica (ES-BES) e firme elettroniche avanzate (AdES) [6, 18].

In questa sezione descriviamo la proposta di utilizzo di una firma elettronica avanzata basata su SPID, la cui generazione consiste di due fasi, trattate nelle seguenti sottose-

zioni. Si consideri un documento al quale apporre la propria firma digitale legata all'identità della persona che lo ha creato.

### 3.1 Generazione dell'impronta digitale

Nella prima fase viene applicata al documento in chiaro una funzione hash [2] che produce una stringa binaria di lunghezza costante, normalmente 160 o 256 bit, chiamata *digest*, ossia impronta digitale, che è una rappresentazione unica e compatta delle informazioni originali contenute nel documento. La funzione hash che si utilizza deve avere due proprietà fondamentali: 1) unidirezionalità, ossia dato  $x$  è facile calcolare  $f(x)$ , ma data  $f(x)$  è computazionalmente difficile risalire a  $x$ ; 2) assenza di collisioni (collision-free), ossia deve essere computazionalmente impossibile trovare due messaggi a cui corrisponde la medesima impronta.

L'uso della funzione hash consente di evitare che per la generazione della firma sia necessario applicare l'algoritmo di cifratura, che è intrinsecamente inefficiente, all'intero testo che può essere molto lungo. Poiché la dimensione del *digest message* è, quasi sempre, molto più piccola di quella del messaggio originale, la generazione della firma risulta estremamente rapida.

### 3.2 Generazione della firma

Un'operazione preliminare che va fatta una tantum è la generazione delle chiavi. Mediante un software adatto al sistema crittografico adottato, si genera una coppia di chiavi da utilizzare: una, che verrà mantenuta segreta, per l'apposizione della firma; l'altra, che verrà resa pubblica, destinata alla verifica.

Una volta che le chiavi crittografiche sono disponibili, si può passare alla seconda fase, che è quella della vera e propria generazione della firma: essa consiste nella cifratura con la propria chiave privata dell'impronta digitale generata in precedenza. In questo modo la firma risulta legata, da un lato (attraverso la chiave privata usata per la generazione) al soggetto sottoscrittore, e dall'altro (per il tramite dell'impronta) al testo sottoscritto.

In realtà l'operazione di cifratura viene effettuata, anziché sulla sola impronta, su una struttura di dati che contiene altre informazioni utili, quali ad esempio l'indicazione della funzione hash usata per la sua generazione. Sebbene tali informazioni possano essere fornite separatamente rispetto alla firma, la loro inclusione nell'operazione di codifica ne garantisce l'autenticità.

### 3.3 Modifica del protocollo

In questa sezione descriviamo come implementare una firma elettronica avanzata attraverso SPID. In questo caso il ruolo di *Service Provider* è attuato da una parte che chiamiamo *Signature Provider*.

Per generare la firma di un documento, l'utente si connette al sito Web del Fornitore Firma (*Signature Provider*) e invia il documento da firmare insieme al proprio

codice di identificazione SPID. Quindi, il *Provider di Firma* calcola il *digest* utilizzando la funzione hash crittografica SHA-256.

Una volta creato il *digest*, viene creato l'*AuthnRequest*. La struttura di questo messaggio è la stessa descritta nella Definizione 1: tutte le informazioni sono le stesse di una richiesta SPID standard, eccetto il valore dell'attributo **ID**, che è il *digest* del documento (ricordiamo che nel protocollo SPID standard, **ID** è tipicamente il timestamp della richiesta).

In base all'XML Schema [7], l'**ID** deve essere un *NCName*, per cui deve rispettare le seguenti proprietà:

- deve iniziare con una lettera o un carattere di sottolineatura o due punti;
  - può contenere solo lettere, cifre, caratteri di sottolineatura, trattini e punti;
  - i due punti devono essere utilizzati solo per separare i prefissi dei namespace dai nomi locali.

Inoltre, l'**ID** *xsd* comporta numerosi vincoli aggiuntivi:

- i loro valori devono essere univoci all'interno di un'istanza XML, indipendentemente dal nome dell'attributo o dal suo nome di elemento;
- un tipo complesso non può includere più di un attributo di tipo *xsd: ID* o qualsiasi tipo derivato da *xsd: ID*;
- gli attributi *ID* non possono avere valori predefiniti o fissi specificati.

A causa di queste limitazioni, il *digest* del documento non può essere direttamente utilizzato come *ID* ma è necessario operare una trasformazione che deve essere reversibile per renderlo compatibile con un tipo *NCName*.

La trasformazione che proponiamo di utilizzare per ottenere tale compatibilità è di far precedere il *digest*, rappresentato in codifica esadecimale, dal simbolo underscore “\_”, che è uno dei caratteri ammessi come iniziale. A questo punto, l'*ID* così ottenuto è un *NCName*, in quanto inizia per “\_” ed è composto solo da cifre e caratteri. Ovviamente, in fase di verifica, per ottenere il *digest* a partire dall'*ID*, sarà sufficiente rimuovere il primo carattere dell'*ID*, cioè l'underscore.

Il messaggio dell'*AuthnRequest* viene rinviato all'utente per essere inoltrato all'*Identity Provider*. Se *AuthnRequest* è valido, l'*Identity Provider* esegue un'autenticazione con l'utente come mostrato negli **Step 3** e **4** del sistema SPID e, in caso di esito positivo, l'*Identity Provider* prepara l'*Assertion*.

In particolare, l'attributo *InResponseTo* contenuto nell'elemento **<Subject>** è impostato al valore dell'*ID* dell'*AuthnRequest*, che corrisponde al *digest* del documento da firmare. In questo modo, si stabilisce un collegamento tra l'*Assertion* e il corrispondente *AuthnRequest*. Nel nostro caso, l'*Assertion* rappresenta la firma del documento creato dall'*Identity Provider*. A questo punto, l'*Identity Provider* restituisce il messaggio *Response* contenente l'*Assertion*, che viene inoltrato al *Signature Provider* (**Step 5** e **6**). Una volta completata la generazione della firma, il *Signature Provider* crea la busta crittografica, che contiene le informazioni necessarie per la verifica della firma e abilita la possibilità di distribuire i documenti firmati.

Avendo modificato il meccanismo di firma, è necessario definire la struttura della busta crittografica da utilizzare: nella nostra proposta, la struttura che proponiamo di utilizzare per la busta crittografica assomiglia alla struttura di PKCS # 7 [17] ed è così definita:

**Definizione 4.** La busta crittografica firmata dall'*Identity Provider* contiene i seguenti campi:

- un attributo **Version**, che fornisce un numero di versione della sintassi per compatibilità con le revisioni future del documento;
- un attributo **Content**, che è il documento firmato;
- un attributo **DigestAlgorithms**, che indica l'algoritmo del messaggio-digest in base al quale il contenuto è digerito per il firmatario;
- un elemento finale **<SignatureAssertion>**, che è composto da campi, i cui valori vengono estratti da Assertion:
  - un unico attributo **Digest**, il suo valore è uguale all'attributo **InResponseTo** dell'Assertion, che corrisponde al digest del documento;
  - un attributo **Timestamp**, il suo valore è uguale a attributo **IssueInstant**, che specifica l'istante in cui il documento è stato emesso;
  - un elemento **<Owner>**, questo valore è preso da **<Subject>** e indica il firmatario;
  - un elemento **<SPIDcode>**, questo valore viene estratto dall'elemento **AttributeStatement**, che contiene il codice di identificazione SPID dell'utente;
  - un elemento **<Issuer>**, questo è lo stesso di **<Issuer>**, che specifica l'EntityID del Provider di Identità;
  - un elemento **<SPIDsignature>**, questo è lo stesso di **<Signature>**, che è la firma del Identity Provider sul documento.

Una volta completato il processo di firma, il Signature Provider invia la busta crittografica così generata all'utente (**Step 7**).

## 4 Conclusioni

Il processo di dematerializzazione della pubblica amministrazione prevede, alla sua base, la presenza di robuste infrastrutture normative, organizzative e tecnologiche che permettano di operare sui documenti informatici, sulla loro trasmissione, conservazione, gestione, con le stesse garanzie di legge previste nel dominio dei documenti cartacei. Tra queste infrastrutture, le firme elettroniche hanno certamente un posto di rilievo, essendo la firma l'istituto fondamentale utilizzato per fornire genuinità ed autenticità ai documenti. Il contributo di questo lavoro è approfondire e dettagliare una recente proposta di ricerca, che definisce un protocollo di firma elettronica avanzata attraverso l'adozione del sistema SPID, il sistema di identità digitale pubblica. Il risultato raggiunto è particolarmente interessante perché la firma ottenuta è sicura, portabile, verificabile in maniera ubiquitaria. Inoltre, essa è interoperabile al livello europeo, essendo previsto dal regolamento europeo eIDAS, che i sistemi di identità digitale pubblica, debbano essere interoperabili tra gli stati membri. Nell'introduzione abbiamo presentato due applicazioni che evidenziano il ruolo della tecnologia proposta in ambito della pubblica amministrazione e della didattica. L'approccio proposto risulta pertanto applicabile su larga scala ed è utile ad accelerare i processi di dematerializzazione e di semplificazione per cittadini e imprese.

## Riferimenti bibliografici

1. Security Assertion Markup Language (SAML) V2.0 Technical Overview, <http://docs.oasis-open.org/security/saml/Post2.0/sstc-saml-tech-overview-2.0.html>, 2008
2. Funzione crittografica di hash, [https://it.wikipedia.org/wiki/Funzione\\_crittografica\\_di\\_hash](https://it.wikipedia.org/wiki/Funzione_crittografica_di_hash), 2019
3. SAML authentication, <https://docs.citrix.com/en-us/netScaler/12/aaa-tm/saml-authentication.html>, 2019
4. SPID - Regole Tecniche, <https://media.readthedocs.org/pdf/spid-regole-tecniche/latest/spid-regole-tecniche.pdf>, 2019
5. Il Regolamento UE n° 910/2014 - eIDAS, <https://www.agid.gov.it/it/piattaforme/eidas>, 2019
6. Firma elettronica avanzata FEA con SPID, <https://blog.sygest.it/category/firma-digitale/>, 2017
7. XML schema, <http://www.datypic.com/sc/xsd/ns-xsd.html>
8. Security Assertion Markup Language (SAML), [http://it.wikipedia.org/wiki/Security\\_Assertion\\_Markup\\_Language](http://it.wikipedia.org/wiki/Security_Assertion_Markup_Language), 2019
9. INPS: “Firma Elettronica Avanzata (FEA) con SPID, così semplifichiamo l’APE”, <https://www.agendadigitale.eu/cittadinanza-digitale/inps-firma-elettronica-avanzata-fea-con-spid-cosi-semplifichiamo-lape/>, 2018
10. SPID, <https://www.spid.gov.it/>, 2019
11. Buccafurri, F., Caminiti, G., Lax, G.: The Dali Attack on Digital Signature. *Journal of Information Assurance and Security*, 3:185–194 (2008).
12. Buccafurri, F., Fotia, L., Lax, G.: Social signature. Signing by tweeting. In *Electronic Government and the Information Systems Perspective*, pages 1–14. Springer (2014).
13. Buccafurri, F., Fotia, L., Lax, G.: Implementing advanced electronic signature by Public Digital Identity System (SPID), *Proc. of International Conference EGOVIS2016*:289–303, Springer
14. Buccafurri, F., Fotia, L., Lax, G., Mammoliti, R.: Enhancing public digital identity system (spid) to prevent information leakage. In *Electronic Government and the Information Systems Perspective*, pages 57–70. Springer (2015).
15. Cuijpers, C., Schroers, J.: eIDAS as guideline for the development of a pan European eID framework in FutureID. *Open Identity Summit 2014*, 237:23–38, 2014
16. Dumortier, J., Vandezande, N.: Critical Observations on the Proposed Regulation for Electronic Identification and Trust Services for Electronic Transactions in the Internal Market. *ICRI Research Paper*, 9 (2012).
17. Kaliski, B.: *Pkcs# 7: Cryptographic message syntax version 1.5*. (1998).
18. Pinkas, D., Pope, N., Ross, J.: Cms advanced electronic signatures (cades), *IETF Request for Comments*, 5126 (2008).
19. Rabin, T.: Robust sharing of secrets when the dealer is honest or cheating. *Journal of the ACM (JACM)*, 41(6):1089–1109 (1994).

## PP&S e Riconessioni: “*apprendere*” e “*fare*” nel quadro della Trasformazione Digitale dell’Ecosistema Educativo

Claudio G. Demartini<sup>1</sup>, Marina Marchisio<sup>2</sup>

Lorenzo Benussi<sup>3</sup>, Anna Brancaccio<sup>4</sup>, Claudio Pardini<sup>4</sup>, Rodolfo Zich<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Dip. Aut. e Informatica, Politecnico di Torino  
demartini@polito.it

<sup>2</sup> Dip. Di Matematica, Università, degli Studi di Torino  
marina.marchisio@unito.it

<sup>3</sup> Fondazione per la Scuola, Compagnia di San Paolo,  
lorenzo.benussi@unito.it

<sup>4</sup> MIUR, Direzione Generale Ordinamenti Scolastici  
anna.brancaccio@istruzione.it, dirigente@carloanti.it

<sup>5</sup> Fondazione Torino Wireless  
rodolfo.zich@torinowireless.it

**Abstract.** Nonostante gli enormi cambiamenti promossi nel contesto sociale dalle rivoluzioni industriali, e i progressi nella scienza e nella tecnologia, i processi di sviluppo hanno sostenuto la definizione e il consolidamento di professioni e carriere rimaste sostanzialmente stabili, e conformi a schemi omogenei, immutati nel tempo per buona parte del secolo scorso. Per contro aumenta il bisogno di qualificare soggetti in possesso di capacità imprenditoriali personali, affinché siano preparati ad affrontare crescenti livelli di incertezza e complessità che si manifestano nello scenario globale dei sistemi produttivi, nelle organizzazioni e negli ecosistemi sociali. In questo contesto, il ruolo dell’educazione e della formazione coinvolge istituzioni scolastiche e università, che devono diventare attori di un processo di istruzione e formazione in grado di anticipare gli scenari che i futuri lavoratori, allievi attuali, dovranno fronteggiare. Questo lavoro affronta e richiama molteplici esperienze di apprendimento attivo consolidate in un quadro educativo tracciato sia per uno specifico contesto di alta formazione accademica sia per la scuola secondaria superiore di I e II grado. L’organizzazione dei corsi è fondata su una visione costruttivista del processo di apprendimento. Gli studenti adottano un approccio che evolve dal generale al particolare per portare a termine un lavoro di progetto al fine di sviluppare un insieme di competenze compatibili con i requisiti espressi da diverse categorie di imprese che operano nella manifattura sia nello sviluppo di sistemi software.

**Keywords:** Digital Transformation, Education, Computational Thinking, Computer Science.

## 1 Il Contesto Educativo

L'educazione all'apprendimento attivo è un processo che mira a fornire agli studenti l'opportunità di riflettere in modo logico e strutturato sul problema, attraverso una serie di attività che inseriscono l'attore nelle situazioni professionali più difficili, che possono richiedere capacità di valutazione, di problem solving, ma soprattutto di ragionamento critico trasferito dai contesti disciplinari al dominio ove quelli possano integrarsi armonicamente.

In generale, questo tipo di orientamento può essere considerato come articolato caleidoscopio di strategie di apprendimento [2] [3] [4] [5] [6] [7] [11], in parte sovrapposte, ma anche divergenti, in modo tale da coprire parti complementari di contesto, favorendo la rappresentazione olistica del problema, promuovendo così soluzioni ove l'interdisciplinarietà domina la scena, in piena sintonia con l'agire professionale esperito sul palcoscenico aziendale, nella vita reale.

Il contesto educativo rappresentato in questo lavoro si basa su un modello di apprendimento fondato sull'indagine, ovvero un insieme di processi messi a punto dagli stessi allievi, come, ad esempio, la diagnostica del problema, realizzata attraverso un'articolata analisi condotta ad ampio spettro, discutendo soluzioni esistenti in modo critico e identificando alternative, formulando congetture, cercando ulteriori informazioni, costruendo modelli, articolando ragionamenti e argomentazioni coerenti, essendo così in grado di sostenere confronti radicati anche su queste ulteriori estensioni del percorso di apprendimento [8][9].

L'elemento d'ingaggio è offerto dallo scenario in cui si colloca il problema oggetto d'indagine, la cui analisi può guidare lo sviluppo di specifici progetti collocati nell'area della computer science e del pensiero computazionale [10]. È opportuno sottolineare che in questo contesto un problema si riferisce a una criticità la cui soluzione potrebbe essere realizzata nella forma di un sistema computazionale anche articolato e complesso. In tal modo gli studenti apprendono una metodologia per tradurre l'analisi di un problema in una serie di attività, volte a identificare un insieme di obiettivi chiari entro un determinato periodo di tempo. Tale processo promuove la crescita di pratiche, tecniche e abilità trasversali, essendo comunque guidato da docenti che agiscono in qualità di facilitatori avendo acquisito metodi, strumenti e concetti connessi all'impiego delle tecnologie. L'apprendimento fondato sull'indagine sviluppa un approccio induttivo ove osservazioni, analisi e riflessioni elaborate dagli allievi costituiscono gli elementi fondamentali del processo.

Poiché il focus del contesto educativo sono la matematica [13], l'informatica [10] e l'innovazione, il corso di gestione dell'innovazione e sviluppo prodotto è di particolare interesse e adeguato all'elaborazione di un quadro orientato all'apprendimento esperienziale di tipo costruttivista. A questo fine la costituzione di un "living lab" [1][6], in cui vari attori partecipano alla co-creazione e alla valutazione di idee nuove, accompagnandole con la realizzazione di prototipi tecnologici, costituisce un'opportunità unica.

Il fine ultimo di questo lavoro è di fornire gli strumenti per comprendere come un ecosistema di apprendimento attivo influisca sui risultati di apprendimento conseguiti dagli allievi sia nei corsi universitari sia nelle scuole secondarie di I e II grado. Queste ultime intervengono come attrici attive e passive nel progetto triennale "Riconnessio-



ni” [27][28], promosso dalla Compagnia San Paolo di Torino e realizzato dalla Fondazione per la Scuola della stessa Compagnia.

## 2 Modello e Strategia

Il paradigma di apprendimento basato sull'indagine offre la possibilità di approfondire concetti e conoscenza acquisita, mentre il discente segue il percorso tracciato per giungere alla costruzione di una risposta al problema. Esso rappresenta un processo naturale seguito dagli allievi quando essi stessi cercano di costruire soluzioni via via rispondendo ai quesiti che maturano lungo il percorso, in tal modo sostenendo implicita estensione delle proprie abilità e competenze.

Effettivamente, da questo punto di vista, l'intero processo, elaborato applicando tecniche di apprendimento basate sull'indagine, agisce secondo il metodo scientifico, ben noto e ampiamente applicato nel dominio della ricerca.

Per questo motivo diventa indispensabile descrivere le modalità con le quali esso possa essere messo in pratica. A tale riguardo, il pensiero computazionale [14] può essere considerato “best practice” da perseguire, essendo quello stesso costituito dai: *“... processi di ragionamento coinvolti nella formulazione di problemi e delle loro soluzioni in modo tale che quelle stesse soluzioni possano essere rappresentate in una forma tale da poter essere eseguite da un agente automatico per l'elaborazione delle informazioni”*. Questa definizione delinea chiaramente la stretta relazione con gli obiettivi di un corso che ha lo scopo di favorire l'individuazione delle possibili risposte a specifiche esigenze di mercato, affinché sia possibile mantenere la competitività dell'ente esercitata in uno scenario globale.

In questo contesto sono necessari strumenti appropriati sia per definire correttamente i problemi da un punto di vista metodologico sia per formulare soluzioni corrispondenti, comprese eventuali alternative, qualificate in base alla stessa definizione del problema e ai requisiti raccolti in coerenza con quella formulazione. L'obiettivo è dimostrare la fattibilità delle soluzioni e di metterle in produzione in modo efficiente.

I principali meccanismi a fondamento del pensiero computazionale riguardano l'astrazione, la rappresentazione del problema, la decomposizione, la simulazione e le tecniche di verifica. La pietra angolare del disegno è il processo di generalizzazione, che viene usato concettualmente per rappresentare i dati come oggetti definiti ad un più elevato livello, stabilendo collegamenti logici tra essi. Ciò è ben rappresentato nella modellazione concettuale con la disponibilità di linguaggi specifici normati, come ad esempio UML, i modelli Entity-Relationships, e altri.

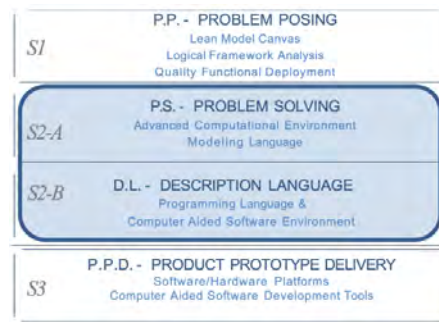
Attraverso i contrari dell'astrazione, concretezza o tangibilità, è invece possibile definire entità particolari e distinguerne la configurazione. Essi sono anche utilizzati per catturare le proprietà comuni essenziali di un insieme di oggetti attraverso l'applicazione di una procedura di classificazione. L'astrazione conferisce, dunque, all'abilità dell'analista la possibilità di affrontare complessità crescenti gestendo la rappresentazione del problema su diverse scale, a partire da una visione ampia, ancorché di sintesi, di un sistema comunque articolato, potendone esprimere successivamente anche i singoli moduli in ulteriori livelli di particolarizzazione.

Il processo segue una sequenza apparentemente gerarchica di fasi, ognuna con un livello di astrazione più elevato, se il processo di analisi è osservato nella direzione

bottom-up, o più particolareggiato, se quello stesso è osservato in top-down. La decomposizione in una architettura a diversi livelli di aggregazione esprime la modularità della struttura; i prodotti e i servizi possono essere descritti a segmenti assegnando a ciascun livello funzionalità specifiche, separate da quelle fornite dagli strati adiacenti. Conseguentemente l'attuazione o la manutenzione di singole funzionalità sono rese più semplici in quanto collocate e identificate all'interno di uno specifico livello, agente in modo del tutto indipendente dagli altri livelli ad esso adiacenti.

### 3 Principi e Progettazione

La logica della struttura disciplinare è costruita attorno al modello mostrato in Fig. 1, che adotta i principi delineati nel quadro appartenente al pensiero computazionale.



**Fig. 1.** Modello di apprendimento basato sulla formulazione del problema elaborato secondo i principi del pensiero computazionale.

Il modello astratto si focalizza sui quesiti emergenti dalla percezione del problema da risolvere, e che quindi sono posti al livello più elevato (S1). Il problema viene formulato da una Commissione Congiunta di Regia Impresa-Accademia, ed è studiato attraverso un processo di analisi basato sull'indagine condotta in sintonia con le indicazioni consolidate nell'Approccio del Quadro Logico (Logical Framework Analysis-LFA [22]). A complemento, una volta individuati i risultati da conseguire, l'indagine procede attraverso l'individuazione dei benchmark di riferimento impiegando metodologie quali, ad esempio, la Casa della Qualità [26]. Quest'ultima consente di rappresentare la Domanda in Qualità espressa dall'impresa, a fronte della qualità percepita utilizzando prodotti/servizi in competizione già esistenti nel mercato.

Il secondo livello (S2-A) concerne lo sviluppo delle specifiche della soluzione da proporre per il problema descritto al livello superiore (S1). Tali specifiche dovrebbero essere sviluppate con una descrizione astratta formale, in forma di modello matematico per dare rappresentazione a fenomeni anche complessi, impiegando, ad esempio, scenari di simulazione in ambienti Matlab [15], Simulink [15], MapleSim [16], NI Labview [17], o, più in generale e complementariamente, modelli non matematici, descritti con Unified Modeling Language (UML) [25], IDEF0 [12][18], BPMN [19] in ambienti quali, sempre a titolo esemplificativo, Eclipse e PyCharm, o comunque altri analoghi, altrettanto efficaci.

Le specifiche che descrivono i modelli sono gestite al livello S2-B, ove una rappresentazione ben più dettagliata, resa attraverso l'impiego di linguaggi orientati ai sistemi automatici, può animare diverse piattaforme hardware, basate su microcontrollori o su sistemi di elaborazione di tipo generale, collocate a loro volta in corrispondenza del livello S3. Sempre a livello S2-B, possono essere eseguite simulazioni più precise, grazie agli ambienti che emulano il comportamento delle piattaforme hardware eventualmente utilizzate, quali ad esempio Arduino (TinkerCAD), Raspberry, o smartphone commerciali ad ampia diffusione.

Il corso è organizzato secondo un ciclo di vita composto da sei fasi, come mostrato nella Figura 2. Nella prima fase, il problema viene rilevato ed esplicitato dall'impresa.



Fig. 2. Trasformare le Idee in Azioni: Organizzazione e Archetipo del Ciclo di Vita.

Coinvolge istanze strettamente legate ai nuovi orientamenti tecnologici già consolidati, offrendo alle aziende l'opportunità di ripensare la catena del valore, sulla base della pressione esercitata dalla percezione dell'evoluzione della tecnologia, ma soprattutto dalle scelte già effettuate dai concorrenti presenti nel mercato, con particolare attenzione ai nuovi ingressi.

La seconda fase riguarda l'indagine sistematica del problema, condotta attraverso l'applicazione di una raccolta di metodi e strumenti che permettono di penetrare il dominio specifico per comprendere lo scenario più esteso. In tal modo il problema, esploso in tutte le istanze che lo compongono, proietta implicitamente le soluzioni praticabili attraverso l'analisi delle sue componenti e dell'impatto che queste hanno su sistemi, sull'ambiente e sull'organizzazione. La terza fase mira a individuare strategie adeguate per realizzare la soluzione adottando appropriati approcci algoritmici strumentali ai cosiddetti risultati attesi, adeguatamente formalizzato attraverso l'impiego di specifiche metodologie, ancorché debolmente strutturate, formali e normate.

Dopo aver selezionato adeguate strategie realizzative, può essere creato un prototipo in corrispondenza della quarta fase, ove linguaggi di programmazione, applicazioni software e piattaforme hardware, possono essere assemblati organicamente e sistematicamente. La fase di prototipazione rapida sfrutta il principio del "riutilizzo", rendendo precedenti componenti sviluppati facilmente integrabili per ottenere il più elevato livello di prestazioni in termini di riduzione dei costi e del tempo di latenza per l'ingresso nel mercato o, comunque, per l'utilizzo diretto nel dominio dell'applicazione di riferimento.

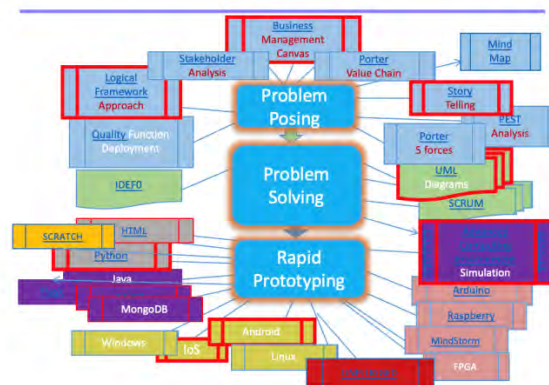
La fase che segue, dispiegamento e diffusione, concerne le attività connesse alla scalabilità dell'impiego esteso della soluzione proposta, e delle attività di pubblicizzazione. Per queste ultime occorre identificare un insieme di canali di comunicazione utili al raggiungimento del segmento di utenza obiettivo, promossi eventualmente

dalle stesse parti interessate, una volta identificate anche le fonti di finanziamento appropriate.

Al termine del ciclo si colloca l'attività di validazione/valutazione, eseguita secondo la prospettiva di effettiva congruenza della soluzione delineata rispetto al problema proposto e alla correttezza del processo di sviluppo, oltre che rispetto agli obiettivi di apprendimento previsti nella struttura del piano del corso.

La prospettiva dell'azienda gioca un ruolo fondamentale nella procedura di valutazione. Complementarmente, la stessa autovalutazione effettuata dalla squadra costringe ciascun attore a rendere conto degli sforzi e delle stime dei costi sostenuti durante lo sviluppo del ciclo di vita di tutto il prodotto/servizio.

La Fig. 3 traccia le principali metodologie, piattaforme, strumenti e tecnologie considerate rilevanti e utili all'interno delle tre fasi principali presenti nel ciclo di vita trattato nel corso.



**Fig. 3.** Rappresentazione delle principali metodologie e degli strumenti utilizzati nei vari stadi di sviluppo del corso.

La fase di “Problem Solving” consta principalmente delle metodologie utilizzate per comprendere il problema, raccogliendo tutte le informazioni utili in tal senso. Il punto di partenza si colloca in un modello tanto semplice quanto efficace denominato “Lean Model Canvas”, che consente in tempi molto rapidi di configurare il quadro completo di un’analisi del problema corredata di una corrispondente soluzione.

Nel dominio "Problem Posing" ogni progetto prende forma seguendo un approccio top-down. Promuovendo un'analisi della situazione esistente nel contesto di riferimento. Ciò avviene utilizzando quesiti atti a sollecitare la percezione del problema che le parti interessate possono esprimere raccogliendo quante più informazioni possibili sullo scenario problematico di riferimento, finalizzando a tale indagine potenziali soluzioni utili in termini di prodotto/servizio da realizzare come risposta appropriata al problema rappresentato dall'azienda/ente/organizzazione/individuo.

Pertanto, in questa fase, gli allievi sono guidati verso la comprensione del problema e del suo contesto, principalmente attraverso metodologie quali, ad esempio, il Logical Framework Analysis (LFA) [22] e la Casa della Qualità o “Quality Function Deployment” (QFD) [26].

LFA è un processo analitico che raccoglie una serie di strumenti utilizzati per sostenere azioni di analisi, pianificazione e gestione del progetto nella prospettiva del “critical thinking”. Permette agli allievi di orientare immediatamente il profilo dei quesiti pertinenti, in grado di impostare lo schema logico della soluzione, individuando anche obiettivi e strumenti utili al suo raggiungimento. LFA è stato adottato per la sua capacità di raccogliere punti di vista diversi, integrando varie metodologie che permettono di investigare, anche in chiave strategica, lo stato dell’arte (“as is”) con il fine di identificare chiaramente i fattori chiave di successo, selezionando gli stakeholder, il “target group” e i beneficiari finali. In particolare, l’analisi degli stakeholder risulta essere utile anche per identificare funzionalità rilevanti da inserire nel prototipo di prodotto/servizio /applicazione/dispositivo. L’indagine di dominio utilizza anche altre metodologie e altri strumenti, come ad esempio PEST (per l’analisi Politica, Economico, Sociale e Tecnologica), il modello delle cinque forze di Porter, la ben nota S.W.O.T. (Forze, Debolezze, Opportunità e Minacce) analisi, oltre al già citato Lean Model Canvas e alla “Value Chain Analysis”.

Gli allievi sono incoraggiati a ricercare, ispezionare ed elaborare materiale di varia natura, dalla letteratura specializzata, ai video, ai documenti scientifici e di posizionamento territoriale, per imparare e sviluppare la percezione del contesto e la propensione alla valutazione critica dell’esistente. In questa fase, la narrazione, i metodi di gestione del processo, quali ad esempio Scrum, possono essere assunti quali metodologie di riferimento per aiutare a focalizzare l’attenzione sui requisiti emergenti, utili ad affrontare il problema. Sempre in questo quadro lo Story-Telling, che i team di solito adottano anche entro il perimetro definito in Scrum, svolge un ruolo determinante per identificare chi è l’utente finale, ciò che desidera e perché. Spesso la storia raccontata dalla parte interessata segue uno schema semplice così strutturato: “Come [ruolo dell’utente finale], desidero [la richiesta] in modo che [il fondamento logico]”.

La selezione della strategia nell’ambito del quadro logico (LFA) consente al team di identificare quali sono gli obiettivi realizzabili all’interno del progetto, considerata l’analisi sviluppata fino a quel punto, ottenuta attraverso il processo investigativo condotto utilizzando l’albero del problema e quello corrispondente della soluzione [22]. Infatti, mentre il primo albero consente l’identificazione dell’unica componente focale del problema (rappresentata dal tronco), in relazione con le sue cause (sotto-problemi, costituenti le radici dell’albero) e con gli effetti che genera (sotto-problemi costitutivi della parte superiore, o foglie, dell’albero), il secondo albero, denominato “della soluzione”, strutturalmente correlato al precedente, mostra le possibili soluzioni con i loro obiettivi specifici (foglie dell’albero delle soluzioni). Il “proposito” o scopo principale costituisce il tronco dell’albero, e i “risultati” conseguiti sono i mezzi utili al raggiungimento di quel proposito, risultati che, nella notazione, si identificano nelle radici dell’albero. Gli strumenti descritti consentono al team di identificare le funzionalità da realizzare in termini di radici componenti dell’albero della soluzione.

L’approccio basato sul quadro logico (LFA) termina con la creazione della cosiddetta Logical Framework Matrix (LFM), ove una serie di indicatori, che permettono di misurare gli obiettivi concepiti, sono riferiti anche a specifiche fonti, al fine di fornire le evidenze, unitamente a potenziali rischi associati a tali obiettivi e al progetto stesso, utili a tracciare l’avanzamento delle attività e l’efficacia del percorso realizzativo.

Le specifiche del prodotto/sistema unitamente ai piani di sviluppo della produzione, con indicazione dei livelli di qualità offerta, a confronto con i livelli della qualità percepita, sono elaborati a partire dalle esigenze del cliente attraverso l'uso della Casa della Qualità (House of Quality - HoQ). Si tratta di un vero e proprio strumento utile per lo sviluppo di un'adeguata analisi di mercato finalizzata all'individuazione delle proprietà che rendono competitiva la realizzazione, ancorché prototipale. La Casa della Qualità (HoQ) offre uno schema strutturato per esprimere la "voce del cliente", a partire dal risultato di processo ottenuto nei passi precedenti con l'applicazione di LFA. I requisiti indicati dal cliente sono catturati mediante ricerche di mercato utilizzando questionari, sondaggi, discussioni dirette, focus group, osservazioni, rapporti dal campo, informazioni provenienti da certificazioni di garanzia ecc. Il QFD aiuta a identificare e focalizzare l'attenzione sul livello delle funzionalità del sistema con l'obiettivo finale implicito di competere nel mercato.

La transizione alla fase 2 introduce nell'area dello sviluppo delle specifiche formali appartenenti all'ampio dominio del "Problem Solving", ove prevalgono aspetti algoritmici, traendo vantaggio dalla precedente analisi orientata alla comprensione del problema. Per la finalità connessa alla pianificazione dello sviluppo, gli allievi familiarizzano con IDEF0 (DEFInizione integrata di fabbricazione assistita dal computer per la modellazione delle funzioni) al fine di identificare i macro-processi, ai quali, attraverso l'uso della notazione UML, sarà possibile assegnare specifiche funzioni o servizi (Use Case), in coerenza con l'analisi effettuata in HoQ, orientata a suggerire il "to be" a confronto con l'eventuale benchmark assunto come stato dell'arte ("as is").

IDEF0, assecondando l'esperienza acquisita in precedenza, diventa lo strumento per porre in relazione i risultati del QFD [26] (HoQ) in termini di requisiti tecnici, li infatti prendono corpo i processi funzionali costitutivi dell'applicazione, processi ai quali saranno fatti corrispondere i casi d'uso modellati rispetto alle funzioni/servizi resi disponibili agli attori che interagiscono con il sistema. Una volta ottenute le caratteristiche tecniche funzionali corrispondenti ai processi applicativi da realizzare, lo schema complessivo, nella proiezione gerarchica dei livelli di dettaglio, viene realizzato con una serie appropriata di diagrammi IDEF0 [18]. Questi ultimi riportano anche le interazioni tra i macro-processi, le risorse che sostengono l'evoluzione di ciascuno di essi, esplicitando anche i principali vincoli da considerare, ai quali ogni processo deve sottostare.

IDEF0 permette di specificare anche i flussi di materiali, documenti e persone, oltre a quelli concernenti le informazioni.

Come anticipato, il passo successivo prevede l'assegnazione di funzioni/servizi a ciascuno dei processi individuati in IDEF0, le cui specifiche si sviluppano tramite diagrammi Use Case che evidenziano anche mutue relazioni tra i servizi. Inoltre, ulteriori dettagli possono essere espressi utilizzando i diagrammi delle attività per disegnare e rappresentare formalmente storie o scenari solitamente descritti in linguaggio naturale. A questi si aggiungono, nella suite UML [25], i diagrammi delle classi, statiche rappresentazioni della struttura delle informazioni, che sono realizzati a partire dalla descrizione di funzioni/servizi. Per la parte dinamica si prosegue utilizzando i diagrammi di sequenza elaborati per tenere traccia delle dinamiche evolutive del sistema, messe in atto dalle interazioni degli oggetti, appartenenti alle classi individuate, sostenute da meccanismi di scambio di messaggi, questi ultimi diretta manifestazione degli eventi che scatenano tali interazioni.



La Fig. 3. riporta uno schema descrittivo delle metodologie e degli strumenti di apprendimento collocati nei diversi stadi della pianificazione del corso, richiamando, soprattutto in corrispondenza della fase tre, anche i sistemi operativi, oltre alle funzionalità di rete, ai file system, alle basi di dati e ai frame-work integrativi [21], facendo inoltre riferimento ai linguaggi specifici (C, C ++, Python [20][23], Scratch [24]) più utilizzati nei vari ordini e grado di formazione, oltre che ai contesti applicativi più diffusi.

## 4 Conclusioni

Questo lavoro affronta e richiama molteplici esperienze di apprendimento attivo consolidate in un quadro educativo tracciato sia per uno specifico contesto di alta formazione accademica sia per la scuola secondaria superiore di I e II grado. L'organizzazione dei corsi è fondata su una visione costruttivista del processo di apprendimento. Gli allievi adottano un approccio che evolve dal generale al particolare per portare a termine un lavoro di progetto al fine di sviluppare un insieme di competenze compatibili con i requisiti espressi da diverse categorie di imprese che operano sia nella manifattura sia nello sviluppo di sistemi software. Di fatto il ruolo chiave nella gestione del percorso di apprendimenti viene assegnato a un comitato guida che rappresenta congiuntamente il mondo accademico e quello aziendale. Esso ha il compito di seguire gli allievi, organizzati in team, a partire dalla proposta di progetto strumentale al problema espresso dall'impresa, fino alla fase di valutazione finale della eventuale soluzione elaborata.

La disponibilità di un Living Lab permanente consente di migliorare le capacità degli allievi nello sviluppo di progetti da sviluppare entro un quadro combinato di metodologie/pedagogia tradizionali e autoapprendimento, stimolandone anche lo spirito competitivo.

I casi di studio forniscono approfondimenti sulle competenze che il corso intende promuovere, attraverso accessi permanenti ai materiali e ai tutor coinvolti nella gestione delle attività dei corsi. Questo "position paper" è un primo passo utile per suggerire futuri aggiornamenti del corso. Prevedendo in particolare, tecniche per la misura dell'efficacia del processo di apprendimento, individuando gli elementi qualificanti già consolidati in un arco esperienziale esteso per oltre 5 anni di attività.

## Riferimenti bibliografici

1. Cisco and/or its affiliates., An special report sponsored by Cisco, Supporting a Digital Transformation in Schools, [https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/solutions/industries/docs/education/e-rate-white-paper.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/education/e-rate-white-paper.pdf). (2017)
2. Gokhale, A. A.: Collaborative learning enhances critical thinking, J. Technol. Educ., vol. 7, no. 1, pp. 22–30 (1995).
3. Yadav, A., Subedi, D., Lundeberg, M. A., Bunting, C. F.: Problem based learning: Influence on student's learning in an electrical engineering course, J. Eng. Educ., vol. 100, no. 2, pp. 253–280, Apr. (2011).

4. Springer, L., Stanne, M. E., Donovan, S. S.: Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering and technology: a meta-analysis, *Rev. Educ. Res.*, vol. 69, pp. 21–51 (1999).
5. Buck, J. R., Wage, K. E.: Active and cooperative learning in signal processing courses, *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 22, no. 2, pp. 76–81, Mar. 2005.
6. Prince, M.: Does active learning work? A review of the research, *J. Eng. Educ.*, vol. 93, no. 3, pp. 223–231 (2004).
7. Prince, M. J., Felder, R. M.: Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons, and research bases, *J. Eng. Educ.*, vol. 95, no. 2, pp. 123–138 (2006).
8. Linn, M.C., Davis, E.A., Bell, P.: *Internet Environments for Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates (2004).
9. Bonwell, C. C., Sutherland, T. E.: The active learning continuum: Choosing activities to engage students in the classroom, *New Directions Teaching Learning*, vol. 1996, no. 67, pp. 3–16, Fall (1996).
10. Nardelli, E.: *Communications of the ACM*, February 2019, Vol. 62 No. 2, Pages 32-35 10.1145/3231587
11. *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Steve Olson and Susan Loucks-Horsley, editors. Committee on the Development of an Addendum to the National Science Education Standards on Scientific Inquiry, National Research Council (2000).
12. Kusiak, A., Tang, C.Y.: Innovation in a requirement life-cycle framework, *Proceedings of the 5th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems, IMS'2006*, Sakarya University, Sakarya, Turkey, 61-67 (2006).
13. Papert, S.: An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, vol.1:1, pp. 95-123 (1996).
14. Wing, J.M.: Computational Thinking-What and Why? *Link Magazine*, 2010 online: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebookcomputational-thinking-what-and-why> (last visit: January 14th, 2015).
15. MathWorks - MATLAB and Simulink. [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com), last visit: January 14th, 2015.
16. MapleSoft MapleSim. [www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com), last visit: April 18th, 2019.
17. NI LabVIEW. [www.ni.com](http://www.ni.com), last visit: April 17th, 2019.
18. DEF0. [www.idef.com](http://www.idef.com), last visit: April 17th, 2019.
19. BPMN Specification. [www.bpmn.org](http://www.bpmn.org) last visit: April 18th, 2019.
20. PyCharm Python IDE. <https://www.jetbrains.com/pycharm/>, last visit: January 18th, 2019.
21. Flask microframework. <http://flask.pocoo.org/>, last visit: April 17th, 2019.
22. European commission. *Project cycle management guidelines*. 2004.
23. Codecademy: Learn to code, [www.codecademy.com](http://www.codecademy.com), last visit: April 17th, 2019.
24. Gruenbaum, P.: Undergraduates Teach Game Programming Using Scratch, in *Computer*, vol. 47, no. 2, pp. 82-84, Feb. (2014). doi: 10.1109/MC.2014.49
25. Spinellis, D.: UML Everywhere, in *IEEE Software*, vol. 27, no. 5, pp. 90-91, Sept.-Oct. (2010). doi: 10.1109/MS.2010.131
26. Franceschini, F.: *Advanced Quality Function Deployment*, CRC Press, December 13, pp. 208, ISBN 9781574443219, (2001)
27. Demartini, C., Benussi, L.: Do Web 4.0 and Industry 4.0 Imply Education X.0?, in *IT Professional*, vol. 19, no. 3, pp. 4-7 (2017). doi: 10.1109/MITP.2017.47.
28. Riconnessioni, Compagnia di San Paolo, project run by Fondazione per la Scuola, [www.riconnessioni.it/en/](http://www.riconnessioni.it/en/), Accessed on 25 April 2019.



# Servizi Intelligenti per il Tracciamento e l'Elaborazione di Dati Multi-Biometrici in Piattaforme di Apprendimento Digitale

Gianni Fenu e Mirko Marras

Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Matematica e Informatica,  
Via Ospedale 72, 09124 Cagliari, ITALIA  
{mirko.marras,fenu}@unica.it

**Abstract.** Con la crescente pervasività delle esperienze di apprendimento digitali, cresce anche la necessità di ottimizzare usabilità ed efficacia degli strumenti impiegati, garantendo contemporaneamente un adeguato livello di sicurezza e di integrità delle attività svolte. Tracciare e trattare dati biometrici, come il volto e la voce, sta acquisendo un ruolo cruciale a tal scopo. Per esempio, questa tipologia di dati può essere analizzata per comprendere meglio le risposte cognitive ed emotive dei discenti e migliorare l'esperienza di apprendimento, ma può offrire anche una valida prova per la certificazione dell'identità del discente durante attività svolte elettronicamente. Di conseguenza, è sempre più marcata la necessità di strumenti e tecnologie in grado di catturare e manipolare questi preziosi dati. In questo articolo, proponiamo un sistema software multi-dispositivo in grado di (i) supportare il tracciamento di svariati tratti biometrici, sia fisici che comportamentali, all'interno di piattaforme di apprendimento digitale e (ii) promuovere una facile integrazione di servizi intelligenti capaci di capitalizzare tali dati per finalità specifiche. In questa direzione, mostreremo un caso di studio in cui il sistema è istanziato per fornire un servizio di autenticazione biometrica continua durante l'erogazione di contenuti didattici in una piattaforma digitale. Un modulo di tracciamento, integrato nella piattaforma, colleziona i dati biometrici desiderati, un modulo di elaborazione biometrica estrae caratteristiche significative dai dati tracciati e, infine, un modulo di predizione controlla in maniera continua l'identità del discente sulla base delle caratteristiche estratte e decide se il discente può continuare o meno ad interagire con la piattaforma. Con il contributo proposto, ci auspichiamo di supportare una sempre più crescente adozione di tecnologie biometriche nel settore istruzione e, in parallelo, di favorire l'integrazione di servizi che ne sfruttino le potenzialità.

**Keywords:** Biometria, Sistema Multi-Biometrico, Piattaforma E-Learning.

## 1 Introduzione

Le tecnologie per l'*analisi biometrica* sono in rapida diffusione nel settore dell'istruzione, come dimostrato da recenti studi di mercato [1]. I dati biometrici sono ottenuti mediante il tracciamento di tratti biologici fisici (es. volto, impronta, iride) o comportamentali (es. battitura, voce) degli utenti interagenti nel sistema [2]. I benefici dell'uso

della biometria nell'istruzione sono molteplici. Per esempio, recenti sviluppi hanno portato alla sua applicazione per il monitoraggio delle presenze alle lezioni e per rendere più sicuri gli accessi ai campus universitari [3,4]. Negli ambienti di apprendimento digitale, il monitoraggio biometrico aiuta a garantire l'integrità accademica, verificando l'identità degli studenti ed impedendo loro di imbrogliare durante le attività svolte online [5]. Inoltre, l'analisi biometrica supporta la valutazione dell'esperienza di apprendimento, permettendo di capire meglio le risposte cognitive ed emotive degli studenti interagenti con l'ambiente di apprendimento digitale [6]. Tuttavia, sebbene le tecnologie biometriche siano sempre più frequentemente adottate nell'ecosistema apprendimento, capire come potranno essere sfruttate in modo efficace, efficiente, sicuro e responsabile rappresenta ancora oggi una sfida.

Nell'ambito dell'apprendimento all'interno di piattaforme didattiche digitali, il tracciamento e l'elaborazione di dati biometrici dovrebbero essere *continui e trasparenti*. Questo permetterebbe di garantire la disponibilità costante di un flusso dati rappresentativo della totalità dell'esperienza digitale dello studente, senza disturbare le normali attività all'interno della piattaforma. Per esempio, in un sistema di autenticazione degli studenti, la continuità operativa aiuterebbe a ridurre il rischio di impersonazione dello studente durante l'esame, mentre la trasparenza del tracciamento permetterebbe di non appesantire l'esperienza degli utenti che operano onestamente con attività aggiuntive non strettamente riguardanti le finalità didattiche [7]. Similarmente, il tracciamento continuo e trasparente di dati biometrici può supportare una più ampia valutazione dell'esperienza di apprendimento, non più limitata ai soli riscontri espliciti forniti dagli studenti (es. questionari di valutazione finale), ma capace di tener conto e comprendere lo stato cognitivo ed emotivo degli studenti mentre interagiscono nella piattaforma, interferendo in maniera trascurabile con i naturali comportamenti degli stessi [8].

Il potenziale delle tecnologie biometriche nel settore dell'istruzione appare elevato, ma sono ancora pochi i sistemi capaci di capitalizzarne il valore nelle piattaforme di apprendimento. Le sfide *tecniche e sperimentali* sono di varia natura e comprendono, spesso, la necessità per ogni istituzione di apprendimento di sviluppare da zero i propri servizi basati su analisi biometrica, quando questi non siano già disponibili sul mercato e agevolmente integrabili. Inoltre, in ambito scientifico, gli studiosi e i ricercatori, interessati ad analizzare particolari aspetti a partire da dati biometrici tracciati durante l'esperienza di apprendimento, si trovano spesso a dover creare da zero un modulo software capace di tracciare i dati biometrici desiderati nella piattaforma di apprendimento (es. i dati sulla battitura sulla tastiera). Oltre ad un incremento in termini di tempistiche e costi, questo processo richiede capacità tecniche che esulano dalla mera capacità di analizzare i dati, con una conseguente limitazione del progresso settoriale.

In risposta a questa emergente necessità, nell'ambito del progetto "*iLearnTV Anywhere Anytime*" [9] finanziato dal MIUR, proponiamo un sistema software in grado di supportare il tracciamento di tratti biometrici, fisici (es. volto, voce) e comportamentali (es. battitura, tocco, movimento mano), all'interno di piattaforme di apprendimento digitale, promuovendo al contempo una facile integrazione di servizi di *intelligenza artificiale* capaci di capitalizzare questi dati per finalità specifiche. Per mostrare i benefici del contributo, discuteremo un caso di studio in cui il sistema è istanziato per fornire

un servizio di autenticazione biometrica durante la fruizione di contenuti all'interno del Learning Content Management System (LCMS) sviluppato nell'ambito del progetto “*iLearnTV Anywhere Anytime*”. Il modulo di tracciamento integrato nella piattaforma colleziona i dati biometrici desiderati, il modulo di elaborazione biometrica estrae caratteristiche significative dai dati tracciati e, infine, il modulo di predizione controlla continuamente l'identità del discente sulla base delle caratteristiche estratte e decide, poi, se il discente può continuare ad interagire con la piattaforma. Con il nostro contributo, vorremmo offrire agli odierni ecosistemi di apprendimento un sistema biometrico facilmente *espandibile ed integrabile* in pochi passi con qualsiasi piattaforma d'apprendimento (es. Moodle). In parallelo, vorremmo promuovere nella comunità l'adozione di tecnologie biometriche capaci di generare impatto positivo sul *benessere comune* degli attori interagenti a vari livelli (es. studenti, docenti, istituzioni ed imprese).

Il resto dell'articolo è organizzato come segue. La *Sezione 2* mostra le attuali applicazioni delle tecnologie biometriche nelle piattaforme di apprendimento e, tra queste, approfondisce i sistemi di autenticazione di studenti, oggetto del caso di studio. Di seguito, la *Sezione 3* descrive lo schema architetturale del sistema software proposto, includendo una disamina dei dati biometrici collezionabili, dei suoi componenti e di come questi comunicano. La *Sezione 4* mostra un caso di studio in cui il sistema proposto è istanziato per implementare un servizio di autenticazione continua di studenti e ne discute qualitativamente la sua valutazione sperimentale multi-browser multi-dispositivo. Infine, la *Sezione 5* presenta le conclusioni e le conseguenti linee di ricerca future.

## 2 Stato dell'Arte

Il tracciamento e l'elaborazione di dati biometrici sono pratiche recentemente introdotte nell'ambito delle piattaforme e-learning. Prima, forniremo una disamina di alcune delle applicazioni più significative. Di seguito, concentreremo l'attenzione su come tali pratiche sono state impiegate allo scopo di assicurare l'integrità accademica.

### 2.1 Tecnologie Biometriche nelle Piattaforme d'Apprendimento

Oltre ai log di tracciamento tradizionalmente impiegati [10], le piattaforme di apprendimento possono sfruttare un'ampia varietà di dati dai quali è possibile estrarre informazioni sul comportamento degli studenti durante la fruizione di materiale didattico: i dati biometrici. Sono svariati i modi in cui essi sono stati usati in questo settore [11].

Un esempio rivolto alle attività in presenza riguarda l'impiego di dati e tecnologie biometriche per semplificare ed incrementare l'efficienza di processi amministrativi che, in genere, richiedono una quantità di tempo rilevante (es. controllo della frequenza scolastica svolto tramite lettori di impronte digitali o telecamere poste in aula [12]).

Negli ambienti di apprendimento a distanza, non solo queste tecnologie possono supportare il monitoraggio della partecipazione degli studenti alle attività, ma possono anche aiutare a capire e predire il livello di coinvolgimento degli stessi durante la fruizione di una risorsa [13]. I docenti possono utilizzare poi tali informazioni al fine di definire pratiche volte a migliorare l'esperienza d'apprendimento. La piattaforma stessa

può impiegare tali dati per adattarsi in maniera automatica alle caratteristiche dell'utente.

Ancora, l'analisi dei dati biometrici può essere volta alla misurazione del coinvolgimento degli studenti e alla rilevazione di difficoltà cognitive [8]. Osservare il loro comportamento, il contatto visivo e il linguaggio del corpo, può essere utile per capire come uno studente stia interagendo con il materiale, rilevare se perde interesse o ha bisogno di attività di tutoring specifiche. Tutto questo deve, al contempo, tener conto di aspetti etici e di privacy, a seconda anche della fascia di età degli studenti coinvolti.

Le tecnologie biometriche possono contribuire a garantire l'integrità delle attività svolte online, verificando l'identità degli utenti e/o impedendo loro di accedere a risorse non autorizzate [7]. Infatti, l'assenza di un docente o di un supervisore durante le attività online può dare luogo a comportamenti non etici e, quando l'integrità dei mezzi di valutazione è minacciata, si mette a rischio il raggiungimento degli obiettivi educativi. In particolare, negli ambienti di apprendimento a distanza, questo può consentire ad utenti malintenzionati di violare specifici regolamenti durante lo svolgimento di esami [14].

Quelle sopra menzionate sono solo alcune delle possibili applicazioni delle tecnologie biometriche nel settore istruzione e formazione. Considerato l'enorme potenziale, sta emergendo la necessità di strumenti e tecnologie in grado di facilitare la cattura e la manipolazione di dati biometrici. Nel resto dell'articolo ci focalizzeremo, come caso di studio, su un servizio di autenticazione biometrica erogato durante la fruizione di contenuti didattici e mostreremo come il sistema proposto possa supportare la collezione dei dati biometrici necessari e favorire l'integrazione del servizio in una piattaforma.

## 2.2 Supervisione Biometrica degli Studenti nelle Piattaforme d'Apprendimento

Le piattaforme di apprendimento iniziano sempre più frequentemente a dotarsi di misure di supervisione per scongiurare i possibili tentativi di violazione dei regolamenti. Tenendo presente questo, illustriamo brevemente alcuni dei servizi più rappresentativi.

*ProctorU* ([www.proctoru.com](http://www.proctoru.com)) è un sistema di supervisione studenti basato sul diretto controllo dell'esaminato da parte di un supervisore nel corso di un esame. L'esaminato deve registrarsi nel Learning Management System (LMS). Il supervisore umano verifica l'ID studente, il suo volto e l'ambiente in cui si trova. Il sistema esegue alcuni controlli sulla velocità di internet e su qualsiasi dispositivo addizionale, come la fotocamera e il microfono. Una volta avviato l'esame, l'utente sarà costantemente monitorato dal supervisore. Rispetto ad altri sistemi, ProctorU è legato al bisogno di un supervisore umano, comportando poca flessibilità e scalabilità.

*Pearson VUE* (Pearson Virtual University Enterprises) ([home.pearsonvue.com](http://home.pearsonvue.com)) richiede l'autenticazione tramite un ID e un'immagine del volto. Dopo un test di sistema, usato come registrazione, l'utente può iniziare l'esame mentre un supervisore umano lo monitora durante tutta la sessione. L'utente può comunicare con il supervisore per eventuali problemi di tipo tecnico. Anche Pearson VUE non applica un monitoraggio automatizzato, ma è ritenuto esempio rappresentativo sulla base della sua ampia adozione. Questo dimostra quanto ancora la supervisione svolta in maniera completa da un umano sia preferita a quella svolta in maniera automatica o semi-automatica da un software.

Uno tra i più significativi sistemi di supervisione automatizzati è Proctorio (proctorio.com). È un software di servizio remoto che funziona all'interno del browser web. Si occupa di monitorare i comportamenti sospetti dei partecipanti e permette di decidere in maniera dettagliata come eseguire tali attività (es. se l'utente deve essere monitorato solo tramite fotocamera o anche tramite microfono; se la schermata utente deve essere registrata; se il traffico web deve essere controllato; se l'utente deve mostrare la stanza in cui sta sostenendo il test). L'esaminato può essere segnalato come sospetto a seconda del suo comportamento, ma sarà il docente a stabilire se l'esame sia valido o meno.

*ProctorFree* (proctorfree.com) è una soluzione software per la supervisione esami non richiedente l'intervento umano. Esso autentica lo studente usando il riconoscimento del viso e verifica continuamente la sua identità tramite il volto durante il corso dell'esame. Inoltre, durante l'esame, ProctorFree monitora una varietà di eventi, comportamenti e schemi tipicamente sospetti. Una volta completato l'esame, un dettagliato report della sessione viene inviato via e-mail all'amministratore dell'esame, spesso il docente, evidenziando minuti e secondi in cui si sono verificati dei comportamenti sospetti.

TeSLA (Trust-Based Authentication & Authorship E-Assessment Analysis tesla-project.eu) è un sistema, sviluppato nell'ambito di un progetto europeo, che consente di controllare un utente in maniera automatizzata durante lo svolgimento di un esame, utilizzando diverse biometrie. Il cuore del monitoraggio è rappresentato dal controllo dell'identità utente a partire dalla battitura dei tasti, del volto e della voce. La battitura dei tasti viene valutata allo stesso livello del riconoscimento del volto e della voce. Un software anti-plagio verifica l'autenticità dei contenuti prodotti dallo studente in sede di esame.

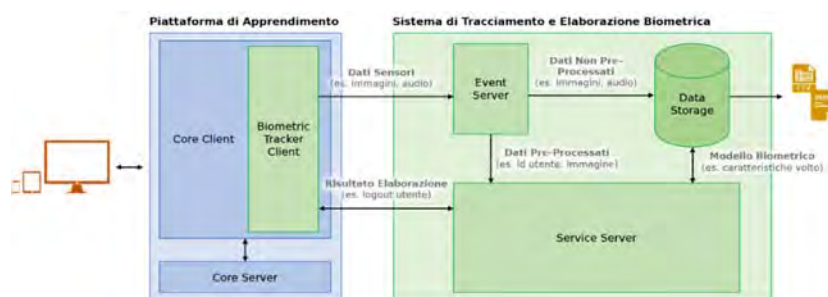
Per essere applicabili, i sistemi afferenti a questo settore dovrebbero lavorare in maniera continua, affinché l'utente non possa essere impersonato, e trasparente, così da non interferire sulle normali attività. Quelli che utilizzano biometrie fisiche catturano solitamente i tratti facciali. In altri casi, vengono combinate più biometrie, ma sono spesso richieste azioni intrusive o dispositivi aggiuntivi. Quelli che utilizzano biometrie comportamentali agiscono trasparentemente, ma non sono sufficientemente affidabili da soli. Tendono poi a supportare una data modalità di interazione, come la battitura, ma ne esistono altre, tra cui quella di selezione e quella di navigazione. In aggiunta, il dispositivo impiegato delinea le soluzioni adottabili in una formazione sempre più orientata ai dispositivi mobili e la rilevazione di biometrie in tale ambito è poco esplorata.

Essere in grado di modellare questa complessità in maniera flessibile può garantire maggiore tracciabilità, integrità e controllo del percorso formativo online.

### **3 Sistema di Tracciamento e Elaborazione Biometrica**

È delineato di seguito il sistema biometrico proposto al fine di raccogliere ed elaborare dati biometrici in piattaforme di apprendimento. Il sistema software permette di raccogliere i dati a fini di analisi biometrica mediante i sensori del dispositivo con cui si interagisce. Nell' specifico, sono supportati dati provenienti da giroscopi, accelerometri,

magnetometri, schermo touch, tastiera fisica e virtuale, mouse, batteria, sensori di rete, fotocamera, e microfono. La letteratura riconosce come i dati provenienti da tali sensori possano essere sfruttati, direttamente o indirettamente, per fornire specifici servizi [7]. L'architettura, mostrata in forma semplificata nella Figura 1, è integrabile con qualsiasi piattaforma di apprendimento (es. Moodle) in pochi passaggi. È divisa nei seguenti moduli, i quali comunicano l'uno con l'altro e con la piattaforma in cui sono integrati.



**Fig. 1.** Schema dell'architettura sottostante al sistema di tracciamento e elaborazione biometrica.

**Modulo di Tracciamento (Biometric Tracker Client).** È rappresentato da un modulo software, sviluppato in JavaScript, capace di raccogliere i dati (es. immagini, video, voce, movimento del puntatore, orientamento e movimento del dispositivo, così come dati aggiuntivi tra cui la durata residua della batteria e la qualità della connessione) provenienti dai sensori sopra menzionati. Il modulo, agevolmente configurabile nella frequenza e varietà dei dati tracciati per lo specifico scopo, è integrabile in qualsiasi pagina web mediante l'importazione del relativo codice. Prima di iniziare il tracciamento, l'utente viene informato dello stesso e, grazie ad una apposita interfaccia generata automaticamente dal modulo software, può acconsentire o meno al tracciamento dati. Durante il tracciamento, l'utente è informato su quali dati sono raccolti mediante una barra di stato inserita in automatico dal modulo JavaScript in alto nella schermata. La raccolta dati è principalmente di tipo *event-driven*: dei moduli appositi monitorano gli eventi generati dai sensori e vengono attivati quando i sensori rilevano un cambiamento di stato (es. rotazione del dispositivo o cambio orientamento dello schermo, clic di un tasto del mouse, pressione di un tasto). Diversamente, l'acquisizione di audio e video è *action-based*: la frequenza di tracciamento di tali dati viene definita in fase di configurazione, specificando un intervallo temporale di tracciamento. Il modulo può inviare i dati all'*Event Server* secondo uno dei seguenti protocolli: *online* (invio dati ad intervalli di tempi prestabiliti) o *offline* (i dati vengono archiviati in un'apposita memoria all'interno del browser ed inviati al termine della sessione).

**Modulo di Gestione Eventi (Event Server).** Il modulo svolge i seguenti compiti: ricevere dati dal *Biometric Tracker Client*, archiviare tali dati grezzi in un apposito database qualora tale funzionalità sia configurata e necessaria (es. nel caso di creazione di dataset) e/o inviare i dati pre-processati e formattati ai *Service Server* – moduli software con compiti di elaborazione specifici - che ne fanno richiesta. L'*Event Server* tiene, in

un apposito registro, le informazioni descrittive di tutti i *Service Server* iscritti, quali dati desiderano ricevere e con quale frequenza. All'inizio del tracciamento, l'*Event Server* riceve un identificativo alfanumerico, diverso da quelli usati per il login, associato all'utente che si sta tracciando. Durante il tracciamento, riceve i dati biometrici ad intervalli prestabiliti. Una volta formattati, i dati vengono inviati ai *Service Server* che ne hanno fatto richiesta. Il lettore noti che i *Service Server* sono in capo alla stessa istituzione o ente che si occupa della gestione della piattaforma di apprendimento. In caso di problematiche relative alla connessione di rete tra *Biometric Tracker Client* e *Event Server*, il primo provvederà a salvare i dati tracciati nel periodo critico in locale su una specifica memoria che risiede nel browser e, una volta ristabilita la sessione, tali dati verranno inviati all'*Event Server*.

**Modulo di Erogazione Servizi (Service Server).** Un *Service Server* è un modulo software che riceve dati biometrici e li elabora, anche mediante algoritmi di apprendimento automatico, al fine di creare, valutare ed implementare uno specifico servizio biometrico (es. autenticazione degli studenti, misurazione del livello di coinvolgimento degli studenti e così via). Il *Service Server* può elaborare e salvare informazioni in un apposito database per usi futuri, come nel caso di un modello biometrico utile per l'autenticazione. Può anche eseguire la logica necessaria affinché il servizio desiderato venga erogato, come nel caso del confronto tra il modello biometrico dell'utente e le caratteristiche estratte dai dati appena tracciati in un servizio di autenticazione. Il modulo ottiene i dati dell'*Event Manager* e scambia informazioni sul risultato dell'elaborazione con il *Biometric Tracker Client*. Le specifiche implementative di questo modulo dipendono dallo specifico servizio che si vuole offrire. Più *Service Server* possono essere combinati ed integrati in una stessa piattaforma di apprendimento.

#### 4 Esempio di Utilizzo: Autenticazione Biometrica Continua

Per mostrare le potenzialità del sistema, illustriamo un caso di studio in cui esso è istanziato per fornire un servizio di autenticazione facciale continua. Il servizio viene fornito durante l'erogazione di contenuti didattici all'interno del Learning Content Management System sviluppato nell'ambito del progetto "*iLearnTV Anywhere Anytime*". Il lettore noti che questo vuole essere un esempio di come il sistema possa essere usato per fornire un servizio biometrico in una piattaforma. Il *modulo di tracciamento* integrato nella piattaforma colleziona le immagini dalla fotocamera, il *modulo di gestione eventi* gestisce la comunicazione tra il modulo di tracciamento e l'istanza del servizio di autenticazione implementata, e uno specifico *modulo di erogazione servizi*, in questo caso autenticazione. Quest'ultimo estrae la regione dell'immagine in cui è presente il volto e calcola delle caratteristiche significative. L'identità del discente viene verificata comparando le caratteristiche estratte dai dati tracciati e quelle veicolate dal modello biometrico dell'utente. Sulla base della comparazione, viene deciso se l'utente può continuare ad interagire nell'area riservata della piattaforma associata all'utente legittimo.

Con attenzione al punto di vista dell'utente, nella pagina di accesso alla piattaforma, egli può scegliere di accedere alla stessa fornendo un'immagine del suo volto. Al primo



accesso viene richiesta la registrazione del proprio profilo biometrico. A tal fine, è prelevata una foto dell'utente che, insieme all'indirizzo e-mail associato all'account utente, viene inviata dal modulo di tracciamento al modulo di gestione eventi. L'e-mail permetterà di indicare al core della piattaforma quale utente debba essere autenticato a seguito del riconoscimento biometrico. In tutti gli accessi successivi, il modulo di tracciamento preleverà un'immagine dalla fotocamera, l'utente fornirà il suo indirizzo e-mail e, attraverso questo, il Service Server addetto procederà all'autenticazione. Dopo aver effettuato correttamente il login, l'utente viene reindirizzato all'area riservata della piattaforma e, se tale pagina integra il modulo di tracciamento, l'utente può vedere quali dati biometrici vengono tracciati e se sono tracciati correttamente (es. una luce verde significa che i dati biometrici sono tracciati, una luce gialla significa che i dati biometrici dovrebbero essere tracciati, ma il modulo non sta raccogliendo dati, una luce rossa significa che i dati biometrici non sono tracciati). Apposite interfacce vengono mostrate all'utente al fine di chiedere il consenso al tracciamento. Ad intervalli di tempo prestabiliti, il modulo di tracciamento cattura trasparentemente un'immagine dalla fotocamera e, lato server, viene effettuata la verifica. Se l'utente non viene autenticato per un numero prestabilito di tentativi consecutivi, viene reindirizzato alla pagina di login.

Sebbene il caso di studio riguardi la sperimentazione di soli dati biometrici facciali, la modularità e configurabilità dell'architettura rendono facile cambiare, aggiungere, rimuovere il tracciamento di un dato tratto biometrico e l'erogazione di un dato servizio. È stata analizzata in laboratorio l'operatività a regime sia lato server che lato client, variando il numero di dispositivi contemporaneamente attivi nel sistema. L'analisi dei tempi di risposta e del livello di utilizzo delle risorse computazionali ha permesso di validare con successo il caso di studio implementato, anche quando i dispositivi contemporaneamente attivi superavano il centinaio di unità. È stato altresì effettuato un test su diversi browser e dispositivi, sia fissi che mobili. Questo ha permesso di identificare e risolvere particolari problematiche di incompatibilità, portando alla copertura pressoché totale dei browser e dei dispositivi esistenti.

## 5 Conclusioni e Lavori Futuri

In questo articolo, è stato presentato un sistema software in grado di supportare il tracciamento e il trattamento di svariati tratti biometrici all'interno di servizi integrati nelle piattaforme di apprendimento digitale. In aggiunta, è stato mostrato un caso di studio in cui il sistema biometrico proposto è stato impiegato per fornire un servizio di autenticazione biometrica degli studenti. La soluzione delineata è stata integrata con successo nella piattaforma di apprendimento promossa dal progetto "*iLearnTV Anywhere Anytime*". Le scelte progettuali garantiscono una bassa dipendenza tra il sistema biometrico e la piattaforma di apprendimento, favorendo la possibile integrazione del primo anche in altri ambienti digitali (es. Moodle). I test condotti hanno mostrato una buona capacità di gestione del carico computazionale e una buona portabilità su dispositivi fissi e mobili, auspicando un'ampia adozione del sistema in contesti reali.

Sulla base di quanto finora studiato e sperimentato, sono svariate le linee di ricerca e sviluppo che verranno investigate nel prossimo futuro. Tra queste, troviamo:



- **Modalità di Estrazione Dati:** poiché il tracciamento dei dati biometrici è il primo passo nella filiera, un errore a questo punto influirebbe sull'intero processo; tenuto conto che i sensori usati per raccogliere i dati non sono perfetti, le modalità di pre-processamento dei dati raccolti richiedono particolare approfondimento.
- **Frequenza di Raccolta Dati:** per alcune biometrie, specialmente quelle comportamentali (es. battitura e movimento della mano), la frequenza di raccolta dei dati è elevata, quindi è necessario studiare protocolli di raccolta dati tali da garantire un uso efficiente del dispositivo client, dell'infrastruttura di rete e dei server.
- **Modalità di Scambio Dati:** se non adeguatamente codificati, i dati in transito tra il dispositivo client e i server di gestione potrebbero essere intercettati ed utilizzati da individui non autorizzati; pertanto, è necessario studiare opportune metodologie di codifica dei dati biometrici da impiegare durante la comunicazione client-server.
- **Variabilità dei Dati:** nel caso specifico dell'autenticazione degli studenti, le metodologie di riconoscimento biometrico adottate, soprattutto quelle basate su biometrie comportamentali, devono far fronte alla variabilità nei dati a seconda del contesto di tracciamento; pertanto, occorre studiare metodi robusti rispetto al contesto.
- **Capacità Operativa a Regime:** il tracciamento continuo di dati biometrici può generare un elevato carico computazionale sul dispositivo client o sui server di gestione; pertanto, al fine di poter essere impiegati in contesti applicativi reali, i metodi progettati devono saper gestire o limitare tale carico allo minimo indispensabile.
- **Facilità di Personalizzazione:** allo stato attuale, il sistema di tracciamento e trattamento di dati biometrici è rivolto al supporto degli sviluppatori di piattaforme di apprendimento; in futuro, si renderà necessario studiare interfacce utente che possano permettere anche ad utenti non esperti di poter personalizzare il sistema.
- **Validazione in Contesti Reali:** a seguito della prima fase sperimentale esposta nel presente articolo, si prevede di validare le soluzioni nelle organizzazioni del territorio, coinvolgendo attivamente tutti gli attori dell'ecosistema.

In una visione ancora più ampia, la ricerca relativa all'uso di dati biometrici nel settore dell'istruzione pone tante altre sfide richiedenti studi che supportino:

- **Nuovi Ambiti Applicativi:** è necessario riflettere sui termini e gli ambiti in cui la biometria può essere usata per migliorare l'apprendimento e i servizi a supporto in base ad osservazioni in contesti reali, oltre le puntuali applicazioni già esistenti.
- **Ricerca Multi-Disciplinare:** al fine di rispondere alle esigenze del mondo reale, è necessario includere nel processo di ricerca e sviluppo gruppi di lavoro interdisciplinari che condividano competenze teoriche, tecniche, pedagogiche e didattiche.
- **Procedure Consapevoli della Privacy:** è necessario identificare e gestire i rischi legati alla manipolazione di dati sensibili, come quelli biometrici, cercando di mediare tra aspetti meramente tecnici e implicazioni sociali derivanti.

Il sistema biometrico proposto rappresenta solo uno dei primi passi verso la promozione e diffusione dell'uso di biometrie per lo svolgimento di studi di settore e l'integrazione di servizi intelligenti che sfruttino le peculiarità di tali dati.

## Ringraziamenti

Il presente articolo è stato prodotto nel Corso di Dottorato in Matematica e Informatica dell'Università degli Studi di Cagliari con il finanziamento P.O.R. SARDEGNA F.S.E. 2014-2020: ASSE III "Istruzione e Formazione", Obiettivo Tematico 10, Priorità d'investimento 10ii), Obiettivo Specifico 10.5, Azione Accordo Partenariato 10.5.12.

Le attività sono parzialmente supportate dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) nell'ambito del progetto "iLearnTV Anywhere Anytime" (DD n.193705.06.2014, CUP F74G14000200008 F19G14000910008).

## Riferimenti bibliografici

1. Technavio. Global Biometrics Market in Education Sector 2017-2021 (2019). Acceduto in data 2019.04.04. <https://www.technavio.com/report/global-biometrics-in-education-sector>.
2. Dasgupta, D., Roy, A., Nag, A. (2017). Biometrics Authentication. In: Advances in User Authentication. Springer International Publishing.
3. Taylor, E. (2013). Surveillance Schools: A New Era in Education. In Surveillance Schools: Security, Discipline and Control in Contemporary Education, 15-39. Palgrave Pivot, London.
4. Lukas, S., Mitra, A. R., Desanti, R. I., Krisnadi, D. (2016). Student attendance system in classroom using face recognition technique. In 2016 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 1032-1035. IEEE.
5. Pleva, M., Bours, P., Hladek, D., & Juhar, J. (2016). Using current biometrics technologies for authentication in e-learning assessment. In :2016 International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), 269-274. IEEE.
6. Ghaleb, E., Popa, M., Hortal, E., Asteriadis, S., & Weiss, G. (2018). Towards Affect Recognition through Interactions with Learning Materials. In: 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), 372-379. IEEE.
7. Fenu, G., Marras, M., Boratto, L. (2018). A Multi-Biometric System for Continuous Student Authentication in E-Learning Platforms. Pattern Recognition Letters, 113, 83-92. Elsevier.
8. Khalfallah, J., Slama, J. B. H. (2015). Facial expression recognition for intelligent tutoring systems in remote laboratories platform. Procedia Computer Science, 73, 274-281.
9. Fenu, G., Marras, M., Barra, S., Giorgini, F., Zucchetti, D., Chesi, F. (2018). ILEARNTV: Un Ecosistema di Conoscenza Condivisa e Produzione Collaborativa per Innovare la Formazione. DIDAttica e inforMATICA-Informatica per la Didattica (DIDAMATICA), 49. AICA.
10. Fenu, G., Marras, M., Meles, M. (2017). A Learning Analytics Tool for Usability Assessment in Moodle Environments. Journal of e-Learning and Knowledge Society, 13(3). Italian E-Learning Association.
11. Gray, S. L. (2018). Biometrics in Schools. In: The Palgrave International Handbook of School Discipline, Surveillance, and Social Control, 405-424. Palgrave Macmillan, Cham.
12. Okokpujie, K. O., Noma-Osaghae, E., Okesola, O. J., John, S. N., Robert, O. (2017). Design and implementation of a student attendance system using iris biometric recognition. In: 2017 Int. Conf. on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), 563-567. IEEE.
13. Monkaresi, H., Bosch, N., Calvo, R. A., D'Mello, S. (2017). Automated detection of engagement using video-based estimation of facial expressions and heart rate. IEEE Tran. on Aff. Computing, 8(1), 15-28.
14. Chapman, D. W., Lindner, S. (2016). Degrees of integrity: the threat of corruption in higher education. Studies in Higher Education, 41(2), 247-268.

# Dalla Proposta di Indicazioni Nazionali per l'insegnamento dell'Informatica ai Percorsi formativi: Strumenti Operativi per la Scuola Primaria

Luca Forlizzi<sup>1</sup>, Giovanna Melideo<sup>2</sup>, Gianni Rosa<sup>3</sup>, Cintia Scafa Urbaez Vilchez<sup>4</sup>

Dipartimento di Ingegneria e Scienze dell'Informazione e Matematica, Università dell'Aquila,  
Via Vetoio loc. Coppito, 67100 L'Aquila, Italy

<sup>1</sup> luca.forlizzi@univaq.it

<sup>2</sup> giovanna.melideo@univaq.it

<sup>3</sup> gianni.rosa@istruzione.it

<sup>4</sup> cintia.scafaurbaezvilchez@student.univaq.it

**Abstract.** Questo lavoro prende in esame la possibilità operativa di usare le “Indicazioni Nazionali per l'insegnamento dell'Informatica nella Scuola” proposte dal CINI [12] come strumento effettivo per progettare percorsi didattici capaci di trasmettere ai propri alunni i principi fondamentali dell'informatica. Lo spunto è stato offerto da un'indagine condotta durante corsi di formazione svolti dagli autori nel corrente anno scolastico, sul livello di comprensione delle Indicazioni e sulle opinioni maturate in merito alla sua effettiva applicabilità nella scuola primaria, dove un'adeguata preparazione scientifica dei docenti non può essere garantita. Alcune criticità emerse hanno un evidente impatto su *come scegliere le attività* coerenti con ambiti/obiettivi formativi delle Indicazioni e *come pianificare lo svolgimento delle attività* in un ordine temporale coerente non solo con gli obiettivi formativi, ma anche con i vincoli di propedeuticità tra le attività.

In quest'ottica, il lavoro delinea alcune azioni prioritarie intraprese per agevolare questo complesso processo di “traduzione” delle Indicazioni in percorsi ben articolati per la scuola primaria. Tra queste, le azioni di ricerca e classificazione di attività didattiche presenti in piattaforme online, al fine di mapparle negli ambiti e negli obiettivi delineati da [12], appaiono fondamentali per chiarire le relazioni esistenti fra le singole attività e l'informatica. Inoltre, al fine di pianificare in modo appropriato lo svolgimento delle attività, assume particolare rilevanza l'azione di rappresentazione, mediante grafi, delle relazioni di precedenza con cui gli obiettivi formativi dovrebbero essere conseguiti e delle relazioni di propedeuticità tra attività associate a conoscenze le une preparatorie per le altre.

**Keywords:** Didattica dell'informatica, Formazione degli insegnanti, Progettazione e validazione di percorsi formativi.

## 1 Introduzione

La pervasività della (scienza) informatica e delle tecnologie dell'informazione influenza sempre più significativamente l'insegnamento, la ricerca scientifica, le professioni e molti ambiti della vita quotidiana, rendendo necessario l'inserimento del suo

insegnamento nei processi formativi. La conoscenza dei fondamenti dell'informatica assume un duplice ruolo nell'insegnamento: da una parte un ruolo culturale e formativo di disciplina scientifica di base (a fianco della matematica e delle scienze) che fornisce i concetti ed i linguaggi indispensabili per comprendere e per partecipare a pieno titolo alla società digitale; dall'altra un ruolo di strumento concettuale trasversale a tutte le discipline, che mette a disposizione un punto di vista addizionale, complementare a quello di altre discipline, per analizzare e affrontare situazioni e fenomeni. Pertanto, lo studio e la comprensione dei concetti, metodologie e competenze dell'informatica come disciplina autonoma contribuiscono a formare e ad arricchire il bagaglio culturale, tecnico e scientifico di ogni persona [2,3,4].

Diversi sono i Paesi che hanno integrato l'insegnamento della scienza informatica all'interno delle proprie politiche di educazione partendo dalla scuola primaria. Negli USA è attiva dal 2015 l'iniziativa "Computer Science for All", che inserisce l'informatica nell'istruzione scolastica alla pari delle altre discipline scientifiche e tecnologiche [5,6]. Nel Regno Unito già dal 2014-15 la disciplina "Computing" è obbligatoria in tutte le scuole, a partire dalle elementari [7,8].

In Italia la scuola ha recepito tale esigenza nei Traguardi delle "Indicazioni Nazionali per il Curricolo della scuola dell'Infanzia e del Primo ciclo dell'Istruzione (2012)" [9] sottolineando che (...) *"Quando possibile, gli alunni potranno essere introdotti ad alcuni linguaggi di programmazione particolarmente semplici e versatili che si prestano a sviluppare il gusto per l'ideazione e la realizzazione di progetti (siti web interattivi, esercizi, giochi, programmi di utilità) e per la comprensione del rapporto che c'è tra codice sorgente e risultato visibile."* Successivamente, nel 2015, il documento "La Buona Scuola" cita ancora "l'educazione al pensiero computazionale e al coding nella scuola italiana" tra gli obiettivi principali e la legge n. 107/15 (art. 1 comma 7 lettera h) [10], che recepisce il documento, mette tra gli obiettivi formativi prioritari lo *"sviluppo delle competenze digitali degli studenti, con particolare riguardo al pensiero computazionale, all'utilizzo critico e consapevole dei Social Network e dei media nonché alla produzione, ai legami col mondo del lavoro"*, e prevede il PNSD - Piano Nazionale Scuola Digitale (comma 56). Nel PNSD vengono indicate le competenze che devono raggiungere gli studenti nell'informatica e nell'uso critico della rete e si parla di coding come *"metodologia trasversale del cambiamento e di cultura digitale, intesa come uso critico delle tecnologie e della rete"* [11].

Sebbene programmare ("fare coding") sia un'attività fondamentale per imparare l'informatica, la formazione al coding e al pensiero computazionale rappresenta solo un primo passo verso una solida formazione scientifica sull'informatica che deve iniziare fin dai primi anni di scuola. È la strada seguita da diversi Paesi avanzati come USA e Regno Unito e sulla quale la comunità universitaria dell'informatica ha presentato al MIUR una *"Proposta di Indicazioni Nazionali per l'insegnamento dell'Informatica nella Scuola"* (a cura del Gruppo di Lavoro su "Informatica e Scuola" del CINI), frutto di una lunga fase di confronto tra la comunità scientifica informatica, pedagogisti e docenti impegnati nell'insegnamento dell'informatica nella scuola [12].

La Proposta di Indicazioni del CINI ha il merito di delineare in modo organico le piste culturali e didattiche da percorrere per finalizzare una necessaria formazione a largo spettro sui vari aspetti dell'informatica e costituisce un autorevole punto di riferimento per la progettazione didattica. Tuttavia, essa lascia aperto il problema di specificare quale attore istituzionale dovrebbe curarne la realizzazione, e pertanto, in assenza di tale indicazione, la realizzazione delle Indicazioni è concretamente affidata alla responsabilità delle scuole, chiamate a realizzare percorsi didattici sulla base delle Indicazioni, senza necessariamente avere la necessaria preparazione scientifica. Inoltre, dato che nel primo ciclo di istruzione non esiste un insegnamento specifico dell'informatica come disciplina, ogni scuola dovrà autonomamente progettare i percorsi didattici più adeguati alla propria realtà scolastica in modo flessibile rispetto al tempo dedicato dalla scuola ad altre attività.

La difficoltà della scuola nel potere adempiere pienamente a questo ruolo è chiaramente emersa durante lo svolgimento di due corsi di formazione su "Fondamenti di informatica per insegnanti della Scuola Primaria" svolti in Abruzzo da ottobre a marzo. Tali corsi hanno costituito l'occasione anche per presentare a 50 docenti di scuola primaria la Proposta di Indicazioni del CINI [12], indagarne il livello di comprensione e le opinioni maturate sulla possibilità operativa di usarle come strumento effettivo per la scuola per progettare percorsi didattici capaci di trasmettere ai propri alunni i principi fondamentali dell'informatica. Molteplici sono state le criticità rilevate, tra le quali di particolare rilievo, per le implicazioni che hanno nel processo di progettazione di percorsi didattici coerenti per la formazione informatica, sono:

- la difficoltà dei docenti di comprendere appieno le "parole-chiave" della disciplina informatica contenute nelle Indicazioni, redatte usando un linguaggio tecnico informatico, se non dopo un'adeguata formazione;
- la difficoltà di evidenziare nelle varie attività presentate i contenuti di conoscenza precisi da "trasferire" agli alunni e di conseguenza gli obiettivi specifici perseguibili delineati nelle Indicazioni; relativamente alle esperienze di formazione, lo svolgimento della verifica di apprendimento al termine dei corsi, consistente nella progettazione di un'attività didattica, è risultato ai più gravoso, il che suggerisce che sia oltremodo importante diffondere e valorizzare le varie attività già disponibili;
- la complessità di riuscire ad articolare e presentare le diverse attività in un percorso organico e strutturato per favorire il più possibile il processo di apprendimento.

Per tali ragioni, affinché le Indicazioni del CINI possano diventare uno strumento valido, è necessario proseguire il lavoro intrapreso ed attuare azioni che consentano alle scuole in breve tempo di acquisire le condizioni di base per potere agire e strutturare percorsi didattici per la scienza informatica, anche in assenza di una preparazione specifica sulla materia.

Partendo da queste premesse, è stato costituito un gruppo di lavoro finalizzato a intraprendere azioni di contrasto alle criticità precedentemente evidenziate, relativamente alla scuola primaria. Il gruppo è composto da ricercatori nell'ambito della didattica dell'informatica, alcuni dei quali svolgono esperienza diretta di insegnamento nelle

scuole, e un gruppo di insegnanti di scuola primaria selezionati nell'ambito dei succitati corsi di formazione sulla base dell'esperienza e dell'interesse specifico verso l'insegnamento della materia.

Questo lavoro delinea le tre azioni prioritarie individuate, che sono attualmente in fase di svolgimento:

- per agevolare le scuole nella piena comprensione delle Indicazioni, accompagnare il documento “tecnico” con linee guida più “divulgative” che aiutino il lettore nell'interpretazione della terminologia e dei concetti di base dell'informatica;
- ferma restando l'importanza di un'adeguata formazione dei docenti, fornire alle scuole chiare indicazioni relative a possibili esperienze di formazione utilizzabili per l'acquisizione degli obiettivi fissati nelle Indicazioni, differenziate in base all'età degli alunni ed agli eventuali collegamenti multidisciplinari;
- supportare le scuole nella strutturazione di percorsi, fornendo, anche attraverso diagrammi, chiare indicazioni sulle dipendenze tra gli obiettivi formativi e su quelle derivanti da eventuali vincoli di propedeuticità tra le attività.

L'obiettivo finale è arrivare a realizzare, attraverso queste azioni, strumenti integrativi a sostegno dell'adozione delle Indicazioni nel mondo della scuola.

Il lavoro è strutturato come segue: la Sezione 2 illustra la “*Proposta di Indicazioni Nazionali per l'insegnamento dell'Informatica nella Scuola*” e ne discute le criticità; le Sezioni 3 e 4 sono di conseguenza dedicate alla descrizione delle azioni specifiche intraprese al fine di superarle; infine la sezione 5 conclude l'articolo e delinea possibili sviluppi futuri.

## **2 La Proposta di Indicazioni Nazionali per l'Informatica del CINI**

L'idea di redigere delle Indicazioni per l'insegnamento dell'informatica nelle scuole italiane è stata promossa all'interno del CINI dal gruppo di lavoro “Informatica e Scuola” ed è stata sviluppata con la collaborazione delle associazioni accademiche che riuniscono i ricercatori in informatica (GRIN) e ingegneria informatica (GII).

Il processo di formulazione delle Indicazioni si è sviluppato attraverso una serie di fasi di scrittura e revisione, in modo da garantire un ampio coinvolgimento non ristretto agli accademici che si occupano di informatica. Il lavoro iniziale di un gruppo di redattori incaricato, è stato discusso, vagliato, integrato e migliorato prima dai membri del gruppo di lavoro “Informatica e Scuola” e successivamente dal confronto con la comunità degli informatici appartenenti a CINI, GII e GRIN e con pedagogisti, insegnanti ed esperti provenienti dal mondo della scuola da tempo impegnati nell'insegnamento dell'informatica. Il prodotto finale di questa serie di confronti e discussioni è il documento [12], pubblicato e presentato, nel dicembre 2017, in un convegno presso la Camera dei Deputati, organizzato con l'Intergruppo Innovazione. Nel marzo del 2018 il documento è stato sottoposto all'attenzione del comitato di esperti nomi-

nato dal MIUR per curare le Indicazioni Nazionali per il curricolo del primo ciclo di istruzione.

Le Indicazioni, che coprono tutti i gradi di istruzione obbligatoria, sono organizzate seguendo il modello basato sulle competenze adottato dal MIUR nelle più recenti indicazioni nazionali dedicate ai vari ordini di scuola. In particolare, riprendendo la terminologia delle *Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo* [9], vengono definiti una serie di traguardi e obiettivi relativi alle competenze in informatica, da acquisire attraverso un processo nel quale vengono individuate tre fasi principali:

1. durante la scuola primaria si esplorano alcune idee alla base dell'informatica, partendo dal vissuto concreto degli allievi e cercando di stimolare in loro curiosità e spirito critico e l'abitudine a porsi domande sulla realtà che li circonda
2. nella scuola secondaria di primo grado l'insegnamento si fa più sistematico e approfondisce alcune basi (concetto di algoritmo, strutturazione dei dati) per consentire agli allievi di acquisire maggiore autonomia
3. nella scuola secondaria di secondo grado gli allievi vengono condotti ad una piena acquisizione del pensiero computazionale, ovvero all'utilizzo in situazioni reali di modi di pensare e operare tipici dell'informatica, quali la modellazione di problemi e progettazione di algoritmi

Le competenze sono strutturate in 5 ambiti principali dal punto di vista dei contenuti cui sono maggiormente riferite, che descriviamo brevemente nel seguito, rimandando a [1,12] per maggiori dettagli.

**Algoritmi.** Le indicazioni prevedono di introdurre l'idea di algoritmo sin dalla scuola primaria, collegandosi alle esperienze di meccanismi procedurali, anche legati alla vita quotidiana, con cui gli alunni hanno familiarità. Progressivamente, il concetto viene affinato, grazie all'esperienza maturata studiando algoritmi in diversi contesti disciplinari. Si giunge a comprendere l'esigenza di esprimere gli algoritmi in modo preciso e non ambiguo e l'importanza di considerare algoritmi che risolvono problemi nella loro generalità e non solo per specifiche istanze. Nelle scuole secondarie di primo e secondo grado ci si spinge a ragionare sulla correttezza e l'efficienza degli algoritmi.

**Programmazione.** La capacità di scrivere programmi deve essere progressivamente sviluppata, iniziando sin dalla scuola primaria, lungo 3 assi principali: conoscenza e utilizzo delle strutture di controllo, uso delle variabili, modularità. È necessario che sin dalla scuola primaria, gli alunni vengano impegnati, con una certa costanza, sia in attività di lettura che di scrittura di programmi, e che gli vengano proposte numerose occasioni di esercitarsi nella pratica del *debugging*, utile non solo dal punto di vista operativo ma anche per i suoi risvolti metacognitivi.

**Dati e Informazione.** Rappresentare le informazioni è inerentemente un processo di astrazione. Le competenze in quest'ambito, pertanto, vengono sviluppate ponendo



particolare attenzione alla maturazione delle capacità di astrazione dei discenti. Ciò riguarda in particolare l'idea della convenzionalità della rappresentazione e il discernimento dei diversi ruoli assunti dai dati. Le indicazioni, inoltre, individuano tecniche di rappresentazione e di organizzazione dei dati che è possibile insegnare ai vari livelli del curriculum.

**Creatività Digitale.** Le moderne tecnologie forniscono potenti strumenti che possono essere usati per esprimere sé stessi e la propria creatività. Particolarmente interessanti sono quelli il cui uso richiede o è potenziato attraverso la programmazione. Gli allievi, con l'aumentare della propria capacità di programmare, sono incoraggiati a impegnarsi attivamente nella creazione di contenuti digitali, utilizzando progressivamente e combinando diversi media, tecnologie e servizi. Inoltre, vengono stimolati a riflettere, decidere se utilizzare o meno le tecnologie disponibili e possibilmente selezionare tecnologie appropriate per diversi scopi espressivi o per risolvere piccoli problemi a cui sono personalmente interessati.

**Consapevolezza Digitale.** I prodotti delle tecnologie dell'informazione hanno pervaso la società ed è importante sviluppare negli alunni, sin dai primi anni di scuola, consapevolezza riguardo il loro uso e il modo in cui essi influenzano la vita e le relazioni. Questo obiettivo viene perseguito dalle indicazioni lungo due percorsi: un primo focalizzato sulla conoscenza dei sistemi e dei dispositivi informatici e un secondo in cui gli studenti riflettono, in modo sempre più approfondito, sull'impatto personale e sociale delle tecnologie digitali.

La scelta di impostare la proposta di introduzione dell'informatica nella scuola dell'obbligo sulla base delle competenze attese, è in linea con le linee pedagogiche seguite dal MIUR e rende più facile discuterla con esperti di didattica e di sistemi scolastici. Tuttavia, l'esperienza ci dimostra che una piena comprensione delle indicazioni risulta ostica per insegnanti che non hanno un background culturale legato al mondo dell'informatica. Questa criticità limita l'utilità delle Indicazioni quale strumento per guidare un docente, soprattutto se privo di una preparazione specifica, nell'impostazione e nella conduzione delle proprie attività didattiche. Al riguardo, è importante sottolineare come spesso, nella scuola primaria, l'insegnante di tecnologia sia lo stesso che si occupa di materie letterarie, in quanto storicamente l'obiettivo della materia era quello di introdurre l'alunno all'uso di semplici strumenti di produzione di testi.

Per superare questa problematica, abbiamo intrapreso la stesura di documenti integrativi del testo delle Indicazioni, che possano aiutare gli insegnanti nella corretta interpretazione e nella comprensione delle parole-chiave e dei concetti citati.

Per ciascuno degli ambiti in cui sono articolate le Indicazioni, è importante elicitarne i concetti fondamentali. Ad esempio, per l'ambito Algoritmi, è innanzitutto importante illustrare le proprietà fondamentali che costituiscono un algoritmo, al fine di evitare che il concetto venga banalizzato o confuso, come ad esempio ci è capitato di riscontrare, con il testo regolativo.



### 3 Mappatura delle attività

Abbiamo già sottolineato come la predisposizione dei percorsi nel rispetto delle finalità, dei traguardi di competenza e degli obiettivi di apprendimento posti dalle Indicazioni, spetti di fatto alle scuole. Pertanto sono da attribuire agli insegnanti, senza la garanzia di un'adeguata conoscenza scientifica ed in assenza di indicazioni operative, i compiti di:

- progettare o scegliere le attività adatte agli obiettivi di apprendimento, e
- progettare i percorsi, le esperienze di apprendimento adeguati al contesto scolastico o di classe.

In altri termini, il focus va spostato da finalità, traguardi e obiettivi chiaramente definiti nelle Indicazioni, sui contenuti, e sul problema di come articularli e presentarli per favorire il più possibile il processo di apprendimento.

Stanti le conoscenze e competenze richieste per svolgere questo compito, è naturale interrogarsi se i docenti si sentano sufficientemente preparati per questo lavoro. L'esperienza ci suggerisce una risposta negativa. La preoccupazione dei docenti relativa alla loro capacità di assolvere a questo delicato compito è infatti chiaramente emersa anche durante i corsi di formazione svolti dagli autori nel corrente anno scolastico.

Date queste motivazioni, affinché si possa operativamente avviare il processo di progettazione dei percorsi didattici è necessario innanzitutto fornire agli insegnanti chiare indicazioni relative alle attività suggerite per l'acquisizione degli obiettivi fissati nelle Indicazioni.

In questa ottica si colloca il lavoro che è stato avviato dal gruppo di lavoro composto dagli autori in sinergia con un gruppo di insegnanti della scuola primaria, finalizzato alla ricerca e classificazione di attività didattiche presenti in piattaforme online, al fine di mapparle negli *ambiti* e negli *obiettivi* delineati da [12]. La mappatura è un processo fondamentale per chiarire la relazione che è presente fra l'attività stessa e l'informatica.

Attualmente le attività didattiche disponibili online per l'insegnamento della scienza informatica possono essere in sostanza suddivise in due categorie: “*plugged/tecnologiche*” oppure “*unplugged/tradizionali*” (pensate per essere svolte in assenza di computer o di connessione ad Internet).

In virtù della loro diffusione e dell'elevata qualità didattica e scientifica, si è scelto di avviare il lavoro di mappatura delle attività negli ambiti ed obiettivi delineati nelle Indicazioni, partendo dall'offerta didattica dei progetti “Programma il Futuro” e “CS unplugged”.

“Programma il Futuro” è un'iniziativa avviata dal MIUR in collaborazione con il CINI nel 2014, con l'obiettivo di fornire alle scuole una serie di strumenti semplici, divertenti e facilmente accessibili per formare gli studenti ai concetti di base dell'informatica [14] e traduce attività tratte dal sito Code.org. Le attività disponibili, sia “tecnologiche” che “tradizionali”, sono progettate e realizzate in modo da renderle utilizzabili in classe da parte di insegnanti di qualunque materia.

“CS unplugged” [13] è una delle raccolte di attività di apprendimento “tradizionali” per l'insegnamento dei concetti chiave dell'informatica più utilizzate nel mondo,

adatte per persone di ogni età. Tutte le attività sono rilasciate sotto licenza Creative Commons BY-NC-SA.

Attualmente sono state analizzate più di 70 diverse attività, e per ciascuna di esse si è provveduto ad estrarre le informazioni relative a:

- ambiti di riferimento;
- per ciascun ambito individuato, gli obiettivi specifici;
- durata di svolgimento prevista;
- classe di iscrizione consigliata per lo svolgimento dell'attività, utile anche per favorire una progettazione di percorsi ben integrati nella programmazione didattica in essere, e per prevedere eventuali collegamenti interdisciplinari con le altre materie curriculari.

Il materiale raccolto è stato organizzato in un database relazionale, che sarà la base per lo sviluppo di una piattaforma didattica di supporto alla progettazione dei percorsi didattici.

#### **4 Progettazione dei percorsi didattici**

Analizzando le varie attività, si è evidenziato che molte sono carenti nell'esplicitare le conoscenze propedeutiche, ovvero il complesso di concetti il cui apprendimento ha valore preparatorio per lo svolgimento dell'attività stessa. In assenza di tali informazioni e senza l'adeguata preparazione scientifica, è critico per gli insegnanti articolare percorsi didattici significativi, cioè pianificare lo svolgimento delle attività esistenti in un ordine temporale coerente, oltre che rispetto agli obiettivi formativi, anche rispetto alle propedeuticità tra le singole attività previste ed alla durata totale del percorso.

“Programma Il Futuro” offre già alcuni percorsi consolidati e ben strutturati per allievi della scuola primaria. L'offerta tuttavia è limitata ad alcuni degli ambiti e non garantisce la copertura di tutti gli obiettivi. Pertanto, la possibilità non solo di poter progettare nuovi percorsi, ma anche di validare varianti dei percorsi già definiti, assume una certa rilevanza.

Pertanto si è pensato di strutturare e fornire agli insegnanti due “grafi” quali strumenti di supporto di facile interpretazione per progettare nuovi percorsi, o più semplicemente ristrutturare percorsi precostituiti:

- un *grafo delle dipendenze tra gli obiettivi formativi* intra-ambito e inter-ambiti che rappresenti l'ordine di precedenza con cui gli obiettivi formativi dovrebbero essere conseguiti;
- un *grafo delle propedeuticità delle attività*, per rappresentare i “vincoli di propedeuticità” (le dipendenze) tra attività associate a conoscenze le une preparatorie per le altre (si noti che le dipendenze tra obiettivi formativi possono indurre un vincolo di propedeuticità tra le attività); può considerarsi esistente un vincolo di propedeuticità anche tra due attività correlate che siano l'una la versione avanzata dell'altra.

Ogni percorso può ritenersi “ammissibile” se è coerente con gli obiettivi formativi e con i vincoli di propedeuticità tra le attività, vale a dire se lo svolgimento delle attività esistenti è pianificato in un ordine temporale coerente con l’ordine di precedenza tra gli obiettivi e tra le attività definito nei due grafi. È evidente come i due grafi siano effettivamente strumenti utili non solo in fase di definizione di nuovi contenuti ma anche di “validazione dell’ammissibilità” di percorsi già definiti.

Vale la pena notare come una corretta definizione di “requisiti preliminari”, che consentano la selezione di un campione di attività di interesse (ad esempio: requisiti su classi di riferimento, ambiti/obiettivi formativi, durata, esistenza di collegamenti interdisciplinari con determinate materie curricolari), possa agevolare il lavoro di costruzione o validazione di un percorso al crescere del numero di attività censite e classificate nel grafo delle propedeuticità. La definizione dei pre-requisiti consente infatti di concentrare l’attenzione sul *grafo delle propedeuticità delle attività “campione”*, ovvero sul sottografo indotto dalle attività nel campione di interesse, di dimensione tanto più trattabile quanto più puntuale è la definizione dei requisiti del percorso. Questa osservazione è tanto più rilevante nell’ottica di volere automatizzare il processo di definizione dei percorsi formativi.

## 5 Conclusioni e Lavori futuri

In questo contributo abbiamo illustrato una serie di azioni intraprese dagli autori in sinergia con un gruppo di insegnanti di scuola primaria, allo scopo di fornire strumenti operativi utili a favorire un’effettiva adozione della “Proposta di *Indicazioni Nazionali per l’insegnamento dell’Informatica nella Scuola*” [12] per la definizione di percorsi didattici specifici per l’insegnamento dell’informatica nella scuola primaria. L’obiettivo è rendere i docenti il più possibile autonomi nella scelta e validazione di percorsi esistenti, o nella progettazione di nuovi percorsi più aderenti al proprio contesto scolastico.

Ne deriveranno strumenti di supporto che saranno sperimentati dagli insegnanti del gruppo di lavoro nelle loro classi. I risultati delle sperimentazioni consentiranno di apportare eventuali correttivi e raffinare gli strumenti, fino a renderli efficaci nell’uso effettivo in diversi contesti scolastici.

Come ulteriore sviluppo, prevediamo la realizzazione di una piattaforma per la classificazione di attività didattiche ed il supporto alla progettazione e alla validazione di *percorsi* formativi. Operazioni che, al crescere del numero di attività recensite, sarebbe impensabile svolgere senza un supporto automatico. Estendere la mappatura e, di conseguenza, il grafo delle propedeuticità, ad altre attività, potrà consentire di rilevare eventuali carenze relative ad esperienze formative da svolgere in determinati ambiti o per il raggiungimento di determinati obiettivi.

## Riferimenti bibliografici

1. Forlizzi, L., Lodi, M., Lonati, V., Mirolo, C., Monga, M., Montesor, A., Morpurgo, A., Nardelli, E.: A core informatics curriculum for Italian compulsory schools. In: Pozdnia-  
kov, S., Dagiene, V. (eds) Proceedings of the 11th International Conference in Informatics  
in Schools: Situation, Evolution and Perspectives (ISSEP 2018), LNCS, vol. 11169, pp.  
141–153. Springer, Heidelberg (2018).
2. Hromkovič J.: Contributing to general education by teaching informatics. In: Brodnik, A.,  
Vahrenhold, J. (eds.) Proceedings of the 2nd International Conference in Informatics in  
Secondary Schools: Evolution and Perspectives (ISSEP 2006), LNCS, vol. 4426, pp. 25–  
37. Springer, Heidelberg (2006).
3. Wing, J.M.: Computational thinking. *Commun. ACM* 49(3), 33–35 (2006).
4. Wing, J.M.: Computational thinking: what and why? *The Link Magazine* (2011).
5. Computer Science 4 all, <http://cs4all.nyc>.
6. The White House, Report on the initiative “Computer Science for All” (2016).  
<https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>
7. Computing at School: Computer science: a curriculum for schools (2012). [http://  
www.computingatschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf](http://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf)
8. UK Department for Education, National curriculum in England: computing pro-  
grammes of study (2013).  
[https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-  
computing-programmes-of-study](https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study)
9. Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell’infanzia e del primo ciclo  
d’istruzione (2012).  
[http://www.indicazioninazionali.it/wp-  
content/uploads/2018/08/Indicazioni\\_Annali\\_Definitivo.pdf](http://www.indicazioninazionali.it/wp-content/uploads/2018/08/Indicazioni_Annali_Definitivo.pdf)
10. Riforma del sistema nazionale di istruzione e formazione e delega per il riordino delle  
disposizioni legislative vigenti (Legge 13 luglio 2015, n. 107).  
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2015/07/15/15G00122/sg>
11. Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSG).  
[http://www.istruzione.it/scuola\\_digitale/allegati/Materiali/pnsd-layout-30.10-  
WEB.pdf](http://www.istruzione.it/scuola_digitale/allegati/Materiali/pnsd-layout-30.10-WEB.pdf)
12. CINI. Proposta di Indicazioni Nazionali per l’insegnamentodell’Informatica nella Scuola -  
versione con numerazione dei "traguardi" ed "obiettivi" (2017).  
[https://www.consorzio-cini.it/images/Proposta-Indicazioni-Nazionali-Informatica-Scuola-  
numerata.pdf](https://www.consorzio-cini.it/images/Proposta-Indicazioni-Nazionali-Informatica-Scuola-numerata.pdf)
13. CS Unplugged. <https://csunplugged.org/en/about/>
14. Progetto “Programma il Futuro”.  
<http://www.programmailfuturo.it/progetto/descrizione-del-progetto>

# Intelligenza artificiale nella didattica universitaria: lo studio di un caso per la rilevazione delle discariche abusive nelle zone urbane di Genova

Vincenzo De Francesco<sup>1</sup> Paolo Maresca<sup>2</sup> and Lidia Stanganelli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria Elettrica e Tecnologie delle Informazioni (DIETI), Università di Napoli Federico II, Via Claudio 21, 80125, Napoli, ITALIA  
v.defrancesco@studenti.unina.it

<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria Elettrica e Tecnologie delle Informazioni (DIETI), Università di Napoli Federico II, Via Claudio 21, 80125, Napoli, ITALIA  
paolo.maresca@unina.it

<sup>3</sup> Euroopportunity  
Napoli, Italia ldistn@gmail.com

**Abstract.** Il cognitive computing sta rivoluzionando le competenze e le conoscenze che devono essere acquisite dagli allievi universitari che si devono cimentare con la risoluzione dei problemi complessi, ciò è dovuto alla irruzione “dirompente” delle tecnologie quali: cloud, Big Data, IoT, dispositivi mobili e social network. Il cognitive computing, in particolare, rappresenta la tecnologia più dirompente che le integra tutte.

In questo lavoro gli autori presentano lo studio di un caso, la rilevazione delle discariche abusive nelle zone urbane della città di Genova. Il lavoro è stato svolto con la collaborazione di IBM-Italia e l’assessorato all’ambiente del comune di Genova. L’algoritmo sviluppato consente la rilevazione e la segnalazione di ogni tipo di rifiuto in real time attraverso metodi di intelligenza artificiale adoperando Watson-IBM. L’algoritmo è stato insignito come il miglior algoritmo italiano di IA mai sviluppato per questo dominio applicativo ed è stato premiato da IBM alla presenza dell’assessore all’ambiente del comune di Genova e del vicepresidente IBM Cloud Italia Alessandro la Volpe, durante la convention Party Cloud per Genova tenutasi a Milano nei giorni 11-12 Novembre 2018. Il premio è andato al giovane studente Vincenzo De Francesco il quale ha continuato su questa tematica nella sua tesi triennale. Questo lavoro, oltre a discutere lo studio di un caso, vuole riflettere su alcune implicazioni che questa tecnologia dirompente sta causando sulla didattica universitaria (e non solo) e su come alcuni skill, richiesti dalle aziende, ma non disponibili ancora nei nostri corsi di studio universitari, possono essere costruiti in corsi specifici come quello di Cognitive Computing Systems impartito presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica e Tecnologie dell’Informazione dell’Università di Napoli Federico II.

**Keywords:** Cognitive computing systems, Artificial Intelligence, Big Data, Exponential Learning, Cloud, IoT.

## 1 Introduzione

Saremo adatti al futuro? L'85% dei lavori che si faranno nel 2030 non sono stati ancora inventati. I millennials people dovranno affrontare una delle rivoluzioni culturali più profonde mai avvenute. La causa è dovuta alle tecnologie "dirompenti", che sconvolgono lo stato delle cose e lo stravolgono cambiando completamente le competenze e le conoscenze richieste dalle aziende, acquisite dagli allievi finora nelle università. Si pensa che l'impatto di queste tecnologie sarà paragonabile a quello che si è avuto con l'avvento del vapore o dell'energia elettrica. Ma quali sono queste tecnologie? Sono il cloud, Big Data, IoT, dispositivi mobili, social network e cognitive computing. In particolare, l'ultima, il cognitive computing rappresenta quella che le integra tutte. Essa nasce come modello basato sul modo di ragionare dell'essere umano e la cui applicazione è trasversale su tutti i domini applicativi. La rapidità con cui questo sconvolgimento sta affermandosi è esponenziale. Siamo stati abituati nel passato a crescite esponenziali, se facciamo riferimento alla legge di Moore del 1971 (ogni 18 mesi raddoppia la velocità dei processori con cui vengono costruiti i calcolatori) o alla legge di Metcalfe del 1995 per cui raddoppia il numero di nodi di una rete che ha causato lo sviluppo così rapido della piattaforma di facebook e di google. Ma non eravamo preparati a questa crescita più che esponenziale dell'apprendimento, dovuta alla crescita della conoscenza per effetto dell'aumento dei dati elaborati con tecniche di AI. Graeme Wood ha detto a tal proposito "i cambiamenti non si sono mai verificati così in fretta e che dopo che ciò sarà avvenuto non ci saranno mai più cambiamenti lenti nella nostra società". Se osserviamo questi processi ci aspettiamo cambiamenti rapidi anche negli skill che le aziende richiederanno e quindi nella formazione che dovremo fornire ai giovani adulti che si affacciano sul mercato del lavoro. Lo dovremo fare perché questa velocità imprime un nuovo paradigma di apprendimento che potremmo denominare exponential learning, il quale proprio grazie a AI ed ai Big Data aumenterà la nostra velocità di apprendimento appunto in maniera esponenziale. Nel prossimo paragrafo discuteremo di intelligenza artificiale e cognitive computing. Nel paragrafo 3 parleremo del party cloud per Genova e dell'applicazione cognitiva sviluppata. Nel paragrafo 4, infine, trarremo le conclusioni.

## 2 Intelligenza Artificiale e Cognitive Computing

Come possiamo definire l'intelligenza artificiale? Ci sono molte definizioni tra cui scegliere a seconda di chi sta definendo e del livello di profondità (un po' come il tè che può essere servito a diverse gradazioni). L'intelligenza artificiale è un campo ampio, e sebbene alcuni aspetti dell'IA possano essere sotto i riflettori di oggi, c'è molto spazio per nuove innovazioni sotto l'egida dell'IA. Possiamo utilizzare, per lo scopo di questo lavoro, la definizione in [1], che afferma che *l'intelligenza artificiale è tutto ciò che rende le macchine più intelligenti*.

La visione attuale di IA è quella di Intelligenza Aumentata meglio nota come cognitive computing. In altri termini *l'IA non dovrebbe tentare di sostituire gli esseri umani, ma piuttosto assistere e amplificare la loro intelligenza*. Possiamo usare l'intelligenza

aumentata per estendere le capacità umane e realizzare cose che né gli uomini né le macchine potrebbero fare da soli.

Alcune delle sfide che affrontiamo oggi provengono da un eccesso di informazioni. Internet ha portato a comunicazioni più veloci e all'accesso a una grande quantità di informazioni. Il calcolo distribuito e l'IoT hanno portato alla generazione di enormi quantità di dati e il social networking ha fatto sì che la maggior parte di quei dati non siano strutturati. Ci sono così tanti dati che gli esperti umani non possono tenere il passo con tutti i cambiamenti e i progressi nei loro campi di studio: insomma non abbiamo un piano per utilizzarli [2], [3]. Con l'intelligenza aumentata o allargata (*Augmented Intelligence*), si vuole fornire le informazioni di cui gli esperti hanno bisogno a portata di mano e restituire tali informazioni con una *probabilità di correttezza*, in modo che gli esperti possano prendere decisioni supportate da evidenze. In questo modo si lascia che le macchine facciano il lavoro dispendioso in termini di tempo in modo che gli esperti siano in grado di fare le cose che contano [3]. L'epoca della programmazione è nei fatti conclusa e la nuova era nella quale ci stiamo incamminando è quella del cognitive computing. L'intelligenza artificiale è una disciplina che ha più di cinquanta anni e la si deve ad Alan Turing [4], [5]; essa ha una terminologia molto ampia quindi, a volte, c'è ambiguità nei termini usati. Non ci soffermeremo su questo e rimandiamo alla bibliografia per gli approfondimenti ma sia che si parli di intelligenza naturale o intelligenza artificiale, ci dobbiamo occupare di come si fa ad imparare e come si attiva il processo di apprendimento. Gli umani sono nati con un certo livello di intelligenza innata, e possiamo sviluppare quell'intelligenza attraverso l'apprendimento. Le macchine hanno ciò che gli diamo, il buon senso non è attualmente trasferibile alle stesse. Ciò che forniamo, tuttavia, è la possibilità di esaminare esempi e creare modelli di apprendimento automatico basati sugli input e sugli output desiderati. Per l'apprendimento supervisionato, che è quello che applicheremo in questo lavoro, alimentiamo l'AI con esempi.

## 2.1 Cognitive Computing a skill nella didattica universitaria

Il Cognitive computing è dirompente, esso irrompe nel mondo delle competenze e degli skill costruendone molte nuove perché la tipicità trasversale della tecnologia impone molte interdiscipline e nuove professionalità [6], [7]. Potremmo ipotizzare, classificandole, il tipo di professionalità che dovremmo formare, ma poi queste sfoceranno in una quantità enorme di etichette variamente accettate dal mercato e spesso non formate nelle scuole e università.

Presumibilmente le tipologie di professionalità richieste saranno [7], [8]:

(i) **Multi-disciplinare**: un set di abilità integrate che copre: matematica, apprendimento automatico, intelligenza artificiale, statistiche, database, ottimizzazione. Insieme ad una profonda conoscenza della risoluzione dei problemi.

(ii) **Multi-dominio**: Un apprendimento "Consapevole dell'esistenza di contesti diversi da quelli in cui si è formati" es. socio-economico, in settori come la medicina, energia, ambiente, finanza, trasporti, vendite, etc.

(iii) **Multi-empatica**: I professionisti dovranno interagire con:

- Esseri umani i quali a loro volta possono essere visti come: *dati, generatori di conoscenza o consumatori*.
- Sistemi cognitivi.
- Esseri umani a realtà aumentata quindi dotati di dispositivi che ne aumentino i sensi (occhiali, etc).
- Sistemi comandati da robot.
- Ibrida cioè uno o più dei punti precedenti.

In un ambiente nel quale la voce diventerà lo strumento principe per comunicare con le macchine, ci sarà la possibilità di interazione fra persone e cose per cui necessariamente cambieranno i social media, le interfacce perché saranno cognitive, etc.

Un'idea abbastanza condivisa è che tutte queste professionalità proverranno da diversi domini. Ad esempio dalle scienze sociali potremo costruire professionalità quali: cognitive psychology, developmental methodologies, teaching, social behavior, economy. Ma molte altre professionalità dovranno essere *rifondate* come ad esempio: communication, teamwork, problem solving, creativity e resilience skills.

Alcune professionalità cominciano a farsi strada e portano il nome di: cognitive system developers, cognitive system integrators, cognitive evaluators, cognitive trainers, etc., mentre nel frattempo ci accontentiamo nel concentrarci a formare professionalità quali data scientist e data integrator.

Sebbene non vi sia dubbio che queste professionalità dovranno essere prodotte dall'università, il ritmo attuale di produzione ci pone in deficit costante. La giusta domanda è come trasformare il deficit in surplus? Probabilmente la cooperazione fra accademia e industria aiuterà a raggiungere l'obiettivo. Il ruolo dell'accademia sarà diverso ma sempre centrale: l'università del futuro passerà dal ruolo di *generatore di conoscenza* al ruolo di *generatore di generatori di conoscenza*, una visione *meta-modello* [9] nella quale tutti insieme: università, organizzazioni e aziende imparano l'una dall'altra diventando *smarter* quindi più *cognitive*.

### 3 IBM Party Cloud per Genova

A seguito della caduta del ponte Morandi di Genova, IBM decise di promuovere una iniziativa a livello nazionale che mettesse insieme tutte le forze della ricerca e delle aziende al fine di promuovere un'idea e un algoritmo innovativo sviluppato con IA e Watson per risolvere un problema della città di Genova. Nacque così il party cloud per Genova. Il "PartyCloud Challenge per Genova" [10] è un hackaton online dedicato a trovare nuove soluzioni per contrastare il dumping illegale di rifiuti ingombranti in modo più efficace [11,12]. In questo caso specifico, facciamo esplicito riferimento alla città di Genova, ma lo stesso approccio può essere applicato ad altre città, in particolare alle città intelligenti. L'hackaton è stato lanciato il 20 settembre a Milano all'evento PartyCloud dove IBM ha promosso questa sfida per accelerare l'innovazione tecnologica made in Italy al servizio della sostenibilità. Si è svolto dal 20 settembre 2018 all'11 novembre 2018 ed era aperto a sviluppatori, data scientist e IT. Questa iniziativa è stata supportata da IBM Italia, Dock Joined in Tech, Lifegate e Codemotion, con il patrocinio del Comune di Genova e dell'AMIU, azienda locale dei rifiuti.



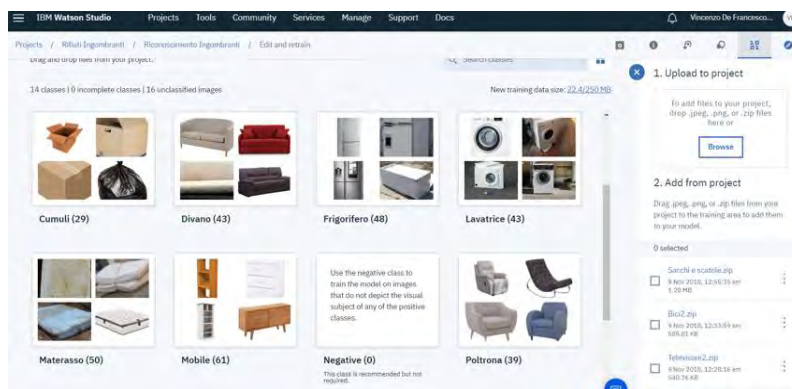
Attualmente, le situazioni più critiche vengono segnalate spontaneamente dai cittadini, anche se sono installate 300 telecamere, che richiedono ad un operatore di guardare i video per trovare abusi. Di conseguenza, l'obiettivo è lo sviluppo di una soluzione di *allerta* intelligente in grado di rilevare gli abusi in tempo reale e di attivare tempestivamente gli allarmi nel centro operativo, in modo da gestire rapidamente le contromisure per risolvere i problemi emersi. Più in dettaglio, i partecipanti al concorso hanno dovuto sviluppare un prototipo applicativo basato sulla piattaforma IBM Cloud. Tale ambiente, è dotato di strumenti avanzati di riconoscimento delle immagini, che possono essere utilizzati per identificare *abusi* e possono attivare allarmi per segnalarli tramite SMS e/o altri mezzi. Ogni allarme dovrebbe includere quanto segue: (i) immagine delle *prove*, (ii) coordinate di geo-localizzazione, (iii) tipo di rifiuti ingombranti e sue caratteristiche spaziali per valutare la sua possibile pericolosità, (iv) possibili informazioni su chi ha fatto il dumping illegale, ad esempio una persona, un veicolo e il suo numero di targa, (v) eventuali altre anomalie. Le applicazioni sviluppate, diverse decine, sono state valutate sulla base dei seguenti criteri: (i) utilità e valore, (ii) questione della sfida, (iii) solidità tecnica e accuratezza, inclusi progetti architetturali della soluzione, (iv) progettazione dell'interfaccia e esperienza utente, (v) creatività e novità.

### **3.1 L' algoritmo proposto per attenuare gli sversamenti illegali di rifiuti ingombranti**

#### **La discussione del modello.**

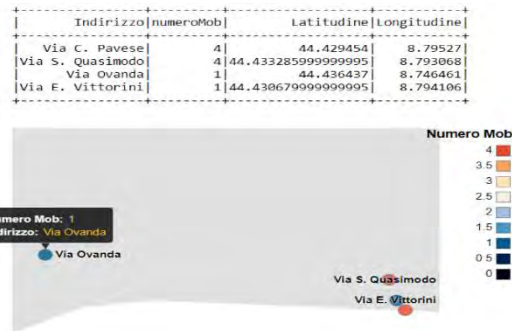
L'algoritmo qui descritto si basa su un particolare tipo di intelligenza artificiale chiamata apprendimento supervisionato. Con questo tipo di apprendimento rafforziamo l'apprendimento automatico con esempi. Vi sono, naturalmente, alcune difficoltà nel definire le categorie di rifiuti ed esiste una normativa a tal proposito [13,14]. In altre parole, finché consideriamo tipi di rifiuti che conosciamo (sedia, lavatrice, frigorifero, armadio, ecc.), il modello può apprendere al meglio e garantire un alto livello di fiducia nel riconoscimento. Purtroppo, non siamo sempre in grado di caratterizzare il rifiuto o perché l'immagine non ci consente di riconoscerlo o perché non appartiene a una categoria a noi nota. Tuttavia, per rafforzare l'apprendimento in questi casi, è necessario disporre di numerose fotografie dello stesso rifiuto realizzate con diversi tipi di luminosità e contrasto e da diverse angolazioni. Uno svantaggio è che quando le immagini vengono catturate da telecamere fisse non è sempre possibile avere foto chiare da diverse angolazioni. Ancora una volta l'identificazione del rifiuto può essere complicata dal fatto che è immersa in uno scenario in cui è difficile identificarlo se non abbiamo addestrato il modello a farlo. Accade spesso quando si trova tra auto parcheggiate o seminascode in fessure o muri di confine, etc. Uno sforzo particolare è quindi dedicato alla formazione del modello, per il quale è stata spesa la maggior parte del tempo dedicato al progetto. Attualmente il modello ha appreso la sua conoscenza nel settore dei rifiuti riconoscendo e classificando un paio di migliaia di foto. Sia per progettare il sistema che per costruire il modello di apprendimento supervisionato per la formazione e la segnalazione dei risultati è stato utilizzato Watson Studio di IBM [15]. Il punto cruciale è che l'applicazione cognitiva deve coesistere con si-

stemi software tradizionali, quali quelli del comune di Genova, del sistema informativo del comando della polizia municipale e del sistema informativo dell'AIMA. Anche il modello di apprendimento è stato interamente realizzato con Watson Studio. In fig. 1 sono identificate alcune delle 14 classi a cui si aggiunge quella dei falsi positivi (classe negativa).



**Fig. 1.** Le 14 classi di riconoscimento effettuate dall'algorithm

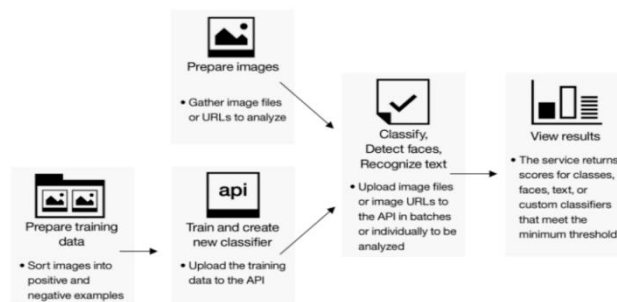
Per lo sviluppo del prototipo dell'applicazione abbiamo utilizzato il servizio IBM Watson Visual Recognition, ha algoritmi sofisticati per analizzare le immagini allo scopo di sviluppare un classificatore di rifiuti ingombranti. Il riconoscimento di un rifiuto innesca diversi processi di gestione da parte del Comune, ad esempio: riferire alle autorità competenti (se è stato sviluppato il modello per riconoscere la targa dell'auto), raccogliere i rifiuti, etc. Per fare ciò è stato deciso di identificare lo stesso rifiuto attraverso la sua posizione e dimensione in modo che possa essere raccolto da un veicolo attrezzato e sufficientemente grande. Gli avvisi sono memorizzati in un database e ciascuno è caratterizzato dalle seguenti informazioni: (1) ID (2) Indirizzo (3) Latitudine (4) Longitudine (5) Data e ora (6) Punteggio (7) Risultato (8) Dimensioni (vedi fig. 2). I dati vengono elaborati con un Jupyter Notebook, è un ambiente basato sul Web per analizzare i dati per l'elaborazione interattiva, inoltre è stato sviluppato un taccuino Python per rappresentare la distribuzione degli avvisi su una mappa di Genova.



**Fig. 2.** Segnalazione punti di identificazione delle discariche abusive effettuate dall’algoritmo

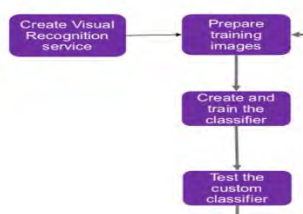
### Training del modello di IA per il riconoscimento delle immagini.

L’architettura di Watson Studio, l’applicazione basata sulla gestione, il riconoscimento, la formazione e la segnalazione dei risultati è mostrata in Figura 3.



**Fig. 3.** Architettura di Watson Studio

L’attività più complessa e delicata è il processo di apprendimento supervisionato del modello di riconoscimento, la cui bontà stabilisce il successo del modello. Esso è rappresentato in fig. 4 e mostra i passaggi per la creazione e la formazione di un classificatore di riconoscimento visivo specializzato.



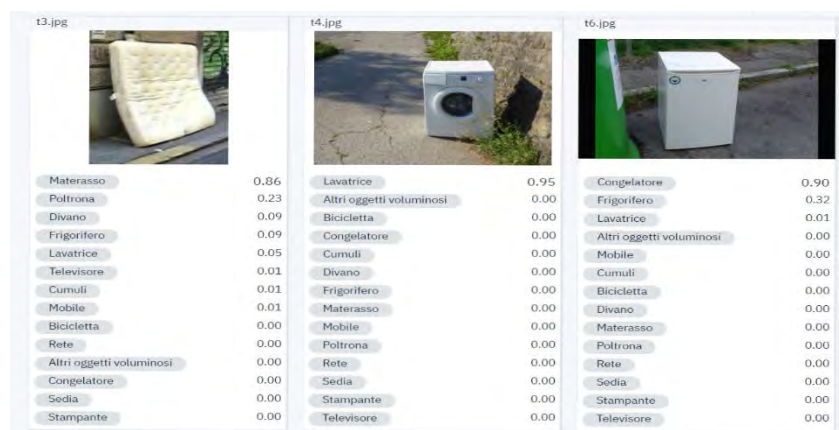
**Fig. 4.** Modello di apprendimento dell’algoritmo di riconoscimento

È composto da 3 passi:

1. Preparare i dati di allenamento.  
Consiste nel raccogliere i file di immagine da utilizzare come dati di allenamento di esempio positivi e negativi.
2. Creare e preparare il classificatore.  
Consiste nello specificare il percorso delle immagini di addestramento e chiamare l'API Visual Recognition per creare il classificatore personalizzato.
3. Provare il classificatore personalizzato.  
Consiste nel classificare le immagini con il nuovo classificatore personalizzato e misurare le prestazioni del classificatore.

I classificatori personalizzati possono essere molto potenti ma richiedono un'attenta formazione per essere ottimizzati correttamente. Per ogni tipo di rifiuto ingombrante è stata creata una classe nel modello. Le classi sono le seguenti:

(1) Frigorifero (2) Rondella (3) Divano (4) Mobile (5) Congelatore (6) Bicicletta (7) Ammassi (8) Poltrona (9) Materasso (10) Sedia (11) Stampante (12) Televisione (13) Base del letto (vedi fig. 5).



**Fig. 5.** Esempio di uso dell'algoritmo di riconoscimento dei rifiuti solidi ingombranti in discariche abusive nella città di Genova

Le classi sono state popolate con un gran numero di immagini dei rifiuti da diverse angolazioni per ottenere un eccellente allenamento. La scelta delle immagini utilizzate per popolare le classi del modello è importante per l'efficienza del classificatore. Il modello è stato addestrato con immagini prese da Google, dove la distanza dai rifiuti è di circa due-tre metri. L'accuratezza del classificatore è direttamente proporzionale alla qualità dell'allenamento. Il modello è stato testato con immagini vicine a casi reali.

Quando un'immagine è in input per il classificatore, restituisce un punteggio, che è un numero compreso tra 0 e 1. Questo numero non rappresenta una percentuale di preci-

sione, ma indica invece la fiducia del modello nella classificazione, restituita in base alle immagini di allenamento.

## 4 Conclusioni

In questo paper si è discusso del cognitive computing e la sua applicabilità nella didattica universitaria. È stato fornito lo studio di un caso con il quale è stato mostrato come si può progettare e realizzare un sistema cognitivo ad apprendimento supervisionato, in grado di riconoscere la presenza dei rifiuti solidi urbani ingombranti in discariche abusive nella città di Genova. Il cognitive computing non solo sconvolge i temi della ricerca ma anche quelli della didattica richiedendo sempre più skill freschi e pertinenti. Molti di questi non sono ancora stati costruiti dall'accademia, è necessario un modo per implementarli, forse attraverso i new collar [16] ma anche attraverso la costruzione di un ecosistema cognitivo [17] e attraverso la creazione di corsi ad hoc [18]. Per quanto attiene al primo punto bisogna sottolineare come le aziende come IBM procedano ormai autonomamente alla costruzione di skill utili per il loro lavoro sui sistemi cognitivi, si cita ad esempio le tematiche di: new app developer (cognitive app), cyber security analyst e cognitive business. Mentre per quanto attiene al punto 2, un ecosistema è stato costituito attraverso la comunità cognitiva italiana il 18 maggio 2018 presso l'Università di Napoli Federico II – sede di S. Giovanni. Hanno partecipato università, aziende e scuole, per un totale di circa 80 persone. Mentre per quanto riguarda il punto 3, quest'anno accademico è stato istituito nell'ordinamento didattico del DIETI presso l'ateneo Federico II di Napoli il primo corso di *cognitive computing system* d'Italia. Osserviamo che, se si vuole raccogliere la sfida di applicare le tecnologie cognitive, la conoscenza deve essere generata in modo più intelligente e le nuove professioni diventeranno sempre più cognitive con nuovi tecnici da formare e nuovi skills da costruire. Insomma, *dall'era della information technology si passerà all'era della knowledge technology*, dato il fatto che esiste un enorme insieme di dati dai quali bisognerà estrarre conoscenza. Forse anche le professioni diventeranno più interessanti ed attrarranno più giovani nelle università e nei vari corsi che si occuperanno di conoscenza ed estrazione di conoscenza dai dati. Le aziende sarebbero interessate in quanto potrebbero ricollocare molti loro dipendenti in un settore che adesso è sfidante e trainante, le università potrebbero prepararsi alla sfida della creazione di corsi di laurea che facciano fronte a questa esigenza.

Abbiamo cominciato questo articolo con la domanda: saremo adatti al futuro? La risposta è sì, perché siamo dotati di un sesto senso! La teoria dell'evoluzione della specie di Darwin ha affermato che *non è l'animale più forte quello che sopravvive ma quello che è capace ad adattarsi*. Il nostro sesto senso è l'adattamento e noi ci adatteremo. La cooperazione fra università e aziende sarà la chiave di volta di questo adattamento!

### Acknowledgements

L'algoritmo presentato è stato sviluppato nell'ambito del "Party Cloud Challenge per Genova". Il lavoro è in collaborazione con IBM, il comune di Genova e l'AIMA

(Azienda municipale per lo smaltimento dei rifiuti del comune di Genova). L'algoritmo è stato sviluppato da Vincenzo De Francesco ed ha ricevuto il primo premio come migliore algoritmo di AI durante il party cloud per Genova tenutosi l'11 e 12 novembre 2018. Il premio è stato consegnato dal vicepresidente IBM Cloud dr. Alessandro La Volpe.

## Riferimenti bibliografici

1. Ferrucci, F. A.: This is Watson. IBM Journal of research and Development 56(3/4), 1–2 (2012).
2. Mayer-Schonberger V., Cukier K., Big Data, una rivoluzione che trasformerà il nostro modo di vivere e già minaccia la nostra libertà. 2nd edn. Garzanti, Milano (2013).
3. Brynjolfsson E., McAfee A., The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. 2nd edn. W.W.Norton & Company, New York (2014).
4. Turing A.: Computing Machinery and Intelligence, 49, 433-460, (1950)
5. Searle J.: Minds, Brain and Programs, Behavioral and Brain Sciences 3 (3): 417-457 (1980)
6. Hurwitz J.S., Kaufman M., Bowles A., Cognitive computing and Big Data Analytics. 1nd edn, John Wiley & Sons, Indianapolis (2015).
7. Coccoli, M., Maresca, P., & Stanganelli, L. Cognitive computing in education. Journal of E-Learning and Knowledge Society, 12(2), 55-69. (2016).
8. Coccoli, M., Maresca, P., & Stanganelli, L. The role of big data and cognitive computing in the learning process. Journal of Visual Languages and Computing, 38, 97-103. (2017).
9. Coccoli, M., Maresca, P., Stanganelli, L., & Guercio, A. An experience of collaboration using a PaaS for the smarter university model. Journal of Visual Languages and Computing, 31, 275-282. (2015).
10. PartyCloud Challenge per Genova, <http://bit.ly/2Dg2Nj3>, last accessed 2019/04/13.
11. Anagnostopoulos T. *et al.* Challenges and Opportunities of Waste Management in IoT-Enabled Smart Cities: A Survey. IEEE Transactions on Sustainable Computing, 2(3), pp. 275-289, (2017).
12. Del Borghi A., Gallo M., Strazza C., Magrassi F. and Castagna M. Waste management in smart cities: The application of circular economy in Genoa (Italy), *Impresa Progetto Electronic Journal of Management*, 4, pp. 1-13, (2014).
13. Il rifiutologo, <http://www.rifiutologo.it/>, last accessed 2019/04/13.
14. Direttiva (UE) 2018/852 del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio. <http://bit.ly/2UYzCLm>, last accessed 2019/04/13.
15. IBM Watson Studio overview, <https://ibm.co/2UwmnSK>, last accessed 2019/04/13.
16. IBM New collar, <https://ibm.co/2rIzsYy>, last accessed 2019/04/11.
17. Comunità cognitiva italiana, <http://it-cogcom.com>, last accessed 2019/04/11.
18. Cognitive computing systems corso del prof. Paolo Maresca at DIETI-UniNA, <https://bit.ly/2Ix9X69>, accessed 2019/04/11.

# Quando il gioco si fa serio: uManager

Salvatore Perna, Alessandro Signa, Manuel Gentile, Giuseppe Città,  
Valentina Dal Grande, Simona Ottaviano, Dario La Guardia, Mario Allegra

Istituto per le Tecnologie Didattiche  
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Palermo, Italia

```
{salvatore.perna, alessandro.signa, manuel.gentile,  
giuseppe.citta,  
valentina.dalgrande, simona.ottaviano,  
dario.laguardia, mario.allegra}@itd.cnr.it
```

**Abstract.** uManager è un management/construction game progettato per favorire lo sviluppo delle competenze e delle abilità imprenditoriali degli studenti delle scuole superiori di secondo grado. Il gioco consente agli studenti di cimentarsi nella gestione di un villaggio turistico, stimolando le abilità legate al decision making, al problem solving e alla gestione delle risorse in un ambiente motivante e, allo stesso tempo, aderente alla realtà. Il gioco presenta una struttura a livelli di difficoltà crescente che consente di adattare il processo di apprendimento alle necessità dello studente, al fine di migliorare il consolidamento delle nozioni acquisite. In questo articolo presentiamo gli elementi principali del gioco e le motivazioni teoriche che ne hanno guidato la progettazione e l'implementazione.

**Keywords:** Serious Games, Educazione all'imprenditorialità, Abilità trasversali.

## 1 Introduzione

Che giocare fosse una cosa seria non è una novità. Già dai tempi di Platone, fino ai più recenti psicologi e pedagogisti Vygotsky e Piaget, il gioco è stato considerato una modalità di apprendimento naturale fin dall'infanzia. Nel 1970, Abt [1] introdusse per la prima volta il termine serious game (SG).

Oggi, per serious game intendiamo quei "giochi progettati per un obiettivo primario diverso dal puro divertimento" [1,2].

In questa categoria ricadono naturalmente i giochi educativi, che vengono ideati per promuovere l'apprendimento a diverse età e in un'ampia gamma di attività [3, 4, 5, 6].

L'attuale ricerca sull'apprendimento basato sui giochi [7, 8, 9] evidenzia come i SG siano in grado di consentire nuove ed innovative forme di apprendimento attraverso esperienze coinvolgenti [10] che permettono di migliorare le proprie conoscenze e competenze [11].



I serious game, infatti, consentono di contestualizzare l'esperienza del giocatore "immergendoli" in ambienti complessi e realistici, supportando così processi di apprendimento situato.

In questo articolo presentiamo uManager, un serious game progettato per favorire lo sviluppo delle competenze e delle abilità imprenditoriali degli studenti delle scuole superiori di secondo grado. uManager è stato progettato come ausilio didattico in grado di stimolare non soltanto competenze specifiche ma tutte quelle abilità trasversali che ricadono nella definizione ampia di "mentalità imprenditoriale" come il decision-making ed il problem solving. Il modello di apprendimento proposto consente agli studenti di acquisire gradualmente concetti economico-finanziari, anche se non presenti nelle loro attività curriculari, nonché di potenziare ed allenare molteplici abilità trasversali.

## 2 Il serious game uManager

uManager è un construction/management serious game in cui lo studente si cimenta nella costruzione e nella gestione aziendale di un villaggio turistico.

Il gioco è stato progettato per permettere, oltre all'apprendimento di concetti economico-finanziari, il potenziamento ed il consolidamento delle abilità alla base dei processi decisionali e del pensiero critico. Il gioco infatti risulta essere un sistema complesso in cui le decisioni fatte dai giocatori riguardo i differenti aspetti manageriali interagiscono a livelli differenti al fine di definire il livello di successo nel gioco.

I giocatori possono manipolare direttamente solo un sottoinsieme delle variabili del sistema (ad esempio la configurazione dei servizi), e quindi possono agire solo in maniera indiretta sul resto. Per meglio comprendere ciò, in fig. 1 è riportata la rete causale delle meccaniche di gioco e delle variabili di gioco presenti in uManager: i rettangoli nell'immagine rappresentano le variabili su cui i giocatori possono intervenire in modo diretto, mentre gli ovali rappresentano le variabili su cui si può agire esclusivamente in maniera indiretta.

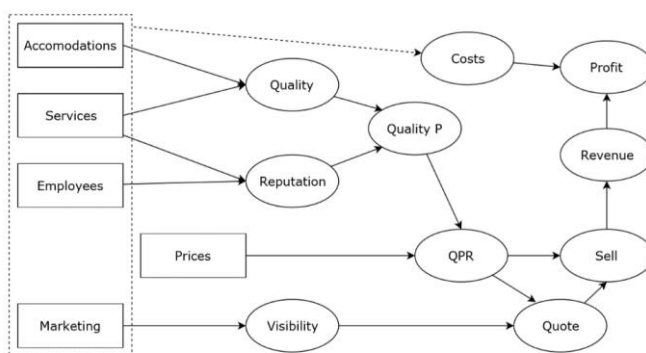


Fig. 1. La rete causale delle meccaniche di gioco e delle variabili in uManager.



## 2.1 Le leve decisionali

Il giocatore inizia il gioco con una somma di denaro, ottenuta sotto forma di un finanziamento che dovrà rimborsare mensilmente attraverso un piano di rientro decennale, ed un terreno edificabile vuoto compreso di una spiaggia.

Al giocatore viene inoltre assegnata una specifica tipologia di cliente come target di mercato. L'obiettivo principale è dunque soddisfare le specifiche richieste del target assegnato. A tal fine, il giocatore verrà sfidato a comprendere le informazioni fornitegli riguardanti le esigenze della tipologia di cliente a lui assegnata. A fianco di questo, vengono presentati al giocatore numerosi micro-obiettivi in vari momenti della partita, al fine di indirizzarlo a riflettere su vari aspetti della gestione aziendale.

È possibile raggruppare le leve decisionali nelle seguenti categorie:

- Scelta e costruzione di strutture (costruzione, posizionamento ed eventuale demolizione)
- Gestione del personale (assunzioni, promozioni, licenziamenti)
- Gestione delle campagne pubblicitarie (scelta del canale pubblicitario)
- Gestione dei prezzi di vendita
- Gestione finanziaria

La costruzione di strutture per i differenti servizi è sicuramente una delle meccaniche di gioco principali. Tale meccanica offre anche la più ampia varietà in termini di scelte possibili. La tipologia delle costruzioni cresce al progredire della partita.

Relativamente alla categoria alloggi è possibile costruire area tende, area camper, bungalow, bungalow bifamiliare e hotel. Per fornire servizi di ristorazione l'utente può scegliere tra market, tavola calda, bar, ristorante e ristorante bio. Per quanto riguarda gli impianti sportivi le costruzioni disponibili sono campi da calcio, da tennis, da bocce, piscina e area di tiro con l'arco. Inoltre per la categoria relax e intrattenimento le strutture e i servizi a disposizione del giocatore sono ombrelloni e lettini da spiaggia, area massaggi, yoga, capannina con vista mare e discoteca. Infine la categoria degli elementi estetici e decorativi comprende vari tipi di alberi e giardini. Ciascun elemento ha costi di gestione e di costruzione specifici.

Al fine di offrire ai clienti un adeguato livello di servizio, il giocatore dovrà assumere il personale idoneo in termini di mansioni e di numerosità. L'allocazione di personale non qualificato per i servizi aggiunti o un numero non sufficiente comporta un malfunzionamento del relativo impianto/servizio.

Il giocatore, in quanto manager del villaggio turistico, oltre a decidere quali edifici costruire e come gestire le risorse umane, si deve occupare anche della gestione di campagne pubblicitarie, nello specifico deve valutare su quali canali di comunicazione investire tra depliant, web, social network, newsletter, TV e giornali. Ciascun canale risulta efficace su un particolare segmento di mercato.

La varietà di scelte possibili rende uManager un ambiente in cui è possibile realizzare diverse configurazioni di gestione, per cui il giocatore deve scegliere con attenzione su cosa investire per trovare la combinazione di strutture e servizi tale da portargli dei profitti.

Nel caso il giocatore si trovasse in condizioni di deficit finanziario può inoltre chiedere un prestito, che dovrà rimborsare con interessi secondo un piano di ammortamento mensile. Il giocatore è altresì supportato da un assistente virtuale, che lo guida tramite messaggi contenenti informazioni di varia natura, e da vari strumenti di analisi, sotto forma di grafici e report finanziari, a sua disposizione.

La chiave del successo risiede in una adeguata comprensione delle connessioni causali tra le proprie scelte e le variabili del gioco. Ad esempio, i giocatori devono capire che per aumentare il numero di preventivi richiesti dai potenziali clienti devono prima aumentare la visibilità del villaggio attraverso campagne pubblicitarie mirate. Allo stesso modo, per ottenere la miglior performance dai singoli servizi è necessario comprendere quali sono le categorie di impiegati che sono più utili agli stessi e comprendere le relazioni che esistono tra i vari profili professionali degli impiegati ed il loro rendimento. Nel caso particolare degli impiegati, essi non impattano direttamente sulla qualità del villaggio, bensì producono un effetto indiretto e ritardato sulla variabile reputazione: questa variabile è determinata dall'esperienza che gli agenti consumatori ottengono quando "vivono" il villaggio durante il loro soggiorno. L'esperienza che ottengono contribuisce alla visione comunitaria del villaggio (la reputazione appunto), ossia il modo in cui gli altri agenti consumatori percepiscono il villaggio: migliore è la reputazione, migliore sarà la qualità percepita dai singoli agenti consumatori, e di conseguenza maggiori saranno le probabilità che quel consumatore decida di acquistare l'entrata al villaggio.

## 2.2 Il mercato

In uManager il mercato è segmentato in cinque tipologie di cliente. Ogni categoria di cliente è caratterizzata da un diverso potere d'acquisto e ha preferenze specifiche rispetto ai diversi servizi che un villaggio può offrire. Nonostante l'obiettivo principale del gioco sia quello di soddisfare la tipologia di cliente assegnata all'inizio della partita, il villaggio è aperto a tutte le categorie di clienti: esso attirerà una o più tipologie di clienti in base ai servizi offerti.

Nello specifico, per implementare le preferenze e le esigenze di ogni tipologia di cliente, ogni categoria di servizio offerto, inclusi gli alloggi, è stata modellata in uno specifico ed opportuno spazio multidimensionale. Le dimensioni relative agli alloggi sono: livello di comfort, presenza di spazi esterni e di accesso indipendente, livello di servizio offerto, riservatezza, presenza di servizi accessori; quelle relative ai servizi di ristoro sono: qualità e varietà degli ingredienti e del menù, velocità del servizio, presenza di servizi accessori, sfarzosità della location e della struttura, qualità e professionalità del servizio; quelle relative ai servizi sportivi sono: livello agonistico della struttura, impegno fisico previsto dallo sport, presenza di un istruttore, capacità di essere adatto a tutte le età, popolarità dello sport; infine, le dimensioni che caratterizzano i servizi dedicati all'intrattenimento ed al relax sono: sfarzosità, necessità di prenotazione, individualità dell'attività, qualità del servizio, livello di relax. All'interno di questi spazi multidimensionali, sia le preferenze di ogni tipologia di cliente che le varie strutture disponibili sono rappresentati da punti. La distanza tra questi determina il gradimento di ogni tipologia di cliente rispetto ad ogni struttura

presente nel gioco. Una successiva normalizzazione di questa distanza permette di avere gradimenti positivi e negativi: è possibile che per una certa tipologia di cliente una specifica struttura sia gradevole, indifferente o addirittura sgradevole.

Questa modellazione è nascosta al giocatore, per cui è necessario inferire le caratteristiche dei servizi e le preferenze delle tipologie di cliente dalle descrizioni testuali presenti nel gioco.

Inoltre, per far sì che in questo processo gli studenti non vengano influenzati da conoscenze pregresse riguardo ad una specifica tipologia di cliente e che basino le proprie decisioni esclusivamente sulla base delle informazioni reperibili all'interno del gioco, per rappresentare le tipologie di clienti sono stati scelti nomi di fantasia: *Enoliani*, *Klingon*, *Romulani*, *Sulibani* e *Vulcaniani*.

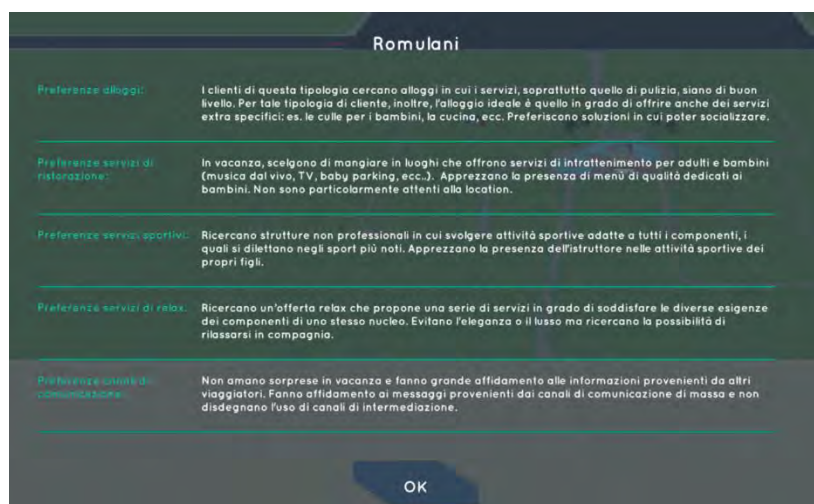


Fig. 2. Descrizione delle tipologie di cliente.

### 2.3 Lo scorrere del tempo e gli obiettivi

L'avanzamento di una partita in uManager è scandito da due dimensioni parallele: quella temporale e quella relativa alla difficoltà di gioco e alle leve decisionali attive. All'interno del gioco l'avanzamento temporale è visibile al giocatore tramite l'interfaccia grafica. Allo scadere di ogni settimana il gioco simula l'arrivo di nuovi clienti al villaggio, la loro permanenza ed i loro acquisti.

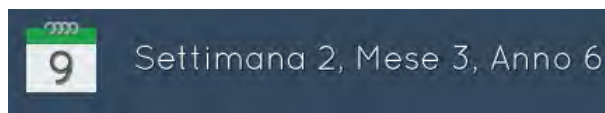


Fig. 3. Indicazione dell'avanzamento temporale in gioco

Parallelamente a questo avanzamento, ogni partita è suddivisa in livelli: all'interno di ognuno di essi ai giocatori viene abilitata una nuova leva decisionale (sotto forma di possibilità di costruire una nuova tipologia di servizi piuttosto che possibilità di avviare una campagna pubblicitaria o assumere una nuova categoria di personale) e vengono assegnati dei micro-obiettivi, che tendono a guidarli nella comprensione e nella gestione di un nuovo argomento e/o meccanica di gioco. Fintanto che il giocatore non ha completato tutti gli obiettivi a lui assegnati non avverrà nessun avanzamento di livello. Questo garantisce un percorso di apprendimento che si adatta alle necessità dello studente e che permette l'esplorazione ed il consolidamento delle nuove nozioni incontrate.

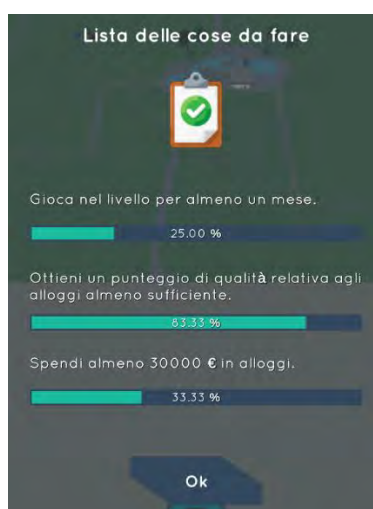


Fig. 4. Visualizzazione degli obiettivi all'interno del gioco.

Una volta raggiunti tutti gli obiettivi, l'avanzamento di livello è automatico e al giocatore verranno notificati sia i nuovi obiettivi sia le nuove leve decisionali attive.

## 2.4 Gli strumenti di analisi

Un ruolo centrale, all'interno della dinamica di gioco, è svolto dagli strumenti di analisi disponibili al giocatore. Questi guidano e supportano lo stesso nella gestione virtuale del villaggio offrendo l'opportunità di visualizzare i dati su base settimanale, mensile o annuale. Questi strumenti sono raggruppabili in due categorie: grafici e report finanziari. In Tabella 1 vengono riportate brevemente le descrizioni di alcuni dei grafici presenti nel gioco, mentre in Figura 5 viene riportato a titolo di esempio il grafico costi/valore della produzione. A completare i grafici, nel gioco sono presenti vari report finanziari che possono assistere il giocatore a comprendere l'andamento del villaggio turistico. Tutti i report sono presentati in forma tabellare e riepilogano dati relativi agli ultimi tre anni di attività. Nello specifico, il report sul *conto economico* mostra valore e costi della produzione, gli oneri (finanziari e straordinari), gli utili

e le perdite d'esercizio e le tasse che vengono applicate. Il report sul *cash flow* invece mostra i dati relativi al reddito operativo, agli ammortamenti, ai finanziamenti ottenuti, agli investimenti effettuati e alla disponibilità finanziaria. Infine, il report sullo *stato patrimoniale* è uno schema che presenta i dettagli delle attività e delle passività del villaggio turistico.

L'utilizzo di questi strumenti di analisi è di fondamentale importanza per i giocatori in quanto permette agli stessi di radicare le proprie scelte nell'evidenza dei dati.

**Tabella 1.** Riepilogo tipologie di grafici disponibili nel gioco.

<b>Grafico</b>	<b>Descrizione</b>
alloggi venduti	descrive l'incontro tra domanda e offerta, per cui tramite questo è possibile capire se si siano compiute le giuste scelte in termini di costruzioni e alloggi. In altri termini, il giocatore è in grado di stabilire se continuare ad investire nella tipologia di alloggi scelta oppure optare per differenti tipologie (nel caso in cui il numero di alloggi venduti fosse minimo).
tasso di occupazione	indica lo stato di occupazione degli alloggi presenti nella propria struttura turistica. Risulta fondamentale agli studenti per comprendere il concetto di scalabilità orizzontale: quando si è inquadrato il target di mercato e si risponde bene alle sue esigenze, per aumentare il fatturato è necessario aumentare il numero di alloggi e servizi disponibili. Un tasso di occupazione del 100% indica una saturazione delle strutture disponibili nel villaggio a fronte di una forte domanda, indice della necessità di ampliare la disponibilità delle proprie strutture.
qualità	indica la percezione del cliente riguardo la qualità generale del villaggio e della sua offerta. Esso permette di capire su quale servizio investire o su quale tipologia di servizi agire per aumentarne la qualità
valore e costi della produzione	Il grafico sovrappone valori e costi permettendo così di osservare e confrontare contemporaneamente due variabili di grande importanza. Da qui è possibile trarre un breve e sintetico anticipo del

	risultato economico a seguito della gestione
visibilità	mostra l'efficacia dei canali pubblicitari utilizzati. Riassume la visibilità del villaggio sul mercato. Il giocatore pertanto deve compiere un'analisi attenta e accurata dei mezzi di comunicazione consoni al proprio cliente.
reputazione	definisce la sintesi dell'esperienza che i clienti del villaggio hanno avuto. Un servizio perfetto per una data tipologia di cliente può comunque risultare in un'esperienza negativa se le micro-risorse legate a quel servizio sono state gestite male (ad esempio non è stato assunto il personale necessario al buon funzionamento di quel servizio). Questo grafico aiuta i giocatori a comprendere la micro-gestione dei servizi ed il suo impatto sull'immagine del villaggio

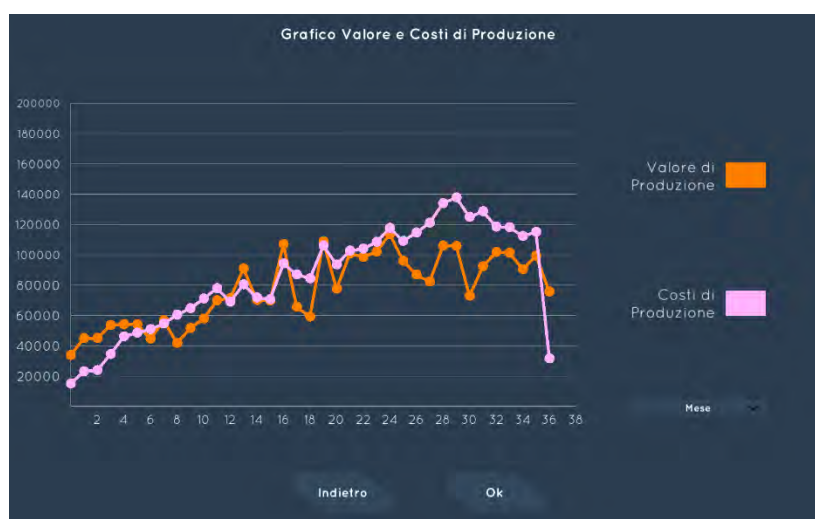


Fig. 5. Grafico valore e costi della produzione.

## 2.5 Il monitoraggio tramite Learning Analytics

Un aspetto fondamentale della validità del serious game uManager come strumento didattico è quello relativo ai learning analytics. Nel gioco, ogni azione compiuta dai

giocatori viene registrata dal sistema insieme ad i più importanti parametri che definiscono lo stato del villaggio. Questo permette ai ricercatori ed ai docenti di monitorare l'andamento dei giocatori e di osservarne i percorsi cognitivi, al fine di meglio comprendere ed analizzare l'impatto formativo del gioco. È importante sottolineare che il sistema non registra solamente le azioni relative alle meccaniche di gioco, come ad esempio la costruzione di edifici, ma anche la visualizzazione delle varie informazioni disseminate per il gioco e di critica importanza al fine di comprendere le sopracitate connessioni causali. Ciò rende quindi possibile ad esempio verificare in maniera non invasiva se il giocatore sta effettivamente leggendo le informazioni riguardo la tipologia di cliente a lui assegnata (e quindi se procede in maniera analitica) oppure se sta procedendo in maniera esplorativa (valutando a posteriori l'impatto delle proprie scelte). Oppure ancora permette di osservare quali strumenti di analisi predilige e quali invece utilizza poco, rivelando potenziali dubbi o lacune su alcuni degli argomenti economico-finanziari presenti nel gioco.

### **3 Conclusioni**

Questo articolo presenta tutte le componenti del serious game uManager mettendo così in luce la sua valenza didattica sia in maniera verticale relativamente ai contenuti economico finanziari tipici della gestione di un'impresa, sia in maniera orizzontale riguardo i processi logici e analitici necessari per effettuare le scelte migliori e correggere eventuali errori di gestione. Data la natura incrementale del livello di difficoltà e delle meccaniche di gioco, che si attivano man mano che il giocatore progredisce nella partita, è possibile ricondurre a uManager anche un campo di influenza multidisciplinare nella didattica poiché stimola l'attivazione di una serie di soft skills, quali problem solving, comprensione del testo, gestione di risorse scarse e capacità di inferenza e analisi, necessarie al corretto utilizzo degli strumenti forniti al giocatore.

Nel corso degli ultimi anni uManager è stato oggetto di varie sperimentazioni [14] che hanno coinvolto centinaia di studenti di alcune scuole secondarie di secondo grado situate a Palermo e provincia. Queste sperimentazioni hanno mostrato il potenziale didattico del serious game uManager e hanno permesso di perfezionare i processi di analisi dei learning analytics.

Per quanto riguarda gli sviluppi futuri il lavoro si concentrerà nello sviluppo e nel perfezionamento di una dashboard ad uso e consumo dei docenti, che gli permetterà di personalizzare il percorso didattico all'interno del gioco, nell'ampliamento del numero di asset presenti nel gioco, al fine di rendere più delicate le relazioni implicite tra tipologie di clienti e servizi offerti e quindi stimolare maggiormente le abilità relative al pensiero critico, e nell'implementazione di obiettivi dinamici che possano guidare il giocatore nel caso di scelte sbagliate, spingendolo quindi a riflettere con più attenzione sulle scelte effettuate.



## Riferimenti bibliografici

1. De Freitas, S. I.: Using games and simulations for supporting learning. *Learning, Media and Technology* 31(4), pp. 343–358 (2006).
2. Charsky, D. : From Edutainment to Serious Games: A Change in the Use of Game Characteristics, *Games and Culture* 5(2), pp. 177–198 (2010).
3. Berta, R., Bellotti, F., van der Spek, E., Winkler, T.: A tangible serious game approach to Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education. In: Nakatsu, R., Rauterberg, M., Ciancarini, P. (eds.) *Handbook of Digital Games and Entertainment Technologies*, pp. 571–592. Springer, Singapore (2017).
4. Boyle, E.A., et al.: A narrative literature review of games, animations and simulations to teach research methods and statistics. *Computers & Education* 74, pp. 1-14 (2014).
5. Connolly, T.M., Boyle, E.A., Macarthur, E., Hainey, T., Boyle, J.M.: A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education* 59(2), pp. 661–686 (2012).
6. Van Eck, R.N., Guy, M., Young, T., Winger, A.T., Brewster, S.: Project NEO: a video game to promote STEM competency for preservice elementary teachers. *Technology, Knowledge and Learning* 20(3), pp. 277–297 (2015).
7. Michael, D.R., Chen, S.L.: *Serious games: games that educate, train, and inform*, Muska & Lipman/Premier-Trade (2005).
8. Romero, M., Usart, M., Ott, M.: Can serious games contribute to developing and sustaining 21st century skills?. *Games and Culture: A Journal of Interactive Media* 10 (2015).
9. Qian, M., Clark, K.R.: Game-based learning and 21st century skills: a review of recent research, *Computers in Human Behavior* 63, pp. 50–58 (2016).
10. Smith, J.W., Clark, G.: New games, different rules - millennials are in town. *Journal of Diversity Management* 5, pp. 1–12 (2010).
11. McDonald, S.D.: Enhanced critical thinking skills through problem-solving games in secondary schools. *Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning* 13, pp. 79–96 (2017)
12. S. Perna, F. Lo Monaco, G. Città, V. Dal Grande, M. Gentile, D. La Guardia, S. Ottaviano, M. Allegra: Educational Potential Mapper – A Semantic-Based Tool for Analysing and Designing Serious Games. In *INTED2017 Proceedings*, pp. 8298-8307 (2017).
13. Gentile, M., Perna, S., Città, G., Ottaviano, S., Dal Grande, V., La Guardia, D., Allegra, M.: Using the educational potential mapper to design an adaptive serious game: The “uManager” case study. In *Games and Learning Alliance, 6th International Conference, GALA 2017, Lisbon, Portugal, December 5–7, 2017, Proceedings*, pp. 251-253, Springer International Publishing, Cham, (2017).
14. Gentile, M., Città, G., Perna, S., Signa, A., Reale, F., Dal Grande, V., Ottaviano, S., La Guardia, D., Allegra, M.: The effect of disposition to critical thinking on playing serious games. In *Games and Learning Alliance, 7th International Conference, GALA 2018, Palermo, Italy, December 5–7, 2018, Proceedings*, pp. 3-15, Springer International Publishing, Cham, (2018).
15. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, Raccomandazione del consiglio del 22 maggio 2018 relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN) , last accessed 15/04/2019.



## “In WWW veritas?” - i motori di ricerca come “filtri” della realtà - una sperimentazione in classe

Davide Taibi<sup>1</sup>, Giovanni Fulantelli<sup>1</sup>, Luca Basteris<sup>2</sup>, Gabriella Rosso<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per le Tecnologie Didattiche  
Via Ugo La Malfa, 153, 90146 Palermo, Italia

{davide.taibi, giovanni.fulantelli}@itd.cnr.it

<sup>2</sup> Liceo Scientifico e Classico Statale "Giuseppe Peano - Silvio Pellico"  
Corso Giovanni Giolitti, 11, 12100 Cuneo, Italia

{luca.basteris, gabriella.rosso}@liceocuneo.it

**Abstract.** In questo articolo, viene presentato il progetto “*In WWW veritas?*”, nato dalla collaborazione tra l’Istituto per le Tecnologie Didattiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche e il Liceo Scientifico e Classico Statale “G. Peano - S. Pellico” di Cuneo. Partendo dalla considerazione che sempre più spesso, i motori di ricerca vengono utilizzati dagli studenti come strumento per accedere alle informazioni presenti sulla rete, anche a supporto delle attività di apprendimento, il progetto si pone i seguenti obiettivi: 1) indagare come le ricerche effettuate in rete tramite i motori di ricerca possano dare risultati differenti in base a diversi fattori; 2) sensibilizzare gli studenti su come i “filtri” dei motori di ricerca possano “condurre” a tesi e conclusioni differenti, e indurli a differenti percezioni della realtà; 3) stimolare il pensiero critico e una maggiore consapevolezza nell’uso degli strumenti di ricerca per permettere di sfruttarne appieno le potenzialità. Il progetto è stato sperimentato con gli studenti del liceo “G. Peano - S. Pellico” di Cuneo, chiedendo loro di esaminare i risultati presentati da un motore di ricerca su argomenti controversi sui quali l’opinione pubblica tende a dividersi, e provando a sostenere o contrastare i diversi punti di vista. L’analisi della sperimentazione ha evidenziato come il progetto abbia permesso agli studenti di sviluppare una maggiore consapevolezza sull’esistenza di filtri attraverso i quali i motori di ricerca mostrano le informazioni e ad averne un approccio più critico.

**Keywords:** Ricercare per apprendere, Bolla di filtraggio, Sperimentazione didattica.

### 1 Introduzione

Sempre più spesso i motori di ricerca vengono utilizzati dagli studenti come strumento per acquisire informazioni, anche a supporto delle attività di apprendimento. Se da un lato l’utilizzo dei motori di ricerca ha facilitato il reperimento delle informazioni in rete rendendo possibile l’accesso a una moltitudine di contenuti, dall’altro, interponendosi tra gli utenti e il Web, i motori di ricerca decidono quali informazioni propor-

re all'utente e quali informazioni sono più rilevanti secondo un proprio metodo di classificazione.

L'algoritmo che determina la rilevanza di un determinato sito Web a fronte di una specifica ricerca per un determinato utente si basa su numerosi fattori. Anche se ogni motore di ricerca utilizza un approccio differente per determinare la rilevanza dei risultati, e tali approcci sono in genere coperti da segreto industriale, alcuni dei parametri che influenzano in maniera significativa i risultati sono ormai noti, e comuni ai motori di ricerca più usati [1].

D'altro canto, le stesse aziende che producono i motori di ricerca tendono a pubblicizzare alcuni di questi parametri (seppure in forma astratta e senza specificarne i dettagli implementativi), evidenziandone i vantaggi per l'utente che può così ricevere risposte personalizzate e specifiche alle proprie esigenze e abitudini<sup>1</sup>.

La località da cui ci si connette, la lingua impostata nel browser utilizzato per connettersi, il dispositivo utilizzato (desktop o smartphone), sono solo alcuni esempi di elementi che possono determinare differenze significative nei risultati ottenuti dalle ricerche. Come detto, tali differenze sono molto spesso motivate dall'introduzione di miglioramenti nell'usabilità, o in quella che viene definita l'esperienza utente: un utente percepisce utile ottenere come risultati sul suo smartphone solo quei siti che vengono correttamente visualizzati sul dispositivo; ottenere risultati relativi a hotel o ristoranti che si trovano nelle vicinanze (in base quindi alla posizione dell'utente) è una caratteristica molto utile per chi viaggia; analogamente, un utente che si connette dall'Italia e che ha impostato la lingua del suo browser in italiano, troverà utile ottenere pagine prevalentemente in italiano.

Questa capacità dei motori di ricerca di filtrare i contenuti del Web in base al contesto locale in cui la ricerca viene eseguita, e altri parametri correlati, ha aperto la strada a nuove opportunità di ricerca sulle dinamiche sociali attraverso il Web. Gli studi condotti dal Digital Methods Institute di Amsterdam [2][3], hanno mostrato come i motori di ricerca forniscano risultati notevolmente differenti su temi particolarmente sensibili in base alla nazione in cui la ricerca viene eseguita. In [3] Rogers ha analizzato i risultati di ricerca nelle differenti versioni localizzate dei motori di ricerca in relazione al tema dei "diritti". I risultati ottenuti hanno evidenziato come, in generale, diversi "diritti" assumono rilevanza differente nelle varie nazioni, e alcuni di essi sono risultati significativi solo in alcune nazioni, e talvolta in un'unica nazione, riflettendo quindi una diversa sensibilità ai diversi "diritti" nel contesto mondiale. In questa prospettiva, i motori di ricerca forniscono uno strumento di analisi a supporto delle ricerche sociali [4][5].

Tra le caratteristiche che influenzano la classificazione dei risultati, giocano un ruolo fondamentale anche il numero di volte in cui una specifica pagina elencata tra i risultati di ricerca è stata visitata dagli utenti del motore di ricerca, e le precedenti ricerche effettuate da uno specifico utente. Anche in questi casi gli utenti traggono dei vantaggi dal comportamento dell'algoritmo implementato dal motore di ricerca. Nel primo caso si avrà accesso alle pagine più popolari, quelle che vengono scelte dalla maggioranza degli utenti. Nel secondo caso l'utente potrà ottenere risultati di ricerca

---

<sup>1</sup> <https://searchengineland.com/googles-personalized-results-the-new-normal-31290>

personalizzati, di fatto il motore di ricerca sarà in grado di filtrare solo i contenuti a cui l'utente è interessato, in funzione anche a quello che già pensa sui singoli argomenti, contribuendo così a favorire la "bolla" [6][7].

Questi meccanismi rendono i motori di ricerca non solo strumenti per il reperimento delle informazioni, ma ambienti in cui l'utente interagisce con contenuti e informazioni. In questi termini è riduttivo pensare al prodotto del processo di ricerca come a una lista di risultati.

Gli studenti, che sempre più spesso utilizzano il motore di ricerca come primo approccio al Web e come strumento per forgiare la propria comprensione su un nuovo argomento, sono molto spesso all'oscuro di questi meccanismi, e corrono il rischio di accedere a informazioni polarizzate su uno specifico punto di vista, che non alimentano il senso critico.

Il progetto "*In WWW veritas?*" si propone di studiare come i "filtri" dei motori di ricerca possano letteralmente "condurre" gli studenti a conclusioni e tesi differenti, ed indurre a differenti percezioni della realtà.

Fornire una maggiore consapevolezza nell'uso degli strumenti di ricerca agli studenti permetterà di utilizzare lo strumento informatico nelle sue massime potenzialità, controllandolo, senza esserne controllati. Parallelamente dal punto di vista didattico il progetto permette al docente che sperimenta l'attività di introdurre le tematiche legate all'individuazione dell'attendibilità di siti e informazioni fino ad alcuni riferimenti alle "fake news", competenze chiave negli obiettivi dell'*information literacy* [8].

## 2 Il progetto "*In WWW veritas?*" - metodologia e strumenti

"*In WWW veritas?*" è un progetto che comprende sia aspetti di natura didattica che aspetti prevalentemente di ricerca. Il progetto ha coinvolto quattro classi del triennio del Liceo Scientifico e Classico Statale "G. Peano - S. Pellico" di Cuneo per un periodo di circa 3 mesi. L'attività è stata svolta in collaborazione con l'Istituto per le Tecnologie Didattiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Nella fase di progettazione è stata definita la metodologia di indagine, sono stati individuati gli strumenti tecnologici da utilizzare per effettuare le ricerche e per tracciare le attività degli studenti, e sono state definite le schede di rilevazione che sono state utilizzate per raccogliere i risultati sulle attività svolte dagli studenti. Le schede di rilevazione sono composte da semplici domande che servono a stimolare una riflessione sui risultati ottenuti, volta ad acquisire una maggiore consapevolezza sul funzionamento e sui filtri applicati dal motore di ricerca.

Il progetto ha previsto il coinvolgimento di 2 docenti per classe, per un totale di 5 ore di didattica curricolare e altrettante ore di attività domestica per gli studenti di ogni classe, per un totale di 10 docenti e poco meno di 100 studenti coinvolti.

Le attività di progetto sono state organizzate in tre fasi, ognuna composta da azioni specifiche. La prima fase ha riguardato le attività preparatorie al progetto, in cui i docenti hanno presentato le attività, fornito istruzioni tecniche sull'utilizzo degli strumenti e informato gli studenti sui dati raccolti. Nella fase preparatoria i docenti, insieme agli studenti hanno scelto l'argomento su cui focalizzare la ricerca. A partire

dall'argomento scelto, agli studenti di ogni classe, è stato richiesto di eseguire delle ricerche da casa utilizzando il popolare motore di ricerca di Google. La seconda fase ha riguardato l'attività di ricerca in rete vera e propria, condotta nei laboratori di informatica della scuola. In questo caso le ricerche sono state effettuate con diversi dispositivi (PC, tablet, smartphone), e tali attività di ricerca sono state tracciate mediante un software dedicato (su PC) e un software specifico per le attività svolte da tablet e smartphone. Nella terza fase i risultati sono stati commentati insieme agli studenti. La tracciatura delle attività svolte dagli studenti è servita inizialmente per commentare insieme agli studenti il loro "stile di ricerca" e ad analizzare le "influenze" che il motore genera o può generare sulle ricerche stesse. Il "Decalogo" di Parole Ostili<sup>2</sup>, e in particolar modo il punto n° 7 "Condividere è una responsabilità", è stato utilizzato come traccia di riflessione per affrontare l'argomento con il gruppo classe. Le fasi del progetto sono schematicamente riportate nella figura 1, nei paragrafi seguenti vengono descritte in dettaglio.

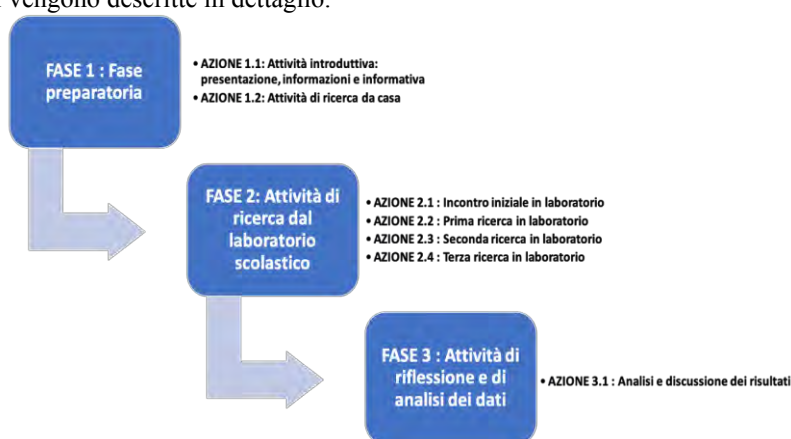


Fig. 1. Struttura delle fasi di progetto e delle attività.

## 2.1 FASE 1: Fase preparatoria

### Azione 1.1: Attività introduttiva: presentazione, informazioni e informativa

Nella fase iniziale del progetto i docenti hanno presentato le attività da svolgere, hanno fornito istruzioni tecniche sull'utilizzo del browser (sia da computer desktop che da smartphone) e hanno informato gli studenti sulla tipologia dei dati raccolti durante le attività di sperimentazione e sulle modalità di tracciamento delle attività che gli studenti si accingevano a svolgere. Una informativa sulla privacy indicante i responsabili del trattamento dei dati è stata consegnata agli studenti.

In seguito, i docenti insieme agli studenti hanno discusso i possibili argomenti su cui effettuare la ricerca. Tali argomenti sono stati selezionati tra quelli aventi la caratteristica di prestarsi ad interpretazioni contrastanti. Alcuni esempi di parole chiave e

<sup>2</sup> <https://paroleostili.it/>

argomenti su cui sono state effettuate le ricerche sono: *selfite*, olocausto, vaccini, omeopatia, volontariato, O.N.G., oroscopo, *terrapittismo*. I docenti nelle diverse classi hanno scelto gli argomenti su cui effettuare le ricerche in accordo con gli studenti.

### **Azione 1.2: Attività di ricerca da casa**

Una volta scelto l'argomento da approfondire in rete, gli studenti hanno effettuato una ricerca con il proprio computer a casa. Ogni studente, una volta eseguita la ricerca, ha effettuato il salvataggio della pagina dei risultati, e ha consegnato il documento su supporto informatico al docente mediante l'uso del registro elettronico.

## **2.2 FASE 2: Attività di ricerca dal laboratorio scolastico**

### **Azione 2.1: Incontro iniziale in laboratorio (durata: 1 ora)**

La fase 2 ha inizio con il docente che discute in classe i risultati ottenuti dai singoli studenti nelle ricerche effettuate a casa, evidenziando:

- eventuali differenze tra i risultati ottenuti da ciascuno di loro;
- le polarizzazioni di pensiero che emergono dalla lettura della pagina dei risultati (vaccini obbligatori o no? Correlazione vaccini e autismo: vero o falso?)

Il docente prende in ogni caso spunto dalle ricerche effettuate a casa dagli studenti per introdurre il dibattito sul tema scelto. Viene evidenziata l'esistenza di diverse opinioni, e invita gli studenti a riportare e discutere alcuni dei risultati che hanno trovato particolarmente interessanti.

Il docente in questa fase ha anche il ruolo di guidare gli studenti nella 'lettura critica' dei risultati del motore di ricerca, fornendo degli esempi basati proprio dai risultati di ricerca ottenuti dagli studenti (ad es. leggendo il titolo e il breve sommario si può già avere un'idea dell'opinione espressa nel sito).

Alla fine di questa fase, gli studenti vengono suddivisi in 2 gruppi, ciascuno dei quali sostiene un'opinione sul tema prescelto in antitesi all'altro gruppo. È necessario spiegare che non è indispensabile essere concordi con tale opinione, ma "entrare nella parte", attraverso un vero e proprio gioco di ruolo.

### **Azione 2.2: Prima ricerca in laboratorio (durata: 1 ora)**

In questa azione, gli studenti hanno utilizzato i dispositivi (computer e palmari) messi a disposizione dai laboratori della scuola per effettuare una ricerca online inserendo la stessa parola chiave utilizzata nella ricerca eseguita con il computer di casa. Anche in questo caso gli studenti hanno salvato la pagina dei risultati e hanno compilato la prima scheda di rilevazione preparata appositamente per dare una lettura critica ai risultati ottenuti (cfr. Scheda 1 in Tabella 1). Ogni studente ha compilato la scheda tenendo conto del gruppo di opinione a cui apparteneva.

Il docente ha in seguito introdotto varie strategie per modificare i termini da utilizzare nella ricerca come ad esempio: l'uso di sinonimi o di parole chiave che abbiano una relazione con le parole chiave di partenza (ad es.: vaccini e malattie; vaccini e

diritto alla salute; ecc.), o l'uso di parole chiave che descrivono concetti che appartengono alla stessa categoria (ad esempio nel caso dei vaccini, immunologia).

### **Azione 2.3: Seconda ricerca in laboratorio (durata: 1 ora)**

In questa azione, il docente invita gli studenti a effettuare nuove ricerche cambiando i termini utilizzati secondo le strategie suggerite nell'azione precedente, con l'obiettivo di trovare pagine Web contenenti informazioni che supportano l'ipotesi sostenuta dal gruppo a cui lo studente appartiene. Gli studenti effettuano la ricerca utilizzando le nuove parole chiave selezionate e salvano la pagina dei risultati. Inoltre, gli studenti visitano i risultati visualizzati nella prima pagina che sembrano supportare la loro ipotesi. Se la descrizione di un risultato non rende evidente se è a favore o contro l'ipotesi dello studente, allora questo risultato non viene selezionato per essere visitato. Al termine di questa azione gli studenti hanno compilato una nuova scheda di rilevazione (cfr. Scheda 2 della Tabella 1).

### **Azione 2.4: Terza ricerca in laboratorio (durata: 1 ora)**

In questa azione è stato chiesto agli studenti di ripetere la ricerca utilizzando esattamente lo stesso termine già utilizzato a casa e nella prima ricerca in laboratorio, e di salvare la pagina dei risultati. Di fatto, la seconda ricerca in laboratorio effettuata nell'Azione 2.3, ha avuto lo scopo di polarizzare i risultati, pertanto, i risultati in questa terza ricerca in molti casi sono stati diversi da quelli ottenuti nella prima (Azione 2.2).

Al termine di questa azione gli studenti hanno compilato la scheda di rilevazione mostrata nella sezione Scheda 3 della Tabella 1.

## **2.3 FASE 3: Attività di riflessione e di analisi dei dati**

### **Azione 3.1: Analisi e discussione dei risultati (durata: 1 ora)**

La terza e ultima fase del progetto ha riguardato l'analisi dei dati volta a stimolare la riflessione sui risultati ottenuti al fine di aumentare la consapevolezza degli studenti sullo strumento utilizzato. In questa fase, il docente ha guidato gli studenti a riflettere sulle differenze tra la prima e la seconda ricerca (internamente al gruppo) e i cambiamenti rilevati al termine della terza attività di ricerca.

Infine, gli studenti, organizzati in gruppi, hanno avuto il compito di difendere la propria ipotesi supportata dai risultati trovati. Al termine di questa fase il docente ha stimolato la riflessione insieme al gruppo classe sulle motivazioni che hanno portato a ottenere risultati di ricerca differenti pur utilizzando lo stesso motore di ricerca (in questo caso Google). Si sono inoltre presentati, ad alcuni gruppi di studenti, altre alternative di motori di ricerca (es. Duck Duck) provando anche a confrontare l'efficacia dei relativi algoritmi.

**Tabella 1.** Schede di rilevazione usate durante la sperimentazione del progetto.

---

**Scheda 1**

---

1. Quanti risultati avete trovato?
  2. I risultati elencati nella prima pagina restituita dal motore di ricerca forniscono informazioni tra di loro coerenti?
  3. Quanti dei risultati trovati nella prima pagina vi sembrano supportare la vostra ipotesi?
  4. Elencate 5 risultati che avete trovato e che vi servono a supportare la vostra ipotesi. Se non trovate 5 risultati che vi soddisfano nella prima pagina, provate a visualizzare anche le pagine successive. Indicate la pagina in cui compare il risultato e la sua posizione all'interno della pagina.
- 

**Scheda 2**

---

1. Quali parole chiave avete utilizzato?
  2. Quale strategia avete seguito per scegliere le parole chiave da utilizzare?
  3. Quanti risultati avete trovato?
  4. Quanti dei risultati trovati nella prima pagina vi sembrano supportare la vostra ipotesi? .
  5. Elencate 5 risultati che avete trovato e che vi servono a supportare la vostra ipotesi. Se non trovate 5 risultati che vi soddisfano nella prima pagina, provate a visualizzare anche le pagine successive. Indicate la pagina in cui compare il risultato e la sua posizione all'interno della pagina.
- 

**Scheda 3**

---

1. Quanti risultati avete trovato?
  2. I risultati elencati nella prima pagina restituita dal motore di ricerca forniscono informazioni tra di loro coerenti?
  3. Quanti dei risultati trovati nella prima pagina vi sembrano supportare la vostra ipotesi? .
  4. Elencate 5 risultati che avete trovato e che vi servono a supportare la vostra ipotesi. Se non trovate 5 risultati che vi soddisfano nella prima pagina, provate a visualizzare anche le pagine successive. Indicate la pagina in cui compare il risultato e la sua posizione all'interno della pagina.
  5. Cosa è cambiato tra la prima ricerca e quest'ultima?
  6. Consultate i primi 5 risultati restituiti dal motore di ricerca. A quali organizzazioni sono riconducibili?
  7. Di cosa si occupano queste organizzazioni?
  8. Qual è, secondo voi, la validità scientifica che si può assegnare ai contenuti di questi risultati?
-

### 3 Risultati

Al termine del progetto, i ricercatori e i docenti coinvolti hanno organizzato un gruppo di lavoro con l'obiettivo di analizzare l'esperienza condotta. L'analisi dei risultati ha permesso di evidenziare i punti di forza e di debolezza della sperimentazione. Tra i punti di forza va annoverata la flessibilità dell'attività svolta: di fatto l'attività di ricerca in rete si presta molto bene ad essere adattata e modellata sulle specifiche esigenze didattiche del docente, individuate in relazione alla classe coinvolta, tenendo in considerazione gli interessi specifici, i tempi e le modalità di svolgimento più adeguate. Nel caso del progetto "*In WWW veritas?*" la maggior parte dei docenti ha personalizzato le attività, modificando alcune delle azioni adattandole al percorso didattico e alla tematica scelta. Inoltre, questo tipo di attività può fornire un valido supporto anche in quelle discipline in cui l'utilizzo delle tecnologie informatiche è molto spesso limitato, come nel caso delle materie dell'area umanistica.

Un altro punto di forza è costituito dalle diverse competenze che questo tipo di attività riesce a stimolare negli studenti come la creatività, il pensiero critico, e in generale la *digital literacy*.

Il principale punto di debolezza, evidenziato da alcuni docenti partecipanti alla sperimentazione, è la difficoltà nel valutare l'attività effettivamente svolta dagli studenti. Trattandosi di attività non tradizionali, basate su approcci di apprendimento non formali, si rende necessario mettere in atto strategie di valutazione differenti che prendano in considerazione le diverse competenze che si vanno a stimolare negli studenti.

Il secondo punto di debolezza riscontrato durante lo svolgimento delle attività è dovuto alle difficoltà tecniche nell'utilizzo del software di tracciamento sui vari dispositivi. Inoltre, sempre sul versante tecnologico, anche se gli strumenti utilizzati per il tracciamento si collegavano al motore di ricerca Google per ricavare i risultati, l'interfaccia grafica mostrata non era esattamente identica alla "schermata" proposta da Google e questo può, anche se indirettamente, influenzare il processo di ricerca dell'utente.

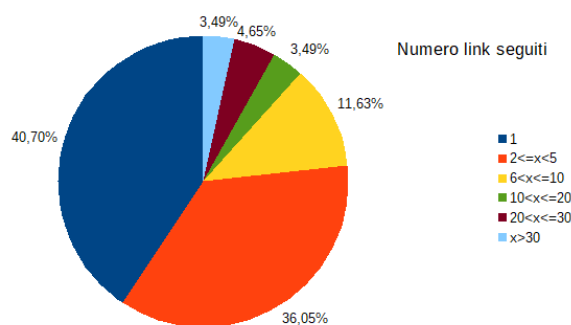
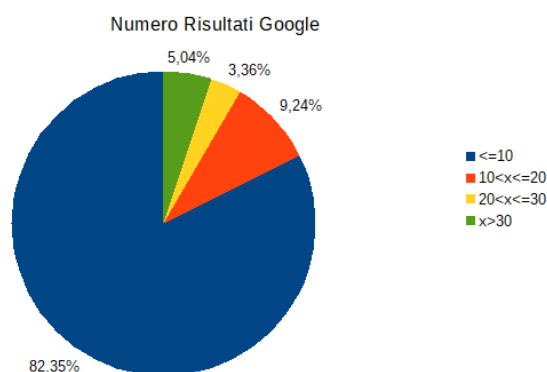


Fig. 2. Numero di link seguiti dagli studenti.

Infine, alcune considerazioni rilevate durante lo svolgimento della sperimentazione riguardano la motivazione del docente in merito alle tematiche proposte per la ricerca.



La selezione del tema di ricerca è determinante per il successo del progetto, sia per catturare gli interessi degli studenti, sia per analizzare ed enfatizzare le differenze nelle risposte ottenute dal motore di ricerca. Da queste considerazioni consegue che di fatto la fase più delicata del progetto è risultata essere proprio la scelta della tematica di ricerca. Alcuni dati interessanti sono emersi in riferimento allo stile di navigazione degli studenti. Durante le ricerche il 40% si è fermato e/o limitato a visitare solamente un link proposto dal motore di ricerca, e solo il 24% ha visitato 6 o più link, come riportato in Figura 2. Ancora più interessante è il numero di risultati visualizzati, che nell'82% dei casi ha riguardato meno di 10 risultati (Figura 3). Questo significa che la maggior parte degli studenti non è andata oltre i primi 10 risultati proposti nella prima pagina del motore di ricerca, limitandosi poi a scegliere, la metà di loro, uno tra questi.



**Fig. 3.** Numero di risultati visualizzati dagli studenti.

Questo è un ulteriore risultato del lavoro fin qui svolto, particolarmente interessante dal punto di vista didattico, perché ha consentito di riflettere con gli studenti sui limiti delle interazioni con i motori di ricerca, promuovendone un uso più consapevole.

## 4 Conclusioni

Il progetto “in WWW veritas?” ha consentito di promuovere negli studenti un uso consapevole dei motori di ricerca per il reperimento delle informazioni in rete. Nello specifico, i docenti hanno rielaborato i punti chiave dell’esperienza, stimolando la riflessione all’interno delle classi sulle seguenti tematiche:

- l’effetto “bolla”: la tipologia della risposta del motore di ricerca varia in funzione di diversi parametri (luogo da cui si è connessi, lingua utilizzata per la ricerca) e in relazione alla “storia” delle ricerche pregresse.
- lo stile di lettura dei siti: quali elementi ciascuno di noi guarda all’interno di ogni singola pagina e con quale ordine e priorità.
- lo stile di ricerca applicato: dipendente dalle parole chiave utilizzate, dal numero di pagine visualizzate (meno di dieci o più), dal numero di pagine ef-

fettivamente esplorate, e anche dai tempi dedicati all'esplorazione delle singole pagine.

- l'attendibilità delle fonti: ciascun sito in base ad alcuni descrittori (autori, frequenza di aggiornamento, qualità grafica, ecc.) comunica la propria attendibilità.
- la propagazione delle informazioni in rete: attraverso la discussione del punto n° 7 "Condividere è una responsabilità" del "Decalogo" di Parole Ostili.

Inoltre, sono stati analizzati gli stili di ricerca degli studenti, evidenziando come molto spesso non si interagisce con i risultati del motore di ricerca in maniera adeguata, aumentando così il rischio di accedere solo a quella parte di contenuti opportunamente filtrati dal motore di ricerca stesso.

Le interviste condotte al termine delle attività di progetto con gli studenti e i docenti coinvolti, hanno evidenziato un notevole interesse con entrambi i gruppi di partecipanti. L'interesse suscitato da questa esperienza pilota incoraggia ad ampliare il numero di partecipanti, estendendo la sperimentazione a scuole di differente ordine e grado e in varie aree della penisola. Il coinvolgendo di un maggior numero di studenti, insieme con l'introduzione di opportuni strumenti per la valutazione delle competenze, consentirà di affrontare in studi successivi interessanti spunti di ricerca focalizzati a investigare cosa viene appreso in relazione ai filtri dei motori di ricerca, con particolare riferimento al reperimento di informazioni su tematiche oggetto di controversie. Inoltre, risulterà interessante studiare quali strategie di ricerca vengono maggiormente attuate allo scopo di supportare specifiche opinioni, e quali modifiche agli stili di ricerca degli studenti vengono indotte da esperienze come quella qui descritta.

## Riferimenti bibliografici

1. Langville, A. N., & Meyer, C. D. (2011). *Google's PageRank and beyond: The science of search engine rankings*. Princeton University Press
2. Rogers, R. (2013). *Digital methods*. Cambridge: MIT Press.
3. Rogers R., Jansen F., Stevenson M. and Weltevrede E., "Mapping Democracy," *Global Information Society Watch 2009*, Association for Progressive Communications and Hivos, 2009, 47-57.
4. Fulantelli G., Marenzi I., Ijaz A., Taibi D. (2016). SaR-Web – A tool to support search as learning processes. In *Proc. of the 2nd Int. Workshop Search as Learning (SAL) 2016 at the ACM SIGIR2016*.
5. Taibi D., Fulantelli G., Marenzi I., Nejd W., Rogers R. and Ijaz A. (2017). SaR-WEB: A Semantic Web Tool to Support Search as Learning Practices and Cross-Language Results on the Web. *IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Timisoara, 2017, 522-524.
6. Zhang, J. & Lin, S. (2007). Multiple language supports in search engines. *Online Information Review*, 31(4), 516-532.
7. Cardon D. (Autore), De Carolis C. (Traduttore). *Che cosa sognano gli algoritmi. Le nostre vite al tempo dei big data*. Mondadori Università.
8. Averame M. C. (2018). *Riconoscere le fake news in classe. Percorsi per una comunicazione consapevole in rete*. Collana "insegnare nel XXI secolo. Pearson.

# Formazione in realtà virtuale: il caso Magna Getrag

Giuseppe Modugno<sup>1</sup>, Flavio Roberto Albano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MTM Project Srl, Monopoli, <sup>2</sup> Università degli Studi di Bari, Bari, Italy  
modugno@mtmproject.com - flavio.albano@uniba.it

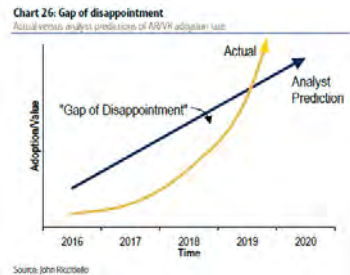
**Abstract.** Risulta di strategico interesse partire da una definizione di contesto elaborata dallo scienziato Stuart Kauffman che ha dato un nome alle svolte nel percorso di innovazione tecnologica che notoriamente procede per staffette, evolvendosi dall'errore e dalla rete. Il punto di svolta e di evoluzione delle conoscenze tecnologiche è stato definito "adiacente possibile", una definizione che coglie sia i limiti che il potenziale creativo del cambiamento. L'intera storia umana si può raccontare in termini di esplorazione graduale dell'adiacente possibile, nella quale ogni innovazione apre a sua volta nuovi sentieri da esplorare. Ci è possibile osservare un caso di ampliamento dell'adiacente possibile proprio grazie all'introduzione della realtà virtuale laddove, la sua evoluzione, ha consentito e consente ancora di scoprire e sperimentare innumerevoli utilizzi nel mondo industriale. Il vero sforzo visionario tuttavia viene richiesto nell'elaborazione dei contenuti adatti a questo nuovo universo comunicativo. Questo aspetto, se connesso al concetto di *gamification* di operazioni basilari porta a possibili utilizzi ad alto potenziale attrattivo ed educativo del giovane lavoratore. Il lavoro in oggetto ci conduce all'osservazione reale di un'applicazione in realtà virtuale in campo industriale e più specificatamente alla formazione su macchine utensili in condizioni di sicurezza e risparmio di tempi e risorse. Tale tecnologia associata al concetto formativo dell'alternanza scuola-lavoro permette di avviare innovativi percorsi di creazione e sviluppo di competenze specializzate in condizioni di sicurezza e totale immersione.

**Keywords:** Virtual reality, technology, virtual training.

## 1 Scenario

Nel 2007 si assiste alla seconda rinascita della tecnologia immersiva grazie all'avvento di Second Life, che regala a milioni di persone l'utopia di un mondo alternativo in cui vivere come in quello reale. Facebook già da tempo si sta orientando nello stesso verso, ovvero nel ricreare uno "Stato transnazionale" che sia la vera evoluzione di Second life completa di crypto-valute e ogni tipologia di esperienza visto che in realtà virtuale tutto è interfaccia e tutto può essere riprogrammato. Tale tecnologia poggia le sue basi su tre elementi fondamentali e da queste genera le sue evoluzioni: interazione, immersione e risposta in tempo reale [1]. Dal punto di vista della realtà virtuale, quindi, vi è la totale libertà di movimento all'interno degli ambienti ed un coinvolgimento emotivo del tutto superiore. In tal senso vi sono state diverse sperimentazioni sulle applicazioni possibili, dal ludico al neuromarketing (eye tracking), con le esperienze d'uso in fiere, fino alla

formazione in ambito industriale in condizioni di completa immersione esperienziale e sicurezza. Proprio in quest'ultimo campo, già da diverso tempo, si osserva l'applicazione in campo militare, o nei vigili del fuoco proprio per ricreare situazioni veritiere in cui oltre alle fiamme da domare ci sono persone che urlano, che piangono e che sono fuori controllo, quindi una vera simulazione della realtà grazie a hardware performanti e contenuti di valore in grado abituare il cervello dei fruitori a reazioni conosciute. Altri utilizzi sono legati a macchinari speciali, ad esempio con Enel per ridurre i costi del training quando si tratta di intervenire in situazioni rischiose senza esporre il personale a reali pericoli. Caterpillar ha, invece caricato tutti i file CAD (ossia i progetti in formato elettronico) in una "saletta virtuale". In questo modo, i tecnici che indossano gli speciali occhiali per la realtà virtuale possono immergersi in tutti i dettagli della macchina. La realtà virtuale consente di vivere emozioni vere e impattanti, quindi va oltre la collaborazione meramente esecutiva della realtà aumentata. La realtà virtuale conserva la possibilità di raggiungere un engagement del tutto superiore basato su un totale coinvolgimento delle persone che entrano in una nuova dimensione. In tal senso lo stesso Mark Zuckerberg affermò che "i contenuti 3D sono l'ovvia evoluzione dei video" evidenziando come il futuro tecnologico sia, ad oggi, ben delineato nella produzione di contenuti immersivi [2].



## 2 Soluzioni tecnologiche e Metodologie

Partendo da una delle definizioni di realtà virtuale ossia "quella realtà che si sostituisce temporaneamente a quella che si vive veramente attraverso l'utilizzo di apparati tecnologici" [3] si possono raggiungere una serie di nuovi scenari che prendono spunto probabilmente da un progetto del 1957 a cura del regista Morton Leonard Heilig con il suo studio chiamato "Sensorama" ovvero una cabina con schermi stereoscopici, altoparlanti e una sedia che si muoveva in cui si infilava la testa [4]. Di lì in poi si sono avvicinate le varie declinazioni sul tema miscelando sempre più elementi virtuali ad elementi reali al fine di portare a valore ciò che già disponibile in attesa di canali di trasmissione maggiormente performanti (5G). Questa rivoluzione parte dal contextual computing [5] che identifica l'abilità di un software o di un hardware di raccogliere e analizzare dati sull'ambiente in cui esso opera allo scopo di presentare all'utente un'informazione utile e rilevante così da fornire l'informazione che serve quando serve e dove serve direttamente nel campo visivo di chi la richiede. Nello sviluppo di progetti in realtà virtuale si parla di "gap of disappointment" volendo indicare il periodo in cui le innovazioni disponibili deludono le attese del pubblico in relazione alle anticipazioni del settore tecnologico. Vi è quasi sempre una complessità tecnica e una nella scalabilità economica a ritardare l'evoluzione delle innovazioni più importanti. In tal senso l'introduzione della realtà virtuale non sembra seguire una traiettoria lineare ma piuttosto più

simile ad una curva che esponenzialmente recupera le delusioni creando impatti molto di più pervasivi e trasformativi del previsto [6].

Ci pare evidente una relazione tra l'evoluzione tecnologica a disposizione delle aziende fornitrici di prodotti specifici basati sulla realtà virtuale e la costante attenzione delle aziende industriali nello sperimentare nuove forme didattiche di formazione sicura e performante. Andy Grove, Ceo di Intel, affermava che «bisogna agire quando non si sa ancora tutto, quando i dati non sono ancora emersi, spesso è l'istinto e il giudizio personale a fare la differenza» evidenziando come sia necessario percorrere strade nuove per assicurarsi un maggior vantaggio competitivo, ovunque esso sia nella catena del valore [7]. Dal punto di vista metodologico, individuato un bisogno formativo di un'azienda industriale (Magna-Getrag) si è proceduto con l'applicazione di logiche didattiche proprie di un prodotto basato sulla realtà virtuale (HIL-VR) ovvero con la seguente osservazione dei benefici apportati da quest'ultimo, in termini di costi e apprendimento in un arco di tempo definito. Risulta di strategico interesse ragionare non solo in termini di prodotto ma in termini di piattaforma visto che queste ultime possono diventare più preziose e durature di ogni singolo prodotto creato da una singola azienda. Microsoft, Intel e Apple sono arrivate, in momenti diversi alla medesima conclusione dando peso e responsabilità proprio all'elaborazione di contenuti rilevanti per l'utente finale [8]. In tal senso, HIL VR pone accanto alla parte hardware (HTC Vive) un'importante componente software che lega l'esperienza immersiva di apprendimento in realtà virtuale, ad un ecosistema di utilities immateriali per l'apprendimento ed il sostenimento degli esami che è in continua evoluzione, con il fine ultimo già durante le esercitazioni, con modalità di calcolo predittive di dare giudizi di conformità.

### **3 Il caso reale: Magna Getrag**

L'obiettivo originario era arrivare ad una piattaforma su cui monitorare i progressi formativi degli operatori industriali, oltre ad automatizzare il processo formativo con riduzione dei relativi tempi e costi. Oggi HIL VR consente, dopo il login dell'operatore, di entrare in un'area riservata e da lì selezionare il proprio percorso di apprendimento assegnato, procedendo alla formazione in realtà virtuale. Si inizia dalla semplice osservazione della documentazione, delle azioni da fare su un determinato macchinario, DPI, attrezzature, poi si procede operando direttamente in modalità "simulazione assistita" (tramite frecce, voce narrante e avatar che indicano le azioni da fare,), quindi, a seguire, ripetendo tutto senza alcun suggerimento in "simulazione non assistita". Da questo momento, il Machine Learning (ML) acquisisce i movimenti delle mani e della testa creando una "sequenza reale" di operazioni, confrontata, in real time, con la "sequenza master" precedentemente creata dagli algoritmi di ML. Al termine della simulazione, l'Operatore riceverà nel visore il risultato di questa, con indicate le aree su cui migliorare; tale modalità di calcolo predittivo ci porterà a sostituire l'esame di verifica apprendimento. Risulta importante osservare, come questi sistemi consentano di esercitarsi su macchinari complessi e tendenzialmente pericolosi, in completa sicurezza, consentendo la formazione, ad esempio, anche a ragazzi in situazione di alternanza scuola-lavoro. Il caso reale osservato è quello della Magna-Getrag, multinazionale canadese

operante in Italia, nel settore automotive, che ha deciso di utilizzare la realtà virtuale, per automatizzare il processo formativo attraverso 5 aule virtuali complete di pc, visori, radar e caschetti, il tutto integrato con il software per la formazione HIL VR. Il KPI che si voleva raggiungere era la riduzione dei costi operativi del 40%, fermo restando la conservazione dello stesso standard di formazione sulla sicurezza e così è stato. L'azienda si è da sempre distinta per l'attenzione alla sicurezza, Magna PT effettua 2 volte l'anno un "refresh" formativo sulla messa in sicurezza delle loro apparecchiature su circa 800 operativi nella sola sede di Modugno (Bari). Prima dell'introduzione della procedura HIL VR con le sue procedure ed i suoi contenuti immersivi, due risorse full time gestivano ed effettuavano questa formazione, con costi vivi di un addetto alle docenze (+/-40.000€) ed uno addetto all'organizzazione (+/-30.000€). Ogni operativo impiegava 5h/anno per il refresh formativo. Nel 2018, con HIL VR c'è stata una riduzione del tempo di formazione a 3h/anno e dei costi, nel solo primo anno di utilizzo, del 65%. Le due risorse che gestivano il processo di "refresh" non sono state licenziate, ma allocate ad altre attività organizzative.

## 4 Conclusioni

Si può dire che il contenuto è la parte principale ma anche il perno su cui costruire il vero cambiamento di passo, laddove l'hardware per la realtà virtuale è in continua evoluzione e si lavora strenuamente per portare la tecnologia sempre più in avanti soprattutto per le potenzialità relative alla connessione. Nel mondo digitale i software e i contenuti sono al centro del valore a lungo termine che si può costruire a prescindere dalla volatilità degli hardware coinvolti. L'ecosistema HIL VR ed i suoi contenuti video immersivi contribuiscono a colmare il gap tra la formazione teorica, quindi sicura ma legata alla possibilità di sbagliare, e l'operatività, dove l'errore può essere molto più difficile da gestire. Nel caso Magna Getrag sembra esserci un virtuoso esempio di applicazione della realtà virtuale al mondo industriale in cui il sistema di apprendimento automatico HIL VR e i suoi contenuti video immersivi hanno sicuramente fatto la differenza nella fase di apprendimento e quindi nel raggiungimento delle elevate performance registrate.

## Riferimenti bibliografici

1. Montagna, L.: Realtà virtuale e realtà aumentata. Hoepli, Milano (2018).
2. Bank of America, Merrill Lynch: Future Reality: virtual, augmented & mixed reality primer (2016).
3. Montagna, L.: Realtà virtuale e realtà aumentata. Hoepli, Milano (2018).
4. Heilig, M. L.: El cine del futuro, The cinema of the future. Presence: teleoperators and virtual environment, Usa (1992).
5. Porzel, R.: Contextual computing, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin (2011).
6. Bank of America, Merrill Lynch, Future Reality: virtual, augmented & mixed reality primer (2016).
7. Grove, A.S.: Only the paranoid survives, Profile Books Ltd (1998).
8. Cusumano, M.A., Yoffie, D.B.: Lezioni di strategia, Hoepli (2016).

# Ludoteca del Registro .it: sicuri e consapevoli in Rete

Giorgia Bassi<sup>1</sup> and Beatrice Lami<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ludoteca .it - Registro .it - Iit Cnr, Via G. Moruzzi 1, 56124 Pisa  
giorgia.bassi@iit.cnr.it beatrice.lami@iit.cnr.it

**Abstract.** Il contributo illustra gli obiettivi e le varie iniziative del progetto Ludoteca del Registro .it (<http://www.ludotecaregistro.it>) dell'Istituto di Informatica e Telematica del CNR di Pisa, promosso con l'obiettivo di diffondere tra i bambini delle scuole primarie e secondarie di primo grado l'utilizzo consapevole e sicuro della rete Internet.

**Keywords:** educazione digitale, internet

## 1 A scuola di cultura digitale

La Ludoteca del Registro .it (<http://www.ludotecaregistro.it>), patrocinato dall'Autorità Garante per l'Infanzia e l'Adolescenza, è un progetto avviato nel 2012 dal Registro .it, l'anagrafe dei domini .it (gestito dall'Istituto di Informatica e Telematica del Cnr di Pisa), con l'obiettivo di diffondere la cultura digitale nelle classi delle scuole primarie.

I laboratori hanno come tema centrale la Rete, in tutti i suoi aspetti, dalla struttura tecnica alla storia e organizzazione, per arrivare ai temi legati alle risorse (social media, internet delle cose, smart city) e ad un loro utilizzo sicuro.

Ad oggi sono oltre 11.000 i bambini incontrati in tutto il territorio nazionale, per un totale di 1100 ore di formazione.

Il progetto nasce da un dato evidente: ragazzi e bambini trascorrono buona parte della loro vita online, nella maggioranza dei casi però senza avere gli strumenti adeguati per sfruttarne le innumerevoli risorse in modo sicuro e responsabile.

Molto significativa a questo riguardo la ricerca "EU Kids Online per MIUR e Parole O\_Stili" del 2018, dalla quale emerge che lo smartphone è il principale strumento con cui questo target (ma in generale l'intera popolazione) accede a Internet: è usato quotidianamente per andare online dal 97% dei 15-17enni e dal 51% dei bambini di 9-10 anni.

Se l'88% dei ragazzi italiani (15-17 anni) usa Internet a casa ogni giorno, il 44% è online quando è fuori per spostamenti vari (per strada, sui mezzi pubblici, etc.) e il 42% mentre è fuori per conto proprio per altre ragioni. Fra gli adolescenti di 15-17 anni, la percentuale di chi usa tutti i giorni Internet quando è fuori casa è del 74%.

Le attività online più diffuse sono di tipo "sociale" e legate alla sfera dell'intrattenimento: il 77% delle ragazze e dei ragazzi tra gli 11-17 anni usa internet tutti i giorni per comunicare con amici e familiari, il 59% guarda video online e visita quotidianamente il proprio profilo social.

L'uso costante di questo media implica inevitabilmente, anche per gli adulti naturalmente, il rischio di essere esposti a minacce, alcune legate alla sicurezza informatica (ad esempio virus e furti di dati), altre alla gestione della propria identità e delle relazioni sociali in rete.

Ancora alto è infatti il numero di ragazze e ragazzi che adottano comportamenti passivi rispetto ai rischi di Internet, ignorando il problema o sperando che si risolva da solo (35%). Solo il 10%, per esempio, ha modificato le proprie impostazioni di privacy in seguito a un'esperienza negativa e solo il 2% ha segnalato contenuti o contatti inappropriati ai gestori delle piattaforme.

## 2 Contenuti e strumenti

La Ludoteca si rivolge quindi ai bambini delle scuole primarie, con l'obiettivo iniziale di ampliare la loro "digital literacy", ovvero la conoscenza funzionale e procedurale di strumenti e tecniche per l'utilizzo dei device digitali. Un buon bagaglio di conoscenze tecniche rappresenta la base su cui impostare un utilizzo della Rete consapevole, responsabile e non più passivo.

Il tema della Rete Internet è introdotto a partire dai suoi meccanismi di funzionamento (linguaggio binario, trasmissione dei dati, nomi a dominio, indirizzo IP, protocolli), per trattare in seguito le principali problematiche legate all'utilizzo del web, come ad esempio la tutela della propria identità digitale e privacy o l'attendibilità delle fonti e dei contenuti online.

Le lezioni nelle classi si articolano sempre in una parte di introduzione al tema, seguita da attività ludico-didattiche di gruppo, condotte con strumenti molto semplici (materiale cartaceo, lavagna, pennarelli), così da permettere la partecipazione anche a scuole meno dotate da un punto di vista tecnologico.



Fig. 1. Web app Internetopoli

L'esigenza di diffondere i contenuti del progetto su larga scala ha portato a realizzare nel 2015 la web app "Internetopoli", compatibile con la Lim e scaricabile all'indirizzo <http://www.internetopoli.it>, pensata per offrire ai docenti un percorso guidato che permetta di lavorare in classe anche in totale autonomia, consultando il materiale di supporto e approfondimento a corredo dello strumento.

I contenuti dell'app ripropongono tutte le tematiche affrontate nei laboratori nelle classi e si articolano in otto livelli di navigazione (come funziona internet, nomi a dominio, storia e organizzazione, social network, tutela privacy, risorse della Rete, internet delle cose, smart city).



A supporto dell'app, la "Guida per gli insegnanti, nella quale sono presenti tutti i contenuti dei livelli, riportati in un ordine lineare, con l'aggiunta di materiale di approfondimento e proposte di percorsi didattici da svolgere in classe.

Dal sito internetopoli.it è possibile accedere anche alla sezione "Giochi" che propone quattro videogiochi sui temi della Rete: il "Memory" (abbinamento di immagini identiche tutte relative all'ambito informatico e alla tecnologia), "Trova la coppia" (abbinamento logico di due immagini diverse, come ad esempio un mouse e una tastiera), il "Gioco dell'oca" e il "Quiz on the net" che prevedono domande a risposta multipla sui temi di Internetopoli.

Giocare diventa così sinonimo di apprendimento, anche perché uno dei vantaggi dei giochi digitali è la possibilità di imparare anche dagli errori commessi, in un ambiente stimolante, nella logica, cara ai nativi digitali, del "learning by doing".

### 3 I nuovi laboratori sulla sicurezza informatica



Fig. 2. Laboratori di sicurezza informatica

La conoscenza degli aspetti tecnici della Rete e delle tecnologie digitali si porta dietro anche una maggiore consapevolezza delle loro caratteristiche in termini di sicurezza.

La cyber security è un settore oggi in forte espansione, strategico per imprese e organizzazioni, le cui ricadute spesso interessano l'intera società. Per questo è fondamentale impostare una riflessione in termini di prevenzione, a partire dalle giovani generazioni, evidenziando i potenziali rischi e indicando buone pratiche.

Che cos'è un virus informatico? Come si imposta una password sicura? A quali rischi sono esposti i nostri cellulari? A cosa si deve fare attenzione quando si scarica un'app?

Queste sono solo alcune domande poste ai bambini per lanciare i giochi di gruppo sulla sicurezza informatica, introdotti dalla Ludoteca a partire da questo nuovo anno scolastico, uno strumento per stimolare la riflessione soprattutto sui comportamenti da adottare quotidianamente.

Parte del materiale cartaceo utilizzato per i giochi nelle classi ("Cyber Security Quiz", "Trova l'errore" e "Trova la differenza") è stato realizzato dal fumettista Gabriele Peddes che ha creato delle divertenti vignette ambientate nel mondo di Internetopoli. Il protagonista è Nabbovaldo (unione di Nabbo che nel gergo dei teenager indica un "novellino" e il personaggio Marcolvaldo di Calvino), un adolescente che trascorre molto tempo online senza però conoscere i potenziali rischi.

Al Cyber Security Quiz partecipa l'intera classe suddivisa in due gruppi: ogni squadra legge con attenzione la stessa tavola di vignette in cui Nabbovaldo e i suoi amici

hanno dubbi su come affrontare un problema di vita online. Il gioco consiste nell'individuare la vignetta conclusiva tra le tre proposte (a, b, c), nel minor tempo possibile.

Il gioco Trova l'errore presenta le vignette tagliate in formato di carte da gioco: i bambini devono prima riordinarle in una sequenza logica corretta e poi discuterne il contenuto e trovare il finale più corretto dal punto di vista delle buone pratiche di cyber security.

Infine, le tavole Trova la differenza, in cui le due squadre devono individuare i dettagli diversi in due illustrazioni apparentemente identiche: le illustrazioni ritraggono Nabbovaldo o scenari "cyber" che diventano lo spunto per innescare un dibattito sui temi della sicurezza.

Per dare dinamicità alle attività, i bambini sono coinvolti anche in un bowling sulla sicurezza in rete, con i birilli da abbattere su cui sono riportati i comportamenti da evitare, come ad esempio non aggiornare i sistemi operativi, scegliere sempre la stessa password, scaricare app da siti non ufficiali.

Attraverso il gioco del "Cifrario di Giulio Cesare" si introduce infine il tema della crittografia, letteralmente "scrittura cifrata", una delle tecniche usate in Rete allo scopo di assicurare la segretezza dei messaggi: i bambini hanno a disposizione un cifrario di Cesare realizzato in cartoncino, con il quale sostituire ogni lettera del testo in chiaro con la corrispondente lettera cifrata sulla base della chiave prescelta.

#### **4 Let's Bit!: i vantaggi della peer education**

Circoscritto inizialmente alla realtà toscana, il progetto Ludoteca del Registro .it ha avuto una notevole espansione. Per venire incontro alle crescenti richieste di partecipazione in tutto il territorio nazionale, si è pensato di renderlo scalabile inizialmente grazie alla web app Internetopoli e, in seguito, all'introduzione del modello della "peer education", uno dei paradigmi di apprendimento oggi più utilizzati per la prevenzione a comportamenti di devianza giovanile.

E' nato quindi il progetto Let's Bit!, al quale partecipano i ragazzi degli istituti superiori, coinvolti come educatori della Ludoteca nelle classi primarie, con l'obiettivo di far riflettere i bambini sull'importanza dell'uso consapevole di internet.

I ragazzi, dopo aver seguito un percorso formativo con gli operatori della Ludoteca, diventano "tutor della Rete" e, responsabilizzati in questo ruolo, sono portati ad analizzare con maggiore attenzione i loro stessi comportamenti ed eventualmente a correggerli o migliorarli. Il progetto Let's Bit! è partito nel 2015 e, ad oggi, sono stati formati 500 ragazzi con la partecipazione di 10 istituti superiori.

#### **Riferimenti bibliografici**

1. Ferri, P.: Nativi digitali, Mondadori (2008).
2. Ferri, P.: La scuola digitale, Mondadori (2008).
3. Buckingham, D.: Media Education, Edizioni Erikson (2006).
4. Calvani, A.: I nuovi media nella scuola, Carocci (2013).
5. Ranieri, M.: Le insidie dell'ovvio. Tecnologie educative e critica della retorica tecnocentrica, ETS (2011).

# Il percorso obbligato della digitalizzazione della PA e la valorizzazione delle competenze interne

Luciano Manelli

A.I.C.A. Sezione Territoriale Puglia  
Ordine Ingegneri della Provincia di Taranto  
Federmanager Delegazione Puglia  
luciano.manelli@gmail.com

**Abstract.** L'innovazione digitale avviata dalla Pubblica Amministrazione (PA) individua un cambio di paradigma basato sull'uso delle tecnologie informatiche al fine di ottenere i migliori risultati per lo sviluppo di procedure e documenti nativamente digitali. Cambio di paradigma esaltato dall'ultimo aggiornamento del Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD), che chiude una fase fondamentale di emissione di documenti di indirizzo in cui sono state poste le basi della trasformazione digitale di Imprese e PA. Ora è necessario intraprendere e soprattutto chiudere un percorso che vede protagonisti i funzionari delle PA.

**Keywords:** innovazione digitale, funzionari PA.

## 1 Digitalizzazione della Pubblica Amministrazione

Il documento di “Strategia per la Crescita Digitale 2014-2020” [1] e i Piani Triennali “per l’Informatica nella Pubblica Amministrazione” 2017-2019 e 2019-2021 [2], oltre al rinnovato CAD in vigore da Gennaio 2018 [3], sono i documenti di indirizzo fondamentali che consentiranno di raggiungere quel livello di competitività chiesto dall’Europa che va dall’Industria 4.0 [4] alla Blockchain [5]. Ovviamente tale risultato si può ottenere solo favorendo ed incoraggiando il processo di Digital Transformation della PA che ha attenzionato il ripensamento complessivo dei modelli organizzativi e la trasformazione dei procedimenti e dei processi per una gestione nativamente digitale degli stessi, al fine di ottenere da un lato l’informatizzazione e la dematerializzazione dei processi rivolti all’esterno (e-government) e dall’altro, la possibilità di far partecipare la stessa utenza alla formazione di processi decisionali attinenti la collettività (e-democracy) [6], [7]. È chiaro che lo e-government esterno presupponga un riordino funzionale e organizzativo nelle PPAA e tra le PPAA (ovvero un e-government interno [8]), che non deve consistere nella semplice digitalizzazione dei documenti, ma in una visione procedurale in ottica di sviluppo di documenti e scambi di informazioni il più possibile automatizzati al fine di ottenere anche un unico punto di accesso a tutte le informazioni necessarie per gli utenti e i funzionari. L’integrazione con i soggetti pri-

vati e l'interoperabilità tra le Pubbliche Amministrazioni coinvolte nei vari procedimenti non può che portare sia all'efficientamento dei controlli, che all'ottimizzazione delle relative pratiche burocratiche e autorizzative, al fine di ridurre i tempi e favorendo la correttezza degli utenti coinvolti nei vari processi. La conseguenza naturale non è solo legata al raggiungimento degli obiettivi di "efficienza, efficacia, economicità, imparzialità e trasparenza, semplificazione e partecipazione" indicati nell'art. 12 del CAD (e comunque già in parte richiamati nella legge 241 nel lontano 1990), ma anche alla immediata e tangibile riduzione della corruzione e ad un aumento dei momenti di verifica per eventuali situazioni di probabile illegalità. Una politica evolutiva e protesa alle nuove tecnologie non può quindi prescindere dal coinvolgimento (attraverso una comunicazione efficace ed efficiente) di tutti gli Stakeholder coinvolti nei differenti processi, al fine di evitare l'effetto negativo di un regolamento imposto dall'alto.

Questa vision è oramai uno dei più ampi e discussi argomenti per favorire e permettere la crescita dell'Italia Digitale, fondamentale per la PA, che rappresenta sia il maggior investitore del mercato digitale, sia il miglior strumento di crescita culturale del Paese. L'innovazione digitale nei diversi ambiti della PA diviene conseguentemente un percorso obbligato per evitare di rimanere sempre tra gli ultimi posti nelle diverse graduatorie all'interno dell'Europa Digitale, che stabilisce il raggiungimento di tale traguardo tramite differenti indici, tra cui il più recente DESI – Digital Economy and Society Index [9], che rappresenta una misura della dimensione dei servizi pubblici digitali, concentrandosi proprio sull'e-government, in cui l'Italia, purtroppo, non figura bene. È quindi necessario impegnarsi al fine di ottenere una posizione primaria per essere protagonisti del cambiamento amministrativo e, conseguentemente, economico.

## **2 L'importanza dei funzionari**

Chiaramente, il processo di Digital Transformation della PA non può prescindere da una forte sinergia tra componente tecnologica e componente organizzativa ed è quindi rappresentato dal necessario ed inevitabile passaggio verso una nuova modalità di fruizione dei servizi e una rinnovata generazione di funzionari e dirigenti con specifiche competenze tecniche che possano accompagnare tale passaggio. Considerando l'obbligo per tutte le amministrazioni di diventare "amministrazioni digitali" (art.2 CAD), per poter soddisfare il concetto di un sistema "digital by default" è anzitutto necessario soddisfare le linee di attuazione e gestione di tale direttiva partendo dall'indirizzo politico e soprattutto dirigenziale della trasformazione digitale (art. 12 CAD), per poi giungere ad una riorganizzazione in ottica di digitalizzazione, provvedendo alla razionalizzazione e alla semplificazione dei procedimenti e dei processi amministrativi (art. 15 CAD). La conclusione di tale percorso è la creazione di un "unico ufficio dirigenziale generale" responsabile della Transizione alla Modalità Operativa Digitale, che possa individuare indirizzi, coordinare e controllare le attività (art. 17 CAD) per ottenere i risultati attesi di attuazione dell'e-government e, conseguentemente, individuare una figura di CTO pubblico con "adeguate competenze tecnologiche di informatica giuridica e manageriale". Ciò porta ad investimenti su risorse umane qualificate, acquisibili o da valorizzare all'interno della PA, al fine di individuare un team di funzionari della

trasformazione digitale, che siano tecnicamente competenti, al fine di possedere competenze funzionali (ovvero siano conoscitori del dominio), legislative (ovvero abbiano chiare le norme da ottemperare) e, anche e soprattutto, tecnico/manageriali per poter seguire processi e progetti di sistemi informativi in maniera proattiva ed in ottica di usabilità e riusabilità degli stessi, oltre che aderenti al GDPR e sottoposti ai necessari controlli di cyber-security. La digitalizzazione della PA non è infatti solo ed esclusivamente un processo tecnologico, ma costituisce un articolato (e spesso complesso) percorso di cambiamento, in cui l'ammmodernamento delle tecnologie informatiche non può prescindere da una revisione dei modelli organizzativi e dei processi interni in chiave digitale e, soprattutto, dall'importante acquisizione dei necessari skill e dalla conseguente definizione dei relativi ruoli, individuando le professionalità e le competenze necessarie a gestire tale trasformazione in quei funzionari meritevoli che possano supportare tale innovazione.

### **3 Conclusioni**

L'evoluzione di internet e delle piattaforme social da un lato e l'aggiornamento legislativo dall'altro stanno quindi cambiando (o provando a cambiare) l'organizzazione delle amministrazioni e le modalità di comunicazione pubblica e con l'utenza finale, con l'auspicio di sviluppare amministrazioni aperte e partecipative e di rinnovare la cultura dei funzionari e, conseguentemente, degli utenti. E, nonostante le resistenze culturali ancora presenti, il legislatore incentiva sempre e costantemente l'uso della telematica sia nei rapporti interni tra le diverse amministrazioni, sia tra queste e i privati: ciò al fine di raggiungere la maggiore efficienza delle attività, quale ambizioso traguardo al fine di ottenere un'ottimizzazione delle risorse, una consistente riduzione dei costi ed una produttività ereditata dal libero mercato.

L'obiettivo è presentarsi in Europa migliorando ed elevando i livelli di e-government e delle relative competenze digitali in un'ottica di efficientamento e semplificazione, cercando di oltrepassare lo scoglio fondamentale dell'evoluzione della PA (dalle leggi, ai decreti attuativi e alla resistenze degli Enti). È quindi fondamentale valutare quali possano essere gli ambiti di miglioramento degli uffici della PA al fine effettuare quel salto culturale che li possa rendere smart e vicini al cittadino. Infatti, come per tutte le organizzazioni, è necessario sempre confrontarsi con fattori interni ed esterni quali norme europee, trasparenza, concorrenza e, soprattutto, budget ridotti.

È conseguentemente necessario sempre valutare e valorizzare il potenziale umano della PA al fine di padroneggiare l'impatto pervasivo della tecnologia nelle funzioni pubbliche e conseguentemente favorire partecipazione, inclusione e trasparenza. Soprattutto, si ribadisce, è importante ricordarsi che l'innovazione tecnologica non consiste in un insieme di soluzioni tecniche da adottare tramite un manuale di istruzioni, ma in una rivoluzione culturale che inizia ad avere senso nell'istante in cui viene riconosciuta in primis da chi la adotta per offrire servizi ai cittadini, in quanto il fattore umano è fondamentale e non si può prescindere da esso. La PA è fatta di capitale umano prima che di processi o servizi ed è quindi fondamentale premiare quei dipendenti pubblici

che abbiano le pregresse competenze e che si vogliano rendere più efficienti motivandoli economicamente e rendendoli quindi partecipi e protagonisti dei cambiamenti in atto. Tutto questo movimento di idee è fondamentale per ottenere un cambiamento necessario per la PA (non solo italiana) al fine di poter raggiungere il traguardo dello e-government, quale sistema per migliorare il proprio lavoro, come indicato da Tim O'Reilly: "many government leaders recognize the opportunities Web 2.0 technologies provide not just to help them get elected, but to help them do a better job. By analogy, many are calling this movement Government 2.0." [10].

## References

1. Strategia per la Crescita Digitale 2014-2020, <http://www.funzionepubblica.gov.it/digitalizzazione/agenda-digitale>, last accessed 2019/04/12.
2. Piano Triennale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione, AgID - <https://piano-triennale-ict.italia.it>, last accessed 2019/04/12.
3. Codice dell'Amministrazione Digitale, <https://www.agid.gov.it/it/agenzia/strategia-quadro-normativo/codice-amministrazione-digitale>, last accessed 2019/04/12.
4. Rifkin, J.: La terza Rivoluzione Industriale. Mondadori (2011).
5. Razzante, R.: Bitcoin e Criptovalute. Maggioli Editore (2018).
6. Crea G., Cuomo G.P.: Diritto e Gestione dei Servizi Pubblici - Quaderni di Diritto ed Economia delle comunicazioni e dei media. Aracne (2014).
7. Lovari, A.: Networked citizen. Franco Angeli, (2013).
8. Zuanelli, E.: Amministrazione Digitale ed Innovazione Tecnologica. Aracne (2013).
9. European Commission - The Digital Economy and Society Index - <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>, last accessed 2019/04/12.
10. O'Reilly, Tim: Government as a Platform, Open Government (2010).





Ministero dell'Istruzione  
dell'Università e della Ricerca



Università Mediterranea



Comune di Reggio Calabria



Città Metropolitana



Consiglio regionale della Calabria

Consiglio regionale della Calabria



Agenzia per l'Italia Digitale

Presidenza del Consiglio dei Ministri



GII



ASSOCIAZIONE  EPIC  
una community di formatori qualificati per la scuola digitale

ISBN 978-88-98091-50-8

[www.aicanet.it/didamatica2019](http://www.aicanet.it/didamatica2019)