

Script collaborativi e digital storytelling per l'apprendimento online della Matematica

Giovannina Albano
Filippo Bruni
Umberto Dello Iacono

Abstract – *This work concerns an e-learning skill-based methodology called M-DIST (Digital Interactive Storytelling in Mathematics) proposed for the learning of mathematics. It consists of a collection of collaborative scripts, which steer roles and actions of the participants in order to promote cognitive, socio-cognitive and metacognitive processes. We refer to a networking of theories as the theoretical framework and use storytelling experience to engage students. The activities use both experiential and discursive approaches, integrating individual and social tasks. According to Vygotsky, the expectation is that, over time, scripts can be internalized through practice and so produce learning. Finally, we analyse and discuss, using functional linguistic tools, the results of a DIST-M experimentation focused on argumentative skills in mathematics.*

Riassunto – *Questo lavoro riguarda la proposta di una metodologia per l'apprendimento della matematica in ambiente e-learning, basato sulle competenze, che abbiamo denominato Digital Interactive Storytelling in Matematica (DIST-M), che consiste in script collaborativi, finalizzati a gestire e strutturare ruoli e interazioni degli studenti per promuovere processi cognitivi, socio-cognitivi e metacognitivi. Il quadro teorico di riferimento è costruito come networking di teorie e usiamo una esperienza di storytelling per coinvolgere gli studenti. Le attività utilizzano entrambi gli approcci esperienziale e discorsivo, integrando task individuali e sociali. Secondo Vygotskij, l'aspettativa è che, nel tempo, gli script possano essere interiorizzati attraverso la pratica e garantire, in questo modo, l'apprendimento. Infine, analizziamo e discutiamo, utilizzando strumenti della linguistica funzionale, i risultati di una sperimentazione del DIST-M focalizzata sulla competenza argomentativa in matematica.*

Keywords – mathematics, collaboration script, storytelling, argumentation, linguistic

Parole chiave – matematica, script collaborativi, storytelling, argomentazione, linguistica

Giovannina Albano è Professore Associato presso il DIEM dell'Università degli Studi di Salerno (SSD MAT/04 – Didattica della matematica). I suoi interessi di ricerca riguardano il problema dell'integrazione tra la tecnologia, in particolare l'e-learning, e la ricerca in Educazione Matematica. In tale ambito si colloca il progetto Prin 2015 “Digital Interactive Storytelling in Mathematics: a competence-based social approach”, di cui è coordinatrice nazionale. Dal gennaio 2016 è vice-presidente dell'AIRDM (Associazione Italiana di Ricerca in Didattica della Matematica) che raccoglie tutti i membri della Comunità Accademica e Scientifica Italiana che si occupano di ricerca in didattica della matematica.

Filippo Bruni è Professore Associato e docente di *Didattica generale e tecnologie dell'istruzione* nel corso di Scienze della Formazione primaria e di *Media education e competenze digitali* nel corso di Scienze della comunicazione presso l'Università degli Studi del Molise. È vicedirettore della rivista on line "Form@re". Ha come principale area di ricerca quella della relazione tra le architetture e i formati dell'istruzione da un lato e risorse digitali dall'altro. In tal senso, tra le sue pubblicazioni, si segnala la monografia *Blog e didattica. Una risorsa del web 2.0 per i processi di insegnamento* (Macerata, EUM, 2009).

Umberto Dello Iacono è Dottore di Ricerca in Matematica, Fisica ed Applicazioni e titolare di un assegno di ricerca presso il DIEM dell'Università degli Studi di Salerno (SSD MAT/04 – Didattica della matematica). I suoi interessi di ricerca prevalenti e le sue più recenti pubblicazioni riguardano script collaborativi computer-based, digital interactive storytelling, logica applicata alla didattica della matematica e tecnologie didattiche nell'insegnamento/apprendimento della matematica, con attenzione alle piattaforme e-learning e all'integrazione tra piattaforme e-learning e altre tecnologie didattiche. È Professore a contratto di *Fisica e Didattica della Fisica* presso il Dipartimento SUSEF dell'Università degli Studi del Molise.

1. Introduzione

Questo lavoro riguarda la definizione di una metodologia per l'apprendimento della matematica in e-learning, basato sul convincimento che gli apprendimenti delle specifiche aree disciplinari vengano promossi in maniera più efficace affrontandoli nel più vasto contesto dato dalle competenze. Abbiamo denominato tale metodo Digital Interactive StoryTelling in Matematica (DIST-M), caratterizzandolo attraverso script collaborativi, finalizzati a gestire e strutturare ruoli e interazioni (King, 2007, Weinberger *et al.*, 2009). Tale metodologia utilizza il framework dello storytelling (Lambert, 2002, Ohler, 2008, Petrucco & De Rossi 2009), sia per motivare gli studenti sia per sfruttare i benefici dell'integrazione tra pensiero logico e pensiero narrativo (Bruner, 1986, Zan, 2011), sia infine per promuovere un utile intreccio tra area umanistica e area scientifica troppo spesso contrapposte in maniera infruttuosa. Il metodo si basa sull'assunto che gli strumenti offerti da una piattaforma e una collaborazione tra pari ben strutturata possano agire come un supporto all'apprendimento (Dello Iacono, 2015; Albano, Dello Iacono, Mariotti, 2016; Albano, Dello Iacono, Fiorentino, 2016). L'approccio teorico è di tipo socio-costruttivista, per cui gli studenti costruiscono la propria conoscenza impegnandosi attivamente in pratiche sociali, che poi vengono interiorizzate (Vygotsky, 1980; Varisco, 2002).

Il caso di studio presentato in questo articolo riguarda un'implementazione del DIST-M, relativamente alla competenza argomentativa in matematica. I risultati PISA mostrano che la capacità di esprimere argomentazioni in forma scritta è un punto critico (Turner e Adams, 2012). Dall'altra parte, in una cornice di approccio discorsivo all'apprendimento della matematica (Sfard, 2001), Ferrari mostra che il linguaggio matematico e i registri evoluti condividono molte caratteristiche. Così, egli conclude che avere familiarità con le comunicazioni scritte è un prerequisito per promuovere il pensiero matematico avanzato (Ferrari, 2004). Nel seguito inquadreremo l'articolo da un punto di vista teorico, poi descriviamo la metodologia DIST-M e discutiamo e analizziamo, da un punto di vista linguistico, i risultati quantitativi e qualitativi di una sperimentazione pilota del DIST-M implementato per la competenza argomentativa.

2. Il quadro teorico

L'importanza della comunicazione in matematica è stata evidenziata da molti studiosi e ricercatori, tanto da essere una delle competenze oggetto di valutazione nei test internazionali, quali quelli di OCSE-PISA. Per Sfard (2001) la comunicazione e il linguaggio non sono solo mezzi che veicolano concetti pre-esistenti, ma sono lo strumento che permette la costruzione del pensiero stesso. Da questo punto di vista l'importanza della comunicazione in matematica non va ad influenzare solo il modo di insegnare, ma anche e soprattutto l'apprendimento nel suo complesso. Nel costruire argomentazioni, gli studenti elaborano e spiegano a se stessi i concetti che stanno giustificando (Baker, 2003), integrando in tal modo nuove informazioni all'interno di esistenti strutture cognitive (Chi *et al.*, 1989). Ci si inserisce in tal senso in un dibattito iniziato già negli anni novanta del secolo scorso in cui il concetto di competenza si è imposto per la sua caratteristica di andare oltre la dimensione della semplice conoscenza per mostrare come la soluzione di problemi reali richieda un approccio complesso e trasversale che unisca saperi disciplinari, capacità di comunicare, argomentare e relazionarsi (Varisco, 2004; Rossi, 2005, pp. 133-161). In letteratura è possibile distinguere tra argomentazione e spiegazione. L'argomentazione può intendersi come un discorso finalizzato a convincersi o a convincere della validità di un enunciato un interlocutore alla pari o più esperto e, per questo motivo, la comunicazione avviene in un registro colto, varietà linguistica basata sull'uso (Ferrari, 2004). La spiegazione può essere intesa, invece, come un discorso teso piuttosto a far comprendere un concetto o un ragionamento ad un interlocutore, solitamente meno esperto, e pertanto la comunicazione avviene in un registro colloquiale (Mariotti, 2015). In questo lavoro, tuttavia, non abbiamo interesse a distinguere tra spiegazioni e argomentazioni quanto piuttosto al passaggio da forme di argomentazioni implicite, espresse in un linguaggio quotidiano, verso forme di argomentazione esplicite, rigorose, formali. Nella misura in cui avviene questo passaggio, possiamo dire che c'è stato un progresso nell'apprendimento (Engerström, 1987).

La comunicazione e la costruzione di competenze argomentative è chiaramente favorita in situazioni di apprendimento collaborativo. È noto però che una collaborazione efficace non è spontanea, ma va attentamente progettata (Kuhn, 1991; Laurillard, 2013). Questo è ancor più vero in ambienti digitali (Weinberger *et al.*, 2009). La necessità di pre-strutturare e regolare i processi sociali e cognitivi ha portato i ricercatori a ricorrere a un costrutto, denominato *script*, preso in prestito dalla psicologia cognitiva. Qui lo script è inteso come lo schema di memoria interna corrispondente a una sequenza di azioni che definiscono una ben nota situazione (Schank e Abelson, 1977), dove i ruoli e le azioni di ogni attore sono ben definite, e tale schema viene richiamato alla memoria ogni volta che si presentano ambientazioni simili. Lo script didattico viene imposto esternamente e mira a regolare ruoli e azioni degli studenti che collaborano per indurre opportuni processi cognitivi (King, 2007). Sebbene disegnati da esterni e inizialmente imposti ai discenti, questi diventano una risorsa cognitiva dello studente solo se col tempo vengono interiorizzati attraverso la pratica sociale (Vygotsky, 1980), così da favorire un processo di auto-regolazione. Weinberger *et al.* (2007) distinguono tre tipi di componenti in uno script collaborativo computer supported: componenti epistemiche, componenti argomentative e componenti sociali. Le componenti epistemiche supportano gli studenti nel trovare adeguate strategie risolutive; quelle argomentative supportano la costruzione di argomenta-

zioni formalmente accettabili; le componenti sociali coinvolgono gli studenti in attività collaborative che essi non avvierebbero mai spontaneamente.

3. Le metodologie DIST e DIST-M

Nel seguito definiamo una metodologia, che abbiamo chiamato Digital Interactive Storytelling (DIST), che mira a mediare una competenza specifica, in un ambiente di e-learning, facendo uso dell'approccio proprio dello storytelling, e di un certo grado di interattività, garantita dall'utilizzo di applicazioni che consentono allo studente di manipolare oggetti (grafici, multimediali, ecc.) e di ricevere feedback dall'ambiente. Laddove la competenza mediata sia relativa alla matematica, parleremo di DIST-M (Digital Interactive Storytelling in Matematica).

Il DIST è costituito da vari Frame, ciascuno dei quali consiste di un insieme di script, che a loro volta sono costituiti da uno o più task, da intendere come attività elementari non ulteriormente scomponibili. Il primo Frame, chiamato *Frame di Introduzione*, ha la funzione di introdurre lo studente nell'ambiente del DIST, quindi nella storia, e di presentargli gli strumenti informatici da usare, in maniera analoga a quello che avviene nei videogiochi. Gli altri Frame sono Frame di livello, ovvero mirano a mediare una specifica competenza in successivi livelli di difficoltà.

I task possono essere di tipo individuale, di tipo collaborativo o di tipo misto. Nei primi, lo studente svolge e consegna il proprio lavoro individualmente, senza comunicare con i compagni. Nei secondi, lo studente lavora con i pari, comunicando attraverso gli strumenti disponibili in piattaforma (chat, forum, wiki, ecc.) e la consegna dei lavori è collettiva. Nei task misti, allo studente viene data l'opportunità di comunicare con i compagni (solitamente attraverso la chat) ma egli consegna il risultato del proprio operato individualmente. L'alternanza di task collaborativi ed individuali aderisce al pensiero vygotskiano per cui l'apprendimento sia prima socializzato e poi interiorizzato.

4. Il DIST-M per avviare all'argomentazione

In questa sezione andremo a descrivere il disegno di un DIST-M, che mira ad avviare alla costruzione di argomentazioni verbali in matematica, attraverso la produzione personale, il confronto e la mediazione tra pari per giungere ad un enunciato comune. Il DIST-M non restituisce mai (o quasi) la corretta soluzione del compito, ma spinge lo studente ad interagire con gli altri per raggiungerla. L'obiettivo, infatti, è quello di trasferire al gruppo di pari on-line e alla piattaforma il ruolo vygotskiano dell'esperto. In quest'ottica, le componenti epistemiche non forniscono direttamente strategie risolutive, ma, da un lato cercano di far acquisire a ciascuno i prerequisiti necessari per poter affrontare il compito e, dall'altro, spingono lo studente alla riflessione individuale e di gruppo, attraverso domande metacognitive che avviino processi di autoregolazione. Sono presenti anche componenti argomentative, disegnate con lo scopo di spingere lo studente dapprima a spiegare il proprio ragionamento ai compagni e poi ad argo-

mentare in un registro evoluto. Le componenti sociali spingono lo studente ad interagire con i compagni.

Per implementare il DIST-M, per il caso specifico di studio, abbiamo utilizzato la piattaforma Moodle (<https://moodle.org>), che mette a disposizione diversi strumenti per la collaborazione: *Chat*, differenziate per gruppi di lavoro o per tutti i partecipanti all'attività; *Forum*, sia di tipo Standard dove chiunque può avviare una discussione e vedere gli interventi degli altri, sia di tipo Domande e Risposte, dove lo studente prima posta il proprio intervento e ha accesso agli interventi degli altri; *Wiki*, per l'inserimento e la modifica di una raccolta di pagine web, in modo collaborativo oppure individuale. Abbiamo usato anche alcune attività di Moodle: *Lesson*, che consente di realizzare percorsi personalizzati, in funzione di scelte o risposte a questionari, a carico dello studente; *Compito*, che consente la sottomissione di un testo, eventualmente multisemiotico e multimediale, sia in maniera individuale sia come consegna di gruppo.

Per implementare la storia, che accompagna i vari script, abbiamo utilizzato i fumetti (per mezzo dell'ambiente on line gratuito *Toondoo* (www.toondoo.com), poiché il rapporto diretto tra parola e immagine può favorire il processo di apprendimento, rendendolo meno faticoso e più piacevole (Marrone, 2005). Abbiamo utilizzato il software di matematica dinamica *GeoGebra* (<https://www.geogebra.org>) per implementare applicazioni interattive integrate all'interno delle pagine Moodle.

In questo articolo descriveremo rapidamente il *Frame di Introduzione* e ci focalizzeremo sul primo script del *Frame di livello 1*, di cui poi analizzeremo i dati.

Nel *Frame di Introduzione* lo studente viene catapultato nella storia *Programma Discovery*. Il pianeta Terra è in pericolo ed è previsto un impatto con un meteorite. La NASA lancia una sonda su un nuovo pianeta che può rappresentare la salvezza per l'umanità. Lo studente assume il ruolo di uno scienziato di un'equipe della NASA, il cui obiettivo è quello di analizzare statisticamente i dati provenienti dalla sonda per vedere se il pianeta è in grado di ospitare vita (Figura 1).



Figura 1 – Il *Frame* Introduzione di *Programma Discovery*

Durante la fruizione, lo studente si troverà ad affrontare quesiti riguardanti la statistica e la costruzione di grafici statistici, la cui risoluzione è necessaria per poter proseguire nel lavoro dell'equipe. Il contenuto didattico, dunque, per il nostro caso di studio, è la rappresentazione e gestione di grafici di statistica descrittiva. Terminata la fase iniziale, lo studente potrà scegliere se consultare pagine di teoria, riguardanti la costruzione di tabelle o grafici statistici, oppure se accedere alla pagina dei tutorial. Sono applicazioni interattive, realizzate con GeoGebra, che prevedono l'interazione dello studente con un oggetto grafico.

Il Frame di Livello 1 ha come obiettivo quello di mediare la specifica competenza ad un livello base di difficoltà. Nel caso di studio specifico, è costituito da tre script collaborativi, il Capitolo 1, il Capitolo 2 il Capitolo 3. In questo articolo ci limiteremo a descrivere il Capitolo 1.

Il disegno di questo script (Figura 2) si basa su un approccio misto, sia esperienziale, in cui lo studente può manipolare oggetti interattivi per formulare e verificare ipotesi, sia discorsivo nell'apprendimento della matematica, promuovendo il dibattito interno allo studente o tra pari. Lo script è pensato per la partecipazione in gruppi composti da quattro studenti.

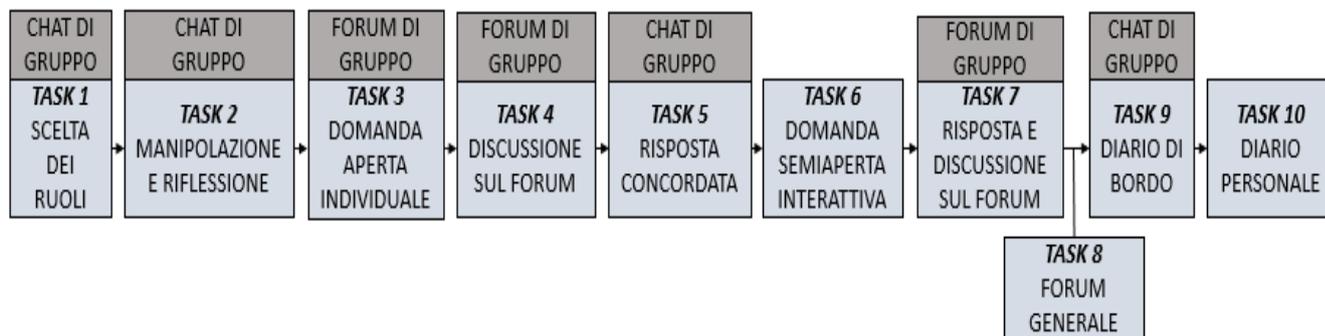


Figura 2 – Disegno dello script Capitolo 1

Per favorire il coinvolgimento di tutti i membri del gruppo, abbiamo disegnato una componente sociale (Task 1 – Scelta dei ruoli) che prevede la negoziazione e la scelta, attraverso la Chat di Gruppo, di un ruolo per ciascun partecipante, tra quattro possibili: Capitano, Ufficiale Scientifico, Ufficiale di Rotta e Ufficiale delle Comunicazioni. In caso di gruppi con un numero di studenti inferiore a 4, uno o più studenti assumeranno più ruoli. Il Capitano media la social literacy, cioè la capacità di gestire il gruppo da un punto di vista sociale. Come leader del gruppo, ha il compito di promuovere la partecipazione di tutti i compagni nelle discussioni e nei processi decisionali. L'Ufficiale Scientifico media la math literacy, ossia la capacità di risolvere i quesiti matematici posti nel corso della storia. Il suo compito non è di farsi carico della risoluzione dei quesiti matematici, ma piuttosto di raccogliere e sintetizzare i contributi di ciascuno alla risoluzione comune. L'Ufficiale di Rotta media la digital literacy, cioè la capacità di

utilizzare in modo efficace strumenti ICT e di supportare i compagni nell'utilizzo di tali strumenti. L'Ufficiale delle Comunicazioni media la blog literacy, ossia la capacità di sintetizzare i discorsi dei compagni e formalizzarli attraverso social media, proponendo così un interessante utilizzo didattico del blog (Bruni, 2009). La ripartizione dei ruoli avviene in piattaforma mediante la discussione in chat e una Scelta (di Moodle) limitata (un solo utente per ciascuna opzione) visibile a tutti e modificabile. A seconda del ruolo scelto, allo studente vengono fornite opportune informazioni sui compiti da svolgere nei vari task. La presenza dei ruoli non è legata all'attività argomentativa in senso stretto, ma piuttosto all'efficacia della collaborazione, attraverso la responsabilizzazione di ciascun partecipante, e quindi al coinvolgimento di ciascun attore (Albano, Dello Iacono, Mariotti, 2016).

Il Task 2 (Manipolazione e riflessione) prevede l'interazione con una costruzione GeoGebra interattiva volta a indagare e risolvere un problema posto dalla storia, attraverso una DGI (domanda grafica interattiva) (Dello Iacono, 2015), che prevede l'interazione dello studente con un "oggetto grafico" e la cui risposta consiste nel trovare una opportuna configurazione dell'oggetto, attraverso la manipolazione dello stesso.

Nel caso di studio il quesito riguarda l'invarianza dell'ampiezza dell'angolo di un settore circolare rispetto alla variazione del raggio della circonferenza. Più precisamente, la domanda posta è: *"La sonda ha comunicato che la percentuale di roccia rossa attualmente trovata sul nuovo pianeta è il 20%. In basso trovate questa informazione rappresentata in un aerogramma, ma il raggio della circonferenza è troppo piccolo e, quando ci troveremo ad aggiungere i dati delle altre rocce, il grafico risulterà poco chiaro. Prova ad utilizzare un raggio più grande per rappresentare la stessa percentuale"*. La risposta richiede che lo studente manipoli lo slider per la scelta del raggio (Figura 3). In tal modo il cerchio sarà automaticamente modificato di conseguenza. Lo studente dovrà poi decidere se e in che modo muovere i punti sulla circonferenza per rappresentare la stessa percentuale. Questo richiede che converta il dato 20% nell'ampiezza dell'angolo del settore e stabilisca se l'angolo rappresentato inizialmente resta lo stesso o cambia.

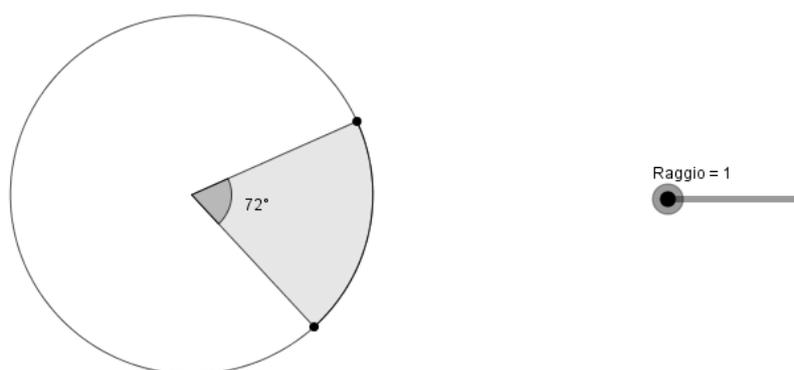


Figura 3 – Costruzione GeoGebra presente nel Task 2

Questo task è una componente prevalentemente epistemica dello script, poiché la manipolazione richiesta supporta il problem solving e suggerisce strategie risolutive. La DGI prevede tre tipi di configurazioni: esatta, errata, semi-esatta, e in funzione di ciò l'applicazione restituisce un codice generato dinamicamente, che lo studente deve inserire nella text box della risposta breve della Lesson. Questo codice viene utilizzato per presentare allo studente un nuovo stimolo, nell'ottica della doppia stimolazione di Vygotsky (1986), che lo aiuti nella risoluzione della situazione problematica, rendendo accessibili i processi interni che restano nascosti quando le risorse esterne non sono mobilitate. Nel task allo studente viene presentata una domanda aperta personalizzata volta a favorire la riflessione. In caso di risposta semi-esatta o errata, l'obiettivo è di portare lo studente a indagare le ragioni delle scelte alla base della sua risposta; in caso di risposta esatta, lo scopo è di focalizzare l'attenzione dello studente sulla non univocità della risposta corretta. La domanda aperta di riflessione, così come è disegnata, è una componente epistemica, poiché, spingendo lo studente verso un meccanismo di autoregolazione, suggerisce implicitamente strategie risolutive.

Nel Task 3 (Domanda aperta individuale) lo studente è chiamato a generalizzare l'esperienza e i risultati precedenti, rispondendo a una domanda aperta: "Come varia l'angolo della parte colorata al variare del raggio? Motiva la tua risposta" (Figura 3). Lo studente dovrà rispondere attraverso il forum Domande e Risposte che, per sua natura, oltre a garantire l'autonomia e la parità di condizioni, incentiva la partecipazione. La richiesta di generalizzazione è un compito che può indurre ad elaborare argomenti a supporto della correttezza di una risposta e favorisce l'emergere di argomentazioni. Anche questo task è una componente sia argomentativa che epistemica. Infatti, se da un lato, cerca di favorire la produzione di argomentazioni individuali, dall'altra avvia processi metacognitivi che implicitamente potrebbero indicare allo studente una strategia risolutiva.

Dopo che tutti hanno fatto il proprio intervento sul Forum, la discussione continua con l'obiettivo di concordare una risposta comune, restando nello stesso forum (Task 4 – Discussione sul forum). Quest'ultima scelta garantisce sia il completamento della fase precedente, perché, se lo studente non posta la propria risposta personale, non può partecipare alla discussione successiva, sia l'avvio a una comunicazione più colta, a differenza della Chat che sottintende un linguaggio più colloquiale. È una componente sociale poiché media l'interazione all'interno del gruppo e la discussione, ma è anche una componente argomentativa ed epistemica poiché mira a favorire attività argomentative da cui possono scaturire processi risolutivi.

La risposta concordata, corredata di motivazione, viene restituita dagli studenti come consegna collettiva di un Compito (Task 5 – Risposta concordata). In tal modo, ognuno può effettuare delle modifiche, ma tutti devono dare il proprio assenso per chiudere la consegna. È una componente sociale poiché va a rafforzare l'interazione nel gruppo.

Nel Task 6 (Domanda semiaperta interattiva), allo studente viene chiesto di riformulare individualmente la risposta argomentata, precedentemente consegnata, attraverso la composizione di tessere rese disponibili: "A quanto pare, ragazzi, gli altri scienziati vogliono una risposta più breve. Vi ricordo la questione. Avete considerato circonferenze di raggio diverso sulle quali rappresentare sempre la stessa percentuale di roccia (nel nostro caso roccia rossa 20%). Vi è stato chiesto cosa potete dire del raggio e perché. Ora, per arrivare ad una risposta breve,

come richiesta dagli scienziati, utilizzate i blocchi di parole predefiniti che trovate nella costruzione qui sotto”. La Figura 4 mostra le tessere costruite per il caso in esame.

all'area del cerchio,	dato che	con il raggio,	il cerchio	è inversam. proporz.
con il raggio	proporzionale	è direttam. proporz.	al 20% dell'angolo giro,	siccome
deve avere	l'angolo non varia	alla circonferenza,	l'angolo diminuisce	allora diminuisce
la parte colorata	l'angolo è sempre pari	diventà più grande	la stessa area	allora aumenta
poiché	all'area del cerchio	al 20% dell'angolo giro	l'angolo aumenta	perché
alla circonferenza	è sempre pari	diventa più piccolo	allora non cambia	il cerchio,

Figura 4 – Tessere rese disponibili nel Task 6

L'obiettivo è quello di supportare lo studente nel passaggio verso un registro ancor più evoluto, più vicino ad un linguaggio condiviso dalla comunità scientifica e matematica. Questo è stato possibile grazie ad un'applicazione GeoGebra, denominata DSI (domanda semiaperta interattiva) (Dello Iacono, 2015), che permette la gestione di varie tessere. Ogni congiunzione causale costituisce una singola tessera in modo tale da evidenziare la struttura causale di un'argomentazione. Aggregando opportunamente le tessere, lo studente costruisce un enunciato composto da una proposizione principale (risposta alla domanda), una subordinata (motivazione), unite tra loro da una congiunzione causale (perché, poiché, dato che, siccome, ...).

L'applicazione riconosce enunciati di tipo causale, quindi è in grado di stabilire l'equivalenza tra congiunzioni diverse e l'equivalenza tra le seguenti due tipologie di enunciati:

- *proposizione principale - congiunzione causale - proposizione subordinata;*
- *congiunzione causale - proposizione subordinata - proposizione principale.*

Questa varietà possibile da un lato offre allo studente un certo grado di libertà nell'esprimersi e da un altro lato evidenzia il ruolo fondamentale che la congiunzione assume per creare la tessitura di una frase. Nell'ottica della gestione automatica delle domande a risposta aperta, la DSI può essere un'ottima alternativa, a condizione che le tessere vengano scelte quanto più vicine al linguaggio e al pensiero reale dello studente in una situazione simile. Questo task è una pura componente argomentativa.

La piattaforma è in grado di riconoscere in maniera automatica la correttezza dell'enunciato, valutando la correttezza dei blocchi che formano le due proposizioni legate dalla congiunzione causale. Lo studente deve riportare nel Forum di gruppo Domande e Risposte (Task 7 – Risposta sul forum e discussione) la frase costruita con i blocchi-parole, insieme a ulteriori spiegazioni del proprio ragionamento che viene invitato a fornire. Solo in caso di enunciato esatto, la piattaforma fornisce un feedback di correttezza attribuendo allo studente il bollino di Campione e il compito di aiutare i compagni in difficoltà. Questa prima parte del task, quindi, è una componente argomentativa. La successiva discussione di confronto, che viene attivata, può generare una strategia risolutiva e, dunque, si tratta anche di una componente sociale ed epistemica.

A questo punto viene attivato il Forum generale, condiviso tra tutti gli utenti, dove ciascuno può chiedere aiuto e porre domande, mentre i Campioni hanno il compito di aiutare (Task 8 – Forum generale). Come ulteriore supporto, in questo forum è prevista la presenza di un Tutor (che può essere il docente). Il Forum generale resta sempre attivo, anche dopo la fruizione dell'attività, al fine di far avviare in maniera spontanea delle discussioni. L'interazione prevista tra studenti, Campioni e Tutor, allo scopo di chiedere/ricevere spiegazioni e indicazioni per la risoluzione del quesito, supportate da opportune argomentazioni, rende questo task una componente di script epistemico, argomentativo e sociale contemporaneamente.

Tutti collaborano alla redazione del wiki (Task 9 – Diario di bordo): l'Ufficiale delle Comunicazioni coordina i compagni ed è responsabile dell'attività di scrittura collaborativa, l'Ufficiale di Rotte lo aiuta nella compilazione del diario, l'Ufficiale Scientifico sintetizza e il Capitano supervisiona l'intera operazione. Il Diario di bordo di gruppo accompagna il team per l'intera missione e va nella direzione della condivisione e del confronto, in coerenza con lo spirito dell'intero script.

Nel Diario personale lo studente scrive le sue impressioni sull'attività, le difficoltà incontrate e il modo in cui le ha superate (Task 10 – Diario personale). È implementato come una o più domande a testo aperto, incluse nella Lesson, volte a favorire la meta-cognizione, e quindi costituisce una componente di script epistemico.

5. Caso pilota, metodologia e strumenti di analisi

Il Frame di Introduzione e il Capitolo 1 del DIST-M, disegnato per il caso specifico, sono stati sperimentati in uno studio pilota che ha coinvolto una classe seconda del Liceo Classico annesso all'Istituto di Istruzione Superiore "Virgilio" di San Giorgio del Sannio (BN).

Sono stati coinvolti 11 studenti, divisi in 4 gruppi, di cui 3 di 3 membri ed uno di 2 membri. Nei gruppi da 3, uno studente ha assunto 2 ruoli (Task 1), mentre nel gruppo di 2 membri, ogni studente ha giocato 2 ruoli. Gli studenti sono stati suddivisi in gruppi in maniera casuale dal ricercatore, ciascuno studente ha lavorato al proprio pc e i membri di uno stesso gruppo hanno comunicato tra loro solo attraverso gli strumenti della piattaforma. Il ricercatore ha supportato gli studenti nella fase iniziale di accesso alla piattaforma fornendo le indicazioni preliminari ed ha osservato lo svolgersi dell'attività. Ciascuno studente ha avuto accesso alla piat-

taforma disponendo di username e password in modo da risultare anonimo nello svolgimento dell'attività (in piattaforma è stato visualizzato soltanto il suo username).

Abbiamo scelto di analizzare i protocolli del caso pilota, assumendo un approccio linguistico, dato che il focus del DIST-M implementato è sulla produzione di argomentazioni verbali. Abbiamo quindi guardato innanzitutto all'argomento come a un testo scritto. Nel nostro caso tale testo riguarda una comunicazione scientifica, che è una comunicazione coesa, oltre ad essere coerente in un registro colto (Ferrari, 2004), quindi è ipotizzabile che la costruzione di testi di coesione sia il primo passo verso lo sviluppo di argomenti logicamente accettabili.

La coesione testuale è ciò che consente di creare la trama di un testo, rendendolo tale piuttosto che un insieme disorganizzato di parole e frasi (Halliday & Hasan, 1976). Si tratta, quindi, di legami e connessioni sintattiche e grammaticali che fanno percepire un testo come un'unica entità e non come un insieme di diversi enunciati. Questi strumenti linguistici la rendono una caratteristica oggettiva del testo, a differenza della coerenza che è invece un processo mentale, proprio dei soggetti coinvolti nel discorso. Un testo risulta coerente se c'è continuità di senso tra gli enunciati che lo compongono, e tale continuità di senso, però, dipende da chi scrive e da chi interpreta il testo, a partire dalle proprie conoscenze complessive.

Nell'analizzare la coesione dei testi prodotti dagli studenti siamo andati a osservare la presenza di particolari risorse che aiutano a creare la coesione: le ripetizioni lessicali, le ripetizioni grammaticali e le congiunzioni. La ripetizione lessicale consiste nella ripetizione di parole. È una forma di coesione molto potente e viene utilizzata spesso per sottolineare o rafforzare un concetto, oppure per far capire che le frasi considerate parlano delle stesse cose. È frequente nel discorso spontaneo poiché si ha poco tempo per pianificare l'enunciato. La ripetizione grammaticale può essere di due tipi, riferimento ed ellissi. Il riferimento serve per segnalare se un termine si ripete da qualche parte in precedenza nel testo (vale a dire che già è stato detto) o se non è ancora apparso nel testo (vale a dire che è nuovo). L'ellissi si ha quando la ripetizione di uno o più termini può essere evitata. Può essere di due tipi: propria e sostitutiva. L'ellissi propria si ha quando una parte della frase è semplicemente omessa. L'ellissi sostitutiva si ha quando un'espressione generica ne sostituisce una più lunga. Infine, si parla di congiunzione quando due parti qualunque del discorso sono collegate da parole che hanno quella funzione specifica. La congiunzione può essere esterna, quando riflette uno stato di fatto, interna, quando è riferita esclusivamente all'organizzazione del testo.

6. Analisi di protocolli

Analizziamo i risultati della sperimentazione pilota dello script Capitolo 1, per ciascun gruppo di studenti, confrontando le produzioni nei vari task, così da vedere l'influenza delle diverse componenti di script sulla produzione di argomentazioni. A tal fine, guardiamo le produzioni scritte nel Task 2 – parte 2 (Domanda di riflessione), nel Task 3 (Domanda aperta individuale) e nel Task 7 (Risposta sul forum), sia da un punto di vista quantitativo che da un punto di vista qualitativo. Per ciascuna produzione scritta, vediamo se ci sono argomentazioni e, in tal caso, osserviamo la loro qualità in termini di coerenza e coesione linguistica. Assegniamo un livello ad ogni produzione, secondo la seguente legenda:

0, se non vi è alcuna argomentazione;

1, se c'è un'argomentazione implicita, ma con pochi marcatori di coesione; un'argomentazione è da ritenersi implicita quando richiede, per essere compresa, la collaborazione di un lettore esperto e competente. Sono omessi passaggi argomentativi o non sono esplicitati in maniera chiara ed evidente.

2, se la scrittura è coesa e coerente, ma l'argomentazione rimane in qualche misura implicita, nel senso che non tutti i passaggi argomentativi sono presentati in modo adeguato. Tale livello viene, in questa ricerca, considerato come un livello sufficiente di argomentazione;

3, se la scrittura consiste in un testo, percepito come coerente e ben coeso, e l'argomentazione è esplicita, ossia, per essere compresa, richiede la collaborazione di un lettore non necessariamente esperto.

È chiaro che dire fin dove sia necessaria o meno la collaborazione di un lettore esperto non è facile da definire. Pertanto la differenza tra i livelli 1 e 2 deve ricercarsi principalmente nella formulazione testuale, che in qualche modo aiuta l'esplicitazione degli argomenti.

La tabella 1 riassume i risultati secondo la precedente legenda, per ogni studente, etichettato come S #:

Task\Group	1	2	3	4
2	S1: 1 S2: 2 S3: 0	S4: 0 S5: 0 S6: 1	S7: 0 S8: 1 S9: 0	S10: 1 S11: 1
3	S1: 0 S2: 2 S3: 1	S4: 0 S5: 1 S6: 2	S7: 0 S8: 2 S9: 0	S10: 2 S11: 2
7	S1: 2 S2: 3 S3: 2	S4: 1 S5: 2 S6: 2	S7: 2 S8: 3 S9: 2	S10: 3 S11: 3

Tabella 1 – Livelli di argomentazione per ciascuno studente nei Task 2, 3 e 7

I dati in tabella mostrano un debole miglioramento dal Task 2 al Task 3, cioè nel passaggio tra la riflessione nel caso particolare e la generalizzazione. Solo pochi studenti, nel Task 3, sono in grado di argomentare ad un livello sufficiente (livello 2), alcuni non producono alcun tipo di argomentazione (livello 0) e nessuno produce un'argomentazione esplicita, coerente e

coesa (livello 3). Tuttavia, un lieve miglioramento si evince ed è da attribuire alla domanda di riflessione (Task 2 – parte 2), che induce processi metacognitivi nello studente.

Vediamo alcuni protocolli relativi al gruppo 1 (Tabella 2). Tutti gli studenti di questo gruppo hanno risposto in maniera esatta alla Domanda Grafica Interattiva (DGI) (Task 2 – parte 1), che richiedeva di rappresentare graficamente una certa quantità in un aerogramma. Nella fase di riflessione (Task 2 – parte 2) viene chiesto allo studente di chiedere se cambia qualcosa nell'aerogramma scegliendo un raggio diverso da quello preso in considerazione nella DGI.

Task	S#	Protocollo	Analisi
2	S1	Non cambierebbe nulla perché le percentuali e i gradi sono sempre gli stessi.	Argomentazione implicita (lo studente non chiarisce il perché le <i>percentuali</i> e i <i>gradi</i> sono sempre gli stessi) e una sola congiunzione esterna (“perché”)
	S2	Non cambia nulla, perché con l'aumentare del raggio, è soltanto la grandezza della circonferenza a crescere, dunque i gradi sono sempre gli stessi. Aumenta il raggio ma l'ampiezza è invariata.	Due congiunzioni esterne (“perché”, “dunque”), argomentazione non del tutto esplicita (lo studente non chiarisce perché <i>i gradi sono sempre gli stessi</i>) Nessuna argomentazione
	S3		
3	S1	L'angolo rimane sempre uguale al variare del raggio	Nessuna argomentazione
	S2	La parte colorata aumenta con l'aumentare della circonferenza, ma l'angolo rimane costante (72°) e lo stesso la percentuale (20%)	Due congiunzioni esterne (“ma”, “e”), argomentazione più esplicita rispetto alla precedente, ma ancora non chiara (lo studente esplicita i gradi dell'angolo e le percentuali ma non spiega perché <i>restano costanti</i>)
	S3	Non cambia nulla in quanto i gradi, all'aumentare o al diminuire della circonferenza restano uguali	Argomentazione implicita (lo studente non chiarisce perché <i>i gradi restano uguali</i>) e solo una congiunzione esterna (“in quanto”).

Tabella 2 – Protocolli del gruppo 1 nei Task 2 e 3

La Tabella 1 mostra, inoltre, un miglioramento significativo dal Task 3 al Task 7, entrambi richiedenti allo studente di rispondere alla medesima domanda, rispettivamente, prima e dopo le attività esplicitamente sociali (Task 4 e 5) e la DSI (Task 6). Questo miglioramento sembra possa essere attribuito sia alla fase di collaborazione (Task 4 e Task 5) e sia al componente puramente argomentativo dello script (Task 6).

Vediamo alcuni protocolli, sempre del gruppo 1 (Tabella 3). Tutti gli studenti costruiscono argomentazioni ad un livello sufficiente (livello 2) e, in particolare, lo studente S2, che raggiunge un livello 3.

Task	S#	Protocollo	Analisi
7	S1	L'angolo non varia dato che è direttamente proporzionale alla circonferenza dato che all'aumentare della circonferenza la percentuale dell'angolo non varia perché i gradi sono sempre 360.	Lo studente, oltre la frase costruita con le tessere (prima parte), aggiunge ulteriori spiegazioni, anche se con argomenti impliciti (non spiega in maniera chiara perché l' <i>angolo non varia</i>), con presenza di due congiunzioni esterne ("dato che", "perché") e due ripetizioni lessicali ("angolo", "circonferenza").
	S2	L'angolo è direttamente proporzionale alla circonferenza e dunque non varia. Con l'aumentare del raggio, vi è un aumento della grandezza della circonferenza, ma non dell'ampiezza dell'angolo all'interno. I gradi della circonferenza sono sempre 360 e la percentuale totale sempre 100. Quindi, qualsiasi cambiamento si voglia apportare alla grandezza della circonferenza, l'angolo rimarrà sempre stabile e fisso.	Lo studente, oltre la frase costruita con le tessere (prima parte), aggiunge spiegazioni riferite ad argomenti espliciti, con presenza di due congiunzioni esterne ("ma", "quindi"), una ellissi sostitutiva ("ma non dell'ampiezza" invece che "ma non c'è un aumento dell'ampiezza"), diverse ripetizioni lessicali ("angolo", "circonferenza").
	S3	l'angolo non varia poiché è direttamente proporzionale all'area del cerchio poiché all'aumentare della circonferenza, l'angolo resta invariato. L'ampiezza dell'angolo non muta poiché il raggio non si muove ma si aumenta solamente.	Lo studente, oltre la frase costruita con le tessere (prima parte), aggiunge ulteriori spiegazioni, anche se con argomenti impliciti (cerca di chiarire esplicitamente il perché l' <i>angolo non muta</i> , ma fa riferimento al movimento del raggio piuttosto che all'angolo) con presenza di due congiunzioni esterne ("poiché", "poiché"), una ripetizione lessicale ("angolo")

Tabella 3 – Protocolli del gruppo 1 nel Task 7

Osserviamo che il Task 6 pare abbia fatto rilevare agli studenti la richiesta di esplicitazione del proprio pensiero, come si può vedere dai dialoghi del gruppo 1 nella chat:

S3: *la spiegazione?*

S1: *il ragionamento*

S3: *che scriviamo?*

S2: *fammi pensare*

S1: *vai vai*

S2: *credo che il raggio è direttamente proporzionale alla ...*

NON LO SO :((((((((

Non sembra casuale che S2 sia lo studente più impegnato nel ragionamento, infatti già nel Task 3 aveva già dato un argomento, seppur implicito. Osserviamo che la crisi di S2, nel non riuscire a esprimere attraverso le tessere il suo pensiero, mette in evidenza delle carenze cognitive, di cui prende consapevolezza grazie dal Task 6, come si può leggere nel suo Diario personale:

Ho avuto delle difficoltà perché la grandezza della circonferenza avrebbe potuto essere qualsiasi. E la risposta dei blocchi, sapevo di averla sbagliata, ma ho giustificato il ragionamento dopo (vedi Tabella 3).

Ci sembra interessante riportare il Diario di Bordo del gruppo 1, perché dà evidenza di un processo metacognitivo frutto del lavoro di gruppo e mostra come questo lavoro abbia in effetti trasferito il ruolo di mediatore tanto allo script quanto ai pari:

“Abbiamo iniziato il capitolo 1 analizzando l'areogramma riportato. Dopo una serie di procedimenti motivati poi da una spiegazione siamo arrivati alla conclusione di una teoria comune ovvero: l'angolo non varia poiché all'aumentare l'angolo non varia poiché è direttamente proporzionale all'area del cerchio. L'angolo è direttamente proporzionale alla circonferenza e dunque non varia. Con l'aumentare del raggio, vi è un aumento della grandezza della circonferenza, ma non dell'ampiezza dell'angolo all'interno. I gradi della circonferenza sono sempre 360 e la percentuale totale sempre 100. Quindi, qualsiasi cambiamento si voglia apportare alla grandezza della circonferenza, l'angolo rimarrà sempre stabile e fisso”.

Quanto sopra riportato sembra evidenziare un processo metacognitivo messo in atto dal gruppo durante il lavoro collaborativo. Gli studenti, infatti, guardando all'esperienza pregressa, si rendono conto della necessità di giustificare il proprio ragionamento e la fase collaborativa li porta al raggiungimento di una *teoria comune*.

Possiamo osservare come S2 agisca da esperto del gruppo e le sue interazioni con i compagni favoriscono un miglioramento nella produzione di argomenti da parte di ciascuno.

Lo script, con il focus sulla competenza argomentativa, sembra aver avuto successo. Tuttavia c'è da osservare che il gruppo non è stato in grado di fornire una risposta corretta dal punto di vista matematico. Guardando ai protocolli infatti, sembra che gli studenti abbiano raggiunto una comprensione intuitiva della matematica, ma risultano carenti di alcuni contenuti (come il concetto di proporzionalità diretta).

Altri gruppi mostrano risultati simili a quelli del gruppo 1. Se analizziamo, ad esempio, i protocolli del gruppo 2 relativi al Task 2 e 3 (Tabella 4), possiamo osservare anche in questo caso un leggero miglioramento, ma non significativo.

Task	S#	Protocollo	Analisi
2	S4	non cambia niente perché l'angolo rimane sempre lo stesso.	Nessuna argomentazione, una sola congiunzione esterna ("perché")
	S5	No	Nessuna argomentazione
	S6	No, non cambierebbe perché non importa quanto il raggio sia grande, la percentuale arriva sempre a cento, non aumenta	Argomentazione implicita (pur facendo riferimento alla percentuale, si riferisce al totale e non al settore), una congiunzione esterna ("perché") ed una ellissi propria ("la percentuale").
3	S4	l'angolo della parte colorata al variare del raggio cambia per la misura del raggio	Non c'è argomentazione
	S5	non cambia nulla perché aumenta solo il raggio e i gradi dell'angolo sono sempre gli stessi	Argomentazione implicita (pur facendo riferimento al raggio e ai gradi, non chiarisce il perché l'angolo non cambia), una congiunzione esterna ("perché")
	S6	L'angolo non varia perché il valore è sempre di 360°, quindi la parte colorata rimane costante anche all'aumentare o al diminuire del raggio.	Quattro congiunzioni esterne ("perché", "quindi", "anche", "o"), argomentazione non del tutto esplicita (fa riferimento all'ampiezza dell'angolo giro ma non a quella del settore)

Tabella 4 – Protocolli del gruppo 2 nei Task 2 e 3

I protocolli mostrano un lieve miglioramento, in particolare per lo studente S6, che raggiunge un livello di argomentazione sufficiente (livello 2 nella Tabella 1).

Un miglioramento più significativo, invece, è possibile osservarlo per il gruppo 2 nel passaggio dal Task 3 al Task 7, ossia successivamente alla fase collaborativa e alla DSI (Tabella 5).

Task	S#	Protocollo	Analisi
7	S4	l'angolo rimane costante perché è direttamente proporzionale all'area del cerchio. L'angolo non cambia poiché è sempre proporzionale all'area del cerchio.	Lo studente cerca di andare oltre la frase costruita con le tessere (prima parte), e cerca di aggiungere spiegazioni, ripetendo, in realtà, quanto già affermato. Nella seconda parte, una congiunzione esterne ("poiché"), due ripetizioni lessicali ("angolo", "area del cerchio")
	S5	l'angolo non varia poiché è direttamente proporzionale alla circonferenza. Con l'aumentare della circonferenza l'angolo non cambia. L'ampiezza dell'angolo rimane la stessa perché non si sposta il raggio ma si aumenta solamente.	Lo studente va oltre la frase costruita con le tessere (prima parte), e aggiunge spiegazioni che si riferiscono ad argomenti non del tutto espliciti (non spiega in maniera chiara perché il raggio <i>aumenta solamente senza spostarsi</i>). Nella seconda parte, due congiunzioni esterne ("perché", "ma"), una ripetizione lessicale ("angolo")
	S6	ho scritto che l'angolo non cambia poiché è sempre proporzionale all'area del cerchio perché i gradi sono 360, L'angolo non varia perché l'ampiezza è sempre di 360° quindi anche se aumentiamo il raggio del cerchio l'angolo rimane uguale.	Lo studente va oltre la frase costruita con le tessere (prima parte), aggiungendo molte spiegazioni riferite ad argomenti non del tutto espliciti (fa riferimento all'angolo giro, all'aumento del raggio, ma non spiega in maniera chiara perché l'angolo non varia). Nella seconda parte, tre congiunzioni esterne ("perché", "perché", "quindi"), una ellissi sostitutiva ("l'ampiezza è sempre" invece che "l'ampiezza dell'angolo è sempre"), diverse ripetizioni lessicali ("angolo", "cerchio").

Tabella 5 – Protocolli del gruppo 2 nel Task 7

Tutti gli studenti, ad esclusione di S4, costruiscono argomenti ad un livello sufficiente, ma nessuno raggiunge il livello 3 di argomentazione, anche se lo studente S3 si avvicina molto. Come già osservato per il gruppo 1, tale miglioramento sembra essere conseguenza della fase di collaborazione (Task 4 e Task 5) e della componente puramente argomentativa di script (Task 6). Quest'ultima, in particolare, ha fatto osservare che era esplicita la richiesta di argomentazione. Infatti, nella Risposta Concordata (Task 5), l'Ufficiale delle Comunicazioni del gruppo scrive:

l'angolo non varia, rimane costante all'aumentare e diminuire del raggio senza argomentare.

Nella chat di gruppo, in prossimità del Task 5, possiamo osservare come il gruppo sia arrivato a tale formulazione:

S6: *quale risposta diamo?*

S7: *cosa volete scrivere come risposta comune*

S6: *forse che il raggio non cambia*

S7: *troppo corta*

S6: *e tu che vuoi mettere*

S6: *weee che vogliamo scrivere*

S7: *l'angolo non varia, rimane costante anche all'aumentare o al diminuire del raggio.*

S7: *vi piace*

S8: *sisn ya*

S7: *okay allora andiamo avanti*

S6: *okay*

Osserviamo che c'è stata effettiva collaborazione all'interno del gruppo e la risposta è stata realmente concordata tra i membri del gruppo. Nonostante ciò, nessuno all'interno del gruppo ha osservato o fatto osservare che c'era la richiesta esplicita di argomentazione.

È possibile osservare, guardando alla chat relativa al Task 6 (DSI- componente argomentativa di script), che, anche in questo caso, la DSI ha creato negli studenti la necessità di argomentazione:

S6: *e ora*

S4: *come l'avete fatta?*

S4: *come avete scritto il ragionamento*

Osserviamo anche il Diario di bordo del gruppo 2:

la nostra guida ci ha chiesto perché l'angolo di 72° non cambia se l'area aumenta. Io e i miei compagni abbiamo cercato di rispondere in vari modi e dalla discussione affrontata abbiamo concluso che l'angolo non varia perché l'ampiezza del cerchio è sempre di 360° e, inoltre, il raggio aumenta ma l'angolo rimane costante, non dipende dal raggio.

È interessante notare che gli studenti, in questo testo, non parlano più di diretta proporzionalità, concetto ripreso da tutti gli studenti nelle proprie argomentazioni (Tabella 4). Il testo riportato nel Diario di Bordo sembra essere effettivamente risultato della collaborazione all'interno del gruppo ("*Io e i miei compagni...*") e delle discussioni ("*...dalla discussione affrontata abbiamo concluso che...*"), supportate dalle componenti sociali dello script e dallo storytelling ("*la nostra guida ci ha chiesto...*").

Quanto sia stata importante la collaborazione per i membri di questo gruppo è possibile osservarlo anche dai Diari personali (Task 10) e, in particolare, dal Diario di S7:

Con il mio gruppo abbiamo affrontato le varie attività, con alcune difficoltà nella comprensione, ma avendole sempre superate.

7. Conclusioni

In questo lavoro abbiamo presentato una metodologia per l'apprendimento basato su competenze, con particolare riferimento alla matematica, tenendo ben presente le dimensioni comunicative e relazionali, in un ambiente di e-learning, denominata DIST-M. Abbiamo analizzato un caso implementato per favorire in modo particolare la competenza argomentativa. Tale metodologia si basa su un'idea modulare, dove il ruolo fondamentale è giocato dalla progettazione fine di script collaborativi. Abbiamo esaminato nel dettaglio uno script volto a supportare il passaggio da pratiche di problem solving alla produzione di testi argomentativi a supporto della risoluzione del problema, formulati in un registro colto tipico della comunicazione scientifica.

Il DIST-M, sfruttando le potenzialità di Moodle e dell'integrazione tra Moodle e GeoGebra, favorisce fortemente sia la collaborazione tra pari che il lavoro individuale e consente una personalizzazione dell'apprendimento.

Dall'analisi ci sembra interessante notare che le componenti sociali dello script hanno favorito la focalizzazione sul passaggio dall'investigazione all'argomentazione, cioè dal trovare la soluzione a un problema al comunicare tale soluzione corredandola di un argomento. La componente più squisitamente argomentativa (DSI –Task 6) ha permesso il passaggio da testi poco coesi a testi coesi, quindi verso un registro evoluto, che poi gli studenti possono far proprio, come si vede dal Task 7; questo ha favorito la riflessione e la comprensione di concetti matematici.

I protocolli di una sperimentazione pilota, analizzati in un'ottica linguistica, hanno mostrato un miglioramento del livello di argomentazione degli studenti, indipendentemente dalla correttezza matematica della soluzione trovata. È evidente la necessità di arrivare anche alla correttezza matematica e in questa direzione lo script presentato in questo articolo si inquadra come percorso preliminare. Infatti la comunicazione è una componente importante dell'apprendimento in matematica (Sfard, 2001) ed uno strumento essenziale per aiutare gli studenti in difficoltà. Certamente la coesione testuale non è necessariamente coerenza matematica, ma aiuta, anche nel far emergere specifici concetti matematici oggetto di difficoltà per lo studente. L'attività presentata è da considerarsi un passaggio del processo di apprendimento, che fornisce allo studente uno strumento metodologico (la comunicazione matematica) con cui può interagire con il docente per recuperare le proprie carenze di conoscenze in matematica.

Il Task 8 dell'attività, che non abbiamo approfondito in questo lavoro, è dedicato proprio agli studenti che hanno prodotto argomenti non corretti dal punto di vista matematico. Tale task è fortemente basato su interazioni comunicative con un esperto istituzionale (tutor/docente) o con pari che hanno risposto correttamente al quesito a cui è stato dato il compito di

aiutare gli studenti in difficoltà. Tali interazioni saranno tanto più efficaci dal punto di vista matematico quanto più il livello di comunicazione dello studente è alto, dal momento che la familiarità di uso di produzioni scritte in registri evoluti da parte dello studente favorisce l'acquisizione di un pensiero matematico avanzato (Ferrari, 2004).

Quanto trovato ci spinge proseguire nell'utilizzo della metodologia DIST-M per definire frame di livello successivo che approfondiscano l'acquisizione tanto di competenze argomentative, quanto di altre competenze ad esse correlate.

8. Bibliografia

Albano, G., Dello Iacono, U., Fiorentino, G. (2016). An online Vygotskian learning activity model in mathematics. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 12(3).

Albano, G., Dello Iacono, U., Mariotti, M. A. (2016). Argumentation in mathematics: mediation by means of digital interactive storytelling. *Form@re*, 16(1), 105-115.

Baker, M. (2003). Computer-mediated argumentative interactions for the co-elaboration of scientific notions. In J. Andriessen, M. Baker, & D. Suthers (Eds.), *Arguing to learn: confronting cognitions in computer-supported collaborative learning environments* (Vol. 1, pp. 1-25). Dordrecht: Kluwer.

Brune, J. S. (1986). *Actual Minds, Possible Worlds*. Cambridge, MA – London: Harvard University Press.

Bruni, F. (2009). *Blog e didattica. Una risorsa del web 2.0 per i processi di insegnamento*. Macerata: EUM.

Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, 145-181.

Dello Iacono, U. (2015). Un modello di attività vygotkijana integrando Moodle e GeoGebra. In Rui *et al.*, *Teach Different! Proc. of EMEMITALIA2015*. Genova: Genova University Press, pp. 243-246.

Engerström, Y. (1987). *Learning by expanding. An Activity Theoretical Approach to Developmental Research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.

Ferrari, P.L. (2004). Mathematical Language and Advanced Mathematics Learning. In Johnsen Høines, M. & Berit Fuglestad, A. (Eds.), *Proceedings 28th Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp.383-390). Bergen, Norway: PME.

Halliday, M. A., & Hasan, R. (1976). *Cohesion in English*. London: Longman.

King, A. (2007). Scripting collaborative learning processes: A cognitive perspective. In: F. Fischer, I. Kollar, H. Mandl, & J. Haake (Eds.), *Scripting computer-supported collaborative learning: Cognitive, computational and educational perspectives* (pp. 13-37). New York: Springer.

Kuhn, D., Shaw, V., & Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. *Cognition and Instruction*, 15(3), 287-315.

Lambert, J. (2002). *Digital Storytelling: Capturing Lives, Creating Community*. Berkeley (CA): Digital Diner Press.

Laurillard, D. (2013). *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*. New York: Routledge.

Mariotti, M. (2015). Spiegare, argomentare e dimostrare: un nodo dell'educazione matematica. *Atti di convegno "La didattica della matematica, disciplina per l'apprendimento"*, Castel San Pietro, 2015.

Marrone, G. (2005). *Il fumetto fra pedagogia e racconto. Manuale di didattica dei comics a scuola e in biblioteca* (Vol. 5). Latina: Tunué.

Ohler, J. (2008). *Digital Storytelling in the Classroom*. Thousand Oaks (CA): Corwin Press.

Petrucco, C., & De Rossi, M. (2009). *Narrare con il digital storytelling a scuola e nelle organizzazioni*. Carocci: Roma.

Rossi, P. G. (2005). *Progettare e realizzare il portfolio*. Roma: Carocci.

Schank, R. C., & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals and understandings*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Sfard, A. (2001). Learning mathematics as developing a discourse. In *Proceedings of 21st Conference of PME-NA* (pp. 23-44). Columbus, OH: Clearing House for Science, Mathematics, and Environmental Education.

Turner, R., Adams, R. J. (2012). Some drivers of test item difficulty in mathematics: an analysis of the competency rubric. Paper presented at *AERA Annual Meeting*, April 2012, Vancouver, Canada.

Varisco, B. M. (2002). *Costruttivismo socio-culturale. Genesi filosofiche, sviluppi psico-pedagogici, applicazioni didattiche*. Roma: Carocci.

Varisco, B. M. (2004). *Portfolio. Valutare gli apprendimenti e le competenze*. Roma: Carocci.

Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society. The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. Translation newly revised and edited by Alex Kozulin. Cambridge, Massachusetts; London, England: The MIT Press.

Weinberge, A., Kollar I., Dimitriadis, Y., Mäkitalo-Siegl, K., & Fischer, F. (2009). Computer-supported collaboration scripts. In *Technology-enhanced learning* (pp. 155-173). Springer Netherlands.

Weinberger, A., Stegmann, K., Fischer, F., & Mandl, H. (2007). Scripting argumentative knowledge construction in computer-supported learning environments. In *Scripting computer-supported collaborative learning* (pp. 191-211). New York: Springer.

Zan, R. (2011). The crucial role of narrative thought in understanding story problem. In Kislenco, K. (Ed.) *Current state of research on mathematical beliefs, Proceedings of the 16th MAVI (Mathematical Views) Conference* (pp. 331-348). Tallinn.

Received October 9, 2017

Revision received November 23, 2017 / December 11, 2017

Accepted December 30, 2017