



147172019

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)

Jan 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

<i>Editorial: 3D printing and the (very) young: What do we expect from this meeting?</i>	
Giuseppina Rita Jose Mangione, Michael Eisenberg	5
<i>Processi cognitivi e stampante 3D alla scuola dell'infanzia: stimolare lo sviluppo cognitivo per potenziare l'apprendimento</i>	
Sara Mori, Jessica Niewint-Gori	16
<i>Competenze in 3D. Costruire un percorso per competenza attraverso la stampante 3D nella scuola dell'infanzia</i>	
Alessia Rosa, Jessica Niewint-Gori	34
<i>Investire nel digital fabrication: le scuole che scelgono di dotarsi di stampanti 3D attraverso il Programma Operativo Nazionale</i>	
Samuele Calzone, Daniela Bagattini	54
<i>3D printing in preschool music education: Opportunities and challenges</i>	
Federico Avanzini, Adriano Baratè, Luca A. Ludovico	71
<i>Verso un curriculum Maker 5-8 K. Principi e applicazioni per lo sviluppo della competenza geometrica tramite 3D printing</i>	
Maeca Garzia, Giuseppina Rita Jose Mangione, Antonietta Esposito	93



Verso un curriculum Maker 5-8 K. Principi e applicazioni per lo sviluppo della competenza geometrica tramite 3D printing¹

Maeca Garzia, Giuseppina Rita Jose Mangione*, Antonietta Esposito***

DOI: 10.30557/QW000013

Abstract

This paper considers educational research and pedagogical conceptualizations of maker education in the context of the current curriculum in Italian schools. In particular, it draws on the research that INDIRE promotes on teaching using 3D printers and preliminary findings from an ongoing pilot study, which aims to increase understanding of the potential associations between maker pedagogy and spatial geometric and visual skills. The pilot reported follows a model of co-design involving the teachers of the school, which has facilitated the use of more reflective measures of competence to be

* INDIRE, Istituto Nazionale Documentazione Innovazione e Ricerca Educativa.

** Università di Salerno.

Corresponding author: m.garzia@indire.it

¹ Maeca Garzia è autrice del Paragrafo 3, del Paragrafo 4 (Sottoparagrafi 4.1, 4.3). Giuseppina Rita Mangione è autrice del Paragrafo 1 e del Paragrafo 2. Antonietta Esposito è autrice del Paragrafo 4 (Sottoparagrafo 4.2) e del Paragrafo 5.

assessed. The pilot discussed provides valuable support for the current research on 3D printers and will be extended to other schools wishing to pursue skills and learning objectives little considered by the current national curriculum at nursery and early primary level.

Keywords: Curricula; 3D printers; Education Making; Geometric and Visuo-Spatial Skill

1. Education Making: forme e impatti possibili

L'*educative making* (Vossoughi & Bevan, 2014) riflette le teorie del costruzionismo, con momenti iterativi di creazione di senso (Harel & Papert, 1991) e reciprocità tra studenti e insegnanti (DiGiacomo & Gutiérrez, 2016). Il *making* viene collegato allo sviluppo delle abilità del Ventunesimo secolo (Bekker, Bakker, Douma, Van Der Poel, & Scheltenaar, 2015; Pucci & Mulder, 2015). Ulteriori studi sostengono le prospettive di apprendimento costruzionista (Fitton, Read & Dempsey, 2015; Vasudevan, Kafai, & Yang, 2015) e legano il *making* a formati educativi basati sulla pratica e sull'esperienza (Pucci & Mulder, 2015), alla cultura dell'auto-apprendimento (Bar-El & Zuckerman, 2016), all'apprendimento basato sui progetti (Giannakos & Jaccheri, 2013) e ad approcci educativi partecipativi e *peer education* (Bar-El & Zuckerman, 2016). Con riferimento alle discipline STEM, la didattica *maker* può migliorare la competitività del sistema paese (Christensen, Knezek, & Tyler-Wood, 2015), in quanto in grado di incidere sullo sviluppo dei nuovi talenti (Beyers, 2010; Pucci & Mulder, 2015), favorendo nei bambini anche la capacità di produrre e immaginare un approccio personale alle sfide che la vita pone loro (Smith et al., 2015).

Esistono molte tipologie e pratiche di *educative making* (Bevan, 2017). Una prima istanza è quella dell'*assembly form* (Lego kit o Robotics kit) che permette, tramite azioni di assemblaggio, di favorire processi creativi e aperti. Un'ulteriore pratica è la *creative construction* dove a obiettivi corrispondono punti decisionali in cui si esercita la *creative agency*. Un esempio sono le *cardboard automation* dove gli studenti sono impegnati nella costruzione di un meccanismo e nella identificazione dei funzionamenti e rapporti (Fig. 1).



Figura 1. *Creative construction* – Forme di *cardboard automation* (Bevan, 2017)

Un'ulteriore forma di *educative making* è il *tinkering*, rappresentato dalla *Marble Machine*: si richiede ai bambini di costruire rampe su una sezione di 2 m di *pegboard* (la base in cui si inseriscono dei perni o pioli) e il *marshalling* di diversi dispositivi fisici, forze e proprietà (Fig. 2).



Figura 2. *Tinkering* – Attività con *Marble Machine* (Bevan, 2017)

In molti studi, lo sviluppo e la sperimentazione di un nuovo curriculum scolastico è considerato un importante motivatore per la ricerca (Blikstein, 2013; Lassiter et al., 2013).

Una programmazione curricolare può includere più di un approccio (Bevan, Petrich, & Wilkinson, 2014; Peppler, Halverson, & Kafai, 2016). I docenti che hanno avuto modo di integrare forme differenti di *education making* nei loro programmi didattici – con particolare riferimento alla scuola primaria – notano come queste attività siano in grado di coinvolgere i bambini nelle unità curriculari, sostenendo comportamenti funzionali allo studio, così come una maggiore attenzione al compito in termini di capacità di relazione con i pari e persistenza rispetto alle difficoltà, facilitando il recupero anche di atteggiamenti oppositivi di soggetti ai margini della classe con un miglioramento della loro frequenza a scuola (Wardrip & Brahms, 2016). Feedback positivi emergono anche dalle applicazioni nella scuola dell’infanzia con miglioramenti sulla persistenza e sull’attenzione (Wohlwend & Peppler, 2015). La rivisitazione dei curricula (Carstensen, Walter-Herrmann, & Büching, 2014) richiede di bilanciare autonomia e istruzione e di ridefinire il concetto di fare scuola in termini didattici, ma anche di tempi e spazi di lavoro.

I ricercatori, nel predisporre interventi sfidanti e “apripista”, devono acquisire consapevolezza sulle differenti tecniche di apprendimento e di insegnamento utilizzabili per predisporre una progettazione didattica *maker* in modo da poter affiancare i docenti nello sviluppo di un curriculum *maker* e nella sua attuazione nelle attività di classe (Lassiter et al., 2013).

2. Verso un curriculum *maker*: la prima esperienza con la stampa 3D in Italia

Con un approccio di tipo esplorativo sul campo è stato possibile attribuire un valore educativo alla stampa 3D. Nel 2016-2017 all’interno di una cornice narrativa, dal titolo “Uno strano furto”, i bambini di 8 scuole sperimentali, individuate in maniera ragionata sulla base della localizzazione territoriale rispetto alle sedi INDIRE e tra quelle

pubbliche che fossero in possesso di almeno una LIM per l'infanzia, si sono cimentati con problemi aperti che richiedevano la realizzazione di un oggetto specifico e funzionale per il racconto. Gli oggetti sono stati realizzati attraverso i software Doodle3D o Tinkercad, e poi materializzati con la stampante 3D (Fig. 3)



Figura 3. Fase di stampa

Il processo permetteva di richiamare e perfezionare abilità differenti legate alla sfera del cognitivo (matematiche, grafiche, logiche, linguistiche) e del metacognitivo (autoregolazione, *commitment*, autovalutazione, collaborazione). Uno dei compiti, riportato qui come esempio per far comprendere le abilità coinvolte, richiama la realizzazione di un “albero cavo”. I bambini hanno lavorato prima in fase propedeutica con materiale manipolabile (Fig. 4) e poi con gli oggetti geometrici proposti da Tinkercad (esagono, cilindro) per realizzare un tronco inizialmente pieno, per poi renderlo cavo attraverso la sottrazione di altri elementi geometrici, quali sfere o cilindri.



Figura 4. Propedeutica e personalizzazione dell'oggetto

La finalità era quella di riuscire a calibrare adeguatamente le dimensioni e il posizionamento della forma “vuota” e di creare una base sufficientemente stabile per mantenere eretto il tronco (Rosa & Guasti, 2017).

L'organizzazione di un Teacher Video Club (Sherin & van Es, 2009), tecnica che nell'ambito della *teacher education* (Sherin & Han, 2004) viene utilizzata per attivare un processo di analisi e modifica delle pratiche tramite *noticing* e riflessione tra pari (Mangione, Pettenati, & Rosa, 2017), ha permesso un lavoro approfondito con i docenti delle 8 scuole italiane coinvolte. Durante il Video Club i docenti hanno preso visione di brevi estratti video (video input) derivanti dalle osservazioni fatte in classe dei ricercatori, e hanno avuto modo di condividere ed esplicitare le dimensioni e le abilità emerse con i bambini di 5 anni. L'analisi delle tracce audio/video derivanti dalla sessione di lavoro, condotta a posteriori tramite approcci “comprendenti”, ha messo in risalto alcuni possibili valori aggiunti dell'uso della stampa 3D (Garzia, Mangione, & Rosa, 2017). Il primo video input stimolava la discussione riflessiva sullo sviluppo del “*pensiero geometrico e della abilità visuo-spaziali*”. Partendo dal presupposto che le “Indicazioni Nazionali per il Curricolo della Scuola dell'Infanzia” non richiedono esplicitamente lo sviluppo di queste abilità, un punto di accordo tra tutte le maestre partecipanti al Video Club è stato il valore della stampante 3D nel promuovere le suddette abilità anche in bambini così piccoli, favorendo l'interiorizzazione del pensiero astratto (Rosa & Guasti, 2017).

Il secondo stimolo orientava la discussione sulla “*dimensione inclusiva*” attribuita alla stampante 3D. La mediazione didattica tramite approccio *Think, Make, Improve* (TMI) sembra aver avuto la capacità di agevolare la socializzazione di alunni caratterizzati da BES, DSA e diversamente abili, favorendo la valorizzazione delle intelligenze singole. L’integrazione dei bambini nel percorso poggia sulla valorizzazione delle abilità progettuali, creative e logiche e sostiene lo sviluppo di competenze linguistiche, di concentrazione e di confronto tra pari.

Un ultimo video ha permesso di richiamare “*il pensiero logico e creativo*”. I docenti sostengono il legame tra attività di TMI e sviluppo di capacità logiche, *problem solving*, progettualità e organizzazione nello spazio-tempo. I docenti sostengono il valore aggiunto della stampante nel far emergere e sviluppare l’attitudine dei bambini nella sfera disciplinare STEM.

Il Video Club ha permesso di rilevare alcune traiettorie di indagine specifiche e portato i ricercatori a selezionare, per un intervento sul curriculum *maker*, quella legata allo sviluppo di abilità geometriche e visuo-spaziali sin dalla scuola dell’infanzia.

3. La rilevanza della competenza geometrica

Nonostante la geometria e il ragionamento spaziale siano fondamentali per l’apprendimento della matematica (Lakoff & Nùnez, 2005), non sempre nella scuola dell’infanzia e primaria viene dato adeguato spazio a questi ambiti (Clements, 1999).

I risultati cui siamo pervenuti, dopo due anni di ricerca esplorativa sul valore aggiunto portato dalla stampante 3D, hanno fornito utili elementi di riflessione sull’importanza di orientare i curricoli nazionali, sin dalla scuola dell’infanzia, al potenziamento delle abilità visuo-spaziali che nutrono la competenza geometrica. Difatti, un bambino con scarse abilità visuo-spaziali, seppur perfettamente dotato da un punto di vista verbale, potrebbe presentare difficoltà in alcune materie scolastiche. In aritmetica, ad esempio, compirà errori dovuti all’incapacità di incolonnare le cifre, per l’impossibilità di distinguere i segni operatori, ossia “+” e “x”, ecc.; in geometria potrà avere difficoltà nel riconoscere le fi-

gure, mentre nel disegno il bambino faticherà a rappresentare i corretti rapporti spaziali (avremo persone più alte di alberi e così via); in scienze non riuscirà a comprendere grafici e tabelle, né la relazione spazio-temporale tra gli eventi e il concetto di causa-effetto. Anche in materie apparentemente “lontane” da questo dominio ci saranno peculiari problematiche: ad esempio, nella lettura il bambino potrà avere difficoltà nel seguire il rigo, fare confusione tra lettere specifiche simili ma orientate diversamente nello spazio (“p” e “q” oppure “b” e “d”), e infine fare fatica a comprendere il testo quando è necessario collegare testo e immagini o se il brano ha un forte contenuto visuo-spaziale (sopra/sotto, ecc.), con una conseguente ricaduta sulla capacità di risolvere problemi aritmetici. Criticità si potranno riscontrare anche nell’orientamento e nella coordinazione della motricità grossolana e fine. “Tutte queste difficoltà, tradotte in insuccessi scolastici, in voti negativi, hanno pesanti ripercussioni sull’autostima del bambino e sul suo mondo relazionale” (Cremaschini, 2017).

Dall’analisi dei risultati delle indagini nazionali e internazionali emergono diverse criticità sulle competenze matematiche degli studenti italiani (Marzano & Brunetti, 2010), probabilmente legate anche ad attività didattiche tradizionali, poco centrate sulla scoperta e sulla *curiositas* e svolte in contesti scarsamente significativi, non adatti a stimolare osservazione e analisi.

A partire dai 3-4 anni i bambini possiedono già competenze che consentono loro di comprendere la differenza tra alcune forme geometriche, capendo in seguito le proprietà più semplici delle figure come lato e angolo (Clements & Sarama, 2000). Valorizzando il naturale interesse dei bimbi per la geometria e sfruttando la plasticità del cervello propria dell’età prescolare, tali conoscenze possono essere incrementate attraverso programmi di potenziamento ed esperienze precoci che ne modifichino sensibilmente la struttura e l’organizzazione (Clements, 2001), prevenendo così quegli stati di *deprivazione geometrica* cui i bambini sono erroneamente sottoposti nei primi anni di vita.

“Ad esempio: il riconoscimento delle figure geometriche prototipiche può essere ampliato presentando una considerevole quantità di figure appartenenti a una data categoria, come il triangolo, ma con forme e orientamenti non convenzionali; le figure geometriche devo-

no essere associate alle corrispondenti etichette verbali attraverso un processo di manipolazione delle forme e delle proprietà visuo-spaziali delle figure; le conoscenze verbali dichiarative sulle proprietà delle figure possono essere incrementate favorendo la riflessione e la discussione su alcuni aspetti visivi importanti (i bambini in età prescolare possono arrivare a considerare triangolare qualunque figura abbia tre lati)". (Garzia, 2017, p. 46).

Affinché, quindi, i materiali presentati visivamente stimolino risposte di tipo verbale e viceversa, è importante integrare le conoscenze visuo-spaziali con le corrette descrizioni verbali (Lucangeli, Mamarella, Todeschini, Miele, & Cornoldi, 2009).

L'introduzione della modellazione CAD con la stampa in 3D nella scuola dell'infanzia ha come valore aggiunto, rispetto alla semplice modellazione con plastilina, quello di mettere il bambino nella condizione di individuare e riconoscere le *invarianti* delle forme geometriche, rafforzando le competenze di ingresso nella scuola primaria anche in termini di capacità di progettazione, attraverso un approccio per scoperta.

Tale approccio potrebbe predisporre positivamente gli alunni allo studio della geometria declinata nelle sue diverse abilità, con una positiva ricaduta anche sulla dimensione più prettamente metacognitiva dell'apprendimento.

4. La sperimentazione pilota

Sulla base di quanto emerso, dopo due anni di ricerca esplorativa finalizzata a individuare il reale valore aggiunto portato dalla stampante 3D nella scuola dell'infanzia, si è deciso di condurre – nell'anno scolastico 2017-2018 – una sperimentazione pilota, atta a predisporre strumenti e validare attività da realizzare durante l'anno scolastico successivo nell'ambito di una ricerca focalizzata sulla ricaduta della modellazione CAD e della stampa in 3D sulla competenza geometrica dei bambini.

Per questa tipologia di esperienza, la scelta è ricaduta sull'IC "Dalla Parte dei Bambini" di Via Morghen (NA), aderente a MCE²,

² MCE sta per Movimento di Cooperazione Educativa.

la cui ispirazione pedagogica si rifà al “metodo naturale” di Celestin Freinet (Ciari, 2012). Architettura degli spazi e articolazione del curriculum sono qui finalizzate a insegnare al bambino a diventare “creatore del mondo”. Sono stati coinvolti 27 bambini così suddivisi: 18 (13 Maschi e 6 Femmine) di anni 5 (età media = 4,30; DS = 0,38), provenienti dalla scuola “Dalla Parte dei Bambini” e 9 (6 Maschi e 3 Femmine) di anni 5 (età media = 5; DS = 0,47), provenienti dalla stessa scuola, ma dal plesso di Corso Vittorio Emanuele. I bambini appartengono tutti alla terza classe della scuola dell’infanzia.

Come anticipato, l’esperienza pilota si colloca all’interno di un più ampio disegno di ricerca (il cui quadro teorico di riferimento è stato precedentemente esposto) che, promuovendo una continuità tra scuola dell’infanzia e primaria, presenta le seguenti finalità:

- verificare l’influenza della stampa 3D sullo sviluppo della competenza geometrica dei bambini;
- contribuire a definire il curriculum *maker* per la parte relativa alle abilità visuo-spaziali legate ai processi di apprendimento della geometria.

A quest’ultima finalità hanno concorso le attività ideate e realizzate, durante l’esperienza pilota, dalle maestre della scuola MCE, la cui *expertise* metodologico-didattica sarà condivisa – per l’anno scolastico 2018-2019 – con i maestri di altre scuole al fine di perseguire competenze e obiettivi di apprendimento, al momento ancora poco considerati dai curricula nazionali, rispetto ai quali in Italia non si rileva una buona riuscita scolastica.

4.1 Dalle ipotesi della ricerca agli obiettivi della sperimentazione pilota

Le ipotesi della ricerca sull’utilizzo della stampante 3D, sin dalla scuola dell’infanzia, sono le seguenti:

- si suppone che l’utilizzo della stampante 3D, nell’ambito di un percorso di didattica della geometria iscritto nella normale programmazione curricolare, potenzi le abilità visuo-spaziali dei bambini, colmando quella *deprivazione geometrica* (Clements & Battista,

1992) cui gli alunni sono tendenzialmente sottoposti nell'arco della scuola dell'infanzia e durante i primi anni della primaria;

- si ipotizza che l'uso della stampante 3D, accostato ai software di modellazione CAD, accresca la competenza geometrica dei bambini sin dall'età prescolare, predisponendo loro a un atteggiamento positivo nei riguardi delle STEM nella futura carriera scolastica.

Ai fini della predisposizione degli strumenti e delle attività della ricerca è stato necessario strutturare una esperienza pilota con i seguenti obiettivi:

- verificare l'adeguatezza all'interno del contesto scolastico italiano dei test di ingresso e di uscita della ricerca, selezionati dalla letteratura internazionale;
- costruire e validare compiti e attività per il potenziamento della competenza geometrica da proporre l'anno scolastico successivo, attraverso l'osservazione dei criteri utilizzati spontaneamente dai bambini della scuola dell'infanzia per classificare figure 3D di forme e dimensioni diverse e per relazionare le figure 3D a quelle 2D.

4.2 Gli strumenti di rilevazione

Nell'ambito della sperimentazione pilota, i bambini sono stati sottoposti a test di competenza prima e dopo l'intervento didattico. La prima prova è stata basata su un'intervista semi-strutturata, mentre le altre hanno avuto la forma tipo del *multiple choice test*.

L'attività con i piccoli ha avuto inizio con un *circle time* in cui è stato mostrato il video della storia di un pagliaccio che invita i bambini ad aiutare tre suoi amici a ordinare delle figure solide che sono state mischiate. In seguito al racconto prende avvio l'intervista semi-strutturata. A ogni bambino sono state mostrate, posizionate su un banchetto, le forme geometriche solide distribuite in modo non ordinato per categoria (nello specifico sfera, cono, cilindro, piramide a base triangolare e a base quadrata, cubo, parallelepipedo, rettangolo, prisma a base quadrata e a base triangolare, ciascuna in tre grandezze diverse) ed è stato chiesto di raggrupparle nella maniera ritenuta più opportuna. Attraverso domande stimolo da parte dei ricercatori, sono state individuate le categorie di classificazione utilizzate.



Figura 5. Attività di classificazione delle forme geometriche

Per la rappresentazione grafica, partendo dalla considerazione che fin dalla più tenera età i bambini sperimentano rappresentazioni bidimensionali (2D) di oggetti tridimensionali (3D), si è verificato quanto questi abbiano difficoltà a individuare la terza dimensione nel piano in disegni di oggetti 3D. Utilizzando il DRT-Test (*Diagrammatic Representations Test*) (Frick & Newcombe, 2015) è stato chiesto ai bambini di abbinare disegni a linee con fotografie di oggetti 3D e viceversa, al fine di scoprire se astrarre le informazioni da una fotografia per abbinarla a più disegni a linee possa essere più facile del compito opposto.

Per quanto riguarda il riconoscimento della sezione trasversale di una figura solida, si è utilizzato il Cross-Test (Ratliff, McGinnis, & Levine, 2010), avente come stimoli semplici forme geometriche concrete dai colori vivaci da sezionare con un piano. In fase di test al bambino sono stati presentati 6 solidi (sfera, piramide, cono, cilindro, prisma rettangolare e prisma triangolare) tagliati simmetricamente sia orizzontalmente che longitudinalmente, e lo stesso solido è stato presentato due volte con due orientamenti differenti: una volta in modo che il piano intersecante fosse parallelo al suolo

e un'altra in modo che il piano intersecante fosse perpendicolare al suolo.

Infine, per le abilità visuo-spaziali di cui Hershkowitz (1989) ha evidenziato il ruolo nell'ambito della teoria dello sviluppo del pensiero geometrico di van Hiele e Van Hiele-Geldof (1958), si è fatto riferimento al DTPV (*Test di Percezione Visiva ed Integrazione Visuo-Motoria*) (Hammil, Pearson, & Voress, 1993). Il test è un'elaborazione dell'omonima versione sviluppata da Marianne Frostig in conformità con le ipotesi da lei formulate sulla natura della percezione visiva (Frostig, Lefever, & Whittlesey, 1961; Frostig, Maslow, Lefever, & Whittlesey, 1964) ed è composto da una batteria di otto subtest che misurano abilità percettive e visuo-motorie diverse ma collegate tra loro. Degli otto subtest si sono scelti solo quelli a motricità ridotta. Nello specifico:

- *Posizione nello spazio*: misura l'abilità di individuare le caratteristiche comuni a due figure.
- *Figura-sfondo*: misura la capacità di vedere determinate figure quando sono confuse in uno sfondo complesso; estrarre dettagli rilevanti eliminando informazioni meno importanti.
- *Completamento di figura*: misura la capacità di riconoscere una figura stimolo che non è stata completata. Il principio psicologico è quello della chiusura delle forme (Gestalt).
- *Costanza della forma*: misura la capacità, ad alto livello, di riconoscere una figura stimolo modificata in dimensioni, posizione, ombreggiatura.

4.3 Le attività didattiche

Le attività didattiche legate alla modellazione con SugarCAD³ e stampa 3D sono state inserite, in coerenza con la normale articolazione curricolare, all'interno del *frame* narrativo della storia della Sirena

³ SugarCAD è un modellatore 3D orientato all'utilizzo in classe, tramite il quale è possibile creare forme tridimensionali semplici e complesse utilizzando di predefinite (come ad esempio cubi, cilindri e sfere), creandone di proprie (fondendo forme tra loro, disegnandole a mano) o avvalendosi di strumenti più complessi come i generatori di forme di rotazione, estrusione o parametriche.

Partenope. Gli oggetti realizzati sono stati il castello e la nave. Si è deciso di saltare la fase di realizzazione delle figure umane in quanto, dall'analisi qualitativa del test di classificazione, è stata rilevata la padronanza dei concetti di piccolo, medio e grande.

L'attività d'aula, successiva alla prova di ingresso, si è concentrata sulla didattica della geometria con l'ideazione, da parte delle maestre, di un percorso di ragionamento sulla differenza tra un oggetto bidimensionale e un oggetto tridimensionale attraverso i seguenti step:

- I bambini sono stati chiamati a misurare una sedia e un foglio A4 per poi essere sottoposti a una serie di domande stimolo: “Quanto è alto?”, “Quanto è largo?”, “Che significa profondo?”, “Che cosa è solo alto e largo e invece non è profondo?”.
- Ai bambini è stato chiesto di trovare le dimensioni di alcune costruzioni di differente grandezza e di evidenziarle con lo scotch carta (Fig. 6), fino a misurare il proprio compagno.
- Dopo aver tracciato con lo scotch carta una linea che demarcasse l'area 2D da quella 3D, le maestre hanno chiesto a ciascun bam-



Figura 6. Attività didattica sulla geometria solida

bino di riporre figure e oggetti trovati nella scuola dalla giusta parte della linea, descrivendone le caratteristiche (Fig. 7).



Figura 7. Attività didattica sulla differenza tra 2D e 3D

Tra le altre attività ricordiamo quella di recupero di oggetti che potessero essere utili a riprodurre la “città immaginaria” e la loro descrizione da parte dei bambini: (di fronte a un cubo) “è tridimensionale perché se lo buchi puoi mettere qualcosa dentro”; (di fronte a un bicchiere di vetro) “non si vedono i lati, rotola”; (di fronte a una scatola-parallelepipedo) “ha la larghezza, la lunghezza e la profondità”; (di fronte a un pentagono) “è bidimensionale perché non ci entra niente”.

Per quanto attiene alla modellazione CAD, tramite il *peer tutoring* gli alunni della secondaria di primo grado hanno fatto da guida ai bambini della scuola dell’infanzia, per la progettazione degli oggetti scelti all’interno della storia della Sirena Partenope (Figg. 8 e 9). Durante i momenti di modellazione i più grandi hanno inoltre stimolato i piccoli con delle domande – del tipo “come si chiama questa forma?”, “secondo te è sufficientemente profonda?” – contribuendo alla sedimentazione delle conoscenze geometriche implicate nel percorso didattico.



Figura 8. *Peer tutoring* nell'utilizzo di SugarCad con il mouse e con il touchpad



Figura 9. Una bambina della scuola dell'infanzia è guidata da un alunno della secondaria di primo grado nella progettazione del castello della Sirena Partenope utilizzando il touch-screen del pc portatile

5. Primi risultati e azioni future

La sperimentazione pilota condotta nell'anno scolastico 2017-2018 ha permesso di validare le attività di didattica della geometria e di verificare che i test di ingresso e di uscita, selezionati dalla letteratura internazionale, possono essere applicati nell'ambito del sistema scolastico italiano senza alcun adattamento relativo a una eventuale contestualizzazione culturale. Il Cross-Test si è avvalso del *test di confronto tra proporzioni* (significatività pari a 0.10). È stato verificato se la distribuzione del questionario potesse aver influenzato la somministrazione: ai primi 9 bambini sono stati somministrati prima i due item in cui i solidi vengono sezionati con il piano perpendicolare al suolo e poi i due item in cui il piano intersecante è parallelo al suolo. Ai restanti 9 bambini le coppie di item sono state invertite. Pertanto, suddiviso il campione in due sotto-campioni di 9 bambini ciascuno, si è calcolato per ogni bambino la frequenza relativa alla totalità delle risposte corrette (f_i , $i = 1 \dots 9$) e la relativa media di ciascun sotto-campione (M_1, M_2). Posto $H_0 = M_1 = M_2$, dai dati riportati nella Tabella 1 si evince che il valore di z (statistica test), non solo complessivamente ma anche per le singole figure, ricade in ogni caso nella regione di non rifiuto di H_0 , pertanto l'ordine di presentazione delle figure del questionario è ininfluente: le due popolazioni possono essere considerate come provenienti da un unico campione, come è stato considerato per tutte le indagini successive.

Tabella 1. Valutazione dell'effetto somministrazione del questionario

Figura	M_1	M_2	Z
Cono	0,417	0,389	0,240289
Cilindro	0,306	0,444	-1,21716
Prisma Triangolare	0,417	0,389	0,240289
Piramide	0,556	0,500	0,472134
Prisma Rettangolare	0,667	0,583	0,730297
Totale	0,500	0,494	0,105411

Per valutare l'effetto scuola è stato considerato un campione di 9 bambini per scuola. Considerando le medie (M_1, M_2) delle frequenze

delle risposte corrette degli interi campioni delle due scuole, posto $H_0 = M_1 = M_2$, dai dati riportati nella Tabella 2 si evince che il valore di z , non solo complessivamente ma anche per le singole figure, ricade in ogni caso nella regione di non rifiuto di H_0 , pertanto non emergono differenze tra le due scuole: le due popolazioni possono essere considerate come provenienti da un unico campione.

Tabella 2. Effetto scuola rivelato con il Cross-Test

	CONO	CILINDRO	PRISMA TRIANG.	PIRAMIDE	PRISMA RETT.	TOTALE
M_1	0,417	0,306	0,417	0,556	0,667	0,500
M_2	0,389	0,361	0,417	0,611	0,611	0,511
z	0,240	-0,500	0,000	-0,478	0,500	-0,094

Unendo i campioni si rileva che la sezione piana più semplice da riconoscere è quella del parallelepipedo a base quadrata (avente più elevato valore di M); inoltre, eccetto per il cono, per ogni figura le differenze tra il riconoscimento di una sezione rispetto all'altra, indipendentemente dalla posizione del piano intersecante o della figura di base, risultano significative (Tabella 3):

Tabella 3. Differenze nel riconoscimento delle figure

FIGURA	SEZIONE	M
CONO	TRIANGOLO	0,417
	CERCHIO	0,450
CILINDRO	RETTANGOLO	0,278
	CERCHIO	0,521
PRISMA TRIANG.	RETTANGOLO	0,306
	TRIANGOLO	0,667
PIRAMIDE	QUADRATO	0,472
	TRIANGOLO	0,667
PRISMA RETTANG.	QUADRATO	0,792
	RETTANGOLO	0,407

Infine, sul campione di Via Morghen si è intervenuti, attraverso le insegnanti curricolari, con un'azione didattica sullo studio delle figure solide. Il campione è stato ulteriormente ritestato, utilizzando lo stesso strumento di ingresso, con uno scostamento, in positivo, relativo alle modalità di classificazione utilizzate dai bambini e al riconoscimento delle forme geometriche solide (nomi e caratteristiche).

Riguardo il DRT-Test, per metà del test ai bambini è stata presentata una fotografia come stimolo bersaglio e chiesto di scegliere quale tra quattro disegni lineari si adattava meglio alla fotografia (modalità foto-disegni). Nell'altra metà del test, la direzione del compito è stata invertita in modo tale che i bambini vedessero un disegno a linea come stimolo bersaglio e scegliessero la migliore fotografia corrispondente tra quattro alternative (modalità disegno-foto).

Utilizzando una statistica descrittiva per l'effetto scuola (lavorando su medie e deviazioni standard), si può riscontrare ciò che si evince in Tabella 4.

Tabella 4. Valutazione dell'effetto scuola sul DRT

Subtest	Via Morghen		Corso V.E.	
	M_1	DS_1	M_2	DS_2
Foto-disegno	76%	0,16	53%	0,20
Disegno-foto	71%	0,12	57%	0,20

Per quanto concerne l'effetto dell'intervento didattico non si evincono significativi scostamenti. Si precisa che l'analisi effettuata e le conclusioni tratte sono fortemente dipendenti dalla tipologia di campione a disposizione, che risulta essere esiguo per una generalizzazione, e dal breve arco di tempo che ha impegnato la scuola nella sperimentazione (tre mesi). Pertanto, per l'anno scolastico in corso si è deciso di aumentare il numero delle scuole dislocate in località differenti della regione, effettuando differenziazioni per tipologia di sotto-test, per ciascuno dei due test somministrati. Inoltre, anche per quanto riguarda l'intervento didattico, si cercherà di ridurre le variabili esterne non controllabili che possono influenzare la valutazione, protraendo le attività per l'intero anno scolastico.

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

- Bar-El, D., & Zuckerman, O. (2016). Maketec: A makerspace as a third place for children. In *Proceedings of Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (TEI'16)* (pp. 380-385). New York, NY: ACM.
- Bekker, T., Bakker, S., Douma, I., Van Der Poel, J., & Scheltenaar, K. (2015). Teaching children digital literacy through design-based learning with digital toolkits in schools. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 29-38.
- Beyers, R. N. (2010). Nurturing creativity and innovation through fabKids: A case study. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 447-455.
- Bevan, B. (2017). The promise and the promises of making in science education. *Studies in Science Education*, 53(1), 75-103.
- Bevan, B., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2014). Tinkering is serious play. *Educational Leadership*, 72(4), 28-33.
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*, 4, 1-21.
- Carstensen, T., Walter-Herrmann, J., & Büching, C. (2014). Gendered fabLabs. *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*, 53-64.
- Ciari, B. (2012). *Le nuove tecniche didattiche*. Roma: Edizioni dell’asino.
- Clements, D. H. (1999). Playing math with young children. *Curriculum Administrator*, 35, 25-28.
- Clements, D. H. (2001). Mathematics in the preschool. *Teaching Children Mathematics*, 7, 270-275.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 420-464.
- Clements, D. H., & Sarama J. (2000). Young children’s ideas about geometric shapes. *Teaching Children Mathematics*, 6, 482-488.

- Cremaschini, M. (2017). *Cosa sono le abilità spaziali*. <http://www.marilena-cremaschini.it/cosa-sono-le-abilita-spaziali>
- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 898-909.
- DiGiacomo, D. K., & Gutiérrez, K. D. (2016). Relational equity as a design tool within making and tinkering activities. *Mind, Culture, and Activity*, 23(2), 141-153.
- Fitton, D., Read, J. C., & Dempsey, J. (2015). Exploring children's designs for maker technologies. In *Proceedings of Interaction Design and Children (IDC'15)* (pp. 379-382). New York, NY: ACM.
- Frick, A., & Newcombe, N. S. (2015). Young children's perception of diagrammatic representations. *Spatial Cognition & Computation. An Interdisciplinary Journal*, 15(4), 227-245.
- Frostig, M., Lefever, D. W., & Whittlesey, J. R. B. (1961). A developmental test of visual perception for evaluating normal and neurologically handicapped children. *Perceptual and Motor Skills*, 12, 383-389.
- Frostig, M., Maslow, P., Lefever, D. W., & Whittlesey, J. R. B. (1964). The Marianne Frostig developmental test of visual perception. 1963 Standardization. *Perceptual and Motor Skills*, 19, 463-499.
- Garzia, M. (2017). La stampante 3D nella scuola dell'infanzia: dalla formazione dei concetti alle abilità visuo-spaziali. In L. Guasti & A. Rosa (Eds.), *Maker@Scuola. Stampanti 3D nella scuola dell'infanzia* (pp. 44-47). Firenze: AssoPiù Edizioni.
- Garzia, M., Mangione, G., & Rosa, A. (2017). Il progetto di ricerca (pp. 57-81). In L. Guasti & A. Rosa (Eds.), *Maker@Scuola. Stampanti 3D nella scuola dell'infanzia*. Firenze: AssoPiù Edizioni.
- Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2013). What motivates children to become creators of digital enriched artifacts? In *Proceedings of Creativity & Cognition* (pp. 104-113). New York, NY: ACM.
- Harel, I. E., & Papert, S. E. (1991). *Constructionism*. Norwood, MA: Ablex.
- Hammil, D. D., Pearson, N. A., & Voress, J. K. (1993). *Developmental Test of Visual Perception*. Austin, TX: Pro-Ed.
- Hershkowitz, R. (1989). Visualization in geometry: Two sides of the coin. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11, 61-76.
- Peppler, K., Halverson, E., & Kafai, Y. B. (2016). *Makeology: Makerspaces as learning environments* (Vol. 1). New York, NY: Routledge.
- Lakoff, G., & Núñez, R. (2005). *Da dove viene la matematica. Come la mente embodied dà origine alla matematica*. Torino: Bollati Boringhieri.

- Lassiter, S., Mcennis, C., Morrison, J., King, H., Skarzynski, B., & Waldman-Brown, A. (2013). Training and inspiring educators in digital fabrication: A professional development framework. In *Proceedings of Fab 9 Research Stream* (pp. 1-4).
- Lucangeli, D., Mammarella, I. C., Todeschini, M., Miele, G. & Cornoldi, C. (2009). *Conosco le forme. Valutare e potenziare l'apprendimento della geometria dai 4 ai 6 anni*. Firenze: Giunti.
- Mangione, G. R., Pettenati, M. C., & Rosa, A. (2017). Professional vision narrative review: The use of videos to support the development of teachers' reflective practice. *Integrating Video into Pre-Service and In-Service Teacher Training* (pp. 1-23). Hershey, PA: IGI Global.
- Marzano, A., & Brunetti, A. (2010). L'insegnamento della geometria nella scuola secondaria di I grado. Contributi di una ricerca. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, 3(1).
- Pucci, E. L., & Mulder, I. (2015). Star(t) to shine: Unlocking hidden talents through sharing and making. *Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*, 85-96.
- Ratliff, K. R., McGinnis, C. R., & Levine, S. C. (2010). The development and assessment of cross-sectioning ability in young children. In *Proceedings of the 32nd Annual Conference of Cognitive Science Society*, 32(32).
- Guasti, L., & Rosa, A. (Eds.). (2017). *Maker@Scuola. Stampanti 3D nella scuola dell'infanzia*. Firenze: AssoPiù Edizioni.
- Sherin, M. G., & Han, S. Y. (2004). Teacher learning in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 20(2), 163-183.
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20-37.
- Smith, R. C., Iversen, O. S., & Hjorth, M. (2015). Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 20-28.
- van Hiele, P. M., & Van Hiele-Geldof, D. (1958). A method of initiation into geometry at schools. In H. Freudenthal (Ed.), *Report on Methods of Initiation into Geometry*. Groningen: J. B. Wolters.
- Vasudevan, V., Kafai, Y., & Yang, L. (2015). Make, wear, play: Remix designs of wearable controllers for scratch games by middle school youth. In *Proceedings of Interaction Design and Children (IDC'15)* (pp. 339-342). New York, NY: ACM.
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM*, 1-55.

- Wardrip, P. S., & Brahms, L. (2016). Taking making to school: A model for integrating making into classrooms. In K. Peppler, E. R. Halverson, & Y. B. Kafai (Eds.), *Makeology: Makerspaces as Learning Environments*, 1, 97-106. New York, NY: Routledge.
- Wohlwend, K., & Peppler, K. (2015). All rigor and no play is no way to improve learning. *Phi Delta Kappan*, 96, 22-26.

