Open and Interdisciplinary
Journal of Technology,
Culture and Education

Special issue
Digital Fabrication: 3D Printing in Pre-School Education

Edited by
Giuseppina Rita
Jose Mangione
& Michael Eisenberg

Editor
M. Beatrice Ligorio (University of Bari "Aldo Moro")
Coeditors
Stefano Cacciamani (University of Valle d'Aosta)
Donatella Cesareni (University of Rome "Sapienza")
Valentina Grion (University of Padua)
Associate Editors
Carl Bereiter (University of Toronto)
Michael Cole (University of San Diego)
Kristine Lund (CNRS, University of Lyon)
Roger Salijo (University of Gothenburg)
Marlene Scardamalia (University of Toronto)

Scientific Committee
Sanne Akkerman (University of Utrecht)
Ottavia Albanese (University of Milan – Bicocca)
Alessandro Antonietti (University of Milan – Cattolica)
Pietro Boscolo (University of Padua)
Lorenzo Cantoni (University of Lugano)
Felice Carugati (University of Bologna – Alma Mater)
Cristiano Castelfranchi (ISTC-CNR, Rome)
Alberto Cattaneo (SFIVET, Lugano)
Carol Chan (University of Hong Kong)
Cesare Cornoldi (University of Padua)
Crina Damsa (University of Oslo)
Frank De Jong (Aeres Wageningen Applied University, The Netherlands)
Ola Erstad (University of Oslo)
Paolo Ferri (University of Milan – Bicocca)
Alberto Fornasari (University of Bari "Aldo Moro")
Carlo Galimberti (University of Milan – Cattolica)
Begona Gros (University of Barcelona)
Kai Hakkarainen (University of Helsinki)
Vincent Hevern (Le Moyne College)
Jim Hewitt (University of Toronto)
Antonio Iannaccone (University of Neuchâtel)
Liisa Ilomaki (University of Helsinki)
Sanna Jarvela (University of Oulu)
Richard Joiner (University of Bath)
Kristiina Kumpulainen (University of Helsinki)
Minna Lakkala (University of Helsinki)
Mary Lamon (University of Toronto)
Leila Lax (University of Toronto)
Marcia Linn (University of Berkeley)
Giuseppe Mantovani (University of Padua)
Giuseppe Mininni (University of Bari "Aldo Moro")
Anne-Nelly Perret-Clermont (University of Neuchatel)
Donatella Persico (ITD-CNR, Genoa)
Clotilde Pontecorvo (University of Rome "Sapienza")
Peter Renshaw (University of Queensland)
Giuseppe Ritella (University of Helsinki)
Nadia Sansone (Unitelma Sapienza Università di Roma)
Vittorio Scarano (University of Salerno)
Roger Schank (Socratic Arts, Florida)
Neil Schwartz (California State University of Chico)
Pirita Seitamaa-Hakkarainen (University of Joensuu)
Patrizia Selleri (University of Bologna)
Robert-Jan Simons (IVLOS, Universiteit Utrecht)
Andrea Smorti (University of Florence)
Luca Tateo (Aalborg University)
Jean Underwood (Nottingham Trent University)
Jaan Valsiner (University of Aalborg)
Jan van Aalst (University of Hong Kong)
Rupert Wegerif (University of Exeter)
Allan Yuen (University of Hong Kong)
Cristina Zucchermaglio (University of Rome "Sapienza")

Editorial Staff
Francesca Amenduni, Ilaria Bortolotti, Sarah Buglass, Rosa Di Maso, Lorella Giannandrea, Hanna Järvenoja, Mariella Luciani, F. Feldia Loperfido, Katherine Frances McLay, Audrey Mazur Palandre

Web Responsible
Nadia Sansone

Publisher
Progedit, via De Cesare, 15
70122, Bari (Italy)
tel. 080.5230627
fax 080.5237648
info@progedit.com
www.progedit.com

qwerty.ckbg@gmail.com
http://www.ckbg.org/qwerty

Registrazione del Tribunale di Bari
n. 29 del 18/7/2005
© 2018 by Progedit
ISSN 2240-2950

Indice

Editorial: 3D printing and the (very) young: What do we expect from this meeting?
Giuseppina Rita Jose Mangione, Michael Eisenberg 5

Processi cognitivi e stampante 3D alla scuola dell'infanzia: stimolare lo sviluppo cognitivo per potenziare l'apprendimento
Sara Mori, Jessica Niewint-Gori 16

Competenze in 3D. Costruire un percorso per competenza attraverso la stampante 3D nella scuola dell'infanzia
Alessia Rosa, Jessica Niewint-Gori 34

Investire nel digital fabrication: le scuole che scelgono di dotarsi di stampanti 3D attraverso il Programma Operativo Nazionale
Samuele Calzone, Daniela Bagattini 54

3D printing in preschool music education: Opportunities and challenges
Federico Avanzini, Adriano Baratè, Luca A. Ludovico 71

Verso un curricolo Maker 5-8 K. Principi e applicazioni per lo sviluppo della competenza geometrica tramite 3D printing
Maeca Garzia, Giuseppina Rita Jose Mangione, Antonietta Esposito 93

Competenze in 3D. Costruire un percorso per competenza attraverso la stampante 3D nella scuola dell'infanzia[1]

Alessia Rosa, Jessica Niewint-Gori**
DOI: 10.30557/QW000010

Abstract

The importance of competency-based education in preschool is fully recognized by the European educational regulations (Eurydice 2012, 2017). Starting in 2016, INDIRE researchers related to the group Maker@Scuola, initiated a study to investigate the conditions for possible uses of 3D printers to support competency-based learning. This contribution aims to describe how the research group, through continuous dialogue with the teachers involved

* INDIRE, Istituto Nazionale Documentazione Innovazione e Ricerca Educativa. Corresponding author: a.rosa@indire.it

[1] Il contributo è il risultato del lavoro di riflessione congiunto delle autrici. Alessia Rosa ha scritto i paragrafi 1, 2, 3 e le conclusioni. Jessica Niewint-Gori ha scritto l'abstract e il paragrafo 4.

in the project, elaborated four tasks tested on a sample of eight schools, 20 teachers and more than 200 pupils. For each task, the initial assignments, the critical points and the subsequent corrections will be presented.

Keywords: 3D printing; Competences; Preschool; TMI

1. La definizione di competenza

Le Indicazioni Nazionali per il curricolo del 2012[2], come già quelle del 2007[3], individuano ampi "traguardi di competenze" per i bambini della scuola dell'infanzia che, tradizionalmente, si caratterizza come spazio di sperimentazione didattica slegata dai tempi stringenti e dagli spazi, talvolta ridotti, tipici dei livelli scolastici successivi.

Il concetto di competenza, intrinsecamente complesso, seppure largamente dibattuto, non ha ancora una definizione unanime.

Una delle accettazioni più diffuse è quella di Pellerey (2010) che considera le competenze come l'insieme strutturato di conoscenze, atteggiamenti e capacità funzionali allo svolgimento di un determinato compito.

Parallelamente persistono prospettive differenti in cui è possibile identificare sfumature di significato rilevanti, che Da Re (2013) ha raggruppato in tre macro aree:

- la visione "sommatoria" che concepisce le competenze come l'aggregato di conoscenze, abilità e capacità. La formazione può, dunque, rivolgersi alle singole parti e non necessariamente a un tutto strutturato (Levati & Saraò, 1998);
- la prospettiva che vede coincidere i concetti di competenza e performance (Spencer & Spencer, 1995);
- la visione "situazionale" che considera le competenze come le capacità di reagire efficacemente di fronte a una situazione problema (Le Boterf, 1994) utilizzando al meglio le proprie risorse in termini di: conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e metodologiche.

[2] http://www.indicazioninazionali.it/wp-content/uploads/2018/08/Indicazioni_Annali_Definitivo.pdf

[3] https://archivio.pubblica.istruzione.it/normativa/2007/allegati/dir_310707.pdf

Il percorso didattico, di cui il presente articolo intende dar conto esplicitandone la logica e le finalità, si basa su quest'ultima lettura del concetto di competenza, secondo la quale non vi è una correlazione stretta e inscindibile tra la quantità di risorse possedute e le competenze. È, piuttosto, la capacità di mobilitare le risorse a propria disposizione, in una specifica situazione, che definisce la competenza di un soggetto.

Tale capacità è, in primo luogo, dettata dalla possibilità di sperimentarsi all'interno di contesti valorizzanti e coinvolgenti (Roegiers, 2000) che consentono l'azione, la messa alla prova di sé stessi e la rielaborazione di quanto si conosce e di quanto si sa fare. Trinchero (2012) riprende tale prospettiva sottolineando come "sviluppare una competenza situata significa in definitiva lavorare non solo sulle risorse (ossia sulle conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e/o metodologiche) del soggetto, ma anche e soprattutto sulle condizioni che lo portano a mobilitare efficacemente le proprie risorse in relazione ad una situazione-problema allo scopo di proporre risposte efficaci, che ne esprimano la piena responsabilità e autonomia" (p. 35).

Le condizioni che consentono lo sviluppo di competenze sono, in primo luogo, l'acquisizione di un approccio situato che faccia entrare nella scuola la vita quotidiana di coloro che devono apprendere (Guasti, 2012). Divengono, dunque, centrali le nozioni di transfert e di mobilitazione degli apprendimenti (Perrenoud, 1999). Molte ricerche educative hanno esplorato, tra l'altro, il ruolo assunto in tali processi dalla memoria e dagli schemi mentali, importanti "strumenti di unificazione" di saperi diversificati. Tali strutture astratte di conoscenza si formano in modo perlopiù inconsapevole, attraverso la ripetizione di esperienze nelle quali è possibile individuare caratteristiche comuni.

Attraverso questi schemi è, inoltre, possibile attribuire senso alle informazioni provenienti da contesti differenti, consentendo, di fatto, il transfert cognitivo.

Appare come logica conseguenza che più i nostri schemi sono flessibili, maggiore è la possibilità di trasferire quanto appreso all'interno di contesti e realtà differenti.

Per lungo tempo tale abilità di trasferire informazioni, adeguandole a contesti diversi, è stata considerata come facente parte di

quell'insieme di acquisizioni che emergono relativamente tardi nell'infanzia (Baldwin, 1915). Il bambino sembrava, infatti, utilizzare schemi inizialmente rigidi e strettamente connessi agli ambiti di acquisizione. Recentemente gli studi elaborati da Hayen (2004) hanno messo in discussione questa attribuzione temporale poiché, attivando specifiche condizioni esperienziali, è possibile rilevare approcci flessibili e diversificati già nei primi anni dell'infanzia.

Tali condizioni devono essere funzionali allo sviluppo di un ampio sistema di rappresentazioni incidendo, quindi, sui sistemi mnemonici, linguistici, sociali, percettivi e anche motori, in quanto i compiti che richiedono un transfert di apprendimenti implicano, a differenti livelli, il coinvolgimento di tali sistemi (Hauf, 2009; Strouse & Troseth, 2008; Zelazo & Loureco, 2003).

Tra le condizioni individuate dalla letteratura vi sono:

- l'utilizzo di contesti narrativi funzionali nel supportare i processi mnemonici di interiorizzazione e recupero delle informazioni (Bruner, 1991; Dallari, 2012; Smorti, 1994);
- l'ausilio di materiali concreti su cui ragionare, capaci di supportare le performance di ragionamento logico a cui i bambini possono assegnare significato, piuttosto che su concetti astratti. Utilizzare oggetti fisici consente l'identificazione di molteplici procedure funzionali al raggiungimento dei propri obiettivi, seppure condizionate dalla fisicità stessa (Barr, 2010);
- l'opportunità di imitare strategie altrui rielaborandole, implementandole e migliorandole (Jones & Herbert, 2006; Learmonth, Lamberth, & Rovee-Collier, 2004);
- la presenza ricorsiva di momenti di riflessione e analisi delle soluzioni ideate, nonché la possibilità di individuare margini e strategie di miglioramento (Feuerstein, Rand, Hoffman, & Miller, 1980).

Gli elementi qui elencati rappresentano le "colonne portanti" di una proposta didattica rivolta ai bambini dell'ultimo anno della scuola dell'infanzia, che hanno utilizzato come metodologia il *Think, Make, Improve* (TMI) e la stampante 3D come supporto strumentale. Esplicitiamo brevemente le ragioni della scelta metodologica e strumentale, per poi dettagliare la struttura della proposta didattica ela-

borata a conclusione di un percorso di co-progettazione tra le insegnanti coinvolte e i ricercatori INDIRE.

2. La funzionalità dell'approccio TMI e della stampante 3D nei percorsi per competenze

La revisione della letteratura proposta da Barr (2010) evidenzia come le condizioni attraverso cui i bambini trasferiscono apprendimenti dalle immagini 2D agli oggetti 3D durante l'infanzia hanno importanti implicazioni per lo sviluppo cognitivo e, in modo specifico, per lo sviluppo di un sistema di rappresentazioni ampio e flessibile, funzionale alla mobilitazione delle risorse a propria disposizione. Tali condizioni possono essere supportate dall'utilizzo di molteplici strumenti, tra i quali la stampante 3D.

I processi di diffusione, riduzione dei costi e di semplificazione dei processi di produzione delle stampanti 3D stanno consentendo una lenta e progressiva diffusione di tali strumenti nelle scuole. La stampante ha, però, un ruolo non puramente strumentale nella misura in cui il percorso correlato è adeguatamente strutturato. Nell'intento di definire un percorso didattico funzionale a ricreare le condizioni descritte nel paragrafo precedente e l'utilizzo della stampante 3D, è stato scelto l'approccio TMI in quanto concettualmente assimilabile al "ciclo di apprendimento esperienziale" definito da Pfeiffer e collaboratori (Pfeiffer & Bellew, 1988; Pfeiffer & Jones, 1985; Trinchero, 2012), e già ampiamente utilizzato nella didattica per competenze.

Sia nell'approccio TMI che nel "ciclo di apprendimento esperienziale" sono centrali i seguenti elementi: la situazione problema iniziale, la condivisione di quanto ideato, l'analisi e l'inserimento delle soluzioni in un nuovo percorso di risoluzione. Ciò che differenzia i due approcci è che, mentre nella proposta di Pfeiffer l'analisi conduce alla "generalizzazione" su cui la soluzione o le soluzioni ottimali dovrebbero basarsi, nell'approccio TMI l'elemento cardine è la realizzazione fisica dell'oggetto, in quanto ai fini della valutazione della soluzione ideata è fondamentale il confronto tra il dichiarato (il progetto) e l'agito (cioè quanto l'oggetto prodotto rispetta e rispecchia il piano di

progettazione ideato). È in quest'ultimo passaggio che la stampante 3D assume una funzione importante, poiché consente il confronto tra il progetto e l'oggetto, scevro da possibili interferenze correlate alle capacità tecniche di realizzazione. Se, infatti, sviluppiamo la stessa proposta didattica utilizzando, ad esempio, la plastilina, il confronto tra quanto progettato e realizzato sarà evidentemente condizionato dalle abilità manuali del bambino. Inoltre, l'utilizzo della stampante 3D formalizza il progetto realizzato e condiviso, non consentendo aggiustamenti *in itinere* che falsificherebbero le opportunità di analisi e confronto.

La realizzazione di oggetti stampati in 3D fornisce, in definitiva, al gruppo un feedback relativo al progetto ideato, scoprendo ed eliminando incomprensioni e, soprattutto, rendendo sempre più autonomi i bambini nella valutazione dei propri elaborati. Il giudizio sull'adeguatezza della soluzione trovata non dipende, in questo tipo di percorsi, da qualcun altro, ma dalla propria capacità di osservazione, analisi e giudizio.

L'opportunità di manipolare gli oggetti realizzati consente, infine, di confrontarsi con i propri compagni anche attraverso la possibilità di guardare e toccare insieme la soluzione ideata, senza che tutto dipenda unicamente dalla capacità di verbalizzazione. Esplicitiamo, per evitare fraintendimenti, che la nostra proposta didattica non intende configurarsi in alcun modo come sostitutiva delle attività finalizzate allo sviluppo di capacità manuali, di cui la scuola dell'infanzia ha un'ampia e condivisa esperienza, ma, piuttosto, come proposta integrativa utile a sviluppare spazi di progettazione condivisa e revisione critica dell'elaborato.

3. L'ideazione di un percorso per competenze supportato dalla stampante 3D

Come evidenzia Maccario (2012) "assumere la competenza come criterio-guida nella gestione dell'insegnamento pone diverse questioni; tra queste, il problema del passaggio dalla delimitazione di un concetto di carattere relativamente generale alla definizione di un costrutto,

che consente di circoscrivere le operazioni e le dinamiche di apprendimento che si vorrebbero favorire e le condizioni più adatte per tale sviluppo, rappresenta un'esigenza preliminare" (p. 5).

Riprendendo il modello proposto da Da Re (2012), le competenze prescelte nella definizione dei compiti integrano i campi di esperienza, proposti dalle *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*[4], e quattro delle otto competenze chiave europee[5]. Più specificatamente, l'attenzione del presente lavoro di definizione dei compiti si è concentrata sui seguenti ambiti:

1. comunicazione nella madrelingua a cui fanno capo le competenze specifiche della lingua e del campo di esperienza "I discorsi e le parole";
2. competenze di base in matematica, scienze e tecnologia a cui fanno riferimento prevalentemente le competenze specifiche del campo di esperienza "La conoscenza del mondo";
3. competenza digitale su cui si basano le competenze tecnologiche di utilizzo delle tecnologie della comunicazione e dell'informazione, rintracciabili nel campo "Immagini, suoni, colori";
4. spirito di iniziativa e intraprendenza, competenza chiave connessa a differenti aspetti procedurali quali, ad esempio, la presa di decisioni, il *problem solving*, le competenze progettuali. In quest'ultimo caso non è possibile individuare un unico "campo di esperienze", in quanto si tratta di aspetti trasversali alle possibili esperienze dei bambini.

Tali competenze sono state declinate in abilità e conoscenze[6] con l'obiettivo di condividerne la struttura, in modo chiaro e inequivocabile, con le insegnanti.

Individuate le competenze di interesse sulla base dei riferimenti teorici brevemente descritti nel primo paragrafo, ci si è posti l'obietti-

[4] http://www.indicazioninazionali.it/wp-content/uploads/2018/08/Indicazioni_Annali_Definitivo.pdf

[5] http://www.competenzechiave.eu/index.html

[6] Nella definizione delle competenze di interesse si è poi mutuato il metodo seguito dal DM 139/07 sull'obbligo.

vo di delineare una proposta didattica caratterizzata dai seguenti elementi:

a) situazioni problema funzionali nel supportare la mobilitazione delle risorse e i processi mnemonici di recupero delle informazioni;
b) proposte esperienziali adeguate al carico cognitivo di bambini frequentanti l'ultimo anno della scuola dell'infanzia (e quindi di 5 anni). Le ricerche relative al carico cognitivo (Clark, 2010; Clark, Nguyen, & Sweller, 2006; Sweller & Chandler, 1991; Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998; Van Merriënboer & Ayres, 2005) evidenziano come l'allievo si trovi sottoposto a un carico cognitivo intrinseco, cioè legato alla naturale complessità del compito e al suo livello di *expertise* (e quindi non riducibile), e a un carico cognitivo estraneo non funzionale al raggiungimento degli apprendimenti desiderati (e conseguentemente riducibile). Parallelamente deve essere considerato il carico cognitivo pertinente, ossia il carico di lavoro "buono" che la mente impiega nella costruzione e nell'automazione di opportune rappresentazioni mentali a partire dai contenuti di apprendimento;
c) supporti fisici (risultanti dai processi di progettazione) facilmente manipolabili (anche in termini di grandezza) e osservabili;
d) organizzazione di attività di gruppo in cui l'elaborazione delle risposte ai problemi posti consentisse l'imitazione delle strategie altrui e la condivisione di proposte migliorative;
e) presenza ricorsiva di momenti di analisi delle soluzioni individuate e di sviluppo delle stesse.

Al fine di definire un percorso capace di rispondere ai prerequisiti elencati, sono state coinvolte le docenti aderenti al percorso al fine di calibrare, modificare e migliorare le proposte ideate dal gruppo di ricerca. Tale attività ha previsto inizialmente il coinvolgimento di tre scuole e un totale di sei insegnanti referenti.

A conclusione di ogni attività proposta (strutturata sulle fasi del TMI), le insegnanti sono state invitate a commentare il lavoro svolto attraverso alcune domande stimolo, tese ad acquisire informazioni in relazione alla rispondenza tra la proposta didattica e i cinque requisiti sopra descritti. Alla fine dell'intero percorso, questi stessi ambiti sono stati indagati all'in-

terno di un focus group, funzionale al confronto tra docenti provenienti da tre realtà scolastiche differenti. Le indicazioni fornite dalle docenti sono poi state integrate con i dati raccolti dai ricercatori attraverso le rilevazioni "carta e matita" e l'analisi delle videoregistrazioni.

Sulla base delle osservazioni in classe e del confronto con le insegnati, sono stati rielaborati i compiti che sono poi divenuti oggetto di una sperimentazione in otto scuole distribuite sul territorio nazionale, con un totale di venti docenti referenti nell'anno scolastico successivo.

Le scuole coinvolte sono: la scuola dell'infanzia "Beniamino Gigli" di Loreto (AN); la scuola dell'infanzia di Pontenure (PC); la scuola dell'infanzia "G. Agostinelli" di Perugia, la scuola dell'infanzia di San Valentino Torio (SA); la scuola dell'infanzia "J. J. Rousseau" di Torino; le scuole dell'infanzia "Andrea del Sarto", "Gianni Rodari" e "Gesù Buon Pastore" di Firenze.

Anche in questo caso i compiti sono stati analizzati dalle insegnanti a conclusione delle singole attività. Alla fine del percorso è stato proposto un insieme di strumenti di rilevazione e analisi finalizzato ad acquisire informazioni in relazione agli aspetti caratterizzanti le attività didattiche facenti parte del percorso e descritte nel paragrafo successivo.

Nello specifico, gli strumenti utilizzati sono stati: un'intervista in profondità; un video club; un focus group e gli strumenti di osservazione in classe. Grazie a questi strumenti di raccolta dati è stato possibile definire l'adeguatezza dei compiti proposti (Guasti & Rosa, 2017).

1. La revisione dei compiti

In questo paragrafo presentiamo sinteticamente la struttura dei compiti inizialmente ideati al fine di evidenziarne i limiti e gli aggiustamenti apportati.

Compito n. 1: Disegnare il personaggio di una storia.

Obiettivo: Stimolare la capacità di ascolto e rielaborazione dei bambini, a partire da un insieme di caratteristiche fisiche descritte oralmente all'interno di un racconto scelto in autonomia dal docente.

Consegna: Disegnare su un supporto digitale (tablet o LIM) i personaggi tratti da un racconto (Fig. 1).

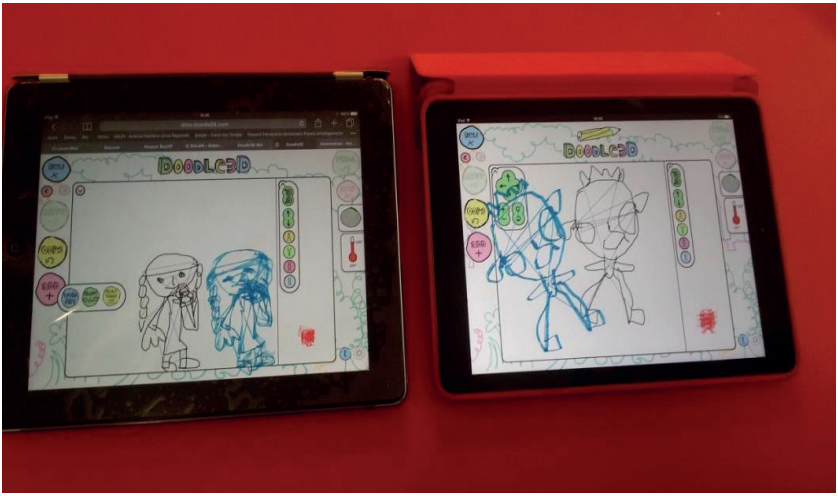

Figura 1. Confronto tra i personaggi progettati con Doodle3D e la stampa realizzata (in azzurro)

Per questo compito è stato utilizzato Doodle 3D[7], semplice programma di stampa 3D per l'infanzia che consente essenzialmente ai bambini di stampare i propri disegni.

Limiti: Le favole inizialmente prescelte dalle insegnanti non sono state considerate adeguate al compito di rielaborazione dei personaggi, in quanto non venivano esplicitati elementi di confronto (quali, ad esempio, l'altezza, o la lunghezza dei capelli) tra i protagonisti.

Soluzioni ideate: È stata ideata la storia "Uno strano furto" all'interno della quale vi erano i problemi aperti che i bambini erano invitati a risolvere, attraverso la realizzazione di oggetti necessari per la prosecuzione del racconto.

La narrazione forniva specifiche indicazioni estetiche e spaziali. In questo modo i bambini hanno avuto la possibilità di scegliere i personaggi che maggiormente richiamavano conoscenze pregresse ed è stato possibile verificare la corrispondenza del prodotto realizzato con le informazioni fornite nel racconto, sia in termini di dimensioni sia di proporzioni, confrontando i vari personaggi stampati.

[7] https://www.doodle3d.com/

Compito n. 2: Costruire il modellino di un oggetto.

Obiettivo: Stimolare l'utilizzo delle proprie risorse per progettare un oggetto capace di rispondere perfettamente alle funzioni per cui è stato ideato e costruito, andando al di là delle caratteristiche puramente estetiche.

Stimolare il confronto tra i bambini per verificarne la funzionalità, cioè la rispondenza alle esigenze poste attraverso la situazione problema.

Consegna: Progettare e realizzare un tavolo (Fig. 2) capace di stare in equilibrio e sorreggere il peso di piccoli oggetti.

Limiti: La sperimentazione in classe di tale compito è stata oggetto di molteplici riflessioni in relazione al carico cognitivo richiesto ai bambini. Sebbene l'oggetto fosse conosciuto, poneva molte difficoltà per ciò che concerne il posizionamento delle gambe ai quattro angoli di un piano orizzontale, l'individuazione di spessori e misure funzionali alla stabilità e all'equilibrio dell'oggetto, la complessità e le regole della composizione geometrica.

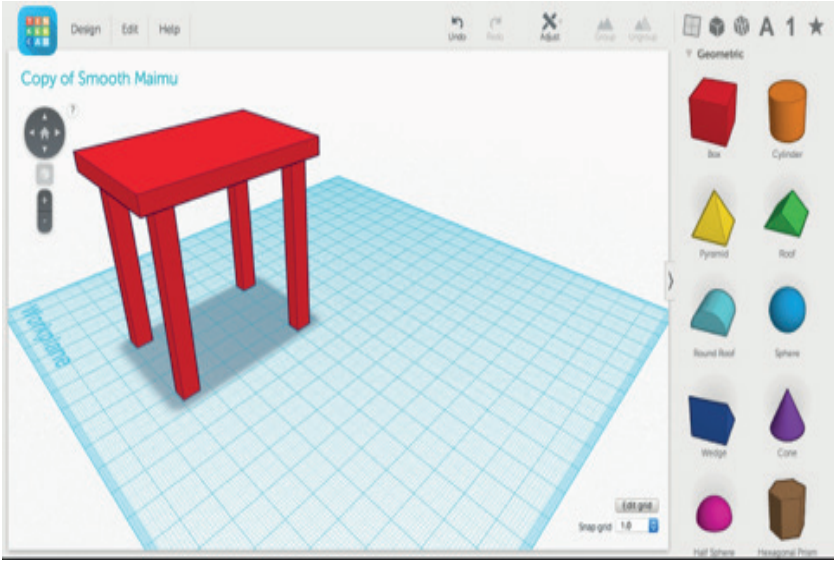

Figura 2. Modello di un tavolo visualizzato nel software di progettazione 3D

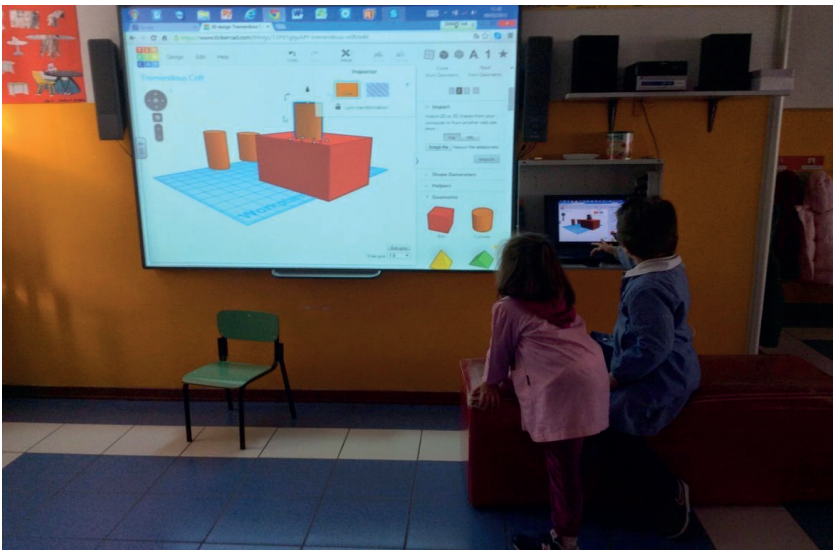

Figura 3. Modello di un tavolo in fase di progettazione, in cui si mostrano i bambini che cercano di collocare le gambe del tavolo nella giusta posizione e proporzione

Inoltre, attraverso l'osservazione in classe e il confronto con le docenti, è risultato evidente che anche nella fase di modellazione l'attività risultava eccessivamente complessa soprattutto per ciò che concerneva la padronanza nell'utilizzo del software (in questo caso è stato utilizzato Tinkercad[8]). Anche se per i bambini era chiaro il concetto che le quattro gambe del tavolo dovessero avere la stessa altezza la loro progettazione necessitava di troppo tempo e un eccessivo carico cognitivo. Un ulteriore elemento di complessità di questo compito è connesso al fatto che i componenti del tavolo si spostavano continuamente fuori o sotto dal piano di lavoro virtuale e tridimensionale (Fig. 3).

Soluzioni ideate: Per ridurre le difficoltà incontrate, che di fatto frustravano i bambini "obbligandoli" a chiedere continuamente aiu-

[8] Tinkercad è un'applicazione di stampa e progettazione 3D online https://www.tinkercad.com/

to alle insegnanti, il compito è stato sostituito dalla richiesta di progettare un ponte (Fig. 4). Nel ponte gli elementi connessi alla proporzionalità dei componenti, all'equilibrio e alla stabilità dell'oggetto sono rimasti invariati, ma la possibilità di utilizzare un numero inferiore di figure solide nella composizione ha favorito la risoluzione del problema. Inoltre, tale soluzione ha ridotto il lavoro di progettazione, concedendo più spazio al processo di riflessione sulla funzionalità dell'oggetto.

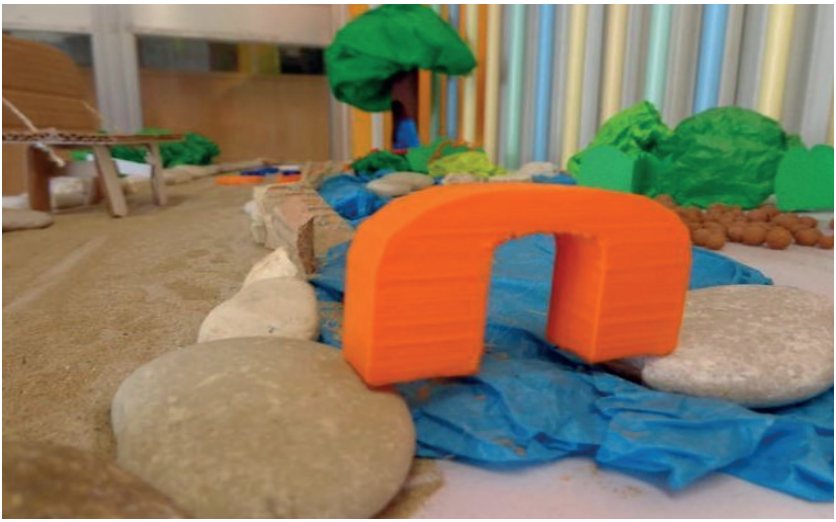

Figura 4. Ponte realizzato con la stampante 3D

Compito n. 3: Progettare un'etichetta con il nome.

Obiettivo: Stimolare la capacità di raggruppare e ordinare delle forme calibrandone la grandezza rispetto a una base.

Consegna: Realizzare un'etichetta con il proprio nome, scegliendo una forma a piacere per la base, utilizzando le lettere corrette e proporzionandole sia in relazione alla base sia alle altre lettere.

Limiti: Se il compito relativo al tavolo era evidentemente poco gratificante per i bambini, lo stesso non può dirsi per la realizzazione dell'etichetta (Fig. 5), in cui era sufficiente scegliere e ridimensionare

una forma per la base (ad es. un cilindro) e comporre il proprio nome, selezionando le lettere dalla barra laterale di Tinkercad.

L'apparente semplicità del compito e la gratificazione data dall'ottenere un oggetto spendibile – le etichette potevano essere attaccate nelle camerette o sugli armadietti – ha distolto l'attenzione da una parte significativa del problema, cioè l'allineamento e il dimensionamento delle lettere. Una volta stampata l'etichetta, i bambini non erano motivati a riprogettare la soluzione ideata e, in definitiva, il compito non risultava funzionale a innescare un ciclo di revisione e miglioramento, aspetto centrale del TMI.

Infine, dato che ogni bambino realizzava la propria etichetta non vi era utilità nell'imitare le strategie di risoluzione altrui, rielaborandole.

Figura 5. Esempi di etichette realizzate

Soluzioni ideate: Il compito è stato sostituito con la richiesta di realizzare una torta a tre piani (Fig. 6) con la consegna di raggruppare e ordinare delle forme calibrandone la grandezza rispetto a una base resta invariata. Si è, quindi, sostituito l'utilizzo delle lettere con le forme geometriche.

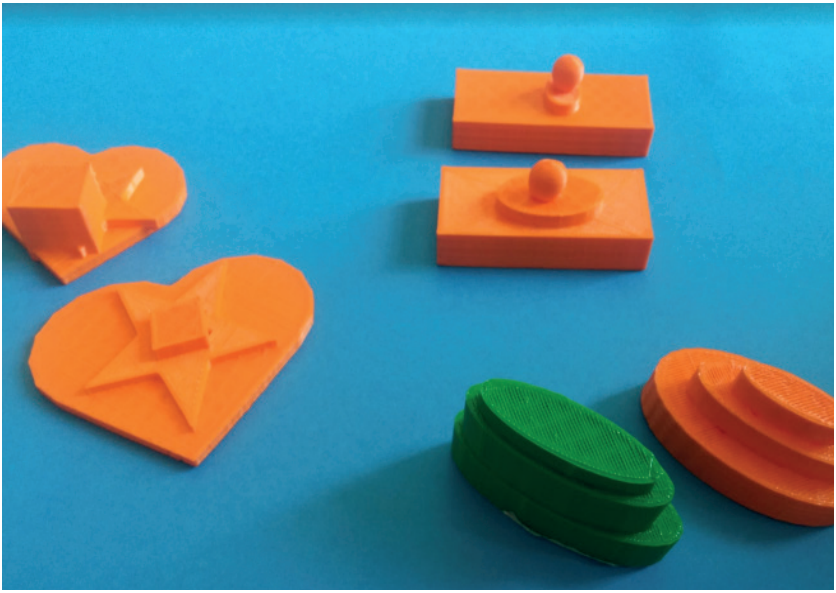

Figura 6. Esempi di torte a tre piani

Compito n. 4**:** La Scultura Mobile.

Obiettivo: Stimolare la capacità di sottrarre e ordinare delle forme calibrandone la grandezza.

Consegna: Realizzare una scultura mobile (Fig. 7) in cui i componenti devono restare in equilibrio.

Limiti: Mentre il compito n. 3 si concentrava sul concetto di somma degli elementi, questa proposta si basa sul processo di sottrazione, in quanto i bambini, dopo aver scelto i singoli pezzi, ridimensionandoli per ottenere le misure volute, dovevano realizzare un buco in ogni forma per farvi passare il filo. Una volta stampati, i singoli pezzi venivano montati per verificare l'equilibrio e la congruità dell'oggetto finito. L'esercizio è apparso da subito scarsamente adeguato allo sviluppo cognitivo dei bambini, in quanto la correlazione tra l'equilibrio della struttura mobile e la distribuzione del peso dei singoli pezzi appesi richiedeva l'attivazione di un numero di inferenze troppo ampie.

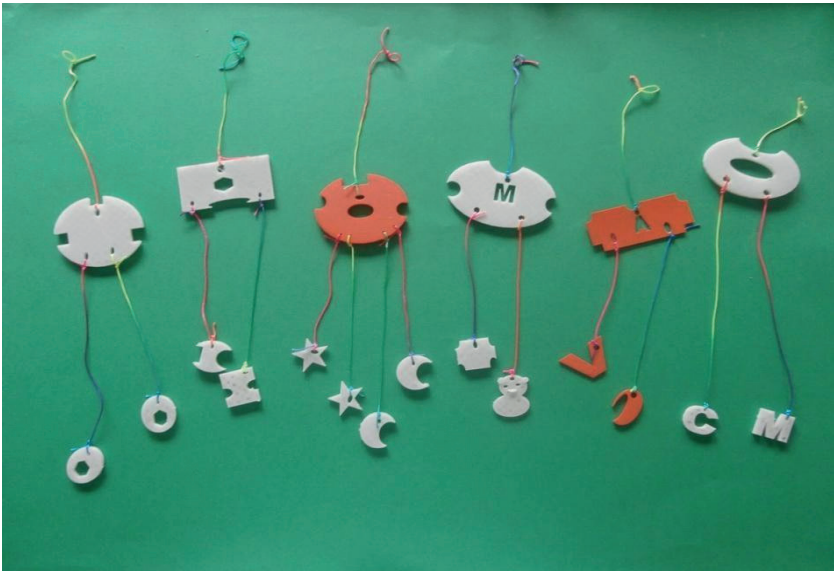

Figura 7. Esempi di sculture mobili

Soluzioni ideate: Le insegnanti hanno ritenuto interessante mantenere le richieste relative alla sottrazione, ma la scultura mobile è stata sostituita con un albero cavo, concetto che deve però essere prima esplicitato attraverso compiti propedeutici che non implicano l'utilizzo della stampante 3D.

2. Conclusioni

Il presente contributo ha inteso esplicitare come alcune delle condizioni individuate dalla letteratura per lo sviluppo delle competenze, e dettagliate nei primi due paragrafi, possono trovare applicazione all'interno di un percorso basato su uno sfondo integratore di carattere narrativo, incentrato sul metodo TMI e supportato da una tecnologia quale la stampante 3D. Affinché ciò avvenga, è importante una seria analisi e rielaborazione dei compiti proposti, attraverso il confronto con le docenti coinvolte nell'attività e l'utilizzo di appo-

siti strumenti di rilevazione. I compiti inizialmente ideati sono stati modificati grazie al contributo di un gruppo composto da sei docenti, nel primo anno di attività, e ulteriormente rivisti da un gruppo di venti insegnanti, nel secondo anno. A conclusione di tale *iter* il percorso è stato considerato adeguato e comprensibile per i bambini dell'ultimo anno della scuola dell'infanzia (Guasti & Rosa, 2017). Le differenze più rilevanti tra i compiti ideati il primo anno e quelli definiti attraverso il lavoro di rielaborazione sono: la presenza di un contesto narrativo unico e condiviso e la ridefinizione di alcuni degli oggetti da progettare e stampare. Più specificatamente, il primo anno le insegnanti avevano scelto liberamente la storia; nel secondo anno è stato ideato uno sfondo integratore ampio e strutturato, e i compiti sono stati inseriti all'interno del racconto "Uno strano furto" organizzato per step attraverso i compiti descritti. Gli oggetti che i bambini hanno stampato non sono poi rimasti invariati poiché quelli considerati inadeguati al contesto e alla comprensione dei bambini di 5 anni sono stati cambiati. Quest'attività di co-progettazione e calibrazione con il gruppo delle insegnanti ha permesso di definire un percorso caratterizzato dall'utilizzo di contesti narrativi, dall'ausilio di materiali concreti (gli oggetti stampati), dall'opportunità di imitare strategie altrui attraverso il confronto nel lavoro di gruppo e, infine, dalla costante presenza di spazi di riflessione, condivisione e miglioramento. L'attività didattica successiva, incentrata sul percorso così definito, non ha individuato problematiche nella comprensione e realizzazione dei compiti stessi, che hanno mantenuto un carattere sfidante pur nel rispetto di un adeguato carico cognitivo. I limiti di questa prima fase di progettazione risiedono senza dubbio nel numero ridotto di soggetti coinvolti, dettato in primo luogo dal fatto che tali tecnologie erano rarissime nelle scuole dell'infanzia quando è stato ideato il progetto, e dal numero ridotto di attività analizzate. Il lavoro di ricerca sulla definizione dei compiti intende, quindi, continuare a partire dalla realizzazione di una piattaforma[9] in cui gli insegnanti sono in primo luogo invitati a proporre e documentare la realizzazione dei compiti qui descritti e, suc-

[9] http://tecnologia.indire.it/stampanti3dascuola/

cessivamente, a elaborarne e sperimentarne di nuovi. Gli istituti comprensivi che hanno deciso di aderire a tale attività di co-progettazione nell'anno scolastico 2018/19 sono più di 130 e il numero continua a crescere. Tale dato evidenzia come la stampante 3D si stia sempre più diffondendo nella scuola. L'analisi dei materiali rappresenta un futuro campo di lavoro per il gruppo di ricerca insieme con una valutazione analitica dell'effettiva efficacia delle proposte elaborate. Ciò che a oggi possiamo rilevare è, invece, l'adattabilità dello strumento stampante 3D e della metodologia TMI a un percorso didattico per competenze all'interno della scuola dell'infanzia.

Riconoscimenti

La ricerca è sostenuta con le risorse dei fondi del Programma Operativo Nazionale "Per la Scuola – Competenze e Ambienti per l'apprendimento" – Asse I – Obiettivo Specifico 10.8 – Azione 10.8.4 – Progetto "Didattica laboratoriale multidisciplinare" – Codice 10.8.4.A2-FSEPONINDIRE-2017-1.

References

Baldwin, J. (1915). *Mental Development in the Child and the Race: Methods and Processes.* New York, NY: Macmillan & Co.

Barr, R. (2010). Transfer of learning between 2D and 3D sources during infancy: Informing theory and practice. *Developmental Review*, *30*, 128-154.

Bruner, J. (1991). La costruzione narrativa della realtà. In M. Ammanniti & D. N. Stern (Eds.), *Rappresentazioni e narrazioni* (pp. 17-38). Roma-Bari: Laterza.

Clark, R. C. (2010). *Evidence-Based Training Methods. A Guide for Training Professionals*. Alexandria, VA: ASTD Press.

Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006). *Efficiency in Learning. Evidence-Based Guidelines to Manage Cognitive Load*. San Francisco, CA: Pfeiffer Wiley.

Commissione Europea/EACEA/Eurydice (2012). *Sviluppo delle competenze chiave a scuola in Europa: sfide ed opportunità delle politiche educative. Rapporto Eurydice*. Lussemburgo, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione Europea. http://eurydice.indire.it/wp-content/uploads/2016/08/key_competences_finale_IT.pdf

Crahay, M. (2006). Dangers incertitude et incomplétude de la logique de la competence en education. *Revue français de pédagogie*, *154*, 97-110.

Da Re, F. (2012). *Curricolo scuola dell'infanzia, con riferimento alle competenze chiave europee e alle Indicazioni Nazionali 2012*. http://dida.orizzontescuola.it/news/schema-di-curricolo-competenze-la-scuola-dell%E2%80%99infanzia-secondo-le-indicazioni-nazionali-2012

Da Re, F. (2013). *La didattica per competenze. Apprendere competenze, descriverle, valutarle*. Milano-Torino: Pearson.

Dallari, M. (2012). *Testi in testa. Parole e immagini per educare conoscenze e competenze narrative*. Trento: Erickson.

Feuerstein, R., Rand, Y., Hoffman, M., & Miller, R. (1980). *Instrumental Enrichment: An Intervention Program for Cognitive Modifiability.* Baltimore, MD: University Park Press.

Guasti, L. (2012). *Didattica per competenze: orientamenti e indicazioni pratiche.* Trento: Erickson.

Guasti, L., & Rosa, A. (Eds.). (2017). *Maker@Scuola. Stampanti 3D nella scuola dell'infanzia*. Firenze: AssoPiù Edizioni.

Hauf, P. (2009). The interchange of self-performed actions and perceived actions in infants. In T. Striano & V. Reid (Eds.), *Social Cognition: Development Neuroscience and Autism* (pp. 129-143). Hoboken, NJ: Blackwell.

Hayen, H. (2004). Infant memory development: Implication for childhood amnesia. *Developmental Review*, *24*, 33-73.

Jones, E. J. H., & Herbert, J. (2006). Exploring memory in infancy: Deferred imitation and the development of declarative memory. *Infant and Child Development*, *15*, 195-205.

Learmonth, A. E., Lamberth, R., & Rovee-Collier, C. (2004). Generalization of deferred imitation during the first year of life. *Journal of Experimental Child Psychology*, *88*(4), 297-318.

Le Boterf, G. (1994). *De la compétence: essai sur un attracteur étrange.* Paris: Les Editions d'Organisation.

Levati, W., & Saraò, M. (1998). *Il modello delle competenze: un contributo originale per la definizione di un nuovo approccio all'individuo e all'organizzazione nella gestione e nello sviluppo delle risorse umane.* Milano: FrancoAngeli.

Maccario, D. (2006). *Insegnare per competenze.* Torino: Società editrice internazionale.

Pellerey, M. (2010). *Competenze: conoscenze, abilità, atteggiamenti.* Napoli: Tecnodid.

Perrenoud, P. (1999). D'une métaphore à l'autre: transférer ou mobiliser ses connaissances? In J. Dolz & E. Ollagnier (Eds.), *L'énigme de la compétence en education* (pp. 45-60), coll. "Raisons éducatives", n. 2. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur.

Pfeiffer, J. W., & Ballew, A. (1988). *Using Structured Experiences in Human Resource Development*. San Diego, CA: University Associates.

Pfeiffer, J. W., & Jones, J. E. (1985). *A Handbook of Structured Experiences for Human Relations Training* (Vols. 1-10, 1974-1985). San Diego, CA: University Associates.

Quaderni Eurydice Italia. (2018). *Strutture dei sistemi educativi europei: diagrammi 2017/2018*. http://eurydice.indire.it/pubblicazioni/strutture-dei-sistemi-educativi-europei-20172018/

Roegiers, X. (2000). *Une pèdagogie de l'intégration: compétences et integration des acquis dans l'einsegneiment*. Bruxelles: De Boeck.

Smorti, A. (1994). *Il pensiero narrativo*. Firenze: Giunti.

Spencer, L., & Spencer, S. (1995). *Competenza nel lavoro: modelli per una performance superiore.* Milano: FrancoAngeli.

Strouse, G. A., & Troseth, G. L. (2008). "Don't try this at home": toddlers' imitation of new skills from people on video. *Journal of Experimental Child Psychology*, *101*(4), 262-280.

Sweller, J., & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, *8*, 351-362.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, *10*, 251-296.

Trinchero, R. (2012). *Costruire, valutare, certificare competenze: proposte di attività per la scuola.* Milano: FrancoAngeli.

Van Merriënboer, J. J. G., & Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology Research and Development*, *53*(3), 5-13.

Zelazo, P. D., & Lourenco, S. F. (2003). Imitation and the dialectic of representation. *Developmental Review*, *23*(1), 55-78.