

PROGETTARE ATTIVITÀ DI APPRENDIMENTO MATEMATICHE IN AMBIENTE ONLINE

Giovannina Albano¹, Umberto Dello Iacono¹, Giuseppe Fiorentino²

¹ Università degli Studi di Salerno
{galbano, udelloiacono}@unisa.it

² Accademia Navale di Livorno, Università di Pisa
giuseppe.fiorentino@unipi.it

COMUNICAZIONE

ARGOMENTO: Istruzione secondaria

Abstract

Questo lavoro descrive l'uso di un modello sistemico per progettare attività di apprendimento della matematica in ambienti tecnologici avanzati. Il modello prevede quattro ruoli coinvolti nel processo di apprendimento e questi possono essere svolti da attori diversi nel corso del processo. La tecnologia è una di questi.

Keywords: Instructional Design, Digital Storytelling, e-Learning, Technology Enhanced Learning.

1 INTRODUZIONE

In questo articolo presentiamo la progettazione di un Digital Interactive Storytelling in Matematica (DIST-M) che stiamo sviluppando nell'ambito del progetto di ricerca italiano PRIN2015 "Digital Interactive Storytelling in Matematica: un approccio sociale orientato alle competenze"² [1]. Il progetto ha come obiettivo quello di elaborare una metodologia basata su un approccio vygotkiano [2] e discorsivo [3] per l'apprendimento della matematica. Gli studenti sono immersi in una narrazione non come semplici spettatori, ma come personaggi che, interagendo con la storia e tra di loro, costruiscono la loro conoscenza. Qui si rivede la progettazione nel quadro teorico del tetraedro didattico [4,5] che, accanto ai tre attori classici del triangolo [6], ne aggiunge uno nuovo, dettato dall'uso complesso della tecnologia. I vertici del tetraedro sono quindi: la *Matematica* (M), ovvero la conoscenza matematica da insegnare e apprendere; lo *Studente* (S) che apprende la matematica; il *Tutor* (T), che supporta il processo di insegnamento/apprendimento; l'*Autore* (A), che è responsabile della progettazione, dello sviluppo e della gestione del percorso didattico. In questo modello, la tecnologia è sia interna che esterna al modello didattico; da un lato, internamente, rappresenta l'insieme di strumenti digitali scelti da tutti gli attori, con esplicito scopo didattico; dall'altro, esternamente, è quella in cui tutti quotidianamente siamo immersi.

2 IL CASO DI STUDIO

Il prototipo di DIST-M in corso ha lo scopo di introdurre gli studenti alla modellazione algebrica, al ragionamento e alla dimostrazione, attraverso il seguente problema

² Questo lavoro è parte del progetto triennale PRIN 2015 "DIGITAL INTERACTIVE STORYTELLING IN MATEMATICA: UN APPROCCIO SOCIALE ORIENTATO ALLE COMPETENZE", finanziato dal MIUR, con decorrenza 5 Febbraio 2017.

matematico [7]: *dati quattro numeri naturali consecutivi, dimostrare che la differenza tra il prodotto del secondo e terzo e il prodotto del primo e quarto è sempre 2*. Il problema può essere generalizzato considerando quattro numeri naturali dispari (o pari) consecutivi o, più in generale, prendendo quattro valori consecutivi da una progressione aritmetica di ragione k . In quest'ultimo caso, ad esempio, gli studenti possono dimostrare che il calcolo sopra descritto dà sempre come risultato $2k^2$. Il problema può essere utilizzato anche per promuovere riflessioni su concetti matematici fondamentali come il significato di “numeri consecutivi” o la densità dei numeri razionali in R . Il DIST-M supporta gli studenti con attività di apprendimento sia individuali che collaborative [8]. Le attività di apprendimento sono mostrate in Figura 1. Quelle rappresentate da linee tratteggiate sono opzionali.

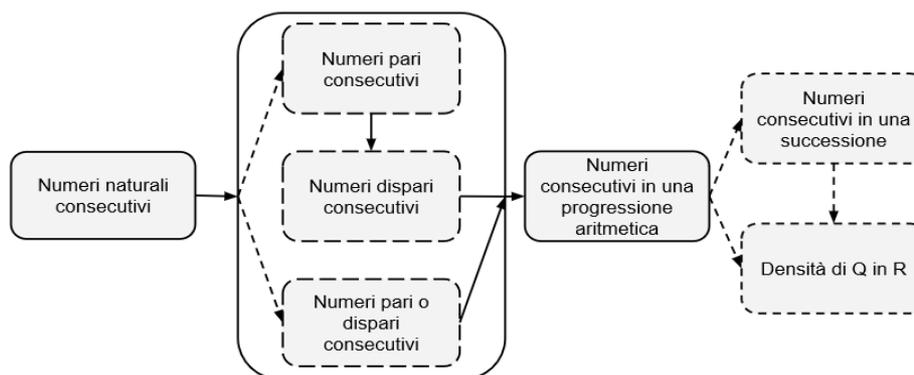


Figura 1 – Disegno delle attività di apprendimento

3 LA PROGETTAZIONE DIDATTICA NEL QUADRO TEORICO DEL TETRAEDRO

Il modello del tetraedro didattico prevede quattro vertici: *Autore* (A), *Tutor* (T), *Studente* (S) e *Matematica* (M) (Figura 2) che non indicano entità fisse, ma ruoli attivi che possono essere interpretati da attori diversi in diverse situazioni e momenti.

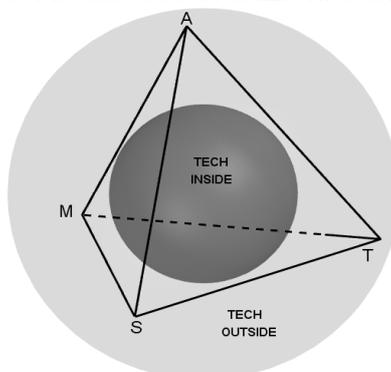


Figura 2 – Rappresentazione del modello del tetraedro didattico

Nella faccia *MST* (*Matematica-Studente-Tutor*) del tetraedro, le interazioni tra i tre vertici avvengono attraverso il digital storytelling. Il *Tutor* è un personaggio della storia e la *Matematica* nasce in maniera naturale dalla sua trama. Il *Tutor* interagisce con lo *Studente* (tutti gli studenti impegnati) orchestrando le discussioni su argomenti generali e dimostrazioni algebriche. In questo contesto, il *Tutor* si comporta come esperto secondo un approccio vygotskiano [2].

Nella faccia *AMT* (*Autore-Matematica-Tutor*), l'*Autore* e il *Tutor* sono coinvolti nella mediazione della *Matematica*. L'*Autore* progetta il percorso di apprendimento in base agli obiettivi didattici e ai piani di intervento del *Tutor*.

Nella faccia *AMS* (*Autore-Matematica-Studente*), il ruolo centrale è giocato dalla *Matematica* e dalla sua trasposizione didattica. È naturale pensare che l'*Autore* organizzi la *Matematica* per lo *Studente*, ma, a volte, anche lo *Studente* può agire come *Autore*

della *Matematica*. Questo accade quando lo *Studente* produce congetture, (contro)esempi, ecc.

All'interno della faccia *AST (Autore-Studente-Tutor)* è possibile collocare la classica (asimmetrica) interazione tra insegnante e *Studente*. Nel nostro caso, l'interazione va dal disegno delle attività da parte dell'*Autore* agli interventi di scaffolding del *Tutor*.

L'*Autore*, tenendo conto delle interazioni e dei processi che occorrono in ogni faccia del tetraedro, seleziona gli opportuni strumenti tecnologici, in base al loro potenziale didattico e semiotico, e ne stabilisce le modalità di uso, rispetto a ciascun attore.

4 LE ATTIVITÀ' DI APPRENDIMENTO

Ogni attività di apprendimento è costituita da vari task, alcuni dei quali sono opzionali (rappresentati in Figura 2 e Figura 3 da linee tratteggiate) e attivati in base alle decisioni del *Tutor*. Il modello del tetraedro aiuta a pensare a quale strumento digitale è il più adatto alle esigenze di interazione dei diversi attori.

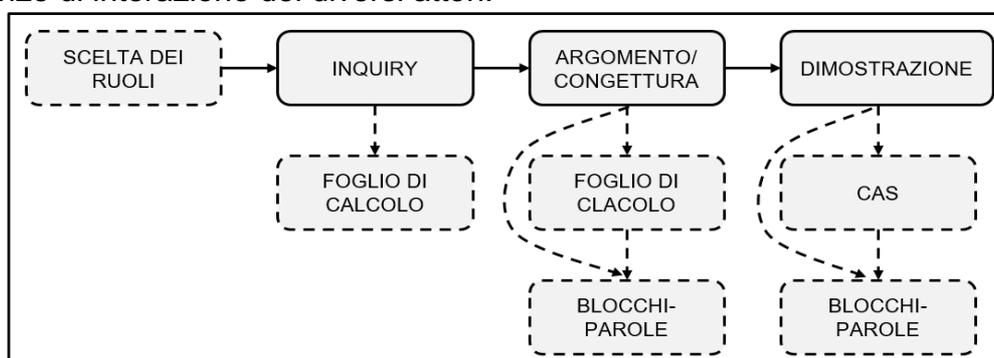


Figura 3 – Modello di 'attività di apprendimento

La *Matematica* viene sempre proposta allo *Studente* come parte fondamentale della storia. I problemi matematici si presentano lungo il percorso e gli interventi dello *Studente* sono essenziali per procedere nella storia. A volte la *Matematica* viene semplicemente visualizzata sullo schermo, in altri casi è incorporata in uno strumento digitale. Questo avviene incorporando all'interno di pagine Moodle Fogli di Calcolo o ambienti CAS (Computer Algebra System) implementati con GeoGebra.

Il task *Scelta dei ruoli* (Figura 3) favorisce una reale collaborazione tra studenti [8] e può essere inquadrato nella faccia *AST*. Può essere un compito opzionale dopo la prima unità di apprendimento, se il *Tutor* consente agli studenti di cambiare il ruolo precedentemente scelto.

Attraverso i task *Inquiry*, *Argomento/Congettura* e *Dimostrazione*, lo *Studente* è invitato dapprima a indagare da solo sul quesito proposto, poi a congetturare e discutere con i suoi compagni e, infine, produrre una dimostrazione con il supporto del *Tutor*. Il *Tutor* può decidere di estendere questi task con l'ausilio di tecnologie digitali, come mostrato in Figura 3.

Il task *Inquiry* è disegnato considerando la faccia *AMS* del tetraedro. L'*Autore* progetta il flusso di attività, pianificando tutti i requisiti e scegliendo il miglior strumento digitale (interno o esterno) per ciascuno di essi. In particolare, l'*Autore* sceglie tipicamente una Chat (di Moodle) per le fasi di comunicazione informale e un Forum (a Domanda e Risposta di Moodle) per le fasi che richiedono registri comunicativi (matematici) più evoluti. La *Matematica* entra in gioco sia come contenuto matematico sia come competenza argomentativa.

Anche il task *Argomenta/Congettura* è progettato tenendo conto della faccia *AMS* del tetraedro. Questo task prevede il confronto di tutte le congetture e gli argomenti trovati dagli studenti per favorire la convergenza verso una versione comune e concordata. La *Matematica* è presente come competenza argomentativa [3]. Questo task condivide anche

con la faccia *AST* del tetraedro quando lo *Studente* agisce come *Tutor* per i suoi compagni.

Il task *Dimostrazione* consiste in un Forum, in cui gli studenti sono invitati a concordare una dimostrazione condivisa. Questo task è pensato come interrelazione tra tutti e tre i vertici della faccia *MST*. Le discussioni nascono dal chiedere allo *Studente* di provare le congetture precedentemente dichiarate. Il *Tutor*, agendo come uno dei personaggi della storia, media la discussione tra gli studenti con l'obiettivo di guidarli gradualmente verso la costruzione della dimostrazione. Il *Tutor* gestisce la discussione e guida lo studente verso la costruzione di dimostrazioni formali. La *Matematica* è naturalmente coinvolta come competenza argomentativa e dimostrativa. Lo *Studente* costruisce la propria dimostrazione e, quando ne produce una di qualità è elevata, agisce naturalmente come *Tutor* per i suoi compagni.

Attraverso l'attività opzionale *Inquiry - Foglio di Calcolo*, l'indagine e la produzione di congetture sono supportate da fogli di calcolo (implementati come applicazioni GeoGebra) precaricati con quaterne di numeri che esplorano casi di generalità crescente (dai numeri naturali consecutivi, ai numeri pari o dispari consecutivi, ai termini consecutivi di una progressione aritmetica), integrati nella storia e nell'ambiente di apprendimento. Lo *Studente* è libero di aggiungere altre righe ed esplorare le relazioni con le formule. Scrivendo la formula corretta (il prodotto del secondo e terzo numero meno il prodotto del primo e del quarto) per uno delle quaterne e trascinando la formula, lo *Studente* può verificare che il risultato è sempre lo stesso (2 nel caso più semplice di quaterne con numeri naturali consecutivi). L'uso e la scrittura della formula anticipa la generalizzazione matematica attraverso l'algebra.

Il task opzionale *Dimostrazione - CAS* integra un Computer Algebra System (una "vista" di GeoGebra con la quale è possibile eseguire calcoli simbolici) all'interno della storia e dell'ambiente di apprendimento per supportare la produzione di dimostrazioni algebriche. Questo task, infatti, consente allo *Studente* di rappresentare simbolicamente i quattro "numeri consecutivi" (è qui che la *Matematica* interviene) e di calcolare esplicitamente la relazione algebrica attesa. Trattandosi di un compito opzionale, il *Tutor* decide se avviarlo o meno, in base alle conoscenze e competenze dello *Studente*. Inoltre, l'ambiente CAS, con il suo feedback, può assumere il ruolo di *Tutor*. Da questo punto di vista, il task coinvolge faccia *MST* del tetraedro. Tuttavia, l'*Autore* ha progettato questo compito per supportare i tentativi di costruzione della prova dello *Studente* scegliendo gli strumenti più appropriati e le loro configurazioni; l'attività, quindi, coinvolge anche con la faccia di *AMS*. I task opzionali *Argomenta/Congettura - Blocchi-parole* e *Dimostrazione - Blocchi-parole*, consentono allo studente di costruire frasi che rappresentano, rispettivamente, un'argomentazione e una dimostrazione, manipolando opportunamente dei blocchi-parole digitali resi disponibili dall'*Autore* [9]. Entrambi i task, da un lato, fungono da *Tutor* nel favorire la produzione di argomentazioni e dimostrazioni formali; dall'altro, portano lo *Studente* a riflettere sui concetti matematici a cui si riferiscono i blocchi-parole digitali. La *Matematica* entra in gioco sia come competenza argomentativa e dimostrativa, sia come contenuto matematico in ogni frase costruibile con i blocchi-parole. Lo *Studente*, quando costruisce la sua argomentazione e dimostrazione attraverso la manipolazione dei blocchi-parole, diventa *Autore* di tali produzioni.

5 IL RUOLO DELLA TECNOLOGIA E DI MOODLE IN PARTICOLARE

Gli ambienti didattici completi e flessibili come Moodle sono ormai un prerequisito per l'implementazione di attività didattiche complesse come quella descritta. Nello specifico, Moodle ha fornito al progetto la sua vasta gamma di strumenti finemente personalizzabili. Questi sono stati praticamente indispensabili per mettere a punto le attività didattiche e le articolate interazioni (sociali) previste dal design didattico.

Per ciascuna esigenza didattica e comunicativa è stato utilizzato ed attentamente configurato lo strumento migliore (talvolta modificandone perfino l'aspetto). L'intero framework narrativo, ad esempio, si presenta come un fumetto grazie alle etichette/fumetti (Figura 4) usate come link per accedere alle attività "fantasma" (nascoste ma disponibili introdotte recentemente). Quasi tutte le attività e le risorse sono state "piegate" per adattarsi alle esigenze di questo layout molto immediato e poco convenzionale: poche righe di CSS personalizzato hanno permesso di nascondere gli elementi di interfaccia non strettamente necessari.

I percorsi didattici sono stati costruiti utilizzando in maniera estensiva le condizioni di accesso facendo leva sull'appartenenza ai vari gruppi/personaggi della storia. Un ulteriore livello di personalizzazione è stato ottenuto utilizzando le lezioni di Moodle sia nei tutorial (dove ciascuno ha approfondito secondo necessità e curiosità) che nello svolgimento della storia per ciascun personaggio.

Infine, l'enorme capacità integrativa delle pagine di Moodle ha permesso l'inclusione di attività interattive "esterne" come i fogli di calcolo, la composizione dei testi mediante i blocchi-parole e l'uso di un CAS incorporando in modo trasparente delle costruzioni GeoGebra costruendo così un ambiente ancora più ricco dal quale non è mai necessario uscire esplicitamente, a tutto vantaggio del focus che rimane sempre concentrato sull'attività matematica e non sugli aspetti/strumenti tecnologici.

6 LE SPERIMENTAZIONI IN CORSO

Un DIST -M (Digital Interactive Storytelling in Matematica), come descritto in questo articolo, è attualmente in fase di sperimentazione in due studi pilota, con circa 60 studenti del biennio della scuola secondaria di secondo grado. Tali progetti pilota stanno fornendo dati di ricerca interessanti e suggerimenti utili per la riprogettazione delle attività. Stiamo, inoltre, lavorando alla realizzazione delle linee guida per gli insegnanti che vogliono adottare un DIST-M nelle loro classi di matematica.



Figura 4 – Etichette/fumetti utilizzate come link

Riferimenti bibliografici

- [1] Albano, G., Dello Iacono, U., Fiorentino, F. (2017). Digital Interactive Storytelling in matematica: un approccio sociale basato sulle competenze. In Fiorentino, G. (Eds), *Atti del MoodleMoot Italia 2017*, Roma, pp. 34-38, ISBN: 978-88-907493-3-9.
- [2] Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- [3] Sfard, A. (2001). Learning mathematics as developing a discourse. *Proc. of 21st Conference of PME-NA*. Columbus, OH: Clearing House for Science, mathematics, and Environmental Education, pp. 23-44.
- [4] Albano, G., Faggiano, E., Mammana, M.F. (2013). A tetrahedron to model elearning Mathematics. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Mathematics)*, vol. 23, supplemento n. 1, pp. 429-436.
- [5] Albano, G. (2017). E-mathematics engineering for effective learning. In G. Aldon F. Hitt L. Bazzini U. Gellert: *Mathematics and Technology. Advances in Mathematics Education*, Springer, pp. 360-382.
- [6] Chevallard, Y. (1989). On didactic transposition theory: Some introductory notes. *Proc. of International Symposium on Selected Domains of Research and Development in Mathematics Education*, Bratislava, pp. 51-62.
- [7] Mellone M., & Tortora R. (2015). Ambiguity as a cognitive and didactic resource. In Krainer K., Vondrová N. (Eds.), *Proc. of CERME 9*, Praga, pp. 1434-1439.
- [8] Weinberger, A., Kollar, I., Dimitriadis, Y., Mäkitalo-Siegl, K., & Fischer, F. (2009). *Computer-supported collaboration scripts, Technology-enhanced learning*, Springer Netherlands, pp. 155-173.
- [9] Albano G., Dello Iacono U. (2018). DIST-M: scripting collaboration for competence-based mathematics learning. In: Silverman J. Hoyos V. (eds). *Distance Learning, E-Learning and Blended Learning of Mathematics*. p. 115-131, Cham:Springer