

29
June 2024

Gaetano Domenici

Editoriale / *Editorial*

Educare alla cultura della pace. L'impegno del nuovo Parlamento europeo 9

(Educating for a Culture of Peace. The Commitment of the New European Parliament)

STUDI E CONTRIBUTI DI RICERCA

STUDIES AND RESEARCH CONTRIBUTIONS

Antonio Calvani - Matteo Leone - Matteo Torre

Misconoscenze di fisica nella scuola del primo ciclo:
un questionario didattico 21

(Physics Misconceptions in First Cycle School: An Education Questionnaire)

Arianna Marras - Giovanni Bonaiuti - Mirian Agus

Il «Robotics Interest Questionnaire» (RIQ): uno strumento 43
per rilevare i fattori sottesi all'insegnamento della robotica

(The «Robotics Interest Questionnaire» – RIQ): A Tool to Detect Factors Underlying Robotics Teaching)

Sara Costa - Sabine Glock - Sabine Pirchio

How Teachers Feel Good: The Role of Teachers' Mindfulness, 61
Self-efficacy and Implicit Attitudes towards Ethnic Minority
Students in Their Feelings of Burnout

*(Come gli insegnanti si sentono bene: il ruolo della mindfulness,
dell'autoefficacia e degli atteggiamenti impliciti degli insegnanti)*

verso gli studenti con background etnico minoritario, nella loro sensazione di burnout)

*Cecilia Marchisio - Federica Graziano - Alessandro Monchietto
Emanuela Calandri*

Insegnanti di sostegno e educazione inclusiva: una ricerca su atteggiamenti, autoefficacia, autovalutazione di conoscenze e competenze, e comportamenti in classe 85
(Support Teachers and Inclusive Education: A Study on Attitudes, Self-efficacy, Self-assessment of Knowledge and Skills, and Behaviors in the Classroom)

Maeca Garzia - Antonietta Esposito

Promuovere lo sviluppo della competenza geometrica: una ricerca nella scuola dell'infanzia 107
(Promoting the Development of Geometric Competence: A Research in Kindergartens)

NOTE DI RICERCA

RESEARCH NOTES

*Didi Nur Jamaludin - Ani Rusilowati - Arif Widiyatmoko
Adi Nur Cahyono - Sigit Saptono - Aditya Marianti*

Media and Context of Science Education in TPACK: A Systematic Review 135
(Media e contesto dell'educazione scientifica in TPACK: una revisione sistematica)

COMMENTI, RIFLESSIONI, PRESENTAZIONI, RESOCONTI, DIBATTITI, INTERVISTE

COMMENTS, REFLECTIONS, PRESENTATIONS, REPORTS, DEBATES, INTERVIEWS

Nazarena Patrizi

X Seminario sulla ricerca empirica in educazione: «Il contributo dell'AI alla qualificazione dei processi di istruzione» 159
(10th Seminar on Empirical Research in Education: «The Contribution of AI to the Qualification of Educational Processes»)

Luigi Guerra

In ricordo di Franco Frabboni 163

Author Guidelines 165

Promuovere lo sviluppo della competenza geometrica: una ricerca nella scuola dell'infanzia *

Maeca Garzia¹ - Antonietta Esposito²

¹ Istituto Nazionale di Documentazione Innovazione e Ricerca Educativa – INDIRE (Italy)

² Università degli Studi di Salerno - Department of Mathematics (Italy)

DOI: <https://doi.org/10.7358/ecps-2024-029-gaes>

m.garzia@indire.it

<https://orcid.org/0000-0001-8691-7351>

antesposito@unisa.it

<https://orcid.org/0000-0002-6749-4311>

PROMOTING THE DEVELOPMENT OF GEOMETRIC COMPETENCE: A RESEARCH IN KINDERGARTENS

ABSTRACT

Conducting a research in kindergartens, whose intended impact on the development of children's geometric competence is to facilitate their learning in later educational stages, involved the collaboration between a pedagogical researcher and a disciplinary teacher. This collaboration between different areas of expertise represents a key strength of the research presented in this article, which aims at contributing to the reorganization of curriculum in kindergartens. Through an empirical approach, the research wants to demonstrate the impact that a laboratory teaching path, involving the transition from solid to plane geometry and CAD modelling with 3D printing, can have on

* I dati presenti in questa pubblicazione sono stati raccolti nell'ambito del progetto finanziato con le risorse del PON «Per la Scuola» 2014-2020, grazie ai fondi del Progetto «Didattica laboratoriale multidisciplinare» – Obiettivo Specifico 10.8 - Azione 10.8.4 – Codice progetto 10.8.4.A2-FSEPON-INDIRE-2017-1. M. Garzia è autrice dei paragrafi 1, 2, 2.1, 3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5 (ad eccezione dei punti TPV, DRT; Cross Test), 4. A. Esposito è autrice dei paragrafi 2.2, 3.4, 3.5 (per quanto riguarda i punti TPV, DRT; Cross Test), 3.6.

classification, representation and sectioning skills of geometric shapes by children at the age of 5.

Keywords: CAD modeling; Geometric competence; Kindergarten; Laboratory teaching; 3D printing.

1. INTRODUZIONE

Il lavoro di ricerca qui presentato è la sintesi di una sperimentazione, svolta nell'ambito di un accordo quadro di INDIRE con il dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Salerno, sull'introduzione e l'utilizzo didattico della stampante 3D nella scuola dell'infanzia. Si propone in questa sede una sintesi della sperimentazione attuata, ampiamente discussa nel volume *La geometria che c'è* (Garzia & Esposito, 2023), con un affondo inedito su un percorso formativo sulla modellazione CAD, realizzato per le insegnanti delle due scuole sperimentatrici prima di procedere allo svolgimento delle attività innovative con gli alunni.

Il processo formativo attuato è qui descritto nella convinzione che esso sia indispensabile per la buona riuscita dell'innovazione didattica qualora la si volesse riproporre, con gli opportuni adattamenti, in contesti scolastici analoghi.

La realizzazione di un oggetto con la stampante 3D nella scuola dell'infanzia richiede, rispetto alle tradizionali attività manipolative, un'attenzione particolare già a partire dalla fase di progettazione. Infatti, se con la plastilina il bambino può in itinere modificare la realizzazione del prodotto che ha in mente, spesso senza poter riflettere sull'errore commesso, con la stampa in 3D l'oggetto, non più modificabile, può divenire fonte di analisi e discussione su eventuali errori e margini di miglioramento. In aggiunta, l'utilizzo di un software di grafica tridimensionale consente di mettere il bambino nella condizione migliore per individuare e riconoscere le invarianti piane delle forme geometriche solide, rafforzando le competenze di ingresso nella scuola primaria anche in termini di capacità di progettazione, attraverso un approccio per scoperta: un vero e proprio percorso di potenziamento cognitivo e metacognitivo.

Le riflessioni scaturite da una precedente sperimentazione pilota (Garzia, Mangione, & Esposito, 2019) e un approfondimento sulle ricerche internazionali secondo cui i bambini già a partire dai 3-4 anni possiedono forti intuizioni geometriche (Clements & Sarama, 2000), che non sempre vengono valorizzate nella scuola dell'infanzia e nei primi anni di quella

primaria (Clements, 1999), hanno condotto ad una sperimentazione con un focus di ricerca sulle abilità visuo-spaziali che nutrono la competenza geometrica con la finalità di verificare il ruolo della stampante 3D, come artefatto di mediazione semiotica, nello sviluppo della competenza geometrica dei bambini che frequentano l'ultimo anno di scuola dell'infanzia.

Necessario è stato prima di tutto comprendere come inserire l'artefatto «stampante 3D» all'interno delle attività didattiche per costruire significati matematico-geometrici: non è, infatti, l'artefatto in sé a favorire un'evoluzione a livello cognitivo, ma l'uso che se ne fa (Bartolini Bussi & Maschietto, 2007). Secondo Bussi & Mariotti (2008) lo stesso è, difatti, uno strumento di mediazione semiotica quando è usato intenzionalmente dall'insegnante per mediare un contenuto matematico attraverso un intervento didattico pianificato intenzionalmente. Da qui la descrizione del percorso formativo cui le maestre sono state sottoposte per agire l'innovazione loro proposta in maniera pienamente consapevole.

2. IL QUADRO TEORICO DI RIFERIMENTO

Lo studio della geometria, iniziato nell'antichità come «misura della terra», tramanda una lunga tradizione fortemente radicata nell'esperienza. Tuttavia si è assistito nel corso degli anni ad un depauperamento in tal senso, sempre più evidente, da parte dei docenti nell'insegnamento di questa disciplina, contribuente ad uno stato di «deprivazione geometrica» cui i nostri alunni sono sottoposti (Garzia, Mangione, & Esposito 2019).

Se si osservano le attività geometriche che tradizionalmente vengono proposte dalle maestre e dai maestri di scuola dell'infanzia ai loro alunni, si rilevano ancora oggi due grossi errori d'impostazione didattica derivanti dalla sistemazione epistemologica della geometria: gli insegnanti, pur proponendo ai bambini attività didattiche svolte prima nel reale, facendo vivere loro l'esperienza con il proprio corpo, poi richiedono di riprodurre l'attività sul piano, sottovalutando le notevoli difficoltà di rappresentazione (grafica, manipolativa, prospettiva, etc.) che una richiesta di questo tipo comporta; inoltre, è ancora pratica diffusa tra i docenti arrivare alla geometria solida partendo dal riconoscimento delle diverse figure geometriche piane (triangoli, quadrati, rettangoli, circonferenze, etc.), sottovalutando le difficoltà di astrazione che i bambini incontrano nell'eliminazione della dimensione «spessore» da un oggetto reale. Siccome invece in età prescolare la geometria tridimensionale risulta essere più intuitiva, essendo una lettura della realtà «visibile», «tangibile» ed immediata (Arrigo & Sbaragli,

2004), è nato il percorso di didattica laboratoriale della geometria, che è stato oggetto della ricerca qui presentata; esso rovescia il processo più frequentemente seguito nelle scuole e propone il passaggio dalla geometria solida a quella piana.

Il quadro teorico alla base della ricerca qui esposta comprende le teorie evolutive di riferimento all'insegnamento della geometria nella scuola dell'infanzia e le teorie della mediazione semiotica secondo cui cruciale è il ruolo dell'insegnante come mediatore culturale nell'utilizzo degli artefatti e come strumento di mediazione semiotica per il raggiungimento di un obiettivo didattico.

2.1. *L'evoluzione del pensiero geometrico*

L'evoluzione del pensiero geometrico parte dalle prime esperienze spaziali del bambino, esclusivamente sensoriali. Pertanto, nei primi livelli scolastici la geometria deve essere rivolta ad organizzare l'esperienza visiva, tattile, motoria degli allievi, evidenziando solo alcune delle caratteristiche spaziali degli oggetti per poi essere organizzata negli anni successivi razionalmente, in modo sempre più sistematico.

L'organizzazione geometrica va quindi didatticamente costruita, piuttosto che data all'allievo come prodotto già sistemato, e l'allievo deve essere in quest'organizzazione parte attiva e costruttiva (Sbaragli & Mammarella, 2010).

I primi ad interessarsi dello sviluppo del pensiero geometrico del bambino furono Piaget & Inhelder (1948), distinguendo nettamente lo spazio *percettivo*, percepito dal bambino attraverso l'attività senso-motoria, dallo spazio *rappresentativo* che il bambino è in grado di rappresentarsi a livello intellettuale. Se, secondo Piaget, i bambini già dai 4 anni d'età riescono a dare una corretta rappresentazione di tutti i rapporti topologici mentre, per una corretta rappresentazione dei rapporti spaziali euclidei e proiettivi, devono arrivare al compimento degli 8-9 anni quando hanno raggiunto un pensiero di tipo operatorio, secondo la teoria sviluppata dai coniugi van Hiele (van Hiele & van Hiele-Geldof, 1958; van Hiele, 1986), e successivamente ripresa da altri studiosi (Crowley, 1987), lo sviluppo del pensiero geometrico segue cinque livelli (visivo, descrittivo-analitico, della geometria euclidea, della logica formale, del rigore geometrico) e, sebbene per passare al livello successivo sia indispensabile che lo studente abbia acquisito le strategie del livello precedente, l'evoluzione non dipende semplicemente dall'età ma dall'educazione fornita al bambino.

La maturazione, che comporta il passaggio ad un livello superiore, è un processo essenzialmente legato all'apprendimento e all'istruzione, non è

quindi di ordine biologico. Pertanto, i metodi di insegnamento devono essere attentamente considerati perché mentre alcuni favoriscono il passaggio ad un livello successivo, altri lo ostacolano.

Sulla base di alcuni studi in ambito educativo, Clements & Battista (1992) hanno inserito un livello precedente a quello visivo, un livello zero, denominato di *pre-riconoscimento*, nel quale i bambini percepiscono le forme in modo corretto ma non sono in grado di classificarle o di riprodurle attraverso il disegno.

«La plasticità del cervello, che connota la fascia d'età dei bambini che frequentano la scuola dell'infanzia, li rende particolarmente propensi a importanti radicamenti cognitivi che fonderanno l'acquisizione di future conoscenze, abilità e competenze» (Garzia & Esposito, 2023, p. 15). Lavorare sin dalla scuola dell'infanzia sullo sviluppo delle abilità che fondano l'acquisizione delle conoscenze che nutrono la competenza geometrica si rivela quindi imprescindibile, attraverso programmi di potenziamento ed esperienze precoci che modifichino sensibilmente la struttura e l'organizzazione mentale del sapere geometrico (Clements, 2001), e attraverso un'azione didattica consapevole.

2.2. *La mediazione semiotica*

A partire dalle teorie vygostkiane (Vygotskij, 2007) sulla formazione dei concetti nella mente dei bambini, possibile solo attraverso un rapporto mediato con il mondo circostante, la teoria della mediazione semiotica (Bartolini Bussi, 2007; Bartolini Bussi & Mariotti, 2008) prende in esame il complesso di relazioni esistenti tra gli elementi che riguardano l'uso di artefatti nella costruzione di significati matematici: gli artefatti stessi, il compito, i segni emergenti dallo svolgimento del compito, il sapere matematico.

Secondo tale teoria un artefatto può essere considerato strumento di mediazione semiotica quando viene utilizzato intenzionalmente dall'insegnante per veicolare un contenuto matematico attraverso un intervento didattico intenzionalmente progettato.

Ricordiamo che, secondo l'approccio strumentale di Rabardel (1995), se l'*artefatto* è l'oggetto materiale o simbolico di per sé, lo *strumento* è un'entità mista: il sistema costituito dall'artefatto (o parte di esso) e dagli schemi d'uso costruiti dall'individuo per il suo utilizzo, che possono anche non coincidere con gli obiettivi pragmatici per i quali l'artefatto stesso è stato creato.

In questo contesto, l'artefatto stampante 3D è collegato da un lato ad un compito specifico a cui fornisce un mezzo per realizzarlo (mediatore),

dall'altro ad una specifica conoscenza matematica. Nello svolgimento del compito emergono segni da parte dello studente che vanno indirizzati verso l'acquisizione della conoscenza matematica per la quale l'artefatto viene utilizzato come mediatore semiotico. La costruzione di queste relazioni non avviene in maniera automatica, ma va mediata dall'insegnante che, da un lato, guida il processo di produzione di segni centrati sull'utilizzo di un artefatto e, dall'altro, agisce come mediatore per orientare i segni verso il sapere matematico che è insito nell'artefatto (Fig. 1).

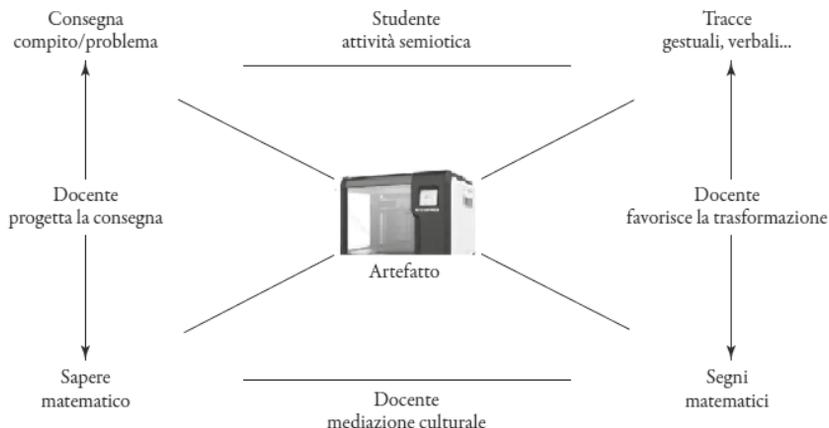


Figura 1. – Schema della mediazione semiotica secondo Rabardel (1995).
Fonte: <https://edumath.scuole.vda.it/images/Infanzia/Semiotica.pdf>

Le attività proposte ai bambini delle scuole dell'infanzia, che hanno partecipato all'uso sperimentale della stampante 3D come strumento per l'acquisizione della competenza geometrica, sono state progettate secondo la teoria della mediazione semiotica appena richiamata.

3. LE FASI DELLA RICERCA

La ricerca presentata è stata mossa dalla finalità di valutare se al termine della sperimentazione i bambini di 5 anni sottoposti al percorso educativo di seguito descritto fossero cresciuti nella competenza geometrica informata dalle abilità di classificazione, rappresentazione e sezionamento delle forme solide, in misura significativamente maggiore rispetto ai bambini costituenti il gruppo di controllo. Per valutare tale crescita sono stati uti-

lizzati quattro test somministrati all'inizio e alla fine della sperimentazione ad un gruppo di controllo A (non sottoposto ad alcuna innovazione didattica), ad un gruppo sperimentale B (sottoposto al percorso didattico scevro della componente tecnologica) e ad un gruppo sperimentale C (sottoposto all'intero percorso didattico implicante anche la componente tecnologica).

Partendo dal quadro teorico di riferimento, l'intera ricerca è stata suddivisa in sei fasi:

1. strutturazione del campione;
2. formulazione della domanda e dell'ipotesi;
3. definizione di uno sfondo integratore e di un percorso didattico per l'acquisizione delle abilità, richiamate nella domanda, che compongono la competenza geometrica;
4. formazione delle insegnanti coinvolte nella ricerca;
5. individuazione di opportuni test strutturati per rilevare il grado di acquisizione delle abilità, richiamate nella domanda, che compongono la competenza geometrica;
6. realizzazione della sperimentazione.

Nella ricerca si è dovuto utilizzare un disegno «quasi sperimentale», principalmente per la disponibilità reale di un gruppo di insegnanti di scuola dell'infanzia motivati e disposti a seguire un percorso formativo per acquisire le competenze didattiche necessarie allo svolgimento delle attività previste dal progetto, dopo che le ricercatrici l'avevano presentato a un più ampio numero di insegnanti; di conseguenza non è stato possibile scegliere il campione degli alunni in modo casuale né si sono potuti assegnare i soggetti ai gruppi in modo randomizzato perché le sezioni scolastiche erano già costituite all'inizio della ricerca. Un ulteriore motivo che induce a definire «quasi sperimentale» il disegno di ricerca usato è che non è stato possibile controllare tutte le variabili di disturbo.

D'altro canto, la ricerca presenta significativi elementi sperimentali perché consta di una ipotesi generale da cui derivano alcune ipotesi particolari formulate operativamente e quindi del tutto verificabili in positivo o in negativo; la variabile indipendente era manipolabile al punto che è stato effettuato un confronto tra due condizioni: apprendimento con e senza stampante 3D; è stato inoltre impiegato un gruppo di controllo equivalente al gruppo sperimentale. Si sono confrontati i risultati ottenuti dai due gruppi sperimentali, all'inizio e alla fine dell'attività didattica per l'apprendimento della geometria, con e senza stampante 3D: ogni gruppo è stato confrontato con sé stesso (prima e dopo l'azione della variabile indipendente) e sono stati messi a confronto anche i risultati finali dei due gruppi (sperimentale e di controllo) per monitorare l'effetto «maturazione» che c'è stato in entrambi i gruppi nell'arco di cinque mesi.

3.1. *Il campione della ricerca*

La sperimentazione ha coinvolto le sezioni dei bambini di 5 anni di due istituti comprensivi della provincia di Salerno: l'Istituto Comprensivo «Giovanni Paolo II», situato a Salerno città, e l'Istituto Comprensivo di San Valentino Torio, un Comune di quasi 11.000 abitanti ubicato nella parte nord della provincia di Salerno.

Il campione è stato così costituito:

- 56 bambini (25 maschi e 31 femmine) di anni 5 (età media = 4,84; DS = 0,37) frequentanti l'Istituto Comprensivo di San Valentino Torio;
- 24 bambini (15 maschi e 9 femmine) di anni 5 (età media = 5,08; DS = 0,28) frequentanti l'Istituto Comprensivo «Giovanni Paolo II» di Salerno.

In ingresso, gli 80 bambini hanno costituito un gruppo unico. Successivamente, per il confronto «prima» e «dopo», gli 80 bambini sono stati suddivisi in tre gruppi:

- *gruppo A* – di controllo: 40 bambini (20 maschi e 20 femmine) non sottoposti ad alcuna innovazione didattica;
- *gruppo B* – sperimentale: 20 bambini (10 maschi e 10 femmine) con cui sono state svolte solo le attività didattiche laboratoriali – caratterizzate dalla trattazione della geometria solida prima di quella piana –, ma non implicanti l'utilizzo del CAD e della stampante 3D;
- *gruppo C* – sperimentale: 20 bambini (10 maschi e 10 femmine) con cui sono state svolte le stesse attività didattiche laboratoriali del gruppo B, con l'integrazione di altre attività implicanti l'utilizzo del CAD e della stampante 3D.

In entrambi i gruppi B e C è stata svolto il percorso di didattica laboratoriale della geometria. La bipartizione del gruppo sperimentale è stata effettuata al fine di capire quanto il solo percorso laboratoriale di didattica della geometria, caratterizzato dal passaggio dalla geometria tridimensionale a quella bidimensionale, possa aver influito sul potenziamento della competenza geometrica dei bambini – limitatamente alle abilità di percezione visuo-motoria, di cogliere la terza dimensione da una superficie piana e di riconoscere la sezione piana di un solido – e quale fosse il reale valore aggiunto della componente tecnologica. Inoltre, si è inteso osservare le modalità di classificazione spontanea delle figure solide da parte dei bambini.

3.2. *Domanda e ipotesi della ricerca*

La ricerca sperimentale in oggetto, a partire dal livello delle abilità visuo-spaziali possedute dai bambini di 5 anni, ha avuto come finalità quella di

approfondire le abilità di classificazione, rappresentazione e sezionamento delle figure solide grazie all'utilizzo di strumenti sia di tipo qualitativo che quantitativo che saranno descritti nei paragrafi successivi.

Da qui la domanda della ricerca: può l'utilizzo della stampante 3D, accostato ai software di modellazione CAD, all'interno di un percorso di didattica laboratoriale centrato sull'inversione della tradizionale successione «dalle figure piane a quelle solide», accrescere in bambini di cinque anni di età la competenza geometrica informata da abilità di classificazione, rappresentazione e sezionamento delle forme geometriche solide, in misura significativamente superiore a quella dei bambini della stessa età che non usano la stampante 3D?

L'ipotesi generale deriva logicamente dalla già citata esperienza pilota (Garzia, Mangione, & Esposito, 2019) e da un approfondimento sulle ricerche internazionali, presentate nel paragrafo 2, secondo cui i bambini già a partire dai 3-4 anni possiedono forti intuizioni geometriche (Clements & Sarama, 2000), che non sempre vengono valorizzate nella scuola dell'infanzia e nei primi due anni di primaria anche a causa di un lavoro didattico «tradizionalmente» impostato partendo dalla geometria piana per giungere a quella solida.

Nello specifico si ipotizza che per un bambino di 5 anni l'effetto di un'azione didattica che preveda anche l'utilizzo della stampante 3D possa influenzare il miglioramento del quoziente di percezione visiva (misurato attraverso lo strumento TPV), lo sviluppo della capacità di astrazione di informazioni da una rappresentazione di un solido per abbinarla ad un disegno che ne rappresenta solo le linee di contorno (misurato attraverso lo strumento DRT) ed infine il riconoscimento della sezione piana di un solido (misurato attraverso lo strumento Cross Test). Per la formulazione delle specifiche ipotesi operative cfr. Garzia & Esposito, 2023, pp. 43-47.

Si ipotizza pertanto che l'utilizzo della stampante 3D, accostato ai software di modellazione CAD all'interno di un percorso di didattica laboratoriale, caratterizzato dalla sequenza «prima forme solide e poi figure piane», accresca la competenza geometrica dei bambini di cinque anni d'età – informata da abilità di classificazione, rappresentazione e sezionamento delle forme geometriche – (variabile dipendente), in misura significativamente maggiore a quella dei coetanei che non ricevono l'influsso del fattore sperimentale rappresentato dall'uso della stampante 3D (variabile indipendente).

In secondo luogo, si è voluto verificare se alcuni miglioramenti nelle abilità di classificazione, rappresentazione e sezionamento non dipendessero propriamente dall'uso della stampante 3D, ma solo dall'ordine inverso di trattazione degli argomenti geometrici rispetto al modo più diffuso nelle

scuole dell'infanzia; infatti, anche nell'attività laboratoriale svolta in una metà del gruppo sperimentale – quella senza l'uso della stampante 3D –, si è partiti dalla geometria solida per arrivare a quella piana. Invece, nell'intero gruppo di controllo, come già detto, la geometria solida è stata trattata dopo la geometria piana, secondo la prassi didattica corrente.

3.3. *Lo sfondo integratore e il percorso didattico laboratoriale*

Lo sfondo integratore è un involucro narrativo che collega varie attività didattiche di cui sono protagonisti i discenti, che altrimenti resterebbero disperse e frantumate (Canevaro, 1997). Senza uno sfondo di «senso» le singole attività didattiche risulterebbero, per i bambini, di difficile connotazione e richiederebbero, per superare la dissonanza cognitiva attuata, uno sforzo di contestualizzazione che, se non realizzato, rischierebbe di comportare una perdita di motivazione con una conseguente rinuncia all'apprendimento.

Lo sfondo integratore scelto per la sperimentazione, realizzata nel territorio campano, è *La leggenda della sirena Parthenope*. L'interiorizzazione della storia, fondamentale affinché il bambino immerso nello sfondo integratore dia senso alla realizzazione di ciascun compito, comporta una serie di attività, alcune delle quali rientrano nella prassi quotidiana della scuola dell'infanzia, suddivise in due segmenti: l'uno scevro dalla componente tecnologica, l'altro implicante l'utilizzo del CAD e della stampa in 3D. Per la geometria solida, questi i moduli che compongono la prima sezione del percorso didattico: *Conosciamo le forme*, *La scatola magica*, *Combinare le forme*; per la geometria piana: *Riconosci la base?*, *Costruiamo i personaggi sul piano*, *Apriamo le scatole*. La seconda parte del percorso didattico sperimentale comprende una serie di attività da eseguire con un modellatore CAD² per la Stampa in 3D articolate nei seguenti moduli: *Il foglio quadrato*, *Costruiamo i personaggi*, *La stampa 3D dei personaggi* (Garzia & Esposito, 2023). Le attività svolte con i bambini sono descritte, in modo che si possano riproporre in contesti simili a quelli in cui è stata realizzata l'intera azione sperimentale, nel volume *La geometria che c'è* (Garzia & Esposito, 2023) e in un video della biblioteca dell'innovazione di Indire accessibile attraverso il link: <http://innovazione.indire.it/rvi/stampanti-3d-e-competenza-geometrica>.

Lo sfondo integratore è stato fondamentale sia per inserire i bambini in maniera ludica e consona alla loro età nella sperimentazione sia come

² CAD: Computer Aided Design.

elemento di continuità durante l'intero percorso, mantenendo i piccoli sempre agganciati al *file rouge* conduttore, anche attraverso uscite didattiche sul territorio entro il quale ritrovare i riferimenti naturalistici relativi alla leggenda narrata. Ciò ha consentito di far percepire ai bambini le attività proposte come ben inserite e integrate nella routine scolastica e non come un qualcosa di astruso e calato dall'alto, difficile da inserire nel loro orizzonte di senso.

3.4. La formazione delle insegnanti

Al fine di inserire nella pratica didattica la stampante 3D come nuovo mediatore semiotico è stato organizzato per le insegnanti un corso di formazione dal titolo «Stampante 3D per una didattica attiva». Nel percorso formativo, le docenti, a partire da un approfondimento sulle principali metodologie didattiche attive e su come queste favoriscano l'acquisizione di competenze trasversali quali la creatività, la collaborazione e la capacità critica, hanno avuto modo di sperimentare direttamente l'utilizzo delle stampanti 3D, acquisendo le competenze necessarie per gestire il processo di progettazione e stampa tridimensionale. Il corso, analizzando gli aspetti tecnici, organizzativi e pedagogici che caratterizzano l'impiego di questa tecnologia, ha consentito alle insegnanti di cogliere le difficoltà e le positività legate all'utilizzo delle stampanti 3D nella didattica e valutare in maniera critica il ruolo che essa possa avere nella scuola.

Al termine del corso si è costituito il gruppo di ricerca su base volontaria: hanno collaborato con le ricercatrici 4 insegnanti autoselezionatesi tra quelle che avevano partecipato al corso di formazione.

I principali focus su cui è stato incentrato il corso sono stati:

- la stampante 3D come mediatore semiotico;
- la modellazione 3D e la creazione di oggetti «stampabili»;
- la modellazione 3D e la competenza geometrica;
- come passare dal modello solido al prototipo: il processo di stampa *step by step*;
- progettazione e sperimentazioni di UDA con metodologie didattiche attive nell'ambito della didattica con le tecnologie apprese.

Le docenti hanno potuto sperimentare le potenzialità della stampante 3D come strumento didattico che è capace di coinvolgere e motivare gli alunni attraverso l'apprendimento pratico ed esperienziale, realizzando loro stesse, durante la formazione, piccoli oggetti con la stampa tridimensionale. Durante le esercitazioni, le maestre hanno imparato dapprima a manipolare oggetti semplici come cubi, cilindri e piramidi utilizzando gli stru-

menti di modifica come lo spostamento, la rotazione e la scalatura e poi, successivamente, hanno sperimentato la creazione di forme più complesse combinando quelle di base. Il software utilizzato durante la formazione e per tutta la sperimentazione è stato SugarCAD³, un software gratuito realizzato da INDIRE nell'ambito della sperimentazione del progetto di ricerca «Maker@Scuola»⁴. La potenza di questo strumento deriva dal fatto che è stato progettato proprio per essere utilizzato in ambito scolastico e per tutte le fasce d'età. SugarCAD prevede infatti un'interfaccia di tipo *kids* adatta proprio ai bambini della scuola dell'infanzia in quanto utilizza solo il linguaggio iconico e non quello letterale. Una volta completata la progettazione, le docenti hanno imparato ad esportare i loro modelli nel formato STL e li hanno stampati in 3D. Durante il processo di stampa, hanno potuto osservare come il loro progetto prendesse forma strato dopo strato, rendendo tangibile il risultato del loro lavoro di progettazione. A partire da ciò, le insegnanti hanno poi riflettuto in *brainstorming* sull'esperienza e sulle potenzialità offerte dalla combinazione di «modellazione CAD e stampa 3D» come strumento didattico; alcune di esse hanno poi deciso di partecipare al progetto di ricerca.

Le esercitazioni, riservate alle maestre che avevano aderito al progetto, hanno permesso alle insegnanti non solo di acquisire nuove abilità che nutrono la competenza digitale, ma anche di discutere, attraverso dei focus group, sulle esercitazioni svolte per vedere come integrare le tecnologie nelle attività didattiche quotidiane, sperimentando quanto esse possano stimolare la creatività e l'interesse degli alunni per l'apprendimento della geometria al quinto anno di scuola dell'infanzia.

Durante i vari focus group, le insegnanti, insieme con le ricercatrici, hanno cooperato per definire il protocollo operativo da utilizzare in classe con i bambini del gruppo sperimentale. A partire dalle esercitazioni svolte dalle docenti per acquisire le competenze relative all'utilizzo del modellatore CAD, sono state realizzate le attività per i bambini.

Di seguito si riporta un esempio di esercitazione guidata attraverso cui le insegnanti hanno imparato ad utilizzare il software gratuito di modellazione 3D SugarCAD.

Esercitazione: Realizzazione di un ciondolo

Dal pannello laterale delle «Forme di Base» individua un cubo e un cilindro e trascinali con il mouse al centro dello Piano di lavoro. Allunga la base del cubo a 60 mm. Sposta il cilindro in modo che il suo diametro coincida con lo spigolo

³ <https://3d.indire.it/index.php>

⁴ <https://www.indire.it/progetto/maker-a-scuola/>

del cubo. Attiva il tasto di selezione multipla e raggruppati. Ridurre l'altezza a 5 mm.

Dal pannello laterale delle «Forme di Base» individua la forma text e trascinala con il mouse al centro del Piano di lavoro. Modifica la scritta con il tuo nome. Modifica l'altezza della scritta 5 mm e sovrapponila sulla forma precedentemente realizzata. Inglobala in essa e rendila trasparente cliccando sul tasto vuoto.

Seleziona tutte le forme e raggruppa.

Modifica il nome del progetto cliccando sul nome assegnato in automatico in alto a sinistra come indicato dalla freccia. Rinomina il Progetto in: Chiudipacco.

Di seguito (Figg. 2-3) si riportano le rappresentazioni dell'oggetto progettato e dell'oggetto realizzato.



Figura 2. – Ciondolo progettato.



Figura 3. – Ciondolo stampato.

Sulla base di tale percorso formativo le docenti hanno potuto opportunamente guidare gli alunni nella seconda parte del percorso sperimentale, implicante l'utilizzo del CAD e della stampa in 3D.

Durante lo svolgimento del progetto sperimentale i bambini, per disegnare i personaggi e gli oggetti realizzati nelle attività manuali e stamparli in 3D, hanno imparato ad utilizzare il software di modellazione SugarCAD⁵ realizzato da INDIRE. Le operazioni di salvataggio e di conversione in formato .g-code sono state effettuate dalle maestre.

⁵ <https://3d.indire.it/index.php>

Il software, gratuito e *web-based*, presenta un'interfaccia di utilizzo semplice e intuitiva, vicino alle esigenze dell'ambiente scolastico, ricordando che i bambini di 5 anni di età non hanno ancora sviluppato la giusta dimestichezza con l'utilizzo del mouse per realizzare strutture complesse e precise, né hanno specifiche competenze di lettura per poter decodificare i comandi (Fig. 4).

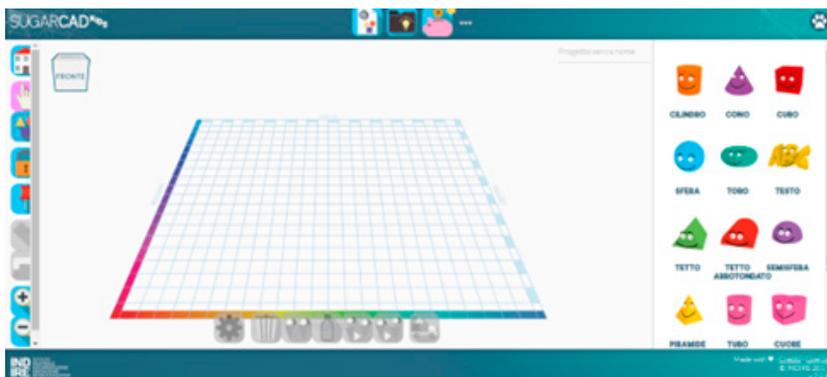


Figura 4. – Homepage SugarCAD.

3.5. Gli strumenti di valutazione

Al fine di verificare se l'utilizzo della stampante 3D potesse contribuire al potenziamento delle competenze di dominio geometrico e visuo-spaziale, sono stati individuati e somministrati ai bambini i seguenti test all'inizio e alla fine dell'attività didattica innovativa:

- *Gioco-Test di «Classificazione e riconoscimento delle forme geometriche»* (Garzia & Esposito, 2023, pp. 39-43). Si tratta di uno strumento volto ad indagare sui criteri spontanei che i bambini di 5 anni utilizzano per classificare le forme solide. È stato creato dalle ricercatrici durante l'esperienza pilota (Garzia, Mangione, & Esposito, 2019) realizzata nell'anno precedente alla sperimentazione in oggetto e può essere considerato, data la sua natura ludica inquadrata dalla storia di *Ciaccio il Pagliaccio*, come una vera e propria fase del percorso didattico. Lo strumento comprende una griglia di osservazione formata da 4 quattro campi: modalità di classificazione (per forma, per colore, per fantasia, mista), riconoscimento delle forme solide / quali, riconoscimento delle figure piane / quali, cambiamento della modalità di classificazione post-domanda.

- *TPV – Test visuo-percettivo* (Frostig *et al.*, 1961; Maslow *et al.*, 1964; Frostig *et al.*, 1966; Hammil *et al.* 1993). Il TPV è una batteria di otto subtest che misurano abilità percettive visive diverse ma collegate fra loro. Con il TPV è possibile effettuare una valutazione delle abilità visuo-percettive di base ed una valutazione prettamente visuo-motoria: il test si compone di 4 subtest con elevato coinvolgimento motorio e 4 subtest con limitato coinvolgimento motorio. La batteria è adatta a bambini di età compresa fra i quattro e i dieci anni. Esso è la versione più recente della batteria elaborata dalla Frostig (1972). Essendo un test evolutivo è necessario riportare il risultato grezzo con le tabelle normative, per poi ottenere dei punteggi standard, ranghi percentili ed età equivalenti. Per la finalità della ricerca, degli 8 subtest ne sono stati selezionati solo 4, quelli a motricità ridotta, in quanto il corrispondente quoziente rappresenta la misura più «pura» della percezione visiva, essendo presente un bassissimo coinvolgimento motorio. I punteggi standard dei singoli subtest, che hanno una media di 10 ed una deviazione standard di 3, sono calcolati in modo che la distribuzione dei punteggi grezzi consideri intervalli di 6 mesi, compresi tra i 4 anni e i 10 anni + 11 mesi. I punteggi standard vengono trasformati in quozienti, ovvero punteggi composti, aventi una media di 100 ed una deviazione standard di 15, che si possono estrapolare da una apposita tabella.
- *DRT – Test di rappresentazione diagrammatica* (Frick & Newcombe, 2015). Il DRT è un test che investiga sulle difficoltà che i bambini possono avere nell'individuare la terza dimensione nella rappresentazione grafica di oggetti 3D. Il test somministrato, che è stato selezionato tra quelli esistenti in letteratura, consente di verificare a che livello i bambini della scuola dell'infanzia di 5 anni riescono a comprendere rappresentazioni bidimensionali da diagrammi raffiguranti solo il contorno di oggetti tridimensionali. Il test utilizza semplici diagrammi e non disegni realistici, sebbene più vicini alla quotidianità dei bambini, perché mentre questi ultimi descrivono una scena come la vedrebbe un osservatore da un suo specifico punto di vista, i diagrammi schematici astraggono da tali specifici punti di vista e utilizzano le convenzioni e le tecniche comunemente accettate su come rappresentare la terza dimensione su di una superficie piana. Il bambino è introdotto al test attraverso una storia guida. Nello specifico al bambino è mostrato un disegno rappresentante una casa e un ragazzo, Danny, che la sta disegnando su di un foglio di carta. Al bambino viene detto che a Danny piace disegnare le cose che vede in modo che il suo disegno rappresenti l'oggetto esattamente com'è nella realtà, ad eccezione del colore perché Danny utilizza solo una matita, per cui può disegnare esclusivamente i bordi dell'oggetto. Dopodiché si invita il

bambino ad osservare il disegno che Danny sta facendo e gli si chiede se ritiene che stia riuscendo bene. Successivamente viene somministrato il test vero e proprio. Il test si compone di 24 item suddivisi in due parti: una parte A formata da 12 item e una parte B da altrettanti 12 item. Ciascun item è una scheda in cui da un lato vengono rappresentate fotografie a colori di oggetti geometrici, dall'altra disegni a matita degli stessi, creati tracciandone solo i bordi.

- *Cross Test – Test di sezionamento* (Ratliff *et al.*, 2010). Il Cross Test investiga sulle difficoltà che i bambini possano avere nell'individuare la sezione piana di un solido. Il test somministrato, selezionato tra quelli esistenti in letteratura, consente di verificare una particolare abilità della visualizzazione spaziale: l'inferenza di una rappresentazione 2D di una struttura 3D. Immaginare la forma uscente dal taglio di un oggetto 3D su un piano 2D è un'abilità essenziale per molte delle scienze (biologia, anatomia, geologia, etc.), pertanto l'acquisizione di una tale competenza fin dalla più tenera età è determinante. Il test si compone di 20 item. Ciascun item è costituito da: un solido reale da sezionare, un cartoncino, che rappresenta il piano di sezionamento, e una scheda in cui vengono rappresentate quattro possibili sezioni piane del solido; solo una delle alternative di scelta corrisponde alla sezione piana dell'oggetto stimolo. I 20 item sono suddivisi in due blocchi da 10: un blocco è relativo alle sezioni che si ottengono tagliando il solido con un piano parallelo al piano di terra, l'altro a quelle che si ottengono tagliando il solido con un piano perpendicolare a quello di terra.

Il primo test, che utilizza una metodologia di indagine di tipo qualitativo, è basato su un'intervista semi-strutturata, mentre gli altri, che ne utilizzano una di tipo quantitativo, sono tutti *multiple choice test*.

Ciascun test è stato proposto ai bambini singolarmente in un'aula dedicata dove è stato creato un ambiente confortevole; la somministrazione è stata preceduta da un momento di familiarizzazione dell'alunno con il somministratore e con il test mediante le modalità più consone al singolo strumento. Procedendo in maniera graduale e utilizzando tempi distesi con un approccio ludico, i bambini hanno eseguito gli stessi test sia prima sia dopo il percorso educativo descritto, in modo da verificare il livello di competenza geometrica posseduto all'inizio e alla fine delle attività laboratoriali, svolte con o senza l'utilizzo della stampante 3D.

3.6. I risultati della sperimentazione

Per il *Gioco-test di «Classificazione e riconoscimento delle forme geometriche»*, come detto, è stata utilizzata una griglia di osservazione dei bambini du-

rante l'attività ludica. Tale gioco, guidato da una serie di stimoli dati dal ricercatore, si configura come strumento di indagine di tipo qualitativo i cui risultati non sono generalizzabili, ma solo interpretabili in un confronto del gruppo con sé stesso, prima e dopo l'azione del fattore sperimentale; al termine si è rilevato un generale rafforzamento della consapevolezza geometrica nei bambini che avevano partecipato alle attività didattiche innovative (Garzia & Esposito, 2023, pp. 63-67). I risultati dell'indagine qualitativa, basata sull'analisi delle videoriprese e delle trascrizioni delle interazioni verbali dei bambini, sono consultabili nelle pp. 79-104 del libro appena citato.

Nelle immagini a seguire (*Figg. 5-8*) sono rappresentate le modalità di classificazione maggiormente utilizzate dai bambini che hanno partecipato alla ricerca.



Figura 5. – Classificazione per colore.



Figura 6. – Classificazione per forma.



Figura 7. – Classificazione per somiglianza.



Figura 8. – Classificazione per fantasia.

Di seguito si riportano, in sintesi, per ciascun test quantitativo i risultati emersi dalla ricerca (Garzia & Esposito, 2023, pp. 105-123).

TPV – Test Visuo-Percettivo. La prima somministrazione del test è stata fatta sull'intero campione (gruppo di controllo A e gruppi sperimentali B e C) prima dell'inizio delle attività. La seconda somministrazione del test è stata fatta sull'intero campione (gruppi A, B e C), una volta ultimato il percorso didattico innovativo per i gruppi B e C, effettuato rispettivamente, senza e con l'utilizzo della stampante, a fine anno scolastico. La stessa procedura è stata utilizzata anche per gli altri due test.

Attraverso i quattro subtest selezionati si è calcolato il quoziente di percezione visiva a motricità ridotta (QPVMR) per verificare se un'azione didattica, che prevede anche l'utilizzo della stampante 3D, potesse influenzare il miglioramento del quoziente di percezione visiva dei bambini di 5 anni. Al termine delle attività didattiche innovative, il Quoziente di Percezione Visiva a Motricità Ridotta (QPVMR) calcolato nell'intero gruppo sperimentale (B + C) è risultato superiore a quello del gruppo di controllo, nello specifico indicato con:

- M_S = media dei punteggi del QPVMR del gruppo sperimentale;
- M_C = media dei punteggi del QPVMR del gruppo controllo;
- DS_S = deviazione standard gruppo sperimentale;
- DS_C = deviazione standard gruppo di controllo.

Si è rilevato:

NUM. SOMMINISTRAZIONE	M_S	DS_S	M_C	DS_C
I Somministrazione	93,80	13,08	93,67	10,14
II Somministrazione	91,25	10,03	89,83	10,49

Inoltre, il risultato del gruppo sperimentale C sottoposto all'azione didattica includente anche l'utilizzo della stampante 3D è risultato superiore a quello del gruppo sperimentale B che ha svolto solo le attività didattiche laboratoriali, nello specifico indicato con:

- M_{AT} = media dei punteggi del QPVMR laboratoriali «con l'innovazione della sequenza prima le figure solide e poi le figure piane» del gruppo sperimentale B che ha svolto solo le attività didattiche;
- M_{AT+ST} = media dei punteggi del QPVMR del gruppo sperimentale C che ha svolto le attività didattiche innovative usando anche la stampante 3D;
- DS_{AT} = deviazione standard dei punteggi del QPVMR del gruppo sperimentale B che ha svolto le attività didattiche innovative senza stampante 3D;

- $DS_{AT + ST}$ = deviazione standard dei punteggi del QPVMR del gruppo sperimentale C che ha svolto le attività didattiche innovative anche con la stampante.

Si è rilevato:

NUM. SOMMINISTRAZIONE	M_{AT}	DS_{AT}	$M_{AT + ST}$	$DS_{AT + ST}$
I Somministrazione	89,80	8,59	97,80	9,95
II Somministrazione	88,35	9,37	94,15	10,98

Si precisa che la leggera inflessione tra la prima e la seconda somministrazione, sia complessivamente tra il gruppo di controllo e quello sperimentale e, all'interno di questo tra il sottogruppo che ha svolto solo le attività didattiche laboratoriali con l'innovazione della sequenza «prima le figure solide e poi le figure piane» e il sottogruppo che ha utilizzato anche la stampante 3D nello svolgimento della stessa sequenza didattica, sarebbe da imputare al momento in cui è avvenuta la seconda somministrazione, ovvero alla fine dell'anno scolastico, momento in cui i bambini si stancano più facilmente nello svolgimento delle attività didattiche proposte dalle maestre. In ogni caso, alla fine i risultati ottenuti dal gruppo sperimentale C sono complessivamente migliori di quelli del gruppo sperimentale B, mentre all'inizio la differenza dei punteggi tra i due gruppi non era rilevante.

DRT – Diagrammatic Representations Test. Nel confronto tra l'intero gruppo sperimentale e il gruppo di controllo l'effetto positivo dell'azione didattica laboratoriale innovativa è statisticamente significativo. Nello specifico, per l'analisi dei dati è stato usato il test statistico di confronto tra proporzioni. Tale test è uno dei più diffusi tra quelli che utilizzano la frequenza di un attributo, ed è importante quando si vuole valutare l'efficacia di un'azione valutando se una certa proporzione o percentuale si è modificata. Le sigle in tabella indicano:

- f_s la media della frequenza delle risposte esatte del gruppo sperimentale;
- f_c la media della frequenza delle risposte esatte del gruppo di controllo;
- f^* la frequenza ipotizzata;
- Z la statistica test.

Si è rilevato:

NUM. SOMMINISTRAZIONE	f_s	f_c	f^*	Z
I Somministrazione	0,60	0,66	0,63	-0,56
II Somministrazione	0,81	0,65	0,73	1,66

Riguardo all'utilizzo della stampante 3D non è stata rilevata alcuna significatività statistica tra il gruppo sperimentale B e il gruppo sperimentale C. Tuttavia, da un'analisi descrittiva dei dati si evince un aumento della frequenza delle risposte corrette nel gruppo che ha lavorato con la stampante 3D, più nel dettaglio indicato con:

- f_{AT} la media della frequenza delle risposte esatte del gruppo sperimentale che ha svolto solo le attività didattiche;
- f_{AT+ST} la media della frequenza delle risposte esatte del gruppo sperimentale che ha svolto le attività didattiche anche con la stampante;
- f^* la frequenza ipotizzata;
- Z la statistica test.

Si è rilevato:

NUM. SOMMINISTRAZIONE	f_{AT}	f_{AT+ST}	f^*	Z
I Somministrazione	0,59	0,62	0,60	-0,30
II Somministrazione	0,76	0,87	0,81	-1,24

Pertanto, dall'analisi dei risultati del DRT per la valutazione delle rappresentazioni bidimensionali da diagrammi raffiguranti solo il contorno di oggetti tridimensionali e viceversa, si evince che l'azione didattica ha un effetto statisticamente significativo per l'intero gruppo sperimentale (gruppo B + gruppo C) ad un livello del 10%, (essendo il test statistico di confronto tra proporzioni un test a due code, per $\alpha = 0,10$ si ha $\alpha/2 = 0,05$ per cui, il valore tabulato di $z_{\alpha/2} = 1,65$). Riguardo invece al confronto tra gruppo sperimentale B e gruppo sperimentale C, vale a dire l'incidenza dell'utilizzo della stampante 3D, si evince che il valore di Z cade nella zona di non rifiuto dell'ipotesi nulla, quindi nulla si può dire sull'effetto del trattamento specifico. Procedendo con un'analisi descrittiva del campione si evince che, anche se non è statisticamente significativo, il trattamento comporta un aumento delle frequenze delle risposte corrette notevole nel gruppo che ha lavorato con la stampante 3D. La non significatività del test potrebbe dipendere dalla numerosità dei gruppi o anche – se si effettuasse un'analisi approfondita delle risposte –, dal livello di maturazione dei bambini.

Cross Test – Test di sezionamento. Per la somministrazione del test si sono utilizzate forme solide reali dai colori vivaci. Si sono fatti realizzare in polistirolo espanso e lamine magnetiche morbide dei solidi geometrici dai colori accattivanti, in modo che i bambini potessero maneggiarli con disinvoltura per esplorarli, familiarizzare con essi per poi di volta in volta sezionarli. L'analisi statistica dei dati raccolti ha rilevato che l'effetto positivo dell'azione

didattica con l'utilizzo della stampante 3D è statisticamente significativo per il riconoscimento della sezione piana di un solido. Nello specifico, per l'analisi dei dati, utilizzando il «test di confronto tra proporzioni», fissando il livello di significatività a 5% (essendo un test a 2 code, per $\alpha = 0,05$ si ha $\alpha/2 = 0,025$ per cui, il valore tabulato di $z_{\alpha/2} = 1,96$), indicato con:

- f_s la media della frequenza delle risposte esatte del gruppo sperimentale;
- f_c la media della frequenza delle risposte esatte del gruppo di controllo;
- f^* la frequenza ipotizzata;
- Z la statistica test.

Si è rilevato:

NUM. SOMMINISTRAZIONE	f_s	f_c	f^*	Z
I Somministrazione	0,41	0,37	0,39	0,37
II Somministrazione	0,62	0,39	0,51	2,08

Più nel dettaglio, indicato con:

- f_{AT} la media della frequenza delle risposte esatte del gruppo sperimentale B che ha svolto solo le attività didattiche innovative;
- f_{AT+ST} la media della frequenza delle risposte esatte del gruppo sperimentale C che ha svolto le attività didattiche innovative anche con la stampante;
- f^* la frequenza ipotizzata;
- Z la statistica test.

Si è rilevato:

NUM. SOMMINISTRAZIONE	f_{AT}	f_{AT+ST}	f^*	Z
I Somministrazione	0,42	0,40	0,41	0,18
II Somministrazione	0,52	0,73	0,62	-,198

Dall'analisi dei risultati si evince che l'azione didattica e l'utilizzo della stampante 3D hanno avuto un effetto statisticamente significativo ad un livello del 5%.

4. CONCLUSIONI

Il percorso di ricerca e sperimentazione presentato in questo articolo parte dalla consapevolezza che sia fondamentale potenziare e valutare le competenze implicate nei vari apprendimenti disciplinari già a partire dalla scuola dell'infanzia, affinché i bambini comincino ad avvicinarsi e a relazionarsi

in maniera graduale ai vari ambiti conoscitivi con un approccio per scoperta, sin dalla seconda infanzia, quando il cervello presenta una maggiore plasticità.

Dai risultati ottenuti si può affermare che il percorso didattico completo dell'utilizzo del CAD e della stampante 3D ha comportato sicuramente:

- una migliore capacità di riconoscimento della terza dimensione nella rappresentazione piana delle figure solide;
- una migliore capacità di riconoscimento della sezione piana di un solido, indipendentemente da come viene sezionato.

L'analisi dei risultati dei test somministrati ai bambini in età prescolare, prima e dopo l'intervento didattico, ha evidenziato che il livello di competenza acquisito dagli stessi, per la classificazione e il riconoscimento della rappresentazione grafica di una figura solida nonché della sua sezione piana, e quindi in sintesi della «visualizzazione spaziale», è superiore in numero di bambini e qualità di possesso rispetto a quello posseduto dal gruppo di bambini che non ha fruito del percorso didattico progettato.

Utili elementi di riflessione si pongono sull'importanza di orientare i curricoli nazionali, sin dal primo gradino di istruzione, verso il potenziamento delle diverse abilità che nutrono la competenza geometrica.

Si ritiene inoltre che, dopo cinque mesi di lavoro innovativo della didattica, svolto con l'affiancamento delle due ricercatrici, le quattro insegnanti coinvolte pienamente nella ricerca siano in grado di diffondere autonomamente tra le colleghe la nuova modalità didattica che, come si è visto, ha consentito agli alunni dell'ultimo anno di scuola dell'infanzia di potenziare le capacità sopra menzionate.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Arrigo, G., & Sbaragli, S. (2004). Salviamo la geometria solida! Riflessioni sulla geometria dall'infanzia alle superiori. In B. D'Amore, S. Sbaragli (Eds.), *Il grande gioco della Matematica 2*. Atti del Convegno di Lucca, 10-11 settembre 2004.
- Bartolini Bussi, M.G. (2007). Semiotic mediation: Fragments from a classroom experiment on the coordination of spatial perspectives. *International Journal on Mathematics Education (ZDM)*, 39(1), 63-71.
- Bartolini Bussi, M.G., & Mariotti, M.A. (2008). Mediazione semiotica nella didattica della matematica. Artefatti e segni nella tradizione di Vygotskij. *L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate*, 32A-B(3).

- Bartolini Bussi, M.G., & Maschietto, M. (2007). *Macchine matematiche. Dalla storia alla scuola*. Milano: Springer.
- Canevaro, A. (1997). Programmazione per sfondi integratori. *La Didattica*, 3.
- 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. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420-464). New York: Macmillan.
- Clements, D.H., & Sarama, J. (2000). Young children's ideas about geometric shapes. *Teaching Children Mathematics*, 6, 482-488.
- Crowley, M.L. (1987). The van Hiele model of the development of geometric thought. In M.M. Lindquist & A.P. Shulte (Eds.), *Learning and teaching geometry, K-12, 1987 yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 1-16). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Frick, A., & Newcombe, N.S. (2015). Young children's perception of diagrammatic representations. *Spatial Cognition & Computation: An Interdisciplinary Journal*, 15(4), 227-245.
<https://doi.org/10.1080/13875868.2015.1046988>
- Frostig, M. (1972). Visual perception, integrative functions and academic learning. *Journal of Learning Disabilities*, 5(1), 1-15.
- 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(3), 383-394.
- Frostig, M., Lefever, D.W., & Whittlesey, J.R.B. (1966). *Administration and scoring manual for the marianne frostig developmental test of visual perception*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Garzia, M., & Esposito, A. (2023). *La geometria che c'è. Un percorso di didattica laboratoriale per la scuola dell'infanzia*. Roma: Carocci.
- Garzia, M., Mangione, G.R.J., & Esposito, A. (2019). Verso un curriculum Maker 5-8 K. Principi e applicazioni per lo sviluppo della competenza geometrica tramite 3D Printing. *Querty*, 14(1), 93-115.
- Hammil, D.D., Pearson, N.A., Vores, J.K., & Frostig, M. (1993). *Developmental test of visual perception*. Austin, TX: Pro-Ed.
- Maslow, P., Frostig, M., Lefever, D.W., & Whittlesey, J.R.B. (1964). The Marianne Frostig developmental test of visual perception: 1963 standardization. *Perceptual and Motor Skills*, 19(2), 463-499.
<https://doi.org/10.2466/pms.1964.19.2.463>

- Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: A. Colin.
- Ratliff, K.R., Mcginnis, C.R., & Levine, S.C. (2010). The development and assessment of cross-sectioning ability in young children. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 32(32), 2816-2281.
<https://escholarship.org/uc/item/8t62n16v>
- Sbaragli, S., & Mammarella, I.C. (2010). L'apprendimento della geometria. In D. Lucangeli & I.C. Mammarella (a cura di), *Psicologia della cognizione numerica. Approcci teorici, valutazione e intervento* (pp. 107-135). Milano: FrancoAngeli.
- van Hiele, P.M. (1986). *Structure and insight: A theory of Mathematics Education*. Orlando, FL: Academic Press.
- van Hiele, P.M., & van Hiele-Geldof, D. (1958). A method of initiation into geometry at secondary schools. In H. Freudenthal (Ed.), *Report on methods of initiation into geometry* (pp. 1-31). Groningen: J.B. Wolters.
- Vygotskij, L.S. (2007). *Pensiero e linguaggio*. Firenze: Giunti.

RIASSUNTO

Effettuare una ricerca nella scuola dell'infanzia, che voglia avere una ricaduta sullo sviluppo della competenza geometrica dei bambini predisponendoli a un più agevole apprendimento durante il successivo percorso di istruzione, ha richiesto la collaborazione tra una ricercatrice di area pedagogica e una insegnante disciplinarista. La diade collaborativa tra queste due sfere di competenza rappresenta la forza della ricerca presentata in questo articolo che intende dare un contributo alla riorganizzazione del curricolo della scuola dell'infanzia dimostrando, attraverso un approccio empirico, la ricaduta che un percorso di didattica laboratoriale, implicante il passaggio dalla geometria solida a quella piana e la modellazione CAD con la stampa in 3D, possa avere sulle abilità di classificazione, rappresentazione e sezionamento delle forme geometriche dei bambini dell'età di 5 anni.

Parole chiave: Competenza geometrica; Didattica laboratoriale; Modellazione CAD; Scuola dell'infanzia; Stampa in 3D.

Copyright (©) 2024 Maeca Garzia, Antonietta Esposito
Editorial format and graphical layout: copyright (©) LED Edizioni Universitarie



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

How to cite this paper: Garzia, M., & Esposito, A. (2024). Promuovere lo sviluppo della competenza geometrica: una ricerca nella scuola dell'infanzia [Promoting the development of geometric competence: A research in kindergartens]. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies (ECPS)*, 29, 107-131. <https://doi.org/10.7358/ecps-2024-029-gaes>