



# INTERAZIONE BAMBINI-ROBOT

RIFLESSIONI TEORICHE,  
RISULTATI SPERIMENTALI, ESPERIENZE

a cura di  
Gilda Bozzi, Luisa Zecca, Edoardo Datteri

MEDIA  
E

TECNOLOGIE

PER  
LA  
DIDATTICA

**FrancoAngeli**

OPEN  ACCESS

## Media e tecnologie per la didattica

Collana diretta da Pier Cesare Rivoltella, Pier Giuseppe Rossi

La collana si rivolge a quanti, operando nei settori dell'educazione e della formazione, sono interessati a una riflessione profonda sulla relazione tra conoscenza, azione e tecnologie. Queste modificano la concezione del mondo e gli artefatti tecnologici si collocano in modo "ambiguo" tra la persona e l'ambiente; in alcuni casi sono esterne alla persona, in altri sono quasi parte della persona, come a formare un corpo esteso.

La didattica e le tecnologie sono legate a doppio filo. Le tecnologie dell'educazione non sono un settore specialistico, ma un filo rosso che attraversa la didattica stessa. E questo da differenti prospettive. Le tecnologie e i media modificano modalità operative e culturali della società; influiscono sulle concettualizzazioni e sugli stili di studio e di conoscenza di studenti e adulti. I processi di mediazione nella didattica prendono forma grazie agli artefatti tecnologici che a un tempo strutturano e sono strutturati dai processi didattici.

Le nuove tecnologie modificano e rivoluzionano la relazione tra formale informale.

Partendo da tali presupposti la collana intende indagare vari versanti.

Il primo è quello del legame tra media, linguaggi, conoscenza e didattica. La ricerca dovrà esplorare, con un approccio sia teorico, sia sperimentale, come la presenza dei media intervenga sulle strutture del pensiero e come le pratiche didattiche interagiscano con i dispositivi sottesi, analizzando il legame con la professionalità docente, da un lato, e con nuove modalità di apprendimento dall'altro.

Il secondo versante è relativo al ruolo degli artefatti tecnologici nella mediazione didattica. Analizzerà l'impatto delle Tecnologie dell'Educazione nella progettazione, nell'insegnamento, nella documentazione e nella pratiche organizzative della scuola.

Lo spettro è molto ampio e non limitato alle nuove tecnologie; ampio spazio avranno, comunque, l'*e-learning*, il digitale in classe, il *web 2.0*, l'*IA*.

Il terzo versante intende indagare l'ambito tradizionalmente indicato con il termine *Media Education*. Esso riguarda l'integrazione dei *media* nel curriculum nella duplice dimensione dell'analisi critica e della produzione creativa e si allarga a comprendere i temi della cittadinanza digitale, dell'etica dei media, del consumo responsabile, nonché la declinazione del rapporto tra i media e il processo educativo/formativo nell'extra-scuola, nella prevenzione, nel lavoro sociale, nelle organizzazioni.

Per l'esplorazione dei tre versanti si darà voce non solo ad autori italiani, ma saranno anche proposti al pubblico italiano alcune significative produzioni della pubblicistica internazionale. Inoltre la collana sarà attenta ai territori di confine tra differenti discipline. Non solo, quindi, la pedagogia e la didattica, ma anche il mondo delle neuroscienze, delle scienze cognitive e dell'ingegneria dell'informazione.

## Comitato scientifico

Evelyne Bévort, CLEMI Paris,  
Antonio Calvani, Università di Firenze  
Ulla Carlsson, Goteborg University  
Renza Cerri, Università di Genova  
Bill Cope, University of Illinois at Urbana-Champaign,  
Juan de Pablo Pons, Universidad de Sevilla,  
Floriana Falcinelli, Università di Perugia  
Monica Fantin, Universidade General de Santa Caterina,  
Riccardo Fragnito, Università telematica Pegaso  
Paolo Frignani, Università di Ferrara  
Luciano Galliani, Università di Padova  
Paul James Gee, University of Arizona,  
Walter Geerts, Universiteit Antwerpen,

Patrizia Maria Margherita Ghislandi, Università di Trento  
Luigi Guerra, Università di Bologna  
Mary Kalantzis, University of Illinois at Urbana-Champaign,  
Diane Laurillard, University of London,  
Roberto Maragliano, Università di Roma Tre  
Eleonora Marino, Università di Palermo  
Vittorio Midoro, ITD, Genova  
Paolo Paolini, Politecnico di Milano  
Vitor Reia-Baptista, Universidade de Algarve,  
Pier Cesare Rivoltella, Università Cattolica di Milano  
Pier Giuseppe Rossi, Università di Macerata  
Maurizio Sibilio, Università di Salerno  
Guglielmo Trentin, ITD, Genova



Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma **FrancoAngeli Open Access** (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

**FrancoAngeli Open Access** è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli massimizza la visibilità, favorisce facilità di ricerca per l'utente e possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:

[http://www.francoangeli.it/come\\_publicare/publicare\\_19.asp](http://www.francoangeli.it/come_publicare/publicare_19.asp)

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it) e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

# INTERAZIONE BAMBINI-ROBOT

RIFLESSIONI TEORICHE,  
RISULTATI SPERIMENTALI, ESPERIENZE

a cura di  
Gilda Bozzi, Luisa Zecca, Edoardo Datteri

MEDIA  
E

TECNOLOGIE

PER  
LA  
DIDATTICA

**FrancoAngeli**

OPEN  ACCESS

Il volume è stato pubblicato con il contributo del Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione “Riccardo Massa” dell’Università degli Studi di Milano-Bicocca.

Copyright © 2021 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Pubblicato con licenza *Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate 4.0 Internazionale* (CC-BY-NC-ND 4.0)

*L’opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d’autore. L’Utente nel momento in cui effettua il download dell’opera accetta tutte le condizioni della licenza d’uso dell’opera previste e comunicate sul sito*

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

# Indice

<b>Premessa</b>	pag.	9
<b>Prefazione</b> , di <i>Susanna Mantovani</i>	»	11

## Sezione I Introduzione

<b>I robot per l'educazione e la didattica. Una rassegna critica della letteratura</b> , di <i>Gilda Bozzi e Chiara Merisio</i>	»	17
<b>Gli errori nella programmazione di sistemi robotici</b> , di <i>Edoardo Datteri e Federico Cabitza</i>	»	48

## Sezione II Ricerca

<b>Robotica e strumenti educativi: una riflessione sull'utilizzo delle nuove tecnologie in ambito educativo</b> , di <i>Sara Mittiga</i>	»	85
--	---	----

<b>La macchina e il robot. Presupposti cognitivi all'utilizzo della robotica in ambito educativo</b> , di <i>Stefania Operto</i>	»	102
<b>Le possibili applicazioni della robotica educativa nel contesto ospedaliero: un approccio teorico</b> , di <i>Ludovica Broglia</i>	»	120
<b>Autismo, storytelling e robotica educativa: to be continued</b> , di <i>Valentina Conti</i>	»	135
<b>La "strategia per prova ed errore" non esiste: un'analisi dei laboratori di robotica a EXPLORA, il Museo dei bambini di Roma"</b> , di <i>Chiara Merisio</i>	»	150
<b>Interfacce tangibili per la didattica disciplinare nel Primo Ciclo. Dalla sperimentazione alla formazione</b> , di <i>Margherita Di Stasio e Giovanni Nulli</i>	»	174
<b>Analisi delle occorrenze testuali nelle domande di un bando per accedere ad una sperimentazione curricolare di robotica educativa</b> , di <i>Beatrice Miotti e Giovanni Nulli</i>	»	201
<b>Programmare un robot in ospedale. Una ricerca sul coinvolgimento dei bambini in attività di robotica educativa</b> , di <i>Cristina Torre, Gilda Bozzi, Roberta Fadda</i>	»	217
<b>Robotica educativa e concetti di relazione spaziale e temporale. Una sperimentazione nella scuola primaria</b> , di <i>Sandro Brignone, Lorenzo Denicolai, Renato Grimaldi, Silvia Palmieri</i>	»	231
<b>Tutoring nella programmazione robotica: prime esplorazioni con Cubetto nella scuola dell'infanzia</b> , di <i>Luisa Zecca e Gilda Bozzi</i>	»	251

### Sezione III Riflessioni su esperienze

<b>Scrivere la pratica didattica: le ricerche degli insegnanti</b> , di <i>Luisa Zecca</i>	»	277
<b>Programmare per apprendere nella scuola dell'infanzia: giocare con cubetto a 5 anni</b> , di <i>Martina Benvenuti e Augusto Chiocciariello</i>	»	282
<b>Giochiamo con le Blue Bot. Proposta laboratoriale per la scuola dell'infanzia</b> , di <i>Milva Lucia Crimella</i>	»	294
<b>Sviluppare la competenza emotiva in ambito educativo attraverso i robot</b> , di <i>Monica Tamburrini</i>	»	310
<b>Un viaggio a Milano con Nerone, Guendalina, Riccio e Codina e le Bee-Bottine amiche dei cestini</b> , di <i>Teresa Maria Napoli</i>	»	323
<b>La robotica educativa: un'esperienza di apprendimento per lo sviluppo di nuove forme di comunicazione, intrattenimento e socializzazione utili a contrastare il fenomeno del bullismo</b> , di <i>Luisa Dicitore</i>	»	342
<b>In classe prima con Mind</b> , di <i>Ida Paroli</i>	»	353
<b>Tra di noi: la robotica educativa come stile di apprendimento 5-10 anni. Una "materia" per ripensare le altre materie</b> , di <i>Carlotta Bizzarri</i>	»	365
<b>Lacio Drom. La robotica educativa e il circo: convivialità delle differenze</b> , di <i>Ilaria Vitali</i>	»	380
<b>Dieci anni di First Lego League Italia</b> , di <i>Alessandro Efrem Colombi e Alfonso Benevento</i>	»	391

<b>Robotizziamo la Secondaria? Presupposti psicopedagogici dell'uso didattico dei robot</b> , di <i>Simonetta Siega, Paola Ferraris, Giovanni Fasoli</i>	»	404
<b>Coding e Robotica educativa per lo sviluppo delle competenze nella Scuola Secondaria di primo grado</b> , di <i>Elena Liliana Vitti</i>	»	417
<b>Gli autori</b>	»	437

## Premessa

Le sezioni II e III del presente volume ospitano gli interventi di ricerca e le riflessioni sulle esperienze di insegnanti ed educatrici/educatori presentate al Convegno “Interazione bambino-robot 2019” (IBR19), organizzato dal RobotiCSS Lab – Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali del Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione “R. Massa”, Università degli Studi di Milano-Bicocca, e dall’Associazione Yunik, e svoltosi nei giorni 12-13 Giugno 2019. I contributi di queste sezioni sono stati sottoposti a doppio referaggio cieco da parte di valutatori esperti. Gilda Bozzi, Luisa Zecca ed Edoardo Datteri ringraziano il gruppo dei revisori, che includeva Barbara Balconi, Maria Beverina, Giovanni Bonaiuti, Emanuela Castro, Paola Catalani, Eleonora Farina, Marco Fasoli, Giulia Ferrario, Laura Menichetti, Stefano Merlo, Emanuele Micheli, Stefano Morgese, Stefano Moriggi, Michele Moro, Emiliana Murgia, Silvia Negri, Davide Parmigiani, Franco Passalacqua, Valentina Pennazio, Angela Pessina, Matteo Schianchi, Antonella Simone, Roberto Trincherro, Francesca Zaninelli e Monica Zanon.

Gilda Bozzi (Associazione Yunik e RobotiCSS Lab) ha coordinato la progettazione dei contenuti del volume e supervisionato i processi di doppia revisione cieca di tutti i contributi delle sezioni II e III.



# Prefazione

di *Susanna Mantovani*

Quello che vi accingete a leggere è un testo corposo, complesso, che vede susseguirsi voci diverse tra loro che sembrano configurarsi come un vero e proprio “coro in formazione”, depositario di tutto ciò che la robotica educativa, nelle sue innumerevoli sfaccettature, può essere e prospettare.

Si staglia innanzitutto sullo sfondo una problematica estremamente delicata: le *cognitive skills* sono, per così dire, “educabili”? Può la pratica laboratoriale della robotica educativa contribuire a sviluppare o potenziare abilità, competenze e apprendimenti di tipo cognitivo (ma non solo)?

Dal presente lavoro emerge che molti sono gli apprendimenti che questo tipo di attività educativa può favorire, a partire dalla capacità di costruzione di ipotesi fino al confronto di tali ipotesi tra loro, attraverso l’uso appropriato di un linguaggio specifico che permette di farsi intendere e soprattutto di intendersi all’interno delle complesse dinamiche proprie dei lavori di gruppo, che non sempre riescono a promuovere un dialogo costruttivo tra i partecipanti. Ma il processo che conduce alla formulazione delle prime ipotesi scientifiche richiede lo sviluppo di capacità anche non propriamente cognitive, le cosiddette NCS (*non cognitive skills*), che proprio la robotica educativa si prefigge di potenziare concependole quali presupposti indispensabili per l’accesso ad apprendimenti complessi: parliamo di concentrazione, perseveranza, pazienza nel trovare la strada, tolleranza alla frustrazione (quando si commettono errori, quando non si può far altro che aspettare o quando non si riesce a ottenere quello che si credeva di conseguire), autocontrollo e precisione nello svolgimento dei compiti.

La tolleranza alla frustrazione e l’autocontrollo diventano reali possibilità di autorealizzazione quando si riesce ad affermare un desiderio di scoperta ed esplorazione (anche dialogica) in grado di attraversare e superare sen-

timenti di delusione e mortificazione e condizioni di impazienza e disattenzione, facendo leva sulla più potente inclinazione che abbia l'essere umano: la curiosità. Attraverso l'esercizio costante della curiosità, l'uomo finalizza la volontà di scoperta ed esplorazione a capire quello che sta facendo e che può fare, quello che funziona o non funziona (e perché non funziona), quello che succederà in conseguenza di una sua determinata azione. È una duplice sfida: quella del *problem solving*, ma anche del *problem finding*, cioè la capacità di creare nuovi problemi o scoprirne altri – magari più complessi o nascosti – da risolvere, attraverso la cura e l'applicazione di altre abilità ancora più multiformi, quali riflessione, apertura mentale e creatività.

Attraverso una didattica fondata sul gioco, la robotica educativa stimola l'apprendimento di quel pensiero computazionale che è oggi strumento essenziale per sopravvivere e vivere, ma soprattutto vivere bene e in maniera equilibrata nel mondo digitale. Volendo assumere una definizione, potremmo dire, in sintesi, che la robotica (educativa) è un gioco, progressivamente sempre più difficile, funzionale innanzitutto a imparare un metodo di ragionamento e sperimentazione, promuovendo le attitudini creative dei bambini e dei ragazzi e le loro capacità di comunicazione e cooperazione.

Il metodo è quello di “provare e riprovare”, senza demoralizzarsi davanti all'errore e all'*impasse*, intessendo una discussione e un dialogo costanti con gli altri componenti del gruppo di lavoro o di ricerca. La parola chiave, in questo processo continuo per prove ed errori, è sicuramente “tentativo”.

Emerge a questo punto un'ulteriore questione: come potrebbe entrare la robotica nel curriculum scolastico? Possiamo senz'altro ipotizzare che venga adottata come un *educational tool*, uno strumento didattico da “provare” in contesto laboratoriale in diverse discipline, in maniera trasversale. E trattandosi di un gioco... anche chi conduce l'attività (l'insegnante, l'educatore o il tutor) dovrebbe imparare giocando.

Si pone quindi alla nostra attenzione un'ultima questione di cruciale importanza: che cosa fa, ma soprattutto come si forma la figura (in particolare, l'insegnante) a cui è affidata la conduzione del laboratorio di robotica?

Non si tratta solo di conoscere e saper spiegare i funzionamenti base dei robot, il *coding* o le funzionalità di specifiche tecnologie. Tanto con i piccoli (della scuola dell'infanzia) quanto con i più grandi (fino alla secondaria di II grado), non si tratta solo di dare “istruzioni”, ma anche e soprattutto di orientare l'attenzione e la riflessione degli studenti su quello che sta succedendo con inviti e interventi mirati che rispondano a precise funzioni verbali, quali le funzioni di gestione, moderazione del dialogo o orientamento del

ragionamento. In questa veste l'insegnante dovrebbe avere piena padronanza del proprio linguaggio, controllando la precisione e l'appropriatezza delle parole, puntando all'essenzialità e assumendo un tono di voce divertito e coinvolto, finanche empatico, da cui traspaia cura e attenzione all'ascolto e alla qualità della relazione educativa. L'obiettivo didattico prefissato condiziona certamente la comunicazione dell'insegnante, determinando le modalità di svolgimento dell'attività, ma non dovrebbe mai obnubilare ciò che lo studente sta cercando di comunicare (verbalmente o non verbalmente) in un particolare momento: anche l'insegnante dovrebbe infatti imparare a esercitare attenzione e concentrazione verso quello che viene detto o sta accadendo, sapendosi reinventare a seconda delle individualità e di come procede il processo di co-costruzione collettiva.

Dunque, nelle attività di robotica educativa la guida e il supporto attento e consapevole dell'insegnante sono fondamentali, soprattutto nella gestione positiva dell'errore, nella pianificazione del lavoro e nell'orientamento verso strategie di soluzione. In questo frangente, quindi, l'insegnante è un vero e proprio mediatore, che ancor prima di dedicarsi alla pratica dello *scaffolding* dovrebbe "istruire mostrando", ossia esercitare il *modeling*, inteso soprattutto, nel nostro contesto di robotica educativa, in senso montessoriano (si pensi alla pratica della presentazione dei materiali e alla connessione che è possibile instaurare tra movimento e sfera cognitiva).

La formazione degli insegnanti nell'ambito della robotica comprende tutti questi aspetti, e molti altri ancora. Tenendo ben in mente il seguente promemoria: cercare di evitare la noia e specialmente il rischio che queste attività di robotica educativa diventino laboratori didattici di routine, senza più quel fascino derivante dalla novità e dalla scoperta.

Preserviamo sempre la curiosità e il desiderio di esplorazione.



# **Sezione I**

## **Introduzione**



# I robot per l'educazione e la didattica. Una rassegna critica della letteratura

di *Gilda Bozzi e Chiara Merisio*

## Cos'è la robotica educativa?

La letteratura di ricerca di area pedagogica, psicologica e sociologica sulla cosiddetta “robotica educativa” (*educational robotics*) è imponente. L'obiettivo di questo capitolo introduttivo è quello di fornire uno sguardo panoramico su tale letteratura, mettendo a fuoco ciò che essa ha prodotto in merito al ruolo del docente, agli apprendimenti, alle applicazioni rivolte a bambini con disturbi specifici dell'apprendimento e caratterizzati da particolari funzionamenti cognitivi, e offrendo un quadro sintetico delle principali metodologie di ricerca utilizzate. Vale la pena iniziare questo percorso sottolineando come, tuttavia, proprio dell'espressione “robotica educativa” (RE d'ora in poi) non sia stata ancora prodotta una definizione univocamente accettata dalla comunità di ricerca internazionale; molto di rado gli articoli del settore si preoccupano di definirla, come evidenziato, tra pochi altri, da Scaradozzi e colleghi (2019) e Angel-Fernandez e Vincze (2018).

*Cos'è, dunque, la robotica educativa?*

La domanda è di difficile risposta, anche perché l'espressione stessa racchiude quello che, in prima battuta, potrebbe essere facilmente considerato un errore categoriale. Il termine “robotica” viene tradizionalmente utilizzato per identificare sia un'area di ricerca sia una disciplina oggetto di insegnamento. Ma in che senso un'area di ricerca o una disciplina possono essere dette, *in sé*, “educative”? Anche la biologia, la matematica e la grammatica sono aree di ricerca e discipline scolastiche: l'espressione “robotica educativa”, in prima battuta, stride quanto le espressioni “biologia educativa”, “matematica educativa”, o “grammatica educativa”. Si può dire che biologia, matematica, grammatica e robotica possono essere coinvolte

in, oppure essere oggetto di, un processo educativo, ma non è chiaro in che senso di “educativo” esse potrebbero essere dette esse stesse educative.

Per comprendere il significato dell’espressione “robotica educativa” occorre allora adottare un atteggiamento ontologicamente permissivo e ipotizzare che, con tale espressione, non si intenda caratterizzare la robotica *in sé* come “educativa”, ma che si intenda veicolare un altro concetto. Quale?

Alcuni autori utilizzano l’espressione “robotica educativa” per denotare uno strumento (*tool*): «la robotica educativa è uno strumento potente e flessibile per l’insegnamento e l’apprendimento. Incoraggia gli studenti a costruire e controllare robot utilizzando particolari linguaggi di programmazione» (Atmatzidou e Demetriadis, 2016 p. 662). Ancora, Ioannou e Makridou (2018, p. 1) affermano che «la robotica educativa compare sempre maggiormente nei contesti educativi, ed è considerata un utile strumento di supporto allo sviluppo di abilità cognitive – tra cui il pensiero computazionale – in studenti di ogni età».

Queste definizioni sono ambigue e vaghe.

La robotica è una disciplina: cosa significa dire che una disciplina costituisce uno *strumento* per l’insegnamento e l’apprendimento? Si potrebbe legittimamente affermare che la robotica, in quanto disciplina, non è tanto un mezzo per l’insegnamento e l’apprendimento quanto un potenziale *oggetto* di insegnamento e apprendimento. La concezione di robotica educativa come strumento può tuttavia essere “salvata” in almeno due modi.

In primo luogo, si può ipotizzare che con l’espressione “robotica educativa” gli autori citati intendano denotare una disciplina che *serve per* insegnare o apprendere *qualcos’altro*, nel senso che l’insegnamento o l’apprendimento della prima disciplina è funzionale all’insegnamento o all’apprendimento di certe abilità o conoscenze. Ma com’è fatta questa disciplina, e cos’è questo “qualcos’altro” di cui faciliterebbe, nel senso detto, l’insegnamento o l’apprendimento?

Oppure, si può ipotizzare che gli autori citati non intendano affermare letteralmente che la robotica (educativa) è, in quanto disciplina, uno strumento per insegnare o apprendere qualcosa, ma che i robot, in quanto oggetti concreti, costituiscono strumenti per insegnare o apprendere qualcosa. Tuttavia, in base a questa seconda interpretazione, gli autori non starebbero definendo l’espressione “robotica educativa” bensì l’espressione “robot educativo”, lasciando ancora scoperta la domanda che dà il titolo a questa sezione.

Le definizioni sopra citate non lasciano intendere quali di queste interpretazioni sia quella più appropriata. Oltre a essere ambigue, esse sono anche vaghe. Affermare che la robotica educativa è una disciplina che serve per insegnare o apprendere qualcosa – oppure, che un robot educativo è un oggetto che serve per insegnare o apprendere qualcosa – significa produrre definizioni estremamente inclusive. In che senso quella disciplina o quell’oggetto “servono” a insegnarla o apprenderla? A un robot è possibile assegnare moltissimi ruoli nel processo di insegnamento o apprendimento. Un robot programmato per ripetere mille volte una poesia può “servire” a insegnare o ad apprendere quella poesia: siamo disposti a qualificarlo come robot educativo, oppure intendiamo riservare quella qualifica a casi più particolari? In mancanza di ulteriori precisazioni, l’espressione “robotica educativa” rischia di includere “troppe cose” nella sua estensione.

Un altro termine utilizzato in letteratura, semanticamente vicino al termine “strumento”, è quello di “veicolo”. Secondo Angel-Fernandez e Vincze (2018), la robotica educativa può essere anche definita «come un veicolo per ripensare l’insegnamento, l’apprendimento e l’educazione a larga scala» (p. 37). Questo tentativo di definizione solleva domande simili a quelle appena discusse. In che senso una disciplina può essere un veicolo per l’insegnamento o l’apprendimento (o per “ripensare” l’insegnamento, l’apprendimento e l’educazione, qualunque cosa ciò significhi)? Oppure, forse in questa definizione si intende qualificare come “veicolo” non tanto la robotica educativa quanto l’oggetto “robot educativo”? Alimisis (2012, p.7) «vede le tecnologie robotiche non come meri strumenti, ma come potenziali veicoli per nuovi modi di pensare all’insegnamento, all’apprendimento e all’educazione a larga scala». In questo passo l’autore non fornisce una definizione di robotica educativa ma esplicita come egli considera le tecnologie robotiche (seppur con una fonte di ambiguità: in che senso un veicolo è diverso da un “mero strumento”?).

Altri autori definiscono la robotica educativa come una «*pratica di insegnamento* nell’ambito della quale gli studenti utilizzano i robot per costruire conoscenza per i robot stessi o attraverso l’aiuto dei robot» (Komis *et al.*, 2017, p. 1, corsivo aggiunto). Questa definizione è molto diversa dai tentativi precedenti: una cosa è considerare la RE come uno strumento (o un veicolo), un’altra è qualificarla come una pratica di insegnamento.

Ancora altri autori rinunciano a produrre definizioni informative qualificando la RE come «un elemento che potenzia l’apprendimento» (Benitti, 2012, p. 978) o come un «*mindtool* basato sul costruttivismo e soprattutto

sul costruzionismo» (Mikropoulos e Bellou, 2013, p. 5). L'estrema vaghezza dei termini "elemento" e "mindtool" rende questi tentativi di definizione piuttosto vacui.

Infine, in molti casi si rinuncia semplicemente a chiarire *cos'è* la robotica educativa a favore di una caratterizzazione delle attività che la qualificano. Scaradozzi e colleghi (2019) affermano che «la robotica educativa consiste in robot che permettono attività di costruzione/decostruzione e programmazione. Insegnanti/esperti facilitano l'attività con il supporto di metodologie che permettono agli studenti di esplorare il dominio di studio, l'ambiente, il contenuto dell'attività e le proprie personali abilità e conoscenze» (p. 65). Komis e colleghi (2017 e 2012) affermano che «la robotica educativa ingaggia i discenti nell'uso di tecnologie robotiche per lo sviluppo di uno o più obiettivi di apprendimento, abilità o competenze in contesti formali o informali» (p. 1).

A valle di questa ricca varietà di definizioni, o di rinunce definitorie, alcuni autori scelgono di definire la robotica educativa come un'*area di ricerca*. Ruzzenente e colleghi (2012) affermano che «recentemente, la ricerca sulle tecnologie didattiche ha diretto la nostra attenzione verso nuovi ambienti e strumenti per l'insegnamento e l'apprendimento della robotica. Questo campo di studio è chiamato robotica educativa» (p. 154-155). Scaradozzi e colleghi (2015) identificano la robotica educativa con «una specifica area di ricerca che rappresenta l'intersezione di diversi campi del sapere tra cui la robotica, la pedagogia e la psicologia». In un articolo esplicitamente dedicato alla questione definitoria che qui affrontiamo, Angel-Fernandez e Vincze (2018) definiscono la robotica educativa come «un'area di ricerca che mira a migliorare l'esperienza di apprendimento delle persone attraverso la creazione, implementazione, revisione e validazione di attività pedagogiche, strumenti (per esempio, linee guida e modelli) e tecnologie, assegnando un ruolo attivo ai robot, sotto la guida puntuale dei metodi della pedagogia» (p. 41). Quella di Angel-Fernandez e Vincze è una definizione "ontologicamente adeguata" perché qualifica la robotica educativa come un'area di ricerca, proprio come lo è la robotica *tout court*, e non come uno strumento, un veicolo, una pratica, un elemento, un percorso scolastico. Ha inoltre il pregio di dissolvere l'apparente errore categoriale derivante dall'uso dell'aggettivo "educativo": la robotica è "educativa" perché, in quanto area di ricerca, riguarda le applicazioni educative e didattiche dei robot. Questa sarà la definizione presupposta nelle pagine che seguono.

## La ricerca sulla robotica educativa

L'obiettivo di questo capitolo introduttivo è quello di fornire una panoramica della ricerca nazionale e internazionale sulla RE. Dopo la discussione definitoria proposta nella sezione precedente, entriamo dunque “nel vivo” della letteratura di ricerca.

Parte di questa letteratura è di carattere prevalentemente “tecnologico” e propone nuovi prototipi di robot educativo o nuove interfacce di programmazione e controllo, talvolta fornendo valutazioni sperimentali preliminari. Per esempio, Mondada e colleghi (2009) propongono il robot educativo “e-puck”, pensato per l'insegnamento di discipline connesse all'ingegneria robotica. Alers e Hu (2009) propongono la piattaforma robotica AdMoVeo per avviare studenti di design industriale alla programmazione, mentre Balogh (2010) propone un controller basato su Arduino per la programmazione del robot Bee-Bot. Tra gli esempi di interfaccia di programmazione troviamo quella “a comportamenti” descritta da Azhar e Sklar (2006) e potenzialmente applicabile a molte piattaforme robotiche, e l'architettura “Mighty Thymio” per il controllo del robot educativo Thymio, destinata prevalentemente all'istruzione universitaria (Guzzi *et al.*, 2018). Altri esempi di studi di questo genere sono (Plaza *et al.*, 2018a) e (Hsiu *et al.*, 2003).

La maggior parte dei lavori di ricerca che vertono sulla RE, tuttavia, si pone obiettivi di carattere psico-pedagogico legati alla comprensione delle potenziali applicazioni educativo-didattiche dei robot sotto vari aspetti. Uno di questi riguarda il ruolo che gli insegnanti e gli educatori svolgono, o dovrebbero svolgere, nell'ambito di attività di RE.

## Il ruolo degli insegnanti

Alcuni lavori di ricerca offrono riflessioni teoriche sul ruolo svolto dagli insegnanti e dagli educatori nell'ambito di attività di programmazione robotica (per un esempio si veda Pöhner e Hennecke, 2018). Un ruolo che non è sempre “attivo”. Talvolta, infatti, la conduzione di attività di RE viene affidata a esperti che non fanno parte del corpo docente e, sostengono Cicognini e colleghi (2019), è «ancora carente il coinvolgimento dei docenti nella progettazione e co-conduzione degli stessi laboratori in diade con i formatori esperti di robotica educativa». Secondo gli stessi autori, ciò può far sì

che l'attività di RE diventi «un'esperienza significativa ma solo parzialmente integrata nel percorso d'apprendimento predisposto per la propria classe, il laboratorio è inteso più come un set di eventi da fruire con la classe, sempre inerente al proprio asset didattico-disciplinare ma ancora svincolato dagli obiettivi d'apprendimento o inseriti in una progettualità con fase di attivazione e di restituzione» (p. 162).

Se dunque, secondo gli autori appena citati, è opportuno che gli insegnanti siano maggiormente coinvolti nella progettazione e conduzione delle esperienze di RE assieme a eventuali esperti esterni, secondo Alimisis (2019) gli insegnanti dovrebbero ripensare le proprie modalità di intendere e svolgere il lavoro educativo e didattico rispetto a quelle “tradizionali”. Secondo l'autore, l'insegnante non dovrebbe svolgere «il ruolo di “autorità” intellettuale che trasferisce la conoscenza agli studenti», bensì agire «come un organizzatore, un coordinatore e un facilitatore del processo stesso di apprendimento» (Alimisis, 2019, p. 284). Queste parole fanno eco alla posizione di Seymour Papert, oggi considerato a buon diritto tra i “padri” della robotica educativa. Scrive Papert che «nelle scuole tradizionali gli insegnanti cercano veramente di lavorare in collaborazione con i bambini, ma di solito è la materia stessa che non genera problemi di ricerca» (1984, p. 125). Invece, nelle attività che oggi chiameremmo di *coding* e RE, secondo Papert «l'insegnante e l'allievo possono essere coinvolti in una vera collaborazione intellettuale; [...] si presentano spesso situazioni nuove che né l'insegnante né il bambino avevano incontrato prima, cosicché l'insegnante non deve fingere di non sapere» (Papert, 1984, p. 125) come accade invece in molti contesti di apprendimento “tradizionali”, in cui l'insegnante deve in qualche modo fingere di non saper risolvere problemi che in realtà sa risolvere. Come discusso in (Alimisis, 2019), la “parità” tra insegnanti e bambini che spesso si verifica in attività di RE può far sì che i primi sentano “minacciati” il proprio prestigio e la propria autorevolezza: i bambini possono addirittura rivelarsi più “esperti”, tecnicamente parlando, di loro; gli insegnanti possono compiere errori di programmazione proprio come i bambini che stanno imparando a programmare (per un'analisi degli errori tipici commessi da insegnanti si veda il lavoro di Kim e colleghi, 2018).

Ecco allora che, assieme a riflessioni teoriche come quelle appena menzionate, emergono in letteratura specifiche proposte di metodologie, curricula sperimentali o criteri progettuali per stimolare insegnanti ed educatori, in fase di formazione, a ripensare il proprio atteggiamento e il proprio ruolo

assumendo un atteggiamento educativo-didattico diverso da quello tradizionale, trasmissivo. La letteratura sulla formazione degli insegnanti alla RE include (Giang *et al.*, 2019; Agatolio *et al.*, 2017; Alimisis, 2012; Bers *et al.*, 2002). Alimisis (2019), in particolare, propone un metodo di formazione basato sui principi del *project-based learning* e della cornice teorica costruttivista. Il curriculum formativo proposto, nelle intenzioni, stimola l'insegnante a vivere in prima persona l'esperienza di programmazione, attraversando le difficoltà che verosimilmente incontreranno i bambini, dando molto spazio ad attività di riflessione e metacognizione. Le attività proposte agli insegnanti includono esperimenti "what-if" ("cosa-se"): mentre stanno programmando, sono invitati a riflettere su cosa accadrebbe se cambiassero certi parametri del programma e dunque incoraggiati a esplorare soluzioni alternative. Le attività di programmazione sono corredate da momenti di riflessione, e gli insegnanti sono spesso stimolati a esercitare generalizzazioni induttive (ovvero a formulare leggi e regole basate su ciò che osservano in merito al comportamento del robot o al funzionamento di particolari istruzioni).

## Gli apprendimenti

Una parte consistente della letteratura di ricerca è dedicata alla comprensione di ciò che bambine e bambini *imparano* durante attività di RE. Prima di scendere più nel dettaglio in merito alle specifiche abilità o conoscenze apprese, proponiamo un elenco di riferimenti bibliografici organizzati per fascia di età.

- Studi relativi alla fascia d'età 0-6 anni: Bers *et al.*, 2019; Crompton *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2018; Sullivan e Bers, 2018; Di Lieto *et al.*, 2017; Komis *et al.*, 2017; González e Muñoz-Repiso, 2017; Elkin *et al.*, 2016; Sullivan e Bers, 2016; Pennazio, 2015; Ramírez-Benavides *et al.*, 2015; Strawhacker e Bers, 2015; Bers *et al.*, 2014; Elkin *et al.*, 2014; Fridin, 2014; Kazakoff e Bers, 2014; Kazakoff *et al.*, 2013; Sullivan *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2013; Tanaka e Matsuzoe, 2012; Feng *et al.*, 2011; Stoeckelmayr *et al.*, 2011; Lund, 2009; Tanaka e Kimura, 2009; Virnes e Sutinen, 2009; Highfield *et al.*, 2008; e Janka, 2008.
- Studi relativi alla fascia di età 6-12 anni: Taylor e Baek, 2019; Papavlasopoulou *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019; Chou, 2018; Beltrametti *et al.*, 2017; Scaradozzi *et al.*, 2015; Elkin *et al.*, 2014; Hashimoto *et al.*, 2013;

Heerink *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2011; Han *et al.*, 2008; Highfield *et al.*, 2008; e Kanda *et al.*, 2004.

- Studi relativi a persone di età superiore ai 12: Papavlasopoulou *et al.*, 2019; Agatolio *et al.*, 2018; Cesaretti *et al.*, 2017; Julià e Antolí 2016; Mubin *et al.*, 2012; Grover, 2011; e Goldman *et al.*, 2004.

## **Cosa “imparano” bambini e ragazzi durante attività di RE?**

La letteratura in merito è molto vasta. Gran parte di essa si concentra sulle possibili applicazioni dei robot educativi nel facilitare l'apprendimento di discipline di area STEAM, acronimo dell'espressione *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics* (si veda per esempio Aris e Orcos, 2019; Angel-Fernandez e Vincze, 2018; Sullivan e Bers, 2018; Beltrametti *et al.*, 2017; Eguchi e Uribe, 2017; Cesaretti *et al.*, 2017; Master *et al.*, 2017; Sullivan e Bers, 2016; Nugent *et al.*, 2016; Eguchi, 2016; Hashimoto *et al.*, 2013; Grover, 2011; Nugent *et al.*, 2010; Rusk *et al.*, 2008; Highfield *et al.*, 2008; Barker e Ansorge, 2007; Vollstedt *et al.*, 2007; Hussain *et al.*, 2006; Goldman *et al.*, 2004; e Resnick, 1991). Altri studi su apprendimenti “disciplinari” riguardano le potenzialità dei robot educativi nell'apprendimento delle lingue (Crompton *et al.*, 2018; Mubin *et al.*, 2012; Tanaka e Matsuzoe, 2012; Saerbeck *et al.*, 2010).

Altri studi si concentrano sulle condizioni entro cui le attività di RE possono stimolare l'acquisizione e lo sviluppo di abilità e competenze cross-disciplinari, di carattere cognitivo o emotivo. Lo sviluppo di abilità cognitive e metacognitive legate alla soluzione dei problemi durante attività di RE è stato indagato da Atmatzidou e colleghi (2018). In particolare, gli autori sostengono che alcune abilità metacognitive implicate nel processo di soluzione dei problemi vengano maggiormente stimolate nel momento in cui l'insegnante guida esplicitamente i bambini nella riflessione metacognitiva, attraverso domande *ad hoc*, rispetto a una strategia meno esplicitamente “guidata”.

L'etichetta “pensiero computazionale” (in inglese, *computational thinking* - CT), introdotta da Wing (2006), viene spesso utilizzata per indicare abilità cognitive legate alla progettazione di *procedure algoritmiche* per la risoluzione di problemi (ma si vedano Denning, 2017 e Tedre e Denning, 2016 per un'analisi critica di tale nozione, che ne mette in evidenza la vaghezza). La letteratura sull'uso dei robot educativi per stimolare il pensiero

computazionale è ampia (si veda per esempio Bers *et al.*, 2019; Taylor e Baek, 2019; Ching *et al.*, 2018; Gonzáles e Muñoz-Repiso, 2017; Chen *et al.*, 2017; Leonard *et al.*, 2016; Bers *et al.*, 2014; Sullivan *et al.*, 2013; Kazakoff *et al.*, 2013; Touretzky *et al.*, 2013 e Grover, 2011). Atmatzidou e Demetriadis (2016) hanno tentato di capire come le differenze anagrafiche e di genere “facciano la differenza” nello sviluppo del CT in attività di RE. Studiando gruppi di età diversa (15 e 18 anni) e di diverso genere, hanno concluso che gli studenti raggiungono livelli comparabili nello sviluppo del CT indipendentemente dalla loro età e genere; infatti, le differenze rilevanti compaiono solamente quando si analizza il punteggio nelle varie dimensioni specifiche (come il livello di sviluppo cognitivo). Un altro fattore messo in evidenza è che le capacità di CT possono essere sviluppate a condizione che il contesto didattico generale sia di supporto e il tempo per l'attività di apprendimento sia adeguato.

Altri studi si concentrano sulle applicazioni dei robot educativi per lo sviluppo di abilità e competenze cross-disciplinari di natura socio-relazionale o emotiva (si veda per esempio Gomoll *et al.*, 2016; Master *et al.*, 2017), della capacità di collaborare (si veda per esempio Menekse *et al.*, 2017; Hwang e Wu, 2014; Mitnik *et al.*, 2008), per la promozione dell'inclusione (si veda per esempio Bargagna *et al.*, 2019; Daniela e Lytras, 2019; Daniela e Strods, 2018) e della capacità di interagire tra pari (si veda per esempio Agatolio *et al.*, 2018 e Lee *et al.*, 2013).

## **Differenti abilità e difficoltà di apprendimento**

### **Disabilità**

Nel campo dell'educazione dell'infanzia e della psicologia dello sviluppo, alcuni studi hanno dimostrato l'impatto positivo della robotica nel sostenere le figure professionali (Lytridis *et al.*, 2019) in vista della progettazione e promozione di esperienze psico-educative significative per bambini con sviluppo tipico e atipico (You *et al.*, 2006). Negli ultimi quindici anni, l'ambito in cui la robotica ha trovato maggiore applicazione è rappresentato proprio dai *training* dedicati allo sviluppo e al supporto delle abilità socio-cognitive, in particolare l'attenzione condivisa (Ciardo e Wykowska, 2020; Chevalier *et al.*, 2019).

Gli studi che hanno indagato l'interazione tra robot sociali umanoidi, come NAO (Pot *et al.*, 2009), e bambini con disabilità (si vedano Ciardo e Wykowska, 2020; Fridin e Yaakobi, 2011), suggeriscono che il robot viene percepito come oggetto non minaccioso e coinvolgente (Ciardo e Wykowska, 2020; Fasola e Matarić, 2012; Scassellati, 2007).

Da un lato, infatti, la natura “concreta” del robot permette al professionista di costruire una relazione dinamica basata su un contesto fisico condiviso, in cui entrambi gli attori sono esposti alle stesse condizioni ambientali favorendo, così, l'adattamento reciproco. Ciò rende le attività di robotica più significative rispetto ad attività che coinvolgano computer o avatar virtuali (Ciardo e Wykowska, 2020; Wykowska *et al.*, 2016; Conti, 2015; Shukla-Mehta *et al.*, 2009; Tartaro e Cassell 2008; Zambaka *et al.*, 2007; Bartneck, 2003).

Dall'altro lato, i robot offrono strumenti verbali e non verbali piuttosto flessibili per guidare le interazioni sociali di bambini con disabilità (Conti, 2015); per esempio possono fare richieste verbali affinché il bambino svolga certi comportamenti (Michaud *et al.*, 2005), possono fare in modo di essere seguiti in scenari di gioco definiti (Duquette *et al.*, 2008), possono muoversi e spostarsi autonomamente permettendo ai bambini di impegnarsi in giochi imitativi (Robins *et al.*, 2012) o in interazioni autonome (Feil-Seifer e Matarić, 2011).

Per esempio, il lavoro di Bargagna e colleghi (2019) suggerisce che alcune attività svolte con il robot Bee-Bot possano coadiuvare lo sviluppo delle funzioni esecutive e facilitare l'inclusione di bambini con sindrome di Down nel percorso scolastico, promuovendo l'interesse, l'attenzione e l'interazione con adulti e coetanei. Lins e colleghi (2018) propongono un'attività basata sull'utilizzo di un robot Lego per il trattamento riabilitativo di bambini con paralisi cerebrale infantile (*Infant Cerebral Palsy*, ICP).

I risultati forniti dalla ricerca su questi temi sono certamente incoraggianti, ma in qualche modo ancora limitati. Ciardo e Wykowska (2020) sostengono che (I) la maggior parte delle evidenze si basa su campioni di piccole dimensioni, il che rende i risultati scarsamente generalizzabili; (II) i campioni sono eterogenei (la maggior parte degli studi consiste in esperimenti condotti con lo scopo principale di testare la stabilità e la funzionalità delle piattaforme robotiche, senza prendere in considerazione la varietà dei quadri clinici dei bambini); e (III) la scarsa oggettività delle misure utilizzate per valutare i miglioramenti dei bambini a seguito dei *training* svolti (la

maggioranza degli studi non prevede alcun un confronto pre-post delle abilità “allenate”).

## **Autismo**

Alcune ricerche presenti in letteratura si sono concentrate sulle possibili applicazioni dei robot nel trattamento di persone nello spettro dell'autismo (*Autism Spectrum Disorder* - ASD). Molti studi condotti in questo campo sono su caso singolo, e sono dunque difficilmente generalizzabili; presentano tuttavia risultati incoraggianti (Guastella *et al.*, 2020).

La letteratura evidenzia come, in alcune condizioni, i robot attirino l'attenzione dei bambini nello spettro autistico, facilitando il mantenimento dell'attenzione rispetto all'attività proposta (Conti, 2015) e l'apertura di un canale comunicativo (Pennazio *et al.*, 2020; Lytridis *et al.*, 2019; Pennazio, 2019; 2015; Scassellati *et al.*, 2018; Boucenna *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2014; Robins *et al.*, 2009; Robins *et al.*, 2005). In coerenza con le ipotesi di Baron-Cohen (2009), ciò potrebbe essere dovuto alla relativa prevedibilità e controllabilità dei robot, nonché alla loro povertà di espressione emotiva combinata con fattezze umane che, secondo alcuni autori, li renderebbe meno “intimidatori” rispetto agli esseri umani (si veda per esempio Salter *et al.*, 2014; Cabibihan *et al.*, 2013; Scassellati, 2007; Robins *et al.*, 2005). I bambini con ASD sono, infatti, particolarmente sensibili agli stimoli sensoriali (Persicke *et al.*, 2012; Hayes e Lipkens, 2009) e incontrano difficoltà nell'interazione con ambienti e agenti troppo complessi e ricchi di dettagli (Conti, 2015).

La letteratura dimostra come l'efficacia dell'intervento sia significativamente influenzata dalle caratteristiche fisiche dei robot (Pennazio *et al.*, 2020), dall'agentività, intesa come la capacità del robot di mantenere il “modello sociale”, il “ruolo” interpretato in quel momento (Pennazio *et al.*, 2020; Short *et al.*, 2017; Marti, 2005), dall'autonomia, intesa come la capacità di produrre una risposta propria senza l'intermediazione dell'uomo, nonché dal grado di personalizzazione del software (Pennazio, 2019).

In alcuni casi, i robot sono presentati da soli in una sessione di gioco libero (Michaud e Caron, 2002), in altri casi, vengono utilizzati insieme ad altri giocattoli tradizionali (Kozima *et al.*, 2007). Pennazio (2020) evidenzia che, sebbene alcuni studi si orientino verso l'utilizzo di sistemi totalmente autonomi (Thill *et al.*, 2013), in alcuni casi è ragionevole preferire la

cosiddetta modalità *Wizard of Oz* (WoZ), in cui lo sperimentatore, a distanza, comanda le risposte del robot mascherando la sua presenza (Pennazio *et al.*, 2020). La modalità WoZ permette di ridurre il rischio che il processo interattivo tra bambino e robot venga bloccato a causa di risposte errate o non pertinenti da parte del robot; in questo modo verrà dunque valorizzata l'immediatezza del feedback emesso dal robot (Vanderborgh *et al.*, 2012)

In questo contesto, i robot vengono generalmente utilizzati per mediare il rapporto tra il bambino con ASD, il professionista e l'ambiente (Diehl *et al.*, 2012; Scassellati *et al.*, 2012). L'operatore, creando programmi finalizzati alla costruzione di specifiche funzioni deficitarie, come quelle di interazione socializzante, può dunque sfruttare la gamma di interazioni sociali, comunicative, collaborative e ludiche che questi umanoidi consentono di stimolare (Conti, 2015). Un esempio è lo studio di Mengoni e colleghi (2017) che mira a valutare l'efficacia di un intervento sulle abilità sociali utilizzando il robot Kaspar (*Kinesics and Synchronization in Personal Assistant Robotics*) con bambini con ASD. Altri esempi applicativi sono discussi in (Pennazio, 2019; Lytridis *et al.*, 2019; Charron *et al.*, 2017; Simut *et al.*, 2016; Pennazio, 2015; Warren *et al.*, 2015a; 2015b; Salter *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2014; Boucenna *et al.*, 2014; Robins *et al.*, 2009; Scassellati *et al.*, 2018; Robins *et al.*, 2005; Dautenhahn e Werry, 2004; Dautenhahn, 1999).

La ricerca recente esplora anche la possibilità di utilizzare i robot per fini non terapeutici ma conoscitivi, ovvero come strumenti per studiare – attraverso l'osservazione delle dinamiche di interazione tra robot e persone con ASD – la natura del particolare funzionamento cognitivo che caratterizza le persone nello spettro. Questa possibilità, menzionata in alcune fonti (Matarić e Scassellati, 2016; Anzalone *et al.*, 2015; Aresti-Bartolome e Garcia-Zapirain, 2014; Cabibihan *et al.*, 2013; Scassellati *et al.*, 2012; Diehl *et al.*, 2012) è stata finora esplorata soprattutto attraverso l'uso di robot come strumenti per la somministrazione di test psicometrici (Di Nuovo *et al.*, 2019; Varrasi *et al.*, 2019) e come attori nei processi diagnostici (Petric *et al.*, 2017). I robot sono stati impiegati anche per studiare le abilità di interpretazione dello sguardo altrui (Wiese *et al.*, 2014) e come attori in un test di falsa credenza (Zhang *et al.*, 2019). Il lavoro di Pucciarelli e colleghi (2020) propone uno studio pilota in cui un robot non umanoide e non sociale viene utilizzato per studiare le capacità di mentalizzazione – intesa come capacità di attribuire stati mentali di diversa natura ad altri individui – in bambini con ASD. Il comportamento del robot è stato modellato in modo da replicare approssimativamente quello coinvolto negli studi di Datteri e

Zecca (2016) e Datteri e colleghi (2015), in cui si chiedeva a bambini con sviluppo tipico di spiegare il comportamento di un robot non umanoide.

## **Disturbi specifici dell'apprendimento**

I disturbi specifici dell'apprendimento (DSA) coinvolgono uno specifico dominio di abilità e interessano le competenze strumentali degli apprendimenti scolastici: lettura (dislessia), scrittura (disortografia), grafia (disgrafia) e calcolo (discalculia).

Nella letteratura emerge come i DSA possano comportare anche difficoltà di carattere senso-psico-motorio (Grimaldi *et al.*, 2012; Rourke, 1989). I bambini con DSA, in particolare, potrebbero presentare deficit di tipo visuo-motorio e visuo-spaziale nonché nella coordinazione psicomotoria, nella motricità fine, nell'orientamento e nella memoria propriocettiva (Damiani *et al.*, 2013); potrebbero, inoltre, avere difficoltà nell'acquisizione delle sequenze temporali e problemi nello svolgimento di compiti cognitivi e sociali non verbali.

La ricerca (Zecca, 2012; Grimaldi *et al.*, 2012; Caci *et al.*, 2002; Caci e D'Amico, 2002) suggerisce che progettare e realizzare attività di RE può essere un valido sostegno per il potenziamento e lo sviluppo delle abilità e delle competenze afferenti alle aree sopra menzionate, che bambini con DSA faticano ad acquisire o che, comunque, risultano deficitarie.

I DSA possono anche comportare difficoltà emotive e socio-relazionali. Possono provocare sentimenti di dolore e ansia, elevati gradi di fatica nell'adattamento sociale ed emotivo, isolamento, scarsa motivazione e scarsa autostima (Holopainen *et al.*, 2012; Estell *et al.*, 2008; Wiener, 2004). Ancora una volta, la ricerca (si veda Grimaldi *et al.*, 2012) suggerisce che alcune attività di RE, se opportunamente condotte, possano intervenire positivamente per il superamento di queste difficoltà. Programmare un robot richiede la risoluzione di numerosi problemi (Gouws *et al.*, 2013; Zecca, 2012; Hung *et al.*, 2008; Papert, 1984) permettendo dunque di valorizzare le differenze nelle modalità di pensiero, nell'approccio al problema, nelle strategie di soluzione dei programmatori, facendo leva sui punti di forza delle persone con DSA (intelligenza normale o elevata, pensiero visivo, capacità di sintesi, capacità di intuizione e creatività).

Per esempio, nell'abito del progetto ROBIN è stato sviluppato un ambiente educativo mirato a stimolare i bambini con dislessia sotto l'aspetto

cognitivo e relazionale (Pinnelli *et al.*, 2015; Pinnelli, 2014). Il progetto ROBIN ha permesso di evidenziare l'importanza del ruolo che gli strumenti tecnologici possono assumere nelle attività con bambini con dislessia, non solo dal punto di vista tecnico dell'apprendimento della lettura, ma anche dal punto di vista degli aspetti emozionali e relazionali.

Un altro esempio è il lavoro di Damiani e colleghi (2013) che propone attività con bambini con DSA partendo dal presupposto che, *in primis*, il corpo del robot può costituire un corpo temporaneamente suppletivo del corpo del bambino (Gallino, 1987; Grimaldi, 1992) in grado di svolgere le funzioni deficitarie di orientamento e coordinazione dei movimenti, che egli stesso ha pianificato. Inoltre, nello studio emerge come il robot dia la possibilità di rendere maggiormente visibili i risultati dell'utilizzo di concetti spazio-temporali e delle sequenze di movimenti pianificate e faciliti le funzioni di controllo, automonitoraggio e metacognizione da parte del bambino. I primi risultati mostrano effetti positivi sulle funzioni visuo-spaziali.

## I metodi della ricerca

Quali metodi di ricerca vengono utilizzati per lo studio dei temi fin qui riassunti? Non sorprendentemente, in letteratura troviamo studi condotti con metodologie di tipo qualitativo, quantitativo, e quali-quantitativo (Aureli, 1997).

Gli studi di tipo qualitativo coinvolgono vari strumenti di acquisizione delle informazioni, tra cui osservazioni, videoregistrazioni, studi di caso e interviste (Pennazio *et al.*, 2020; Bargagna *et al.*, 2019; Sahin *et al.*, 2014; Chang *et al.*, 2010; Barak e Zadok, 2009).

Ovviamente il medesimo studio può coinvolgere diversi strumenti di acquisizione dati. Lo studio di Sahin e colleghi (2014), per esempio, esplora le caratteristiche delle attività di un programma per il doposcuola negli Stati Uniti. È stato utilizzato un *case study* qualitativo al fine di comprendere i punti di vista e le opinioni degli studenti riguardo alle attività di RE e ai loro percorsi di apprendimento. I dati dello studio sono stati raccolti attraverso osservazioni, interviste semi-strutturate individuali e note sul campo. Esempi di altre ricerche di tipo qualitativo sono (Gonçalves *et al.*, 2019; Plaza *et al.*, 2018b; Kim *et al.*, 2018; Polishuk e Verner, 2017; e Sullivan *et al.*, 2013).

La maggior parte degli studi sulla RE sono di tipo quantitativo o quali-quantitativo, come del resto accade in genere nella ricerca sull'educazione (Scaradozzi *et al.*, 2019; Pastori, 2017; Mantovani, 1998; Lumbelli, 1984). Gli strumenti di acquisizione dati utilizzati nella ricerca quantitativa sulla RE includono questionari (Agatolio *et al.*, 2018; Beraldo *et al.*, 2019; Castro *et al.*, 2018; Scaradozzi *et al.*, 2018; Screpanti *et al.*, 2018a; Cesaretti *et al.*, 2017; Di Lieto *et al.*, 2017; Scaradozzi *et al.*, 2016; Eguchi, 2016; Kandlhofer e Steinbauer, 2016; Oreggia *et al.*, 2016; Bers *et al.*, 2014; Fridin e Belokopytov, 2014; Junior *et al.*, 2013; Weinberg *et al.*, 2007; Goldman *et al.*, 2004) e videoregistrazioni (Kucuk e Sisman, 2017; Tapus *et al.*, 2012).

Un esempio di studio quantitativo è il lavoro di Cesaretti e colleghi (2017), che presenta un approccio all'alternanza scuola-lavoro basato sulla RE e sul *project-based learning*. Il raggiungimento degli obiettivi è stato rilevato raccogliendo dati per mezzo di questionari di autovalutazione con scala Likert a 5 punti. Un altro esempio è il lavoro di Lins (2018), che ha proposto lo sviluppo di un gioco con un robot per rendere più efficace il trattamento riabilitativo di bambini con ICP: lo scopo del gioco è quello di stimolare la coordinazione motoria, la cognizione, la memoria e il livello di attenzione. È stato impiegato un sensore di onde cerebrali, responsabile della misurazione del livello di attenzione durante le attività; inoltre, è stato somministrato un questionario ai professionisti e ai genitori dei bambini, al fine di validare lo strumento proposto.

Altre ricerche i cui dati sono stati raccolti secondo metodologie di ricerca quantitative sono (Goulart *et al.*, 2018; Screpanti *et al.* 2018b; Kaya *et al.*, 2017; Gabriele *et al.*, 2017; González e Muñoz-Repiso, 2017; Vitale *et al.*, 2016; Sullivan e Bers, 2016; Bers *et al.*, 2014; Kazakoff e Bers, 2014; Lee *et al.*, 2013; Kazakoff *et al.*, 2013).

Le ricerche di carattere quali-quantitativo utilizzano diversi strumenti di acquisizione dati che comprendono interviste, questionari, osservazioni, diari di bordo e video registrazioni (Chen, 2019; Giang *et al.*, 2019; Bharatharaj *et al.*, 2018; Chalmers, 2018; Ferrarelli *et al.*, 2018; Cross *et al.*, 2017; Mengoni *et al.*, 2017; Leonard *et al.*, 2016; Cross *et al.*, 2015; Penazio, 2015; Grover 2011; Mitnik *et al.*, 2008)

Un esempio di studio quali-quantitativo è la ricerca di Daniela e Strods (2018) mirata alla riduzione dei rischi di abbandono scolastico. I dati sono stati raccolti attraverso l'osservazione e l'uso di questionari pre- e post-attività, somministrati sia a studenti che insegnanti. Un altro esempio è il lavoro di Eguchi (2015), in cui i robot vengono utilizzati per facilitare e

stimolare l'apprendimento attraverso il pensiero critico, la risoluzione dei problemi e le capacità di collaborazione. Per questo studio, il progetto finale realizzato dai discenti è stato analizzato utilizzando la codifica del testo con metodologie relative alla *grounded theory*. Altre ricerche i cui dati sono stati raccolti secondo metodologie di ricerca quali-quantitative sono (Sullivan e Bers, 2017; Strawhacker e Bers, 2015; Iacobelli, 2010; Cannon *et al.*, 2007).

## Conclusioni

Questo capitolo ha fornito un'introduzione critica alla robotica educativa, mettendo a fuoco alcuni temi di riflessione internazionale sul ruolo del docente, sugli apprendimenti, sulle potenziali applicazioni rivolte a bambini con disturbi specifici dell'apprendimento e caratterizzati da particolari funzionamenti cognitivi, e offrendo un quadro delle principali metodologie di ricerca utilizzate. La rassegna qui presentata non ha pretese di esaustività: la letteratura è imponente e in continua crescita, anche grazie al continuo emergere di nuove tecnologie robotiche e alla mutua fertilizzazione tra robotici, psicologi, pedagogisti, sociologi, filosofi, e professioni socioeducative che si verifica in molti convegni internazionali dedicati al settore (tra cui i convegni del ciclo "Teaching Robotics & Teaching with Robotics" ed EDUROBOTICS). La ricerca si sta articolando e specializzando in un albero sempre più ampio di temi coinvolgendo un'ampia varietà di tecniche di acquisizione dati, di metodologie di analisi, di presupposti teorici e culturali, rendendo la prospettiva aperta da Seymour Papert negli anni '60 del secolo scorso un'impresa in continua crescita e spesso genuinamente interdisciplinare.

## Bibliografia

- Agatolio F., Pivetti M., Di Battista S., Mengatti E., e Moro M. (2017), *A Training Course in Educational Robotics for Learning Support Teachers*, in Alimisis D., Moro M., e Menegatti E., eds., *Educational Robotics in the Makers Era, Advances in Intelligent Systems and Computing* 560.
- Agatolio F., Moro M., Menegatti E., e Pivetti M. (2018), *A Critical Reflection on the Expectations About the Impact of Educational Robotics on Problem Solving*

- Capability*, in Strand M., Dillmann R., Menegatti M., e Ghidoni S., eds., IAS 2018, AISC 867, 877-888.
- Alers S., e Hu J. (2009), *AdMoVeo: A Robotic Platform for Teaching Creative Programming to Designers*, in Chang M., Kuo R., e Kinshuk et al., eds., *Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development*, Lecture Notes in Computer Science Series, 5670/2009, Banff, Canada, Springer, 410-421.
- Alimisis D. (2019), "Teacher Training in Educational Robotics: The ROBOESL Project Paradigm", *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 2: 279-290.
- Alimisis D. (2012), "Robotics in Education & Education in Robotics: Shifting Focus from Technology to Pedagogy", *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education*, 7-14.
- Angel-Fernandez J.M. e Vincze M. (2018), *Towards a Definition of Educational Robotics*, in Zech P. e Piater J., eds., *Proceedings of the Austrian Robotics Workshop 2018*, Innsbruck University Press, 38-42.
- Anzalone S.M., Boucenna S., Ivaldi S., e Chetouani M. (2015), "Evaluating the engagement with social robots", *International Journal of Social Robotics*, 7, 4: 465-478.
- Aresti-Bartolome N., e Garcia-Zapirain B. (2014), "Technologies as support tools for persons with autistic spectrum disorder: a systematic review", *International journal of environmental research and public health*, 11, 8: 7767-7802.
- Aris N., e Orcos L. (2019), "Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills", *Education Sciences*, 9, 2.
- Atmatzidou S., Demetriadis S., e Nika, P. (2018), "How Does the Degree of Guidance Support Students' Metacognitive and Problem Solving Skills in Educational Robotics?", *Journal of Science Education and Technology*, 27, 1: 70-85.
- Atmatzidou S., e Demetriadis S. (2016), "Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences", *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Aureli T. (1997), *L'osservazione del comportamento del bambino*, Il Mulino, Bologna.
- Azhar M.Q., R., e Sklar, E. (2006), "An Agent-oriented Behavior-based Interface Framework for Educational Robotics", *New York*.
- Balogh R. (2010), Educational Robotic Platform based on Arduino, *In Proceedings of the 1St International Conference on Robotics in Education*, Rie2010. Fei Stu, September, 2-6.
- Barak M., e Zadok, Y. (2009), "Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving", *International Journal of Technology and Design Education*, 19, 3: 289-307.
- Bargagna S., Castro E., Cecchi F., Cioni G., Dario P., Dell'Omo M., Di Lieto M. C., Inguaggiato E., Martinelli A., Pecini C., e Sgandurra, G. (2019), "Educatio-

- nal Robotics in Down Syndrome: A Feasibility Study”, *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 2: 315-323.
- Barker B.S., e Ansoorge, J. (2007), “Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment”, *Journal of Research on Technology in Education*, 39, 3: 229-243.
- Baron-Cohen S. (2009), “Autism: The Empathizing-Systemizing(E-S) Theory”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156: 68-80.
- Bartneck C. (2003), “Interacting with an embodied emotional character”, In *Proceedings of the 2003 International Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces (DPPI)*, Pittsburgh, PA, 55-60.
- Beltrametti M., Campolucci L., Maori D., e Negrini L. (2017), “Un’esperienza nella scuola elementare”, *Didattica Della Matematica. Dalle Ricerche Alle Pratiche d’aula*, 123-144.
- Benitti F.B.V. (2012), “Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review”, *Computers and Education*, 58, 3: 978-988.
- Beraldo G., Di Battista S., Badaloni S., Menegatti E., e Pivetti, M. (2019), “Sex differences in expectations and perception of a social robot”, *Proceedings of IEEE Workshop on Advanced Robotics and Its Social Impacts, ARSO, 2018-Septe*, 38-43.
- Bers M., Ponte I., Juelich K., Viera A., e Schenker, J. (2002), “Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education”, *Information Technology in Childhood Education Annual*, 123-145.
- Bers M.U., González-González C. and Armas-Torres, M.B. (2019), “Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms”, *Computers & Education*, 138, 130-145.
- Bers M.U., Flannery L., Kazakoff E.R., e Sullivan A. (2014), “Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum”, *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Bharatharaj J., Huang L., Krägeloh C., Mohan R.E., e Al-Jumaily A., (2018), “Social engagement of children with autism spectrum disorder in interaction with a parrot-inspired therapeutic robot”, *Procedia Computer Science*, 133, 368-376.
- Boucenna S., Narzisi A., Tilmont E., Muratori F., Pioggia G., Cohen D., Chetouani M. (2014), “Interactive Technologies for Autistic Children: A Review. Cognitive Computation”, 6, 1-19.
- Cabibihan J.J., Javed H., Ang Jr.,M., Aljunied, S.M. (2013), “Why Robots? A Survey on the Roles and Benefits of Social Robots in the Therapy of Children with Autism”, *International Journal of Social Robotics*, 5, 593-618.
- Caci B., D’Amico A. (2002), “Children’s Cognitive Abilities in Construction and Programming Robots”, *Proceeding of the 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 189-191.

- Caci B., D'Amico A., Cardaci M. (2002), "Costruire e Programmare Robots. Resoconto di un'Esperienza Pilota", *TD Tecnologie Didattiche*, Cambridge Scholars Publishing, 27, 3: 36-40.
- Cannon K.R., Panciera K.A., e Papanikolopoulos N.P. (2007), "Second annual robotics summer camp for underrepresented students", *ACM SIGCSE Bulletin*, 39, 3: 14-18.
- Castro E., Cecchi F., Valente M., Buselli E., Salvini P., e Dario P. (2018), "Can educational robotics introduce young children to robotics and how can we measure it?", *Journal of Computer Assisted Learning*, 34, 6: 970-977.
- Cesaretti L., Storti M., Mazzieri E., Screpanti L., Paesani A., e Scaradozzi D. (2017), "An innovative approach to School-Work turnover programme with educational robotics", *Mondo Digitale*, 16, 72: 1-20.
- Chalmers C. (2018), "Robotics and computational thinking in primary school", *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93-100.
- Chang C.W., Lee J.H., Chao P.Y., Wang C.Y., e Chen G.D. (2010), "Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school", *Educational Technology and Society*, 13, 2: 13-24.
- Charron N., Lewis L., Craig M. (2017), "A Robotic Therapy Case Study: Developing Joint Attention Skills with a Student on the Autism Spectrum", *Journal of Educational Technology Systems*, 46,1: 137-148.
- Chen X. (2019), *How does participation in FIRST LEGO league robotics competition impact children's problem-solving process?*, In Lepuschitz W., Merdan M., Koppensteiner G., Balogh R. e Obdržálek D. eds, *Robotics in education. RiE 2018*, Advances in intelligent systems and computing, 829, Cham: Springer, 162-167.
- Chen G., Shen J., Barth-Cohen L., Jiang S., Huang X., e Eltoukhy M. (2017), "Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming", *Computers & Education*, 109, 162-175.
- Chevalier P., Kompatsiari K., Ciardo F., e Wykowska A. (2019), "Examining joint attention with the use of humanoid robots-A new approach to study fundamental mechanisms of social cognition", *Psychonomic Bulletin & Review*, 27, 217-236.
- Ching Y. H., Hsu Y.C., e Baldwin S. (2018), "Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners", *TechTrends*, 62, 6: 563-573.
- Chou P.-N. (2018), "Skill Development and Knowledge Acquisition Cultivated by Maker Education: Evidence from Arduino-based Educational Robotics", *EUR-ASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14, 10.
- Ciardo F., e Wykowska A. (2020), "Social assistive robotics as a tool to enhance socio-cognitive development: Benefits, limits, and future directions", *Sistemi Intelligenti*, XXXII, 1: 9-25.

- Cicognini M.E., Miotti B., e Bizzarri C. (2019), “Educational robotics laboratories for active learning. The case study of Florence schools joining the Le Chiavi della Città project” *Form@re : Open Journal per La Formazione in Rete*, 19, 1: 149-164.
- Conti D. (2015), *La robotica nel trattamento della disabilità mentale* in Airenti, G., Cruciani, M., Di Nuovo, S., Perconti, P., e Plebe, A., a cura di, *Le scienze cognitive a confronto. Oltre i confini della teoria*, Corisco Edizioni: Roma-Messina.
- Costa S., Lehmann H., Dautenhahn K., Robins B., Soares F. (2014), “Using a humanoid robot to elicit body awareness and appropriate physical interaction in children with autism”, *International Journal of Social Robotics*, 7, 2: 265-278.
- Crompton H., Gregory K., e Burke D. (2018), “Humanoid robots supporting children’s learning in an early childhood setting”, *British Journal of Educational Technology*, 49, 5: 911-927.
- Cross J.L., Hamner E., Bartley C., Nourbakhsh I. (2015), “Arts & Bots: application and out-comes of a secondary school robotics program”, *In Frontiers in Education Conference (FIE), IEEE*, 1-9.
- Damiani P., Grimaldi R., Palmieri S. (2013), Robotica educativa e aspetti non verbali nei Disturbi Specifici di Apprendimento. *Intervento presentato al convegno “Didamatica 2013. Tecnologie e Metodi per la Didattica del Futuro”* tenutosi a Pisa nel 7-9 maggio 2013, 1211-1220.
- Daniela L., e Lytras M.D. (2019), “Educational Robotics for Inclusive Education”, *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 2: 219-225.
- Daniela L., e Strods R. (2018), *Robot as agent in reducing risks of early school leaving*, In Daniela L., Ed., *Innovations, technologies and research in education* Newcastle upon Tyne, 140-158.
- Datteri E., Zecca L. (2016), “The game of science: an experiment in synthetic roboethology with primary school children”, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23, 2: 24-29.
- Datteri E., Bozzi G., Zecca L. (2015), “Il “gioco dello scienziato” per l’apprendimento di competenze scientifiche nella scuola primaria”, *Tecnologie Didattiche* 23, 5: 172-175.
- Dautenhahn K. (1999), “Robots as social actors: Aurora and the case of autism”, *Proceedings Third Cognitive Technology Conference*, 359.
- Dautenhahn K., Werry I. (2004), “Towards interactive robots in autism therapy: Background, motivation and challenges”, *Pragmatics & Cognition*, 12, 1: 1-35.
- Denning P.J. (2017), “Remaining trouble spots with computational thinking”, *Communications of the ACM*, 60, 6: 33-39.
- Di Lieto M.C., Inguaggiato E., Castro E., Cecchi F., Cioni G., Dell’Omo M., Laschi C., Pecini C., Santerini G., Sgandurra G., Dario P. (2017), “Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study”, *Computers in human behavior*, 71, 16-23.

- Di Nuovo A., Varrasi S., Lucas A., Conti D., McNamara J., Soranzo A. (2019), "Assessment of Cognitive skills via Human-robot Interaction and Cloud Computing", *Journal of bionic engineering*, 16, 3: 526-539.
- Diehl J.J., Schmitt L.M., Villano M., Crowell C.R. (2012), "The clinical use of robots for individuals with autism spectrum disorders: A critical review" *Research in autism spectrum disorders*, 6, 1: 249-262.
- Duquette A., Michaud F., Mercier H. (2008), "Exploring the use of a mobile robot as an imitation agent with children with low-functioning autism", *Autonomous Robots*, 24, 2: 147-157.
- Eguchi A. (2016), "RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition", *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- Eguchi A., e Uribe L. (2017), "Robotics to promote STEM learning: Educational robotics unit for 4th grade science" *ISEC 2017 - Proceedings of the 7th IEEE Integrated STEM Education Conference*, 186-194.
- Eguchi A. (2016), "RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition", *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- Elkin M., Sullivan A., e Bers, M.U. (2016), "Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms", *Computers in the Schools*, 33, 3: 169-186.
- Elkin M., Sullivan A., e Bers, M.U. (2014), "Implementing a Robotics Curriculum in an Early Childhood Montessori Classroom" *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
- Estell D.B., Jones M.H., Pearl R., Van Aker R., Farmer T.W., e Rodkin P. C. (2008), "Peer groups, popularity, and social preference trajectories of social functioning among students with and without learning disabilities", *Journal of Learning Disabilities*, 41, 1: 5-14.
- Fasola J., Matarić M.J. (2012), "Using Socially Assistive Human-Robot Interaction to Motivate Physical Exercise for Older Adults", *Proceedings of the IEEE*, 100, 8: 2512-2526.
- Feil-Seifer D., e Matarić M.J. (2011), "Socially assistive robotics", *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 18, 1: 24-31.
- Feng H.C., Lin C.H., e Liu E.Z.F. (2011), "Parents' perceptions of educational programmable bricks for kids", *British Journal of Educational Technology*, 42, 2: E30-E33.
- Ferrarelli P., Villa W., Attolini M., Cesareni D., Micale F., Sansone N., Pantaleone L.C., e Iocchi L. (2018), "Improving students' concepts about Newtonian mechanics using Mobile robots", In *International conference on robotics and education (RiE)* Cham, Springer, 113-124.
- Fridin M., e Belokopytov M. (2014), "Acceptance of socially assistive humanoid robot by preschool and elementary school teachers", *Computers in Human Behavior*, 33, 23-31.

- Fridin M. (2014), "Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education", *Computers and Education*, 70, 53-64.
- Fridin M., e Yaakobi Y. (2011), "Educational robot for children with ADHD/ADD", *International Conference on Computational Vision and Robotics: Architectural Design*, 20, 10-18.
- Gabriele L., Marocco D., Bertacchini F., Pantano P., e Bilotta E. (2017), "An educational robotics lab to investigate cognitive strategies and to foster learning in an arts and humanities course degree", *International Journal of Online Engineering*, 13, 4: 7-19.
- Gallino L., (1987), *L'attore sociale. Biologia, cultura e intelligenza artificiale*, Einaudi, Torino.
- Giang C., Piatti A., e Mondada F. (2019), "Heuristics for the Development and Evaluation of Educational Robotics Systems", *IEEE Transactions on Education*, 62, 4: 278-287.
- Goldman, R., Eguchi A., Sklar E. (2004). Using educational robotics to engage inner-city students with technology. *Proc. Conference on Learning Sciences*, 214-221.
- Gomoll A., Hmelo-Silver C.E., Šabanović S., e Francisco M. (2016), "Dragons, ladybugs, and softballs: Girls' STEM engagement with human-centered robotics", *Journal of Science Education and Technology*, 25, 6: 899-914.
- Gonçalves J., Lima J., Brito T., Brancalio L., Camargo C., Oliveira V., e Conde M. A. (2019), "Educational robotics summer camp at IPB: A challenge based learning case study", *ACM International Conference Proceeding Series, November*, 36-43.
- González Y.A.C., e Muñoz-Repiso, A.G.V. (2017), "Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish", *Computers in Education (SIE)*, 1-5.
- Goulart C., Valadão C., Caldeira E., e Bastos T. (2018), "Brain signal evaluation of children with Autism Spectrum Disorder in the interaction with a social robot", *Biotechnology Research and Innovation*, 3, 1: 60-68.
- Gouws L., Bradshaw K., Wentworth P. (2013), "Computational Thinking in Educational Activities. An evaluation of the educational game Light-Bot", *ITiCSE '13 Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, 10-15.
- Grimaldi R., (1992), *Comportamento sociale ed intelligenza artificiale: una versione computazionale di un modello dell'attore*, in Gallino L. a cura di, *Teoria dell'attore e processi decisionali. Modelli intelligenti per la valutazione dell'impatto socio-ambientale*, Milano, Angeli, 67-243.
- Grimaldi R., Grimaldi B.S., Marcianò G., Siega S. e Palmieri S. (2012), *Robotica educativa e potenziamento delle abilità visuo-spaziali*, Intervento presentato al

- convegno “Didamatica 2012. Informatica per la didattica” tenutosi a Taranto nel 14-16 Maggio, 1-10.
- Grover S. (2011), “Robotics and engineering for middle and high school students to develop computational thinking”, *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 650, 1-15.
- Guastella D., D’Amico A., e Paci G. (2020), “The re4bes protocol for the improvement of cognitive, emotional and social skills in a child with autism spectrum disorder”, *Sistemi Intelligenti*, 32, 1: 123-137.
- Guzzi J., Giusti A., Di Caro G.A., e Gambardella L.M. (2018), “Mighty thymio for university-level educational robotics”, *32nd AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 7952-7953.
- Han J.H., Jo M.H., Jones V., e Jo J.H. (2008), “Comparative Study on the Educational Use of Home Robots for Children”, *Journal of Information Processing Systems*, 4, 4: 159-168.
- Hashimoto T., Kobayashi H., Polishuk A., e Verner I. (2013), “Elementary science lesson delivered by robot” *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 133-134.
- Hayes S. C., Lipkens R. (2009), “Producing and recognizing analogical relations”, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 91, 1: 105-26.
- Heerink M., Diaz M., Albo-Canals J., Angulo C., Barco A., Casacuberta J., e Garriga C. (2012), “A field study with primary school children on perception of social presence and interactive behavior with a pet robot”, *Proceedings - IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 1045-1050.
- Highfield K., Mulligan J., e Hedberg J. (2008), “Early Mathematics Learning Through Exploration With Programmable Toys”, *Proceedings of the Joint Meeting of PME 32 and PME-NA XXX*, 3: 169-176.
- Holopainen L., Lappalainen K., Junttila N., e Savolainen H. (2012), “The role of social competence in the psychological well-being of adolescents in secondary education”, *Scandinavian Journal of Educational Research*, 56, 199-212.
- Hsiu T., Richards S., Bhave A., Perez-Bergquist A., e Nourbakhsh I. (2003), “Designing a Low-Cost, Expressive Educational Robot”, *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 3 October, 2404-2409.
- Hung W., Jonassen D.H., Liu R. (2008), “Problem-Based Learning, Handbook of research”, in *educational communications and technology*, 3, 485-506.
- Hussain S., Lindh J., e Shukur G. (2006), “The effect of LEGO training on pupils’ school performance in mathematics, problem solving ability and attitude: Swedish data”, *Educational Technology and Society*, 9, 3: 182-194.
- Hwang W.Y., e Wu S.Y. (2014), “A case study of collaboration with multi-robots and its effect on children’s interaction”, *Interactive Learning Environments*, 22, 4: 429-443.

- Iacobelli C. (2010), "I robot a scuola: l'esperienza insegna (Robots at school: experience teaches)", Retrieved from <https://tinyurl.com/yxc9eyz2>
- Ioannou A., e Makridou E. (2018), "Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work", *Education and Information Technologies*, 23, 6: 2531-2544.
- Janka P. (2008), *Using a Programmable Toy at Preschool Age: Why and How?*, in Carpin S., Noda I., Pagello E., Reggiani M. and von Stryk O., eds, *Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots*, SIMPAR 2008, Springer, Berlin-Heidelberg, 112-121.
- Julia C., e Antoli J.Ö. (2016), "Spatial ability learning through educational robotics", *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 2: 185-203.
- Junior L.A., Neto O.T., Hernandez M.F., Martins P.S., Roger L.L., e Guerra F.A. (2013), "A low-cost and simple arduino-based educational robotics kit", *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC)*, December edition, 3, 12: 1-7.
- Kanda T., Hirano T., Eaton D., e Ishiguro H. (2004), "Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial", *Human-Computer Interaction*, 19, 1-2: 61-84.
- Kandlhofer M., e Steinbauer G. (2016), "Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical and social-skills and science related attitudes", *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685.
- Kaya B.E., Newley A., Deniz H., Yesilyurt E., Newley P., e Standards G.S. (2017), "Introducing Engineering Design to a Science Teaching Methods Course Through Educational Robotics and Exploring Changes in Views of Preservice Elementary Teachers", *Journal of College Science Teaching*, November, 66-75.
- Kazakoff E.R., e Bers, M.U. (2014), "Put your robot in, put your robot out: Sequencing through programming robots in early childhood", *Journal of Educational Computing Research*, 50, 4: 553-573.
- Kazakoff E.R., Sullivan A., e Bers M.U. (2013), "The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood", *Early Childhood Education Journal*, 41, 4: 245-255.
- Kim C., Yuan J., Vasconcelos L., Shin M., e Hill R.B. (2018), "Debugging during block-based programming", *Instructional Science*, 46, 1-21.
- Komis V., e Misirli A. (2012), "L'usage des jouets programmables à l'école maternelle: concevoir et utiliser des scénarios éducatifs de robotique pédagogique", *Scholé*, 143-154.
- Komis V., Romero M., e Misirli A. (2017), "A scenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving", *International Conference EduRobotics*, Cham: Springer, 158-169.
- Kozima H., Nakagawa C., Yasuda Y. (2007), "Children-robot interaction: a pilot study in autism therapy", *Progress in Brain Research*, 164, 385-400.

- Kucuk S., e Sisman B. (2017), “Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction”, *Computers & Education*, 111, 31-43.
- Lee K.T.H., Sullivan A., e Bers, M.U. (2013), “Collaboration by Design: Using Robotics to Foster Social Interaction in Kindergarten”, *Computers in the Schools*, 30, 3: 271-281.
- Lee I., Martin F., Denner J., Coulter B., Allan W., Erickson J., Malyn-Smith J., e Werner L. (2011), “Computational thinking for youth in practice”, *ACM Inroads*, 2, 1: 32-37.
- Leonard J., Buss A., Gamboa R., Mitchell M., Fashola O.S., Hubert, T., e Al-mughyirah, S. (2016), “Using robotics and game design to enhance children’s self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills”, *Journal of Science Education and Technology*, 25, 6: 860-876.
- Lins A.A., de Oliveira J.M., Rodrigues J.J.P.C., e de Albuquerque, V.H.C. (2018), “Robot-assisted therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy - A complementary and alternative approach”, *Computers in Human Behavior*, 100, 152-167.
- Liu E.Z.F., Lin C.H., Liou P.Y., Feng H.C., e Hou, H.T. (2013), “An analysis of teacher-student interaction patterns in a robotics course for kindergarten children: A pilot study”, *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1, 1: 9-18.
- Lumbelli L. (1984), *Qualità e quantità nella ricerca empirica in pedagogia*, in Becchi, E., e Vertecchi, B. (a cura di), *Manuale critico della sperimentazione e della ricerca educativa*, 101-133.
- Lund H. (2009), “Playware e robotica modulare per il gioco”, *Italian Journal of Educational Technology*, 17, 2.
- Lytridis C., Vrochidou E., Chatzistamatis S., e Kaburlasos V. (2019), *Social Engagement Interaction Games between Children with Autism and Humanoid Robot NAO*, in Graña M. et al., a cura di, *Proceedings of the 9th International Conference on European Transnational Educational (ICEUTE’18)*, San Sebastian, Spain, 562-570.
- Mantovani S., a cura di (1998), *La ricerca sul campo in educazione. Vol. 1: I metodi qualitativi*, Mondadori, Milano.
- Marti, P. (2005), L’interazione Uomo-Robot, *Ergonomia*, 2, 50-57.
- Master A., Cheryan S., Moscatelli A., e Meltzoff A.N. (2017), “Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls”, *Journal of Experimental Child Psychology*, 160, 92-106.
- Matarić M.J., Scassellati B. (2016), *Socially assistive robotics*, in Siciliano B., e Khatib O., a cura di, *Springer Handbook of Robotics*, Springer, Berlin, 1973-1994.
- Menekse M., Higashi R., Schunn C.D., e Baehr, E. (2017), “The role of robotics teams’ collaboration quality on team performance in a robotics tournament”, *Journal of Engineering Education*, 106, 4: 564-584.

- Mengoni S.E., Irvine K., Thakur D., Barton G., Dautenhahn K., Guldborg K., Robins B., Wellsted D., e Sharma S. (2017), "Feasibility study of a randomised controlled trial to investigate the effectiveness of using a humanoid robot to improve the social skills of children with autism spectrum disorder (Kaspar RCT): A study protocol", *BMJ Open*, 7, 6: 1-10.
- Michaud F., Caron S. (2002), "Roball, the rolling robot", *Autonomous Robots*, 12, 211-222.
- Michaud F., Laplante J.F., Larouche H., Duquette A., Caron S., *et al.* (2005), "Autonomous spherical mobile robot for child-development studies", *IEEE Trans. Syst. Man Cybern*, 35, 4: 471-480.
- Mikropoulos, T.A, e Bellou I. (2013), "Educational Robotics as Mindtools", *Themes in Science & Technology Education.*, 6, 1: 5-14.
- Mitnik R., Nussbaum M., e Soto A. (2008), "An autonomous educational mobile robot mediator", *Auton. Robot*, 25, 4: 367-382.
- Mondada F., Bonani M., Raemy X., Pugh J., Cianci C., Klaptocz A., Magnenat S., Zufferey J.C., Floreano D., e Martinoli A. (2009), "The e-puck, a robot designed for education in engineering", *Proceedings of the 9th Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions*, 1, 1: 59-65.
- Mubin O., Bartneck C., Feijs L., Hooft van Huysduynen H., Hu J., e Muelver J. (2012), "Improving Speech Recognition with the Robot Interaction Language", *Disruptive Science and Technology*, 1, 2: 79-88.
- Nugent G., Barker B., Grandgenett N., e Welch G. (2016), "Robotics camps, clubs, and competitions: Results from a US robotics project", *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 686-691.
- Nugent G., Barker B., Grandgenett N., e Adamchuk V. I. (2010), "Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes", *Journal of Research on Technology in Education*, 42, 4: 391-408.
- Oreggia M., Chiorri C., Pozzi F., e Tacchella A. (2016), "Introducing Computer Engineering Curriculum to Upper Secondary Students: An Evaluation of Experiences Based on Educational Robotics", *2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 293-294.
- Papavlasopoulou S., Sharma K., e Giannakos M.N. (2019), "Coding activities for children: Coupling eye-tracking with qualitative data to investigate gender differences", *Computers in Human Behavior*, 105, March.
- Papert S., (1984), *Mindstorm. Bambini computer e creatività*, Emme Edizioni, Milano.
- Pastori G. (2017), *In ricerca. Prospettive e strumenti per educatori e insegnanti*, Edizioni Junior, Bergamo.
- Pennazio V. (2015), "Disabilità, gioco e robotica: una ricerca nella scuola dell'infanzia", *TD, Tecnologie Didattiche*, 23, 3: 155-163.
- Pennazio V. (2019), "Robotica e sviluppo delle abilità sociali nell'autismo. Una review critica", *Mondo digitale, rivista di cultura informatica*, 82, 1-24.

- Pennazio V., Fedeli L., Datteri E., e Crifaci G. (2020), “Robotics and virtual worlds for the development of social abilities in children with ASD: A methodological reflection”, *Sistemi Intelligenti*, XXXII, 1: 139-154.
- Persicke A., Tarbox J., Ranick J., St Clair M. (2012), “Establishing metaphorical reasoning in children with autism”, *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6, 913-920.
- Petric F., Miklic D., e Kovacic Z. (2017), “Robot-assisted autism spectrum disorder diagnostics using POMDPs”, *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 369-370.
- Pinnelli S. (2014), *Reading disability and educational robotics Robin Project and user needs*, in Shoniregun Galyna C., Akmayeva A., *Ireland International Conference on Education proceedings*, Infonomics Society, 34-39.
- Pinnelli S., Pistoia M., e Borrelli G. (2015), “Robotica E Difficoltà Di Lettura: L’Esperienza Del Progetto Robin”, *MEDIA EDUCATION Erickson*, 6, 84-100.
- Plaza, P., Blazquez, M., Perez, C., Castro, M., e Martin, S. (2018a), *Arduino as an Educational Tool to Introduce Robotics*, 1-8.
- Plaza P., Sancristobal E., Carro G., Castro M., Blazquez M., e Peixoto A. (2018b), “Traffic lights through multiple robotic educational tools”, *IEEE Global Engineering Education Conference*, EDUCON.
- Pöhner N., e Hennecke M. (2018), “The teacher’s role in educational robotics competitions”, *ACM International Conference Proceeding Series*, 2-3.
- Polishuk A., e Verner I. (2017), *Student-robot interactions in museum workshops: Learning activities and outcomes*, in Merdan M., Lepuschitz W., Koppensteiner G., e Balogh R., eds., “Robotics in education. Advances in intelligent systems and computing”, Springer, 457, 233-244.
- Pot E., Monceaux J., Gelin R., e Maisonnier B. (2009), “Choregraphe: A graphical tool for humanoid robot programming”, *Proceedings-IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 46-51.
- Pucciarelli M., Virgulti L., Farina E., e Datteri E. (2020), “Non-humanoid and non-social robots for the study of the attribution of intentionality in children with autism”, *Sistemi Intelligenti*, XXXII, 1: 107-122.
- Ramírez-Benavides K., García F., e Guerrero L.A. (2015), “Creating a protocol for collaborative mobile applications for kids between 4 and 6 years old”, *Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, New York, NY, ACM, 317-324.
- Resnick M. (1991), *Xylophones, hamsters, and fireworks: The role of diversity in constructionist activities*, in Harel I. e Papert S., eds., *Constructionism* Norwood, NJ, Ablex Publishing Corporation, 151-158.
- Robins B., Dautenhahn K., Ferrari E., Kronreif G., Prazak-Aram B., Marti P., Iacono I., Gelderblom G., Bernd T., Caprino F., Laudanna E. (2012), “Scenarios of robot-assisted play for children with cognitive and physical disabilities”, *Interaction Studies*, 13, 2: 189-234.

- Robins B., Dautenhahn K., e Dickerson P. (2009), “From isolation to communication: a case study evaluation of robot assisted play for children with autism with a minimally expressive humanoid robot”, *Proceedings of 2nd Int. Conf. on Advances in Computer-Human Interaction: ACHI'09*, 205-211.
- Robins B., Dautenhahn K., Nehaniv C.L., Mirza F., e Olsson L. (2005), “Sustaining interaction dynamics and engagement in dyadic childrobot interaction kinetics: Lessons learnt from an exploratory study”, *Proceedings of the 14th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN2005*, Nashville, USA.
- Rourke B.P. (1989), *Nonverbal learning disabilities: The sindrom and the model*, The Guildford Press, New York.
- Rusk N., Resnick M., Berg R., e Pezalla-Granlund M. (2008), “New pathways into robotics: strategies for broadening participation”, *Journal of Science Education and Technology*, 17, 59-69.
- Ruzzenente M., Koo M., Nielsen K., Grespan L., e Fiorini P. (2012), “A Review of Robotics Kits for Tertiary Education”, *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum*, 153-162.
- Saerbeck M., Schut T., Bartneck C., e Janse M.D. (2010), “Expressive robots in education: Varying the degree of social supportive behavior of a robotic tutor”, *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 3, 1613-1622.
- Sahin A., Ayar M.C., e Adiguzel T. (2014), “STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning”, *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14, 1: 309-322.
- Salter T., Davey N., e Michaud F. (2014), “Designing & developing QueBall, a robotic device for autism therapy”, *The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 574-579.
- Scaradozzi D., Sorbi L., Pedale A., Valzano M., e Vergine C. (2015), “Teaching Robotics at the Primary School: An Innovative Approach”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838-3846.
- Scaradozzi D., Screpanti L., Cesaretti L., Storti M., e Mazzieri E. (2018), “Implementation and assessment methodologies of teachers’ training courses for STEM activities”, *Technology, Knowledge and Learning*, 1-21.
- Scaradozzi D., Screpanti L., Cesaretti L., Mazzieri E., Storti M., Brandoni M., e Longhi A. (2016), “Rethink Loreto: We build our smart city!” A stem education experience for introducing smart city concept with the educational robotics”, *9th annual international conference of education, research and innovation (ICERI 2016)*, Seville, Spain, 750-758.
- Scaradozzi D., Screpanti L., e Cesaretti L. (2019), “Towards a Definition of Educational Robotics: A Classification of Tools, Experiences and Assessments”, *Smart Learning with Educational Robotics*, Springer, 63-92.

- Scassellati B. (2007), *How social robots will help us to diagnose, treat, and understand autism*, in Thrun S., Brooks R., e Durrant-Whyte H., eds., *Robotics Research. Springer Tracts in Advanced Robotics*, Berlin, Heidelberg, Springer, 552-563.
- Scassellati B., Admoni H., Matarić M. (2012), “Robots for use in autism research”, *Annual review of biomedical engineering*, 14, 275-294.
- Scassellati B., Boccanfuso L., Huang C.M., Mademtzis M., Qin M., Salomons N., Ventola P., e Shic F. (2018), “Improving social skills in children with ASD using a long-term, in-home social robot”, *Science Robotics*, 3, 1-9.
- Screpanti L., Cesaretti L., Storti M., Mazziere E., e Longhi A. (2018a), “Advancing K12 education through Educational Robotics to shape the citizens of the future”, *Proceedings of DIDAMATICA 2018*, AICA.
- Screpanti L., Cesaretti L., Marchetti L., Baione A., Natalucci I. N., e Scaradozzi D. (2018b), “An educational robotics activity to promote gender equality in STEM education”, *Proceedings of the eighteenth International Conference on Information, Communication Technologies in Education (ICICTE 2018)*, Chania, Crete, Greece, 336-346.
- Short E.S., Deng E.C., Feil Seifer D., Matarić M.J. (2017), “Understanding Agency in Interactions Between Children with Autism and Socially Assistive Robots”, *Journal of Human-Robot Interaction*, 6, 3: 21-47.
- Shukla-Mehta S., Miller T., Callahan K.J. (2009), “Evaluating the Effectiveness of Video Instruction on Social and Communication Skills Training for Children With Autism Spectrum Disorders: A Review of the Literature”, *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 25, 23-36.
- Simut R.E., Vanderfaillie J., Peca A., Van de Perre G., e Vanderborght B. (2016), “Children with Autism Spectrum Disorders Make a Fruit Salad with Probo, the Social Robot: An Interaction Study”, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46, 1: 113-126.
- Stoeckelmayr K., Tesar M., e Hofmann A. (2011), “Kindergarten children programming robots: a first attempt”, *International Conference on Robotics in Education*, 185-192.
- Strawhacker A., e Bers, M.U. (2015), “I want my robot to look for food: Comparing Kindergarten’s programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces”, *International Journal of Technology and Design Education*, 25, 3: 293-319.
- Sullivan A., e Bers M. U. (2018), “Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore’s early childhood centers”, *International Journal of Technology and Design Education*, 28, 2: 325-346.
- Sullivan A., e Bers M.U. (2016), “Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade”, *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 1: 3-20.

- Sullivan A., e Bers M.U. (2017), “Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore’s early childhood centers”, *International Journal of Technology and Design Education*, 1-22.
- Sullivan A., Kazakoff E.R., e Bers M.U. (2013), “The wheels on the bot go round and round: robotics curriculum in Pre-Kindergarten”, *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12, 203-219.
- Tanaka F., e Matsuzoe S. (2012), “Children Teach a Care-Receiving Robot to Promote Their Learning: Field Experiments in a Classroom for Vocabulary Learning”, *Journal of Human-Robot Interaction*, 1, 1: 78-95.
- Tanaka F., e Kimura T. (2009), “The use of robots in early education: a scenario based on ethical consideration”, *Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2009*, 558-560.
- Tapus A., Peca A., Aly A., Pop C., Jisa L., Pintea S., Rusu A., e David D.O. (2012), “Children with autism social engagement in interaction with Nao, an imitative robot: A series of single case experiments”, *Interaction Studies*, 13, 3: 315-347.
- Tartaro A., e Cassell J. (2008), “Playing with Virtual Peers: Bootstrapping Contingent Discourse”, *Children with Autism*, 2, 382-389.
- Taylor K., e Baek Y. (2019), “Grouping matters in computational robotic activities”, *Computers in Human Behavior*, 93, August 2018, 99-105.
- Tedre M., e Denning, P.J. (2016), “The long quest for computational thinking”, *ACM International Conference Proceeding Series*, 120-129.
- Thill S., Pop C.A., Belpaeme T., Ziemke T., e Vanderborght B. (2013), “Robot-assisted therapy for autism spectrum disorders with (partially) autonomous control: Challenges and outlook”, *Paladyn*, 3, 4: 209-217.
- Touretzky D.S., Marghitu D., Ludi S., Bernstein D., e Ni L. (2013), “Accelerating k-12 computational thinking using scaffolding, staging, and abstraction”, *SIGCSE 2013 - Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 609-614.
- Vanderborght B., Simut R., Pop J.C., Rusu A.S., Pintea S., Lefebvre D., e David D.O. (2012), “Using the social robot Probo as a social storytelling agent for children with ASD”, *Interaction Studies*, 13, 3: 348-372.
- Varrasi S., Di Nuovo S., Conti D., Di Nuovo A. (2019), “Social robots as psychometric tools for cognitive assessment: A pilot test”, *Human Friendly Robotics*, Springer, 99-112.
- Virnes M., e Sutinen E. (2009), “Topobo in kindergarten: educational robotics promoting dedicated learning”, *Proceedings of the 17th International Conference on Computers in Education*, Hong Kong, Asia-Pacific Society for Computers in Education, 690-697.
- Vitale G., Bonarini A., Matteucci M., e Bascetta L. (2016), “Toward vocational robotics: An experience in post-secondary school education and job training through robotics”, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23, 4: 73-81.

- Vollstedt A., Robinson M., e Wang E. (2007), "Using Robotics to Enhance Science, Technology, Engineering, and Mathematics Curricula", *American Society for Engineering Education Pacific Southwest Annual Conference*.
- Warren Z.E., Zheng Z., Swanson A.R., Bekele E., Zhang L., Crittendon J.A., Weitlauf A.F., e Sarkar N. (2015a), "Can Robotic Interaction Improve Joint Attention Skills?", *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 11: 3726-3734.
- Warren Z., Zheng Z., Das S., Young E.M., Swanson A., Weitlauf A., Sarkar N. (2015b), "Brief Report: Development of a Robotic Intervention Platform for Young Children with ASD", *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 12: 3870-3876.
- Weinberg J.B., Pettibone J.C., Thomas S.L., Stephen M.L., e Stein C. (2007), "The impact of robot projects on girls' attitudes toward science and engineering", *Workshop on research in robots for education*, 3, 1-5.
- Wiener J. (2004), "Do peer relationship foster behavioral adjustment in children with Learning Disabilities?", *Learning Disabilities Quarterly*, 27, 21-30.
- Wiese E., Müller H.J., e Wykowska A. (2014), "Using a gaze-cueing paradigm to examine social cognitive mechanisms of individuals with autism observing robot and human faces", *Proc. of ICSR14, International Conference on Social Robotics, Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 8755, 370-379.
- Wing J. M. (2006), *Computational Thinking. Communications of the ACM*, 49, 3: 33-35.
- Wykowska A., Chaminade T., e Cheng G. (2016), "Embodied artificial agents for understanding human social cognition", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371, 1693.
- You Z.J., Shen C. Y., Chang C.W., Liu B.J., e Chen G.D. (2006), "A robot as a teaching assistant in an English class", *Proceedings of the international conference on advanced learning technologies (ICALT 2006)*, Kerkrade, IEEE Press, The Netherlands, 87-91.
- Zanbaka C., Ulinski A., Goolkasian P., e Hodges L.F. (2007), "Social responses to virtual humans: Implications for future interface design", *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, San Jose, CA, 1561-1570.
- Zecca L. (2012), *I pensieri del fare. Verso una didattica meta-riflessiva*, Junior-Spaggiari Edizioni, Parma.
- Zhang Y., Song W., Tan Z., Wang Y., Lam C.M., Hoi S.P., Xiong Q., Chen J., e Yi L. (2019), "Theory of Robot Mind: False Belief Attribution to Social Robots in Children with and without Autism", *Frontiers in psychology*, 10, 1732.

# Gli errori nella programmazione di sistemi robotici

di *Edoardo Datteri e Federico Cabitza*

Di solito gli "errori" vengono visti sotto una cattiva luce durante la programmazione informatica (e non solo). Costituiscono sorprese impreviste e spesso fastidiose; rallentano il progresso; possono scocciare, imbarazzare; addirittura - soprattutto per i novizi - frustrare e scoraggiare. Noi vediamo gli errori sotto una luce diversa. Gli errori sono interessanti, addirittura provocatori e rivelatori. Riflettono il modo in cui si usa il linguaggio; forniscono evidenze su come è avvenuto l'apprendimento; offrono spunti importanti per gli insegnanti; permettono di penetrare nei processi di pensiero coinvolti nella programmazione; possono motivare ulteriori esplorazioni dell'APL e stimolare idee per nuovi progetti di programmazione. In breve, gli errori possono essere utili. (Eisenberg e Peelle, 1983)

## Tre scenari

Che cosa sono gli *errori* nella programmazione di un sistema robotico? Si tratta di una domanda dalle molte facce e di difficile risposta. Prima di formulare gli obiettivi specifici di questo contributo, introduciamo alcuni scenari che possono suggerire l'ampiezza dello spazio del problema. I protagonisti sono due persone, A e B. A è un educatore (per non sovraccaricare la composizione delle frasi, in questo testo utilizzeremo il genere linguistico maschile per riferirci indistintamente a individui di genere maschile o femminile) piuttosto esperto nella programmazione robotica, mentre B è un bambino che, sotto la guida di A, sta componendo i suoi primi programmi. Dello scenario fa anche parte un robot progettato per fini ludico-didattici programmabile attraverso un linguaggio imperativo. Quale sia il robot e il linguaggio, poco importa ai nostri fini; per semplicità ci riferiremo al robot CoderBot ([www.coderbot.org](http://www.coderbot.org)), dotato di un sonar frontale e di due sonar

lateralmente, e programmabile attraverso un linguaggio visuale. Di ciò che è accaduto prima degli scenari fittizi qui raccontati diciamo solo che A ha introdotto B ai cicli e alle strutture decisionali (o enunciati “se ... allora”) seguendo qualche strategia didattica che non dettaglieremo.

*Scenario 1.* A rivolge a B la seguente richiesta: «programma CoderBot perché esibisca il seguente comportamento: deve stare normalmente fermo, e deve ruotare verso destra ogniqualvolta rilevi un oggetto a una certa distanza alla sua sinistra». B produce il codice raffigurato in Figura 1.

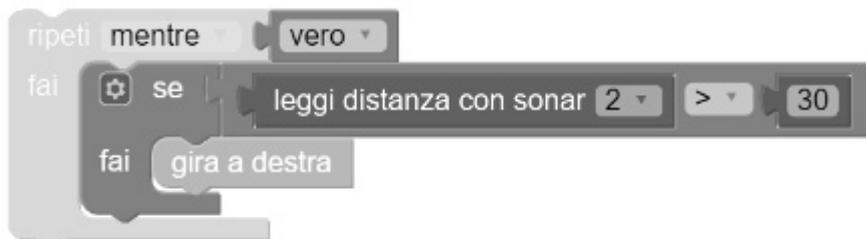


Fig. 1

Questo programma consiste in un ciclo infinito dentro cui è “incapsulata” una struttura decisionale. Il ciclo infinito è realizzato attraverso un ciclo condizionale (il blocco verde “ripeti mentre”, che ripeterà tutto ciò che racchiude ogniqualvolta la condizione è vera) a cui è imposta una condizione vera per definizione (il blocco “vero”). Indefinitamente, dunque, il programma leggerà il sensore 2 (quello di sinistra); se la lettura sarà maggiore di 30, il robot ruoterà verso destra. Il robot fa l’esatto opposto rispetto a quanto inteso dal programmatore: ruota indefinitamente verso destra se non rileva alcun oggetto vicino al suo sensore sinistro, e rimane fermo ogniqualvolta rileva un oggetto. Questo programma è sbagliato? Se sì, perché e dove riteniamo che sia sbagliato?

*Scenario 2, a e b.* Il bambino B, seguendo un percorso che non approfondiamo, si rende conto che, per ottenere il comportamento desiderato, quel “>” avrebbe dovuto essere “<”. Dopodiché l’educatore A presenta a B la possibilità di definire e utilizzare delle *variabili* per mantenere una memoria temporanea delle letture sensoriali. B allora arricchisce la versione emendata del programma di Figura 1 nei due modi seguenti. In entrambi i

casi, il robot riproduce il comportamento richiesto. C'è un errore in questi programmi? Se sì, perché riteniamo che ci sia, e qual è l'errore?



Fig. 2 - (a) e (b)

*Scenario 3.* Confidando nel fatto che B abbia sviluppato le abilità necessarie allo scopo, A presenta a B la seguente richiesta: «il robot deve andare dritto davanti a sé, ma quando incontra una parete deve svoltare a destra». B produce il programma raffigurato in Figura 3a.

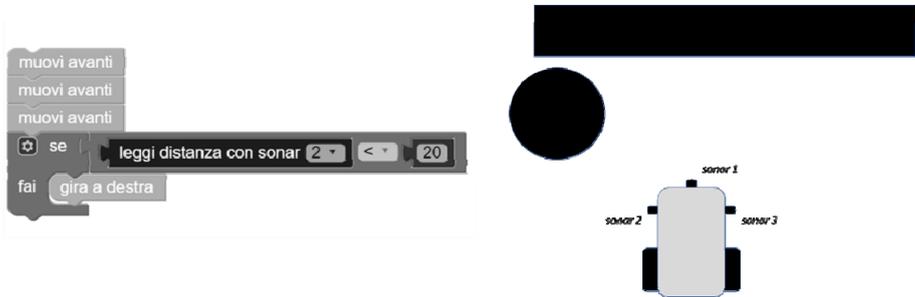


Fig. 3 - (a) e (b)

B pone il robot sul pavimento nello scenario raffigurato in Figura 3b, orientandolo verso la parete e scegliendo accuratamente la distanza rispetto a quest'ultima. Poi lancia il programma. Il robot avanza per tre volte, come previsto dai primi tre blocchi arancioni, avvicinandosi dunque alla parete. Dopodiché il programma prevede la valutazione di una struttura condizionale: se vi è un oggetto a distanza inferiore a 20 (secondo una qualche unità di misura che, nel CoderBot, non corrisponde esattamente al centimetro) sulla sinistra del robot, il robot deve ruotare verso destra. Ora, vicino alla parete, alla sinistra della posizione in cui si è venuto a trovare il robot, vi è un oggetto (rappresentato attraverso un cerchio pieno in figura): perciò, per effetto della struttura condizionale, il robot svolta a destra. B è molto soddisfatto: il

robot, come richiesto da A, è andato dritto davanti a sé ma, quando si è trovato molto vicino alla parete, ha svoltato a destra. Questo programma è corretto o sbagliato? In quest'ultimo caso, perché e cosa riteniamo sia sbagliato?

È ragionevole aspettarsi che lettori diversi possano avere opinioni diverse in merito alla presenza di errori in alcuni di questi programmi, suggerendo il fatto che la questione espressa in apertura di questo contributo non è banale. Lo scenario 1, probabilmente, metterà d'accordo i più: quel programma è sbagliato; è sbagliato perché produce un comportamento non conforme alla richiesta di A; a essere sbagliato è quel ">" che avrebbe dovuto essere "<".

I programmi elaborati negli scenari 2a e 2b aprono un ventaglio di possibili pareri. Il comportamento del robot è conforme a quello desiderato. Tuttavia, in entrambi i casi, è legittimo identificare dei margini di miglioramento che probabilmente alcuni promuoverebbero al rango di errore. Uno di essi, forse il più innocuo, consiste nel fatto che in entrambi i programmi la variabile utilizzata è poco utile dal punto di vista algoritmico: assegnare la lettura sensoriale alla variabile "distanza" ha poco senso in un programma così minimale; la semplice versione emendata (con un "<" al posto del ">") del programma di Figura 1, senza l'introduzione di alcuna variabile, sarebbe stata sicuramente più "pulita". Quei programmi possono però sollevare più seri livelli di perplessità. Nel programma 2a, la variabile "distanza" è inizializzata al valore 0 attraverso il blocco "imposta distanza a": perché, se sin dalla prima istanza del ciclo a essa verrà assegnato il valore della lettura sensoriale? Il linguaggio di programmazione di CoderBot non chiede al programmatore di inizializzare le variabili con particolari valori. Forse B ha inizializzato la variabile al valore 0 perché non ha capito a fondo cosa "succede" al valore di quella variabile durante l'esecuzione del programma? Forse B ha scelto il valore 0 perché ha presupposto (sbagliando) che il valore 0 "ripulisca" il contenuto della variabile e che questo atto sia necessario perché essa possa essere poi "riempita" dalla lettura sensoriale – ma in tal caso, perché B non "ripulisce" il valore a ogni ciclo, dopo l'azione motoria? Potremmo senz'altro scegliere di non preoccuparci troppo e di catalogare quello visibile nel programma 2a come un problema di ottimizzazione – "imposta distanza a 0" è un'aggiunta totalmente innocua che, al più, rallenta di un'impercettibile frazione di secondo l'esecuzione del programma. Ma allora lo stesso potrebbe dirsi del programma 2b, in cui la variabile è inizializzata al valore "vero". Eppure, probabilmente il giudizio di molti lettori su questo programma sarebbe un po' più severo. B ha inizializ-

zato “distanza” con un valore di tipo non coerente con l’uso che di quella variabile viene fatto durante il programma. In termini gergali, ha assegnato un valore booleano (vero/falso) a una variabile a cui poi verranno assegnati valori numerici interi. In altri ambienti di programmazione, il calcolatore si sarebbe rifiutato di eseguire il codice. L’ambiente di programmazione visuale di CoderBot non segnala alcun errore e opera automaticamente quella che, in termini tecnici, si chiama *conversione di tipo* (la variabile booleana viene “trasformata” in una variabile numerica intera) non esplicitamente richiesta dal programmatore. Il comportamento è conforme a quello desiderato. Si potrebbe tuttavia legittimamente vedere in questo programma non soltanto un problema di ottimizzazione, ma anche l’evidenza di un fraintendimento più profondo, da parte di B, del ruolo che la variabile “distanza” svolge nel sistema. In ogni caso, i programmatori esperti non fanno così: anche se l’interprete o il compilatore lo permette, non inizializzano come booleana una variabile che poi sarà aggiornata con valori numerici.

Anche lo scenario 3 si presta a un ventaglio di possibili risposte. Il programma è giusto o sbagliato? Si potrebbe rispondere che il programma è sbagliato, perché il comportamento del robot, per quanto conforme alla richiesta di A, lo è soltanto rispetto a una particolare interpretazione della stessa, in quel particolare ambiente, e dopo un accurato posizionamento del robot nel punto di partenza (anche se, contrariamente allo scenario 1, non è ovvio che l’errore possa essere localizzato in una specifica porzione del programma). Ma si potrebbe anche rispondere che il programma è giusto proprio perché il robot, dopotutto, ha fatto ciò che A chiedeva almeno in una particolare interpretazione di quella richiesta e in quelle circostanze; addirittura, che B ha dimostrato una notevole arguzia nell’organizzare l’ambiente in maniera perfettamente funzionale ai suoi scopi. C’è ancora una terza via: parlare di errore è eccessivo, il programma non è né giusto né sbagliato, ma semplicemente migliorabile.

## Introduzione

Le considerazioni sviluppate in merito agli scenari appena considerati suggeriscono l’esistenza di uno spazio di possibili posizioni in merito alla natura dell’errore nella programmazione robotica e alle condizioni sotto cui è lecito ritenere che un programma sia errato. Suggestiscono che non è semplice identificare un criterio univoco e intersoggettivo che permetta di clas-

sificare un programma come “giusto” o “sbagliato”, come *errato* o soltanto *migliorabile*. Non è nemmeno banale l’impresa di identificare criteri che ci permettano di localizzare l’errore di programmazione. Supponiamo di essere tra quelli che ritengono errato il programma dello scenario 3: *dov’è l’errore*, in quel programma? Queste considerazioni possono sorprendere chi ritenga che i robot, oggetti concreti il cui comportamento osservabile dipende in larga misura dal programma implementato, rendano in qualche senso visibili ed evidenti gli errori di programmazione. Secondo Agostini e colleghi (2014), per esempio, esistono criteri intersoggettivi – diretti, inequivocabili e indipendenti dal giudizio di un supervisore umano – per decidere se il programmatore di un sistema robotico ha commesso o meno un errore di programmazione: «il robot nella sua totalità (fisica, meccanica e informatica) ... mostrerà il livello di prestazione del suo ‘programmatore’ in modo diretto e inequivocabile: non sarà quindi necessario un supervisore per evidenziare l’errore». Se ciò che questo passo afferma fosse vero, non dovrebbe esserci nemmeno l’ombra di un dubbio nell’analisi degli scenari appena considerati: se c’è o meno un errore *ce lo dice il robot*, rendendo addirittura superflua la valutazione di qualsivoglia essere umano.

L’obiettivo di questo contributo è quello di mettere in evidenza quanto la domanda espressa in apertura – che cosa sono gli *errori* nella programmazione di un sistema robotico? – sia di difficile risposta. L’obiettivo verrà perseguito distinguendo alcuni sensi in cui questa domanda può essere interpretata, e suggerendo, per alcuni di questi sensi, quanto sia ampio lo spazio delle possibili risposte, facendo riferimento alla letteratura di ricerca e agli scenari appena introdotti. Il contributo non ambisce a fornire risultati originali su questo tema (su cui, appunto, esiste una copiosa letteratura, focalizzata però principalmente sugli errori di programmazione di sistemi non robotici). È rivolto principalmente a chi più o meno esplicitamente aderisca al punto di vista espresso da Agostini e colleghi (2014) nel passo appena citato, e a chi non abbia ancora avuto l’idea, l’occasione, o il tempo di riflettere su quanto sia controverso il concetto stesso di errore di programmazione. Si propone di dare a queste categorie di lettori alcuni spunti per condurre una riflessione teorica o empirica su questo tema.

È opportuno sottolineare che quando parleremo di “programmazione di un sistema robotico” ci riferiremo principalmente ai contesti spesso identificati attraverso l’espressione “robotica educativa” (per una definizione si veda Angel-Fernandez Vincze, 2018; Scaradozzi *et al.*, 2019; e il contributo che apre questo volume) a cui appartengono i tre scenari discussi nella

prima sezione. Tali contesti non vedono lo sviluppo di sistemi utilizzabili per finalità di interesse industriale, medico o sociale, e più genericamente sistemi utilizzabili al di fuori del contesto stesso in cui vengono sviluppati. Sono sistemi che non possono arrecare danni ingenti a sconosciuti. Sono contesti di apprendimento in cui si verifica un'interazione tra persone “meno esperte” e persone “più esperte” (le virgolette sono d'obbligo, dato che la questione su cosa renda una persona “esperta” nella programmazione robotica è complicata tanto quanto quella che affrontiamo qui). Le persone “più esperte”, tuttavia, non hanno necessariamente alle loro spalle una formazione specifica in ambito informatico o robotico: sono spesso insegnanti o educatori che, formati in altri ambiti del sapere, hanno intrapreso percorsi di formazione formale, informale o non formale sulla programmazione e costruzione di robot progettati per fini educativi. Il nostro contesto di riferimento è dunque molto diverso da quello tenuto in considerazione in una larga parte della letteratura scientifica dedicata agli errori di programmazione (McCauley *et al.*, 2008). La letteratura rilevante sui processi di *debugging* informatico e sugli errori umani si concentra spesso su contesti di sviluppo tecnologico in cui l'errore è associato a malfunzionamenti o danni. Il riferimento a questi contesti rende naturale collegare la rilevazione di un errore alla rilevazione di un danno o di un malfunzionamento del sistema, a vantaggio della tesi secondo cui gli errori sono così ovviamente “visibili” da rendere oziosa qualsiasi riflessione sui criteri sotto cui riteniamo che un programma sia giusto o sbagliato. Il riferimento a contesti di sviluppo tecnologico in cui il “meno esperto” interagisce con un “esperto” dotato di competenze tecnologiche, e in cui la programmazione prende le mosse da specifiche precise di funzionamento, rende naturale il presupposto secondo cui esistono criteri intersoggettivi per ritenere che un programma sia giusto o errato: *lo dice l'esperto*, oppure lo dice un banale confronto con le specifiche di funzionamento. In molti contesti di robotica educativa, come abbiamo sottolineato, l'“esperto” non ha attraversato lunghi percorsi di formazione informatica o robotica e non vengono formulate specifiche troppo precise sul comportamento desiderato del sistema. Pensare a questi contesti di apprendimento può dunque rendere maggiormente evidente la possibilità di discutere questioni che, nella letteratura accademica di riferimento, sono spesso date per scontate.

Un presupposto di questo lavoro è quello secondo cui riflettere sul concetto di errore di programmazione è molto importante per il lavoro di insegnanti ed educatori che si propongano di mediare i processi di apprendi-

mento e guidare i bambini nell'elaborazione dei loro errori (Winslow, 1996). Insegnanti ed educatori generalmente si incaricano di accompagnare i bambini nell'identificazione e nell'elaborazione dei loro errori di programmazione. Esistono criteri generali e intersoggettivi per concludere che un programma è errato? Due persone possono avere idee diverse, ma ugualmente legittime e giustificabili, in merito alla presenza di un errore nello stesso programma, dunque mediare in modi diversi il processo di apprendimento del bambino? Anche interrogarsi sulle *cause* degli errori di programmazione nei contesti di apprendimento può essere utile per progettare il lavoro educativo, come ampiamente sottolineato nella letteratura di riferimento: «gli studenti imparano dai propri errori soltanto quando comprendono le cause dei 'modelli mentali difettosi' (*faulty mental models*) che a loro volta causano gli errori» (McCauley *et al.*, 2008, p. 68). Infine, tassonomie di errori di programmazione possono aiutare insegnanti ed educatori a prevedere quali errori tipici potrebbero manifestarsi in particolari contesti, e a elaborare strumenti di osservazione e documentazione.

Non è detto che un programmatore esperto sia in grado di comprendere perché un programmatore meno esperto ritiene, contrariamente a lui, che un programma sia giusto o errato (per esempio, perché B ritiene che il programma di Figura 3 sia corretto); né che sia in grado di comprendere le cause dei suoi errori, qualunque sia il criterio sotto cui qualcosa è classificabile come "errore". La letteratura internazionale sulla psicologia dei processi di programmazione definisce spesso debole (*fragile*) la conoscenza di chi impara a programmare: «per definizione, i novizi non possiedono lo stesso grado di robustezza degli esperti sotto molti punti di vista» (Garner *et al.*, 2005; si veda anche Perkins e Fay, 1985). Tuttavia, come hanno sottolineato Soloway e Ehrlich (1984), si possono identificare elementi di fragilità anche nella conoscenza dei programmatori esperti. Nei loro lavori pionieristici sul gioco degli scacchi, Chase e Simon (1973) hanno sostenuto su basi empiriche che i giocatori esperti riescono a ragionare con grande efficienza e velocità su scacchiere la cui struttura aderisce a schemi "canonici", ma che le loro prestazioni si riducono drasticamente quando si confrontano con scacchiere che violano tali schemi. A partire da ciò Soloway ed Ehrlich ipotizzano che i programmatori esperti, in quanto dotati di schemi e strategie ormai ben consolidate (i piani di programma e le regole di programmazione che discuteremo più avanti), siano particolarmente fragili nell'identificare e interpretare gli schemi e le strategie "atipiche" che hanno condotto i novizi a commettere errori. L'esperienza e molti resoconti

aneddotici suggeriscono che i bambini riescano con maggior facilità rispetto a insegnanti ed educatori a “trovare il senso” degli errori di altri bambini.

## Vari tipi di domande

La riflessione sulla natura degli errori nella programmazione robotica può orientarsi lungo domande concettualmente distinte tra di loro.

1. *Natura degli errori.* Gli errori sono “cose” che, in un certo senso da chiarire, sono sbagliate. Ma di che tipo sono queste “cose”? Un errore di programmazione è un pezzo di codice che per qualche motivo riteniamo errato, come nello scenario 1 descritto nella sezione precedente? Oppure, errate possono anche essere certe caratteristiche del robot (“l’errore sta nella ruota del robot, che fa poca presa sul terreno”? Oppure, ancora, l’errore non sta tanto nelle caratteristiche hardware o software del robot quanto nelle strategie di programmazione adottate? Come vedremo nella sezione dal titolo “La natura dell’errore”, lo spazio delle possibili opzioni è molto vasto e differenti autori si collocano, più o meno esplicitamente, in diversi punti di questo spazio.
2. *Criteri di demarcazione dell’errore.* Stabilire che tipo di “cosa” può essere errata non significa stabilire sotto quali condizioni quella cosa è errata (per esempio, decidere che gli errori di programmazione sono pezzi di codice non significa stabilire i criteri secondo cui un pezzo di codice è errato). Il punto di vista spesso sostenuto nella letteratura di riferimento è quello secondo cui qualcosa è un errore se causa una discrepanza tra il comportamento effettivo del sistema e il comportamento che si desiderava raggiungere. Nella sezione dal titolo “Quando ‘qualcosa’ è un errore?” sosterremo che questo punto di vista è troppo restrittivo, perché talvolta riconosciamo errori di programmazione anche quando il robot produce il comportamento desiderato, e vago, perché vaghi sono i contorni dei concetti di “comportamento effettivo” e “comportamento desiderato” di un sistema robotico. Proporremo di emendare questo punto di vista in modi che conducono a una concezione prospettica degli errori di programmazione.
3. *Spiegazione degli errori di programmazione.* Capire sotto quali condizioni qualcosa è un errore non significa spiegare perché quell’errore si è verificato. Nella sezione dal titolo “Le cause dell’errore” distingueremo tra diversi modi di impostare questa domanda, sulla base di una distinzione (mutuata dalla filosofia della scienza) tra diversi sensi in cui si

può “rendere ragione” di un certo fenomeno comportamentale o psicologico: distinguendo cioè tra spiegazioni di tipo procedurale, dichiarativo e funzionale.

Queste domande sono di natura concettuale e fondazionale: concorrono alla definizione del concetto di errore e all’elaborazione di una cornice concettuale entro cui è possibile studiare empiricamente i fenomeni di produzione dell’errore. Sono dunque domande di fondamentale importanza non soltanto per chi voglia comprendere i contorni del concetto in questione, ma anche per chi desideri impostare studi empirici per identificare, per esempio, le cause più frequenti dell’errore o i tipi più frequenti di errore in certi contesti di apprendimento.

Prima di affrontare una domanda di carattere concettuale, è utile chiedersi quali requisiti dovrebbe soddisfare la risposta che stiamo cercando. Ecco allora un insieme (non certo esaustivo) di *desiderata* per le domande che abbiamo appena introdotto. Essi esprimono ovviamente un particolare punto di vista su ciò che una buona teoria sugli errori di programmazione dovrebbe permettere di affermare.

- *Concezione prospettica dell’errore.* Le risposte che diamo a quelle tre domande dovrebbero presupporre la possibilità, emersa nella nostra discussione degli scenari 2 e 3, che (almeno in alcuni casi da definire) persone distinte possano legittimamente avere opinioni distinte in merito alla presenza o assenza di un errore in un programma o in un sistema robotico, in merito alla natura di tale errore, in merito alla spiegazione della presenza di quell’errore.
- *Concezione non arbitraria dell’errore.* Le risposte che diamo a quelle tre domande dovrebbero prescrivere che vi debbano essere *buone ragioni* per avere una certa opinione in merito alla presenza, alla natura e alla causa di un errore. Che dunque la decisione su questi temi non debba essere arbitraria, frutto di un capriccio, o basata sull’autorevolezza di chi la esprime. Si noti che questo *desideratum* non è in conflitto con quello precedente: A e B possono avere diverse opinioni in merito alla presenza, alla natura e alla causa di un errore adducendo entrambi buone ragioni a sostegno di esse (per esempio, procedendo correttamente da presupposti iniziali diversi ma entrambi plausibili).
  - *Omissioni.* La teoria dovrebbe ammettere la possibilità che l’errore sia identificabile anche in qualcosa che non c’è e che ci sarebbe dovuto essere – non soltanto in qualcosa che c’è, ma che è stato posto nel luogo o nel modo errato.

## La natura dell'errore

Quando affermiamo che un programmatore ha commesso un errore, affermiamo che “qualcosa” nel programma o in prossimità di esso è errato. Ancor prima di chiederci su quali basi sia legittimo ritenere che quel “qualcosa” sia errato o meno, è opportuno chiederci *che tipo di cosa sia* quel “qualcosa”. La letteratura di riferimento non affronta quasi mai esplicitamente questa domanda, e la riflessione è resa particolarmente complicata da una certa pluralità terminologica. La *IEEE Standard Classification for Software Anomalies* (IEEE Std 1044-2009) distingue in termini che chiariremo tra *defect*, *error*, *fault*, e *failure*. Ko e Myers (2005) distinguono i *software error* dai *runtime fault* e *runtime failure*. La letteratura sulla psicologia dei processi di programmazione prodotta dal “Cognition and Programming Project” (CAPP) della Yale University (Slade, 1983), a cui faremo più volte riferimento, distingue tra *bug*, *error* e *mistake*. La distinzione tra *error*, *slip*, *lapse*, *mistake* è al centro del cosiddetto *orientamento sistemico* o “new view” nello studio degli errori umani (Dekker, 2002; Reason, 1990).

Possiamo circoscrivere due classi di possibili posizioni sul problema appena introdotto. L'errore può essere identificato con una caratteristica visibile o tangibile del sistema robotico: un frammento di codice, un aspetto hardware o meccanico del sistema. Nello scenario 1, per esempio, è possibile identificare l'errore in un particolare frammento del codice prodotto da B. Oppure, l'errore può essere localizzato nei processi cognitivi che hanno orientato il processo di programmazione. È il punto di vista di chi ritiene che l'errore, nello scenario 3, sia da identificarsi non nel codice prodotto bensì in certi aspetti delle dinamiche cognitive del programmatore.

Iniziamo dalla prima di queste due classi. Una prima opzione, come abbiamo evidenziato, è quella di identificare gli errori in particolari frammenti di codice. Ko e Myers (2005, p. 43) definiscono *software error* come «un frammento di codice che può causare un *runtime fault* durante l'esecuzione del programma» (il *runtime fault* è un particolare stato dell'elaboratore che causa un *runtime failure*, ovvero una discrepanza tra il comportamento del sistema e quello desiderato). La letteratura prodotta dal CAPP della Yale University, come vedremo, non presuppone la localizzazione degli errori in frammenti di codice. Soloway e Ehrlich (1984), tuttavia, utilizzano talvolta l'espressione “linee critiche” (*critical lines*) per riferirsi a frammenti di codice che segnalano l'adozione di strategie di ragionamento qualificabili

come errate secondo i criteri che discuteremo più avanti. Una linea critica, dal loro punto di vista, può essere quella che assegna il valore “vero” alla variabile “distanza” nel programma di Figura 2b, segnalando un possibile fraintendimento sul meccanismo di gestione delle variabili all’interno del programma o sul ruolo della variabile stessa. Una seconda opzione apre la possibilità di identificare gli errori anche in caratteristiche *hardware* del sistema robotico; per esempio, in certe connessioni circuitali (i sensori sono stati connessi con i motori attraverso cavi di tipo sbagliato) o in certe configurazioni meccaniche (l’uso di un certo tipo di riduttore di velocità). Il già citato IEEE Standard Classification for Software Anomalies distingue tra *defect* ed *error*, identificando il primo con «un’imperfezione o difetto in un prodotto», permettendo dunque l’identificazione dell’errore anche in caratteristiche *hardware* del sistema.

Una variante di queste due opzioni localizza l’errore non in una caratteristica software o hardware del sistema, ma nell’azione che ha determinato quella caratteristica: per esempio, nello scenario 1, localizza l’errore non nel frammento di codice “>” ma nell’azione di inserimento di quel codice. Il già citato IEEE Std 1044-2009 definisce *error* come «un’azione umana che produce un risultato scorretto». Il termine *bug* è utilizzato da Brown e VanLehn (1980, p. 380) per indicare «azioni complesse e intenzionali che riflettono convinzioni errate» (corsivo aggiunto) e Bonar e Soloway (1985, p. 134) chiamano *bug* «un errore nel comportamento di una persona».

Nelle opzioni fin qui esaminate, l’errore è localizzabile in una caratteristica visibile o tangibile del sistema o nell’azione che l’ha determinata. Ma non sempre localizziamo in questi termini l’errore: talvolta riteniamo che un programma sia *complessivamente* sbagliato (pensiamo allo scenario 3) localizzando dunque l’errore in qualcosa che sta “a monte” rispetto alle caratteristiche superficiali del sistema costruito. Possiamo localizzarlo in una procedura di ragionamento che riteniamo sbagliata («l’errore sta non tanto nel programma quanto *nel modo in cui ha ragionato* per formulare a quel programma»), in un’assunzione sul funzionamento del robot che riteniamo sbagliata («l’errore è stato nel pensare che le istruzioni del programma venissero eseguite in parallelo»), o nel malfunzionamento di un modulo cognitivo (per esempio, in un’inappropriata gestione dell’attenzione). Il termine *bug* è spesso utilizzato nella letteratura sulla psicologia dei processi di soluzione dei problemi e dei processi di programmazione per indicare non un frammento di codice errato – come prevede peraltro il gergo informatico – bensì una procedura mentale o un’assunzione che ha condotto alla produzione del

codice. Per Bonar e Soloway (1985, p. 134), il termine *bug* può riferirsi a «perturbazioni nella procedura mentale adottata da una persona nell'eseguire un certo compito». Brown e Burton (1978) chiamano *bug* una particolare strategia per calcolare il “riporto” di un'addizione a più cifre. Brown e VanLehn (1980, p. 380) chiamano *bug* «variazioni precisamente definibili di una procedura». Localizzare l'errore nelle basi cognitive del comportamento del programmatore, e non nelle caratteristiche visibili o tangibili del sistema costruito, consente di tracciare i contorni dell'errore anche laddove esso non sia, appunto, facilmente visibile o tangibile (come nello scenario 3). In questa cornice, generalmente adottata nella letteratura originatasi nell'ambito del CAPP della Yale University, l'errore consiste dunque in ciò che causa il comportamento del programmatore; il suo comportamento osservabile, e i frammenti di codice composti, non sono essi stessi errori ma *sintomi* della presenza di un errore (coerentemente con l'orientamento sistemico nello studio degli errori umani: «azioni e valutazioni sbagliate sono sintomi, non cause», Woods et al., 1994, p. 14). Distingueremo tra diversi modi di classificare le cause del comportamento del programmatore nella sezione “Le cause dell'errore”.

Che tipo di “cose” sono, dunque, gli errori? Sono “cose” che si possono vedere e toccare, come i frammenti di codice oppure le ghiere di riduzione, oppure sono da rintracciarsi nelle cause cognitive di tali “cose”? Vi sono circostanze in cui è sensato optare per la prima oppure per la seconda tesi (oppure vi sono motivi sensati per chiamare errore sia un frammento di codice sia il processo cognitivo che l'ha prodotto)? La seconda opzione, come abbiamo osservato, permette in linea di principio di parlare di errori che non si riflettono in modo evidente in aspetti percepibili del sistema costruito; imponendo però di dover localizzare gli errori non nel comportamento osservabile del programmatore ma nelle profondità difficilmente accessibili della sua vita cognitiva. Come dichiarato in apertura, l'obiettivo di queste pagine non è quello di suggerire una risposta ma di illustrare lo spazio delle possibili opzioni e, quindi, la complessità della domanda stessa. Sottolineiamo, concludendo la sezione, anche le insidie che derivano dal proposito di onorare il terzo *desideratum* introdotto nella sezione “Vari tipi di domande”: l'omissione. Talvolta identifichiamo l'errore non in qualcosa che c'è o che è successa, ma in qualcosa che non c'è o non è successa. Lo Standard IEEE 1044-2009 sottolinea che i *defect* possono consistere in «qualcosa che è assente e che dovrebbe essere presente» e Cook e Woods (1994) affermano che gli errori possono consistere in «atti o omissioni». Ma se

stipuliamo che l'errore consiste in un frammento del codice prodotto dal programmatore, o in un processo cognitivo verificatosi nel regno della sua cognizione, come possiamo chiamare errore un frammento che *non* c'è, un processo cognitivo che *non* è avvenuto?

## Quando “qualcosa” è un errore?

### ***Errori e comportamento del sistema***

«Quand'è, precisamente, che un atto o un'omissione costituiscono un 'errore'? ... Queste non sono domande di interesse puramente accademico o teoretico. Sono al centro di importanti conflitti burocratici, professionali e legali, e sono direttamente collegate a vari problemi di sicurezza e di responsabilità» (Cook e Woods, 1994). Sono anche questioni intricate, come gli stessi autori sottolineano altrove: «tentare di definire il termine 'errore' significa infilarsi in una palude di discussioni improduttive tra chi fa ricerca, e tra chi fa e chi applica la ricerca (politici, istituzioni pubbliche, professionisti, progettisti)» (Woods *et al.*, 1994, p. xvi). Di errori, come in parte abbiamo evidenziato nella sezione precedente, si può parlare infatti in termini molto diversi tra di loro: «“errore umano” non denota una classe ben definita di prestazioni umane» (Woods *et al.*, 1994, p. xvii).

Nella sezione precedente ci siamo occupati del problema di capire *che tipo di cosa sia* quel “qualcosa” che definiamo errore di programmazione. In questa sezione ci occuperemo del problema di capire *sotto quali condizioni* quel “qualcosa” possa essere legittimamente definito errore di programmazione. Si potrebbe tentare di troncare la questione sul nascere sostenendo che, soprattutto nei contesti di apprendimento a cui ci stiamo riferendo, non troviamo errori ma, tutt'al più, *scelte migliorabili* (è una posizione che abbiamo menzionato nella discussione degli scenari 2 e 3). Una posizione di questo tipo non fa altro che riproporre la questione che stiamo affrontando: per tracciare una linea di distinzione tra “errore” e “scelta migliorabile” bisogna ovviamente aver capito cosa intendiamo per “errore”. Ed è lecito sospettare che questa distinzione non sia particolarmente profonda. Donald Knuth ha diligentemente annotato tutti gli 867 errori da lui commessi in 10 anni di programmazione del software TeX. «Forse potrei dire che questo articolo riguarda le ‘modifiche’ più che gli ‘errori’, perché molte delle modifiche introdotte nel codice erano finalizzate più a introdurre

re nuove funzionalità che a correggere malfunzionamenti. Tuttavia, una nuova funzionalità è necessaria soltanto quando la progettazione mostra qualche difetto o comunque non è ottimale. Per questo continuerò a dire che ogni modifica rappresenta un errore, pur essendo consapevole del fatto che nessun sistema complesso potrà mai essere totalmente libero da errori in questo senso ampio del termine» (Knuth, 1989, p. 608).

Sotto quali condizioni, dunque, “qualcosa” è un errore di programmazione? La posizione più spesso difesa nella letteratura è quella secondo cui l’errore è ciò che causa una discrepanza tra il comportamento effettivo e il comportamento desiderato del sistema, spesso formulato in quelle che vengono dette gergalmente specifiche (*specification*) di funzionamento. La IEEE Std-1044-2009 definisce difetto (*defect*) come «un’imperfezione di un prodotto, che dunque non soddisfa certi requisiti o specifiche, e che deve per questo essere riparato o rimpiazzato». Chmiel e Loui (2004, p. 17) caratterizzano l’operazione di *debugging* come «il processo di rimozione dei difetti dai programmi per calcolatore. Se un programma non funziona come da specifiche, i programmatori devono riparare il codice e correggere i difetti». I già citati Ko e Myers (2005, p. 43) definiscono i *software errors* come «frammenti di codice che potrebbero causare un *runtime fault* durante l’esecuzione del programma», dove il *runtime fault* è uno stato della macchina che causa un *runtime failure*, ovvero «un evento che accade quando il comportamento di un programma – che spesso consiste in una rappresentazione visiva o numerica del ‘risultato’ del programma stesso – *non è coerente con le specifiche di progettazione del programma*» (corsivo aggiunto). Chi ritenga che il programma raffigurato in Figura 1 sia errato poiché determina un comportamento non desiderato aderisce a questo punto di vista.

L’errore è associato a una discrepanza tra “ciò che accade” e “ciò che si voleva che accadesse” anche nella cosiddetta “new view” o *orientamento sistemico* nello studio degli errori (Dekker, 2002; D. A. Norman, 1983; Reason, 1990, 2000):

Il termine ‘errore’ sarà qui usato per denotare, genericamente, tutte quelle occasioni in cui una sequenza pianificata di attività mentali o fisiche non porta ai risultati attesi per motivi che non possono essere attribuiti all’intervento di qualche fattore casuale (Reason, 1990, p. 9).

Proviamo a interpretare lo scenario 1 alla luce della posizione espressa in questo passo. C'è stato un momento, durante la programmazione, in cui B ha compiuto un'attività mentale e fisica che ha determinato l'inserimento del simbolo ">". Possiamo dire che questa attività "non porta ai risultati attesi" in due sensi che differiscono tra di loro nella natura del risultato atteso. Secondo una prima interpretazione, l'obiettivo di B era quello di inserire "<": potremmo allora dire che B ha commesso una *svista*. Oppure potremmo supporre che B avesse proprio l'intenzione di scrivere ">" – che dunque questa singola azione fosse conforme ai suoi obiettivi – ottenendo però un risultato difforme dal più ampio obiettivo di costruire un sistema che rifuggisse gli ostacoli laterali. Questi due scenari esemplificano due possibili cause dell'inserimento di ">" e per questo motivo saranno ripresi nella sezione "Le cause dell'errore". In entrambi, seppur in diversi sensi, si può dire che l'azione di B abbia fallito nel raggiungere il risultato atteso e pertanto, se accettiamo la posizione espressa nel passo citato, abbia condotto a un errore.

La tesi secondo cui qualcosa è qualificabile come errore se causa una discrepanza tra il comportamento effettivo e quello desiderato del sistema è intuitivamente plausibile, ma ci sono buoni motivi per ritenere che essa sia troppo vaga (sezione "Errori e modello del sistema") e troppo restrittiva (sezione "Errori e regole di una buona programmazione").

## **Errori e modello del sistema**

La tesi è troppo vaga, e dunque talvolta difficilmente applicabile, perché in molti casi, e soprattutto nei contesti cosiddetti di "robotica educativa", non è affatto ovvio *cosa siano* il "comportamento desiderato" e il "comportamento effettivo" del sistema in via di costruzione.

Cosa intendiamo per "comportamento desiderato" di un sistema robotico? Questa domanda è oziosa se la affrontiamo tenendo presente contesti in cui l'errore ha prodotto danni gravi (contesti di cui si occupa molta letteratura sugli errori umani, *in primis* Reason, 2000) o contesti in cui il comportamento desiderato del sistema è descritto da specifiche di funzionamento ben definite (come in molta letteratura emersa dal CAPP della Yale University). Se limitiamo il nostro sguardo a questi contesti, è piuttosto chiaro cosa costituisce un comportamento indesiderato. Nei contesti cosiddetti "di robotica educativa", tuttavia, i robot non producono danni gravi e general-

mente la programmazione non muove dalla formulazione di specifiche ben definite, bensì da ambigue richieste verbali. Educatori e bambini (o diversi educatori, o diversi bambini) possono legittimamente avere rappresentazioni molto diverse del comportamento che il sistema dovrebbe manifestare. Nello scenario 3, A e B possono legittimamente avere rappresentazioni diverse del comportamento corrispondente a «il robot deve andare dritto davanti a sé, ma quando incontra una parete deve svoltare a destra» (e non è chiaro perché dovremmo considerare l'una o l'altra come erronea). Non vi è qualcosa come *il* comportamento desiderato del robot; il comportamento effettivo può al più essere confrontato con diversi *modelli* del comportamento desiderato.

Cosa intendiamo per “comportamento effettivo” di un sistema? Anche questo è un concetto vago. Potremmo identificarlo con il comportamento che il robot ha prodotto in particolari circostanze ambientali. Spesso, tuttavia, non basta una sola osservazione: si eseguono più “prove sperimentali” in condizioni identiche o magari leggermente diverse tra di loro. Ciò con cui si confronta il modello del comportamento desiderato non è allora il comportamento prodotto “qui e ora” dal robot, bensì un *modello del comportamento effettivo* del robot che incorpora una certa quota di astrazione rispetto alle singole osservazioni («questo robot *in generale* evita gli ostacoli: nella seconda prova ha sbattuto contro la parete, ma solo perché l'ho spostato accidentalmente io con il piede»). Spesso, d'altra parte, ciò con cui confrontiamo il nostro o altrui modello del comportamento desiderato non corrisponde nemmeno indirettamente al comportamento *effettivamente* prodotto dal sistema: in molti casi riconosciamo la presenza di un errore nel programma ancor prima di far “girare” il robot, simulando mentalmente il suo comportamento. Confrontiamo dunque un modello del comportamento desiderato con una rappresentazione o *modello del comportamento effettivo*.

A valle di queste considerazioni emerge dunque il carattere *prospettico* (*desideratum* 1, sezione “Vari tipi di domande”) di qualsiasi giudizio in merito alla presenza o meno di un errore di programmazione. La tesi secondo cui l'errore è ciò che causa una discrepanza tra il comportamento effettivo del sistema e quello desiderato deve essere precisata esplicitando il ruolo *delle nostre rappresentazioni* del comportamento del robot: l'errore è ciò che causa una discrepanza tra un certo modello del comportamento atteso e un certo modello del comportamento effettivo del sistema. Qualsiasi giudizio sulla presenza di un errore di programmazione presuppone l'adozione di un punto di vista sul comportamento del sistema (è facile ca-

pire perché questa tesi corre in direzione contraria rispetto a quella proposta da Agostini *et al.*, 2014 e riportata nell'introduzione). Se due persone legittimamente adottano diversi punti di vista (modelli) sul comportamento desiderato o sul comportamento effettivo del sistema, potranno legittimamente avere opinioni diverse in merito alla presenza o meno di un errore. Il carattere prospettico del giudizio di errore non implica il fatto che tale giudizio debba essere arbitrario (*desideratum* 2, nella sezione “Vari tipi di domande”). Vi possono essere buone ragioni, indipendenti dal capriccio personale, per ritenere che un certo modello del comportamento effettivo del sistema sia migliore di un altro – per esempio, per ritenere che B possieda un modello del comportamento effettivo basato sull'osservazione inaccurata di certi movimenti “sospetti” del robot.

La letteratura di ricerca sottolinea occasionalmente il carattere prospettico dei concetti di “comportamento desiderato” e “comportamento effettivo” del sistema. Ko e Myers (2005) definiscono le specifiche del programma (*program's design specifications*) come l'interpretazione formale o informale (*formal and informal interpretations*) che il programmatore possiede in merito alle aspettative generali sul comportamento e sulle funzionalità del software (p. 43). O'Dell (2017, p. 40) sottolinea che, durante la programmazione, «i programmatori per forza di cose devono basarsi su approssimazioni del comportamento del sistema (modelli mentali) durante lo sviluppo. I modelli mentali permettono ai programmatori di ragionare accuratamente sul comportamento del sistema». Soloway (1986) sottolinea che imparare a programmare significa in larga misura imparare a costruire modelli esplicativi del comportamento del robot. Questi occasionali richiami al carattere prospettico di qualsiasi riferimento al comportamento del sistema non vengono però utilizzati per inferire che anche il giudizio di errore è un giudizio prospettico: ovvero che qualunque giudizio di errore dipende inevitabilmente dall'adozione di un certo punto di vista – che può essere più o meno sensato, più o meno legittimo – sul comportamento in questione.

## **Errori e regole di una buona programmazione**

Al termine della sezione “Errori e comportamento del sistema” abbiamo sostenuto che la tesi secondo cui “qualcosa” è un errore se causa una discrepanza tra il comportamento effettivo e quello desiderato del sistema è vaga e troppo restrittiva. È vaga per i motivi sostenuti nella sezione prece-

dente. È troppo restrittiva se ammettiamo la possibilità che un programma possa essere considerato errato nonostante il comportamento del sistema sia conforme a quello desiderato sotto qualsiasi plausibile prospettiva. A meno di imprevisti *hardware* o ambientali, è sicuramente conforme a quello desiderato il comportamento del robot programmato come nelle figure 2a e 2b. Eppure, i due programmi contengono frammenti di codice che potrebbero essere malvisti da alcuni programmatori: l’iniziale assegnazione di un valore alla variabile nel programma 2a e, soprattutto, l’assegnazione di un valore booleano a una variabile che sarà poi usata come numerica nel programma 2b. Questi frammenti di codice sono qualificabili come errori di programmazione e, se sì, in base a quali criteri? Non certo attraverso il criterio della discordanza comportamentale.

Vi sono casi in cui, anche se il robot produce un comportamento conforme a quello desiderato, un programma appare errato perché viola gli *standard* della “buona” programmazione. Uno dei compiti affrontati dal CAPP è stato proprio quello di analizzare la natura di questi *standard*. Gli autori (si veda per esempio Soloway e Ehrlich, 1984) hanno sostenuto che gli esperti nella programmazione dispongono di un ricco repertorio di piani di programma (*programming plans*) e di regole di programmazione (*rules of programming discourse*). Prima di definire meglio questi costrutti, vale la pena tracciare il disegno complessivo del discorso. Un programmatore può *non* applicare i piani di programma o le regole di programmazione che avrebbe applicato un programmatore esperto. Gli autori di questa tradizione di ricerca affermano che, strettamente parlando, un programma che non si conforma ai piani di programma e alle regole di programmazione che avrebbe utilizzato un esperto non è scorretto (*incorrect*) nella misura in cui produce il comportamento desiderato (si veda la nota 5 di Soloway e Ehrlich, 1984, p. 602). «Tuttavia, è un programma *strano*» (corsivo aggiunto). Per questo motivo, scelgono dopotutto di chiamare corretta (*correct*) la scelta di aderire al repertorio di piani e di regole dei programmatori esperti. Spohrer e Soloway (1986) affermano che «i *bug* consistono in differenze tra i piani di programma corretti e le implementazioni difettose che di fatto vengono utilizzate dai novizi», dove i piani corretti (*correct plans*) sono i piani inclusi nel repertorio dei programmatori “esperti”; in termini simili si esprimono (Johnson et al., 1983) nel loro catalogo di tipi di “bug” frequentemente commessi dai programmatori alle prime armi.

A monte delle questioni terminologiche, la riflessione del gruppo CAPP fornisce spunti interessanti per riflettere sulla possibilità che un program-

matore A possa ritenere sbagliato il programma costruito da B perché viola (quelle che per A sono) le regole della “buona” programmazione.

I piani di programma sono «frammenti di programma che rappresentano sequenze stereotipate di azioni» (Elliot Soloway e Ehrlich, 1984, p. 595), ovvero strutture algoritmiche canoniche e “pre-confezionate” utili per la soluzione di problemi di un certo tipo. Immaginiamo che A abbia alle sue spalle una lunga storia di programmazione del robot CoderBot. È possibile che nel suo repertorio di piani di programma vi sia il seguente, da cui partirà quasi “senza pensarci” ogni volta che vorrà programmare il robot perché si allontani da eventuali oggetti percepiti attraverso uno dei sonar.

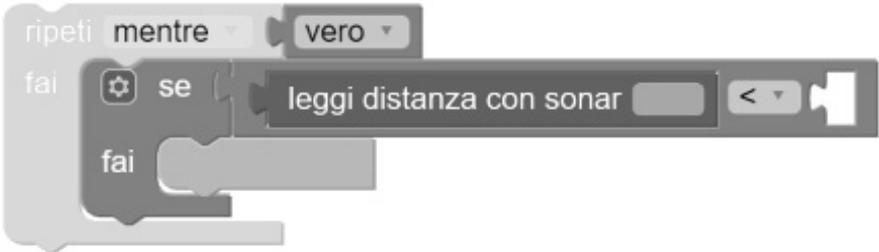


Fig. 4

Questo non è un programma ma un *piano* di programma, ovvero una struttura che attende di essere completata con dettagli corrispondenti al numero del sensore, alla soglia di reazione, all’azione motoria da eseguire. È possibile che il repertorio di A includa anche piani “pre-confezionati” per realizzare fughe che tengono conto di tutti e tre i sensori. Due possibili piani sono raffigurati in Figura 5a e b.

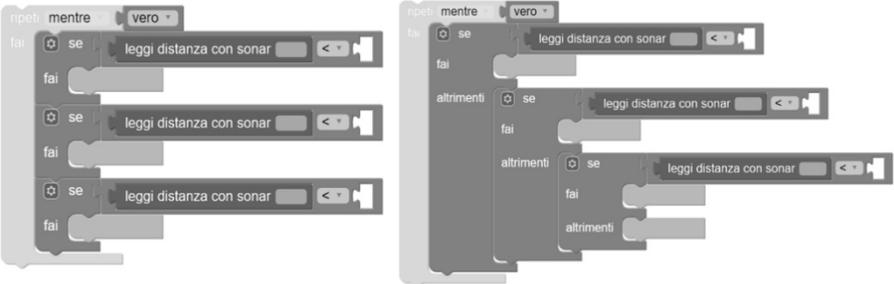


Fig. 5 - (a) e (b)

Oppure, il repertorio di A potrebbe includere il seguente piano di programma per lo stesso problema:



Fig. 6

Questo piano di programma prevede, a ogni passo, il calcolo di un angolo e di una velocità di sterzata basati sul valore corrente dei sensori: alle variabili “sterzata” e “velocità” saranno assegnati valori che risultano da qualche tipo di elaborazione numerica sui valori delle variabili *var1*, *var2* e *var3*, ovvero sui valori delle letture sensoriali. Potremmo chiamare i piani di programma *strategie* di programmazione: c’è in effetti un senso per cui tre programmatori che partano dai tre schemi appena discussi applicano tre diverse strategie per la soluzione dello stesso problema (anche se il termine “strategia” può assumere molti altri significati, si veda Merisio in questo volume; Gabriele *et al.*, 2017; Gaudiello e Zibetti, 2013). L’assortimento di piani di cui dispone un programmatore dipende evidentemente da fattori contingenti che includono la sua storia di interazione con il robot, il suo livello di esperienza nella programmazione informatica, l’esposizione alle teorie sulle architetture robotiche, e così via (si veda Linn, 1985 per una discussione sull’insegnamento di piani di programma e regole di programmazione). Per esempio, chi abbia familiarità con le architetture a sussunzione della cosiddetta *behavior-based robotics* (Brooks, 1986) potrebbe preferire il piano della figura Figura 5b a quello della Figura 5a, e guardare con un certo grado di disapprovazione chi si appresti a utilizzare quest’ultimo. Chi abbia familiarità con i meccanismi di fusione sensoriale (Arkin, 1998; Mataric, 2007) potrà invece preferire lo schema di Figura 6 rispetto a quelli delle Figure 5a e 5b. Vi sono buone ragioni per ritenere che un meccanismo di fusione sensoriale garantisca reazioni più adeguate agli stimoli ambientali rispetto a quelle, stereotipate e gerarchiche, prodotte dal-

le architetture a sussunzione. Tuttavia, se la richiesta dell'educatore è "semplicemente" quella di programmare il robot perché si muova nell'ambiente evitando di collidere contro gli oggetti, le tre strategie potrebbero funzionare altrettanto bene: uno dei motivi che possono spingere l'educatore a guardare con disapprovazione la scelta del piano 5a è legato al fatto che esso non fa parte del repertorio di piani che egli considera "migliori" per la soluzione di problemi di quel tipo. La letteratura sui piani di programma è estesa: Soloway *et al.*, (1982) e Spohrer e Soloway (1986) analizzano alcune regole utilizzate dai programmatori per combinare più piani di programma in "nuovi" piani, mentre Gilmore e Green (1988) riflettono criticamente sulla possibilità di considerare i piani di programma come rappresentazioni mentali della struttura algoritmica di un programma. Tra la non copiosa letteratura sui piani di programma applicati in robotica educativa è opportuno citare il lavoro di Scaradozzi e colleghi (2020).

Nella cornice teorica che stiamo discutendo, programmare "bene" significa adottare certi piani di programma per la soluzione del problema posto. Non solo: significa anche, secondo il gruppo CAPP, adottare regole di programmazione condivise dalla comunità informatica e robotica. Le regole di programmazione sono «regole che specificano convenzioni da adottare nella programmazione, per esempio quella secondo cui il nome di una variabile dovrebbe in linea di massima informare sulla sua funzione» (Elliot Soloway e Ehrlich, 1984, p. 595). Altre regole di programmazione spesso adottate dai programmatori "esperti" riguardano la consistenza nell'uso delle variabili all'interno del programma (Lodi *et al.*, 2019; Proulx, 2000; Sajaniemi, 2002). Per esempio, il programma di Figura 2b viola la regola di programmazione secondo cui una variabile il cui ruolo è quello di rappresentare valori numerici deve essere inizializzata con valori numerici.

Ricapitoliamo. Talvolta vediamo errori nei programmi realizzati da altri programmatori anche se il comportamento effettivo è conforme a quello desiderato. In base a una possibile interpretazione, suggerita dalla letteratura prodotta dal CAPP, ciò accade perché riteniamo che il programma non sia conforme agli *standard* della "buona" programmazione, definibili in termini di piani di programma e di regole di programmazione (e l'errore potrebbe essere identificato con quelle che altrove abbiamo chiamato *linee critiche*, ovvero i frammenti di codice che evidenziano la discrepanza). Se i "buoni programmi" sono quelli che aderiscono agli *standard* fissati dai programmatori esperti, il giudizio in merito alla presenza o assenza di un errore non è soltanto *scientifico*, basato sull'osservazione e sulla modella-

zione teorica della realtà (come quello che abbiamo discusso nella sezione “Errori e modelli del sistema”), ma anche *sociale*, perché la distinzione tra “esperti” e “novizi” non dipende unicamente da “com’è fatto il mondo”. Questa considerazione è in linea con una delle assunzioni che stanno alla base dell’orientamento sistemico allo studio degli errori umani: «l’attribuzione di un errore a fatto compiuto è un processo di giudizio sociale e non una conclusione scientifica» (Cook e Woods, 1994).

## Le cause dell’errore

Una cosa è chiedersi sotto quali condizioni “qualcosa” sia qualificabile come errore, un’altra cosa è chiedersi cosa abbia prodotto quel “qualcosa”, ovvero interrogarsi a proposito delle sue cause. Questa domanda, al centro della più volte ricordata “new view” sugli errori umani (Dekker, 2002) e di molta letteratura sulla psicologia dei processi di programmazione, assume forme diverse a seconda di cosa intendiamo per “errore” (sezione “La natura dell’errore”). Per semplificare il discorso, assumeremo che gli errori consistano in frammenti di codice (classificati come sbagliati in base a qualche criterio più o meno affine a quelli discussi nella sezione precedente), e che le cause degli errori siano da ricercarsi nelle cause delle azioni che hanno condotto all’inserimento di quei frammenti di codice. Coerentemente con l’impianto complessivo di questo contributo, l’obiettivo di questa sezione non è quello (empirico) di discutere quali possano essere le cause degli errori di programmazione robotica, bensì quello di discutere in quali sensi si può parlare di “causa” delle azioni di programmazione. Identificheremo, in particolare, tre differenti possibili stili di spiegazione dell’errore. Un primo stile di spiegazione è quello che qui chiameremo *procedurale*: la causa dell’errore viene identificata nell’adozione di una particolare strategia o procedura di ragionamento. Un secondo stile di spiegazione è quello che potremmo chiamare *dichiarativo*: la causa dell’errore viene identificata in particolari conoscenze che hanno portato il programmatore a inserire il frammento di codice in esame. Infine, è possibile adottare un orientamento *funzionale*: la causa dell’errore viene identificata nel (mal)funzionamento di un meccanismo o processo cognitivo del programmatore. Questa distinzione, certo non l’unica possibile, si basa su una ricostruzione degli stili di spiegazione adottati nella letteratura di riferimento, su distinzioni concettuali (come quella tra *procedura* e *conoscenza*) gene-

ralmente accettate nella scienza cognitiva contemporanea ma non per questo inoppugnabili, e sull'analisi degli stili di spiegazione scientifica che possono essere adottati nello studio del comportamento – tra cui lo stile funzionale (Cummins, 1983) e algoritmico (Cummins, 1977).

Nelle spiegazioni di tipo procedurale, la causa dell'errore viene identificata nell'adozione di una particolare strategia o procedura di ragionamento. «Molti errori sembrano avere una base razionale», affermano (Brown e VanLehn, 1980, p. 381): essi risultano dall'applicazione (anche consapevole) di certe regole o procedure di ragionamento. Se spieghiamo l'inserimento di “>” anziché “<” nello scenario 1 identificando una fallacia nel ragionamento del programmatore B, adottiamo uno stile di spiegazione procedurale. La letteratura del gruppo della Yale University fornisce una cornice concettuale per elaborare spiegazioni procedurali, identificando possibili cause dell'errore nella scelta di piani di programma o di regole di programmazione inappropriate.

Tra gli obiettivi di questa letteratura vi è anche quello di definire dei *meccanismi* che rendono prevedibile, in certi casi, l'adozione di piani di programma o regole di programmazione inappropriate, spiegando dunque perché talvolta osserviamo errori sistematici e canonici in certe fasi dell'apprendimento o in contesti caratterizzati da particolari orientamenti didattici. Tali meccanismi vengono chiamati “generatori di bug” (*bug generators*) da Bonar e Soloway (1985), il cui lavoro è ispirato alla *repair theory* elaborata da (Brown e VanLehn, 1980) nello studio dei problemi aritmetici. In base alla teoria di Bonar e Soloway, gli errori di programmazione vengono commessi nei momenti di stallo, ovvero quando il programmatore incontra un problema che non sa risolvere. Per risolverlo “mette una pezza” (*patch*) inappropriata. Gli autori descrivono questo meccanismo utilizzando il già noto concetto di *piano di programma*. Una situazione tipica è la seguente: quando un programmatore non ha a disposizione nel proprio repertorio un piano adatto alla soluzione del problema posto, può “inventarsi” un piano nuovo derivandolo da procedure espresse in linguaggio naturale (*step-by-step natural language procedures*). Abbiamo quotidianamente a che fare con procedure espresse in linguaggio naturale – dal classico esempio della ricetta alle istruzioni per partecipare a un colloquio di lavoro. Non è però detto che esse si prestino a essere facilmente tradotte in procedure che possono essere eseguite da un calcolatore o un robot, e l'uso di termini appartenenti al linguaggio naturale nei linguaggi di programmazione può talvolta fuorviare. Molti errori, secondo gli autori, derivano proprio da una

poco attenta traduzione da procedure espresse in linguaggio naturale a procedure adatte a essere eseguite dal calcolatore. Facciamo un esempio. «Finché la temperatura è superiore a 20 gradi, non accendere il riscaldamento». Sotto una plausibile interpretazione, questa indicazione impone di non accendere il riscaldamento se la temperatura è superiore a 20 gradi, e di accenderlo quando è inferiore. Alcuni linguaggi di programmazione (per esempio, Visual Basic) possiedono il costrutto “do ... until” traducibile in italiano con “fai ... finché”. Ma il senso di “finché” nell’istruzione italiana è diametralmente opposto al significato di *until* in questi linguaggi di programmazione: “do (qualcosa) *until* (condizione)”, in Visual Basic, ripeterà quel qualcosa fino al momento in cui la condizione diventa vera – ovvero, solo mentre è falsa. Quindi, tradurre “finché la temperatura è superiore a 20 gradi, non accendere il riscaldamento” in qualcosa di simile a “do (non accendere il riscaldamento) *until* (la temperatura è superiore a 20 gradi)” farà sì che il sistema non accenda il riscaldamento quando la temperatura è inferiore a 20 gradi. Se il programmatore sceglie di applicare il piano di programma “do ... until” perché la procedura che vuole realizzare è espressa in italiano attraverso il termine “finché”, traduce troppo “letteralmente” un piano espresso in linguaggio naturale in un piano di programma: il *bug generator* è quello che Bonar e Soloway chiamano «usare il linguaggio di programmazione come se fosse linguaggio naturale» (*programming language used as if it were natural language*).

Formuliamo una spiegazione *dichiarativa* quando affermiamo che una certa scelta di programmazione dipende dall’adozione, da parte del programmatore, di certe conoscenze e assunzioni di sfondo (e non dall’applicazione di certe strategie di ragionamento, come nelle spiegazioni procedurali). Alcune scelte di programmazione possono dipendere dall’adozione di certe assunzioni di sfondo sulle caratteristiche *hardware* del sistema o sulle caratteristiche ambientali. Per esempio, la scelta di inserire il valore soglia “30” nel programma di Figura 1 può dipendere dal fatto che B ritiene che tale valore corrisponda a una distanza di 30 cm (ma l’unità di misura può essere naturalmente diversa). Alcune scelte di programmazione robotica possono dipendere dalla rappresentazione che B possiede in merito all’ambiente in cui si muoverà il robot. Altre ancora possono dipendere da assunzioni di sfondo sul linguaggio di programmazione. Pea (1986) ha condotto un’analisi ormai classica di alcuni equivoci (*misconceptions*) tipici di chi impara a comporre programmi attraverso linguaggi imperativi. Uno è l’errore del parallelismo (*parallelism bug*), ovvero

l'assunzione che diverse linee di codice disposte in sequenza possano invece essere "attive" nello stesso momento. L'errore del parallelismo si manifesta quando, per esempio, un programmatore applica il piano di programma della Figura 5a assumendo che il sistema sia in grado di valutare *in qualsiasi momento* tutte e tre le espressioni "se ... allora" e dimenticando che il programma ha una struttura sequenziale: a ogni ciclo prima valuta la prima espressione, poi la seconda, poi la terza; se la condizione di *test* della prima espressione diventa vera mentre il sistema sta valutando la seconda o la terza espressione, la relativa azione non verrà eseguita (almeno in quel momento). Gli errori dell'intenzionalità (*intentionality bug*) e dell'egocentrismo (*egocentrism bug*) derivano dall'assunzione che il calcolatore in qualche modo riesca a ricostruire l'intenzione del programmatore e metterla in atto anche se il programmatore non ha fornito alcune informazioni cruciali: «non fare quello che ti ho detto di fare, fai quello che voglio che tu faccia!». Alla radice di questi equivoci, Pea identifica quello che chiama il *superbug*.

Il *superbug* può essere descritto come l'idea che vi sia una *mente nascosta* da qualche parte nel linguaggio di programmazione, che possiede intelligenza e potere interpretativo. Sa cosa è accaduto o cosa accadrà in linee di programma diverse da quella in esecuzione; può esercitare benevolenza andando oltre l'informazione data per aiutare lo studente a raggiungere i suoi obiettivi nella scrittura del programma. Questo riferimento al "*superbug* della mente nascosta" permette di fornire una spiegazione profonda dei vari fraintendimenti che affliggono il programmatore in erba (Pea, 1986, pp. 32–33).

E alla radice del *superbug* potremmo trovare la naturale tendenza, che Michael Tomasello ritiene costitutiva di larga parte del genere umano (forse, con l'eccezione dei bambini molto piccoli e delle persone nello spettro autistico) di attribuire una mente agli enti con cui interagisce (Tomasello, 2018). Per una rassegna aggiornata della letteratura, si veda (Qian e Lehman, 2017).

Gli stili di spiegazione procedurale e dichiarativo differiscono in un senso importante dallo stile di spiegazione *funzionale*, in cui il comportamento (errato) del programmatore viene ricondotto al (mal)funzionamento di un modulo o processo cognitivo. Le teorie della scienza cognitiva rappresentano la mente umana e animale come articolata in meccanismi composti da moduli funzionali; un modulo si dice *funzionale* se si distingue dagli altri in virtù della funzione che svolge nel sistema. Per esempio, fare riferimento

alla *memoria a breve termine* di un essere umano significa far riferimento a un componente del suo sistema cognitivo identificato attraverso la funzione che esso svolge nel sistema, che è quella di conservare informazioni per un breve lasso di tempo (e non, per esempio, identificato attraverso la porzione del cervello che svolge quella funzione). Attenzione, memoria dichiarativa e procedurale, memoria a lungo termine e a breve termine, inibizione, sono nomi di moduli cognitivi postulati da molte teorie cognitive sul comportamento umano e animale. Per una analisi classica della nozione di modulo cognitivo si veda (Fodor, 1983); per una discussione sulla struttura delle teorie della scienza cognitiva si veda (Cummins, 1983; Datteri, 2017); per un'esposizione classica della storia della fase "classica" della scienza cognitiva si veda (Gardner, 1985). È opportuno sottolineare che l'adozione di uno stile di spiegazione funzionale non implica l'adozione di una particolare tesi a proposito della natura della mente (in particolare, non implica l'adozione del cosiddetto funzionalismo né tantomeno di alcuna forma di riduzionismo, per le ragioni discusse in Datteri, 2017).

Lo stile di spiegazione funzionale è adottato da una vasta tradizione di ricerca sull'errore umano che include i lavori di Donald Norman (Norman, 1983; Norman e Shallice, 1980), James Reason (Reason, 1990), Rasmussen (Rasmussen, 2003) e altri. Questi autori presuppongono che i solutori umani di problemi posseggano una certa struttura cognitiva e identificano varie classi di (mal)funzionamento cognitivo che possono causare errori, identificando gli *slip/lapse*, i *mistake*, e gli errori *knowledge-based* (termini che manterremo nella versione inglese per evitare fraintendimenti di traduzione). Discuteremo queste distinzioni con riferimento ai processi di programmazione, seguendo l'impostazione di Ko e Myers (2005).

Se affermiamo che B, nello scenario 1, ha inserito ">" anziché "<" per *disattenzione*, dunque che egli voleva inserire "<" ma ha inavvertitamente sbagliato tasto (magari perché, mentre stava avvicinando la mano alla tastiera, è stato disturbato da un amico), spieghiamo il suo comportamento come causato da un fallimento nel monitoraggio dell'esecuzione dell'azione intesa. Questo è quello che gli autori sopra citati chiamano uno *slip*. Se la sua intenzione era quella di scrivere il simbolo corrispondente a "minore di", ma ha scritto il simbolo ">" perché si è momentaneamente confuso su quale fosse il simbolo corrispondente a "minore di", ha commesso un *lapse*, termine generalmente utilizzato per indicare momentanei vuoti di memoria. Si noti che la distinzione tra *slip* e *lapse* è espressa in termini funzionali: la stessa azione può essere qualificata come *slip* o *lapse*

se è causata dal fallimento, rispettivamente, dei moduli cognitivi deputati al monitoraggio dell'esecuzione dell'azione (che tipicamente coinvolgono l'attenzione selettiva) o dei moduli cognitivi deputati alla gestione della memoria. A monte di questa distinzione, *slip* e *lapse* hanno molto in comune: chi li commette finisce per fare una cosa diversa da quella che aveva intenzione di fare.

Supponiamo invece che B volesse proprio scrivere il simbolo corrispondente a “maggiore di”. L'errore, in questo caso, non sta nella scorretta esecuzione di un'intenzione “giusta”, ma nella corretta esecuzione di un'intenzione “sbagliata” (rimandiamo alla sezione “Quando ‘qualcosa’ è un errore?” per una discussione sui criteri che possono classificare come giusta l'intenzione di scrivere “>” per quello scopo). Il termine *mistake* identifica errori di questo tipo. In termini procedurali, potremmo spiegare questo comportamento come risultante da un ragionamento sbagliato – per esempio, dall'adozione del seguente piano di programma:

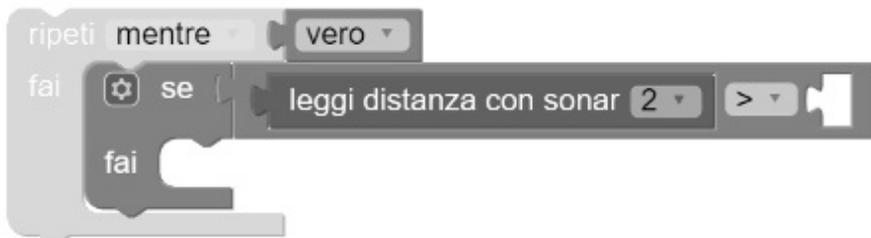


Fig. 7

Molti *mistake*, secondo (Reason, 1990), consistono effettivamente nella scelta di una regola (in questo caso, piano di programma) sbagliata rispetto al contesto, oppure nella distorsione di una regola che potrebbe essere appropriata al contesto (per esempio, nella modifica del più appropriato piano di programma rappresentato in Figura 4). La spiegazione funzionale, tuttavia, non si ferma all'identificazione del piano di programma “sbagliato” – questo è ciò che accade nelle spiegazioni procedurali – ma indaga le cause cognitive della selezione di quel piano. Reason (1990) suggerisce che una regola “sbagliata” può essere preferita ad altre in un sistema cognitivo che ordina il proprio repertorio di regole mettendo in cima alla lista quelle che più frequentemente, in passato, hanno condotto al successo: può darsi il caso, per esempio, che il programmatore abbia utilizzato così spesso il piano di Figura 7 da ritenere che esso indichi la strada giusta per risolvere an-

che il problema in questione. Oppure, il programmatore potrebbe avere scelto quel piano di programma perché il suo sistema cognitivo non ha notato indizi contestuali che ne avrebbero scoraggiato l'uso. In tutti questi casi il suo comportamento non è spiegato (soltanto) nei termini della procedura di ragionamento che ha seguito, bensì nei termini delle cause cognitive che lo hanno condotto ad adottare quella procedura di ragionamento.

Un terzo tipo di errori funzionalmente identificati è quella dei cosiddetti errori *knowledge-based*. Supponiamo che il programmatore non abbia composto il programma raffigurato in Figura 1 perché influenzato dal suo repertorio di piani di programma – magari perché era talmente “alle prime armi” da non avere alcun bagaglio di possibili soluzioni preconfezionate – ma che abbia compiuto un processo di ragionamento del tutto *ex novo*. Dando voce ai suoi pensieri, potrebbe avere consapevolmente ragionato nei termini seguenti: «se voglio che il robot svolti a destra quando c'è un oggetto a sinistra devo scrivere '>', perché se c'è un oggetto a sinistra il sensore a ultrasuoni restituirà un valore superiore a 30». È evidente la falla in questo ragionamento: è *false* che, se vicino a un oggetto, il sensore a ultrasuoni restituisce un valore superiore a 30. Una spiegazione dichiarativa (si veda sopra) si fermerebbe qui, spiegando l'errore di B nei termini di un'assunzione falsa sul funzionamento del robot. Una spiegazione funzionale, invece, cerca le cause cognitive del riferimento a tale assunzione. Alcuni errori di conoscenza (*knowledge-based*, appunto) derivano, secondo la letteratura di riferimento, su perturbazioni dei moduli cognitivi deputati al recupero delle informazioni (*information retrieval*). Può essere che B avesse capito, in passato, che la lettura sensoriale è tanto minore quanto più vicino è l'oggetto, ma che questa conoscenza non sia stata fedelmente richiamata durante la composizione di questo programma perché, magari, la sua attenzione era distratta su altri fronti oppure la sua memoria di lavoro era in quel momento “stressata” dalla complessità del compito che stava affrontando. Questa, naturalmente, è solo una delle possibili cause cognitive degli errori *knowledge-based* discusse in letteratura.

Ricapitoliamo. Si mette in atto una spiegazione funzionale dell'errore di programmazione nel momento in cui si identificano le cause dell'errore nel (mal)funzionamento di un modulo o di un processo cognitivo in atto nel programmatore. La letteratura sugli errori umani citata sopra fornisce un'ampia tassonomia di possibili cause cognitive dell'errore, articolata lungo la distinzione tra *slip/lapse*, *mistake*, ed errori *knowledge-based*. Ko e Myers (2005) applicano questa tassonomia allo studio degli errori di programmazione.

Come emerge dalla discussione sulla spiegazione funzionale, è in linea di principio possibile integrare diversi stili di spiegazione: i cosiddetti *mistake* possono essere spiegati sia in termini procedurali sia in termini funzionali, e gli errori *knowledge-based* possono essere spiegati sia in termini dichiarativi che in termini funzionali; il termine *slip* è utilizzato nella letteratura dedicata all'analisi in termini procedurali degli errori di programmazione (Bonar e Soloway, 1985) e aritmetici (Brown e VanLehn, 1980).

## Conclusioni

Che cosa sono gli *errori* nella costruzione di un sistema robotico? Questa domanda genera alcune questioni concettuali: di che natura è quel “qualcosa” che chiamiamo errore di programmazione? Sotto quali condizioni quel “qualcosa” può essere legittimamente chiamato errore di programmazione? Cosa significa interrogarsi sulle cause degli errori di programmazione? Abbiamo affrontato queste domande senza l'ambizione di fornire risposte originali: facendo riferimento alla letteratura di ricerca sulla psicologia dei processi di programmazione e sulle cause degli errori umani, abbiamo evidenziato come lo spazio delle possibili risposte sia ampio e ricco di insidie concettuali. Sbaglia, dunque, chi ritiene che il comportamento del robot renda *visibili* gli errori di programmazione e che, nei contesti cosiddetti di robotica educativa, sia ovvio cos'è e cosa non è un errore. Se riteniamo che l'elaborazione degli errori sia fondamentale nei processi di apprendimento – che *sbagliando s'impara* – è molto importante porsi le questioni concettuali affrontate in questo contributo, ovvero riflettere su cosa intendiamo per errore di programmazione.

L'analisi condotta in queste pagine solleva molte questioni empiriche in merito ai processi di programmazione di robot progettati per fini educativi. Cos'è un errore per educatori e bambini? Quali criteri essi adottano per decidere se “qualcosa” è un errore, in cosa identificano questo “qualcosa”, e come tutto ciò dipende da fattori esperienziali, culturali, linguistici, ambientali? Come educatori e bambini costruiscono i loro modelli del comportamento effettivo e del comportamento desiderato del sistema? In che modo la rappresentazione del comportamento desiderato dipende dalla formulazione linguistica della richiesta e dalle esperienze di programmazione delle parti coinvolte? In che modo l'osservazione del comportamento prodotto dal sistema è influenzata dalle aspettative o speranze del programmatore?

Come educatori e bambini costruiscono il loro repertorio di piani di programma e di regole di programmazione? Com'è composto il repertorio tipico di educatori e dei bambini, e come tale composizione dipende dal percorso di apprendimento che hanno attraversato (dai problemi che hanno incontrato, dai linguaggi di programmazione con cui hanno acquisito familiarità)? La scelta di certi piani di programma è condizionata dalla formulazione linguistica del comportamento desiderato? Come avviene la combinazione tra piani di programma? Vi sono casi di traduzione “troppo letterale” da procedure espresse in linguaggio naturale in piani di programma? Le caratteristiche del linguaggio di programmazione (per esempio, l'uso di termini appartenenti al linguaggio naturale) favoriscono il verificarsi di tali traduzioni troppo letterali (come nel caso del “finché” e dell'*until* analizzato in precedenza)? Quali sono i fraintendimenti tipici, in educatori e bambini, a proposito del funzionamento dell'*hardware* robotico o del linguaggio di programmazione? Troviamo, nelle esperienze di robotica educativa, versioni del *superbug* o dei fraintendimenti analizzati da Roy Pea e dalla letteratura più recente? Quali vie possono prospettarsi per incrociare gli studi sulla psicologia cognitiva dei processi di apprendimento e gli studi sugli errori di programmazione robotica, al fine di sviluppare spiegazioni funzionali degli errori commessi da educatori e bambini? Si vedano (Gilmore, 1990) e (Sheil, 1981) per alcune riflessioni critiche sulle metodologie che possono essere adottate per affrontare domande di questo tipo. La ricca letteratura di ricerca esistente si concentra soprattutto sulla programmazione di sistemi *non* robotici. Non è ovvio che le risposte date in letteratura siano facilmente estendibili alla programmazione di robot, sistemi il cui comportamento è soltanto in parte determinato dal programma di controllo, sistemi che impongono di controllare variabili fisiche, ambientali, e forse anche relazionali nel processo di riflessione sugli errori.

## Bibliografia

- Agostini A., Micucci D., e Rolandi A. (2014), Educational robotics: An experiment conducted in primary schools [La robotica educativa: Un esperimento condotto nelle scuole primarie]. *Mondo Digitale*, 13,51: 551-560.
- Angel-Fernandez J.M. e Vincze M. (2018), *Towards a Definition of Educational Robotics*, in Zech P. e Piater J., eds., *Proceedings of the Austrian Robotics Workshop 2018*, Innsbruck University Press, 38-42.

- Arkin R. C. (1998), *Behavior-Based Robotics*, The MIT Press.
- Bonar J., e Soloway E. (1985), "Preprogramming Knowledge: A Major Source of Misconceptions in Novice Programmers", *Human-Computer Interaction*, 1, 2: 133-161.
- Brooks R. (1986), "A robust layered control system for a mobile robot", *IEEE Journal on Robotics and Automation*, 2, 1: 14-23.
- Brown J. S., e Burton R. R. (1978), "Diagnostic Models for Procedural Bugs in Basic Mathematical Skills", *Cognitive Science*, 2, 2: 155-192.
- Brown J. S., e VanLehn K. (1980), "Repair Theory: A Generative Theory of Bugs in Procedural Skills", *Cognitive Science*, 4, 4: 379-426.
- Chase W. G., e Simon H. A. (1973), "Perception in chess", *Cognitive Psychology*, 4,1: 55-81.
- Chmiel R., e Loui M. C. (2004), "Debugging: from novice to expert", *ACM SIGCSE Bulletin*, 36, 1: 17.
- Cook R. I., e Woods D. D. (1994), *Operating at the Sharp End: The Complexity of Human Error*, In M. S. Bogner (Ed.), *Human Error in Medicine*. CRC Press, 255-310.
- Cummins R. (1977), "Programs in the Explanation of Behavior", *Philosophy of Science*, 44, 2: 269-287.
- Cummins R. (1983), *The Nature of Psychological Explanation*, The MIT Press. A Bradford Book.
- Datteri E. (2017), *Che cos'è la scienza cognitiva*, Carocci, Roma.
- Dekker S. W. A. (2002), "Reconstructing human contributions to accidents: the new view on error and performance", *Journal of Safety Research*, 33, 3: 371-385.
- Eisenberg M., e Peelle H. A. (1983), "APL learning bugs", *ACM SIGAPL APL Quote Quad*, 13, 3: 11-16.
- Fodor J. A. (1983), *The modularity of mind. An essay on faculty psychology*, The MIT Press. A Bradford Book.
- Gabriele L., Marocco D., Bertacchini F., Pantano P., e Bilotta E. (2017), "An educational robotics lab to investigate cognitive strategies and to foster learning in an arts and humanities course degree", *International Journal of Online Engineering*, 13, 4: 7-19.
- Gardner H. (1985), *The mind's new science. A history of the cognitive revolution*, Basic Books.
- Garner S., Haden P., e Robins A. (2005), "My Program is Correct But it Doesn't Run: A Preliminary Investigation of Novice Programmers' Problems", *ACE '05: Proceedings of the 7th Australasian Conference on Computing Education*, 42, 173-180.
- Gaudiello I., e Zibetti E. (2013), "Using control heuristics as a means to explore the educational potential of robotics kits", *Themes in Science & Technology Education*, 6, 1: 15-28.

- Gilmore D J, e Green T. R. G. (1988), "Programming Plans and Programming Expertise", *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 40, 3: 423-442.
- Gilmore D.J. (1990), *Methodological Issues in the Study of Programming*, in J.M. Hoc, T.R.G. Green, R. Samurçay, D.J. Gilmore (Ed.), *Psychology of Programming*, Academic Press, 83-98.
- Johnson W.L., Soloway E., Cutler B., e Draper, S. (1983), *Bug Catalogue: I*, YaleU/CSD/RR #286.
- Knuth D.E. (1989), "The errors of tex", *Software: Practice and Experience*, 19, 7: 607-685.
- Ko A.J., e Myers, B.A. (2005), "A framework and methodology for studying the causes of software errors in programming systems", *Journal of Visual Languages and Computing*, 16, 1-2: 41-84.
- Linn M.C. (1985), "The Cognitive Consequences of Programming Instruction in Classrooms", *Educational Researcher*, 14, 5: 14-29.
- Lodi M., Malchiodi D., Monga M., Morpurgo A., e Spieler B. (2019), "Constructionist attempts at supporting the learning of computer programming: A survey", *Olympiads in Informatics*, 13, 99-121.
- Mataric. M.J. (2007), *The robotics primer*, The MIT Press.
- Merisio C. (2021), *La "strategia per prova ed errore" non esiste: un'analisi dei laboratori di robotica "EXPLORA. Il Museo dei Bambini di Roma"*, in Bozzi G., Zecca L., Datteri E., a cura di, *Interazione bambini-robot. Riflessioni teoriche, risultati sperimentali, esperienze*, Franco Angeli, Milano.
- McCaughey R., Fitzgerald S., Lewandowski G., Murphy L., Simon B., Thomas L., e Zander, C. (2008), "Debugging: a review of the literature from an educational perspective", *Computer Science Education*, 18,2: 67-92.
- Norman D.A. (1983), "Design Rules Based on Analyses of Human Error", *Communications of the ACM*, 26,4: 254-258.
- Norman D., e Shallice T. (2000), *Attention to action: willed and automatic control of behaviour*, in Gazzaniga, M.S. (Ed.), *Cognitive neuroscience: a reader*, Blackwell Publishing.
- O'Dell D.H. (2017), "The debugging mind-set", *Communications of the ACM*, 60,6: 40-45.
- Pea R.D. (1986), "Language-Independent Conceptual "Bugs" in Novice Programming", *Journal of Educational Computing Research*, 2, 1: 25-36.
- Perkins D., e Fay M. (1985), *Fragile Knowledge and Neglected Strategies in Novice Programmers*, in Soloway E., Iyengar S. (Eds.), Ablex Publishing Corporation, Norwood, New Jersey: 213-229.
- Proulx V.K. (2000), "Programming patterns and design patterns in the introductory computer science course", *SIGCSE Bulletin (Association for Computing Machinery, Special Interest Group on Computer Science Education)*, 80-84.

- Qian Y., e Lehman J. (2017), "Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review", *ACM Transactions on Computing Education*, 18, 1: 1-24.
- Rasmussen J. (2003), "The role of error in organizing behaviour", *Quality and Safety in Health Care*, 12, 5: 377-383.
- Reason J. (1990), *Human Error*. Cambridge University Press.
- Reason J. (2000), "Human error: models and management", *BMJ - British Medical Journal*, 320, 7237: 768-770.
- Sajaniemi J. (2002), "An empirical analysis of roles of variables in novice-level procedural programs", *Proceedings - IEEE 2002 Symposia on Human Centric Computing Languages and Environments*, 37-39.
- Scaradozzi D., Cesaretti L., Screpanti L., e Mangina E. (2020), "Identification of the Students Learning Process During Education Robotics Activities", *Frontiers in Robotics and AI*, 1-12.
- Scaradozzi D., Screpanti L., e Cesaretti L. (2019), "Towards a Definition of Educational Robotics: A Classification of Tools, Experiences and Assessments", In *Smart Learning with Educational Robotics*, Springer International Publishing, 63-92.
- Sheil B.A. (1981), "The Psychological Study of Programming", *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 13, 1: 101-120.
- Slade S. (1983), "The Yale University And Programming Cognition Project", *AI Magazine*, 4, 1.
- Soloway E. (1986), "Learning to program = learning to construct mechanisms and explanations", *Communications of the ACM*, 29, 9: 850-858.
- Soloway E. e Ehrlich K. (1984), "Empirical Studies of Programming Knowledge", *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-10, 5: 595-609.
- Soloway E., Ehrlich, K., e Bonar J. (1982), "Tapping into tacit programming knowledge", *Proceedings of the 1982 Conference on Human Factors in Computing Systems*, 52-57.
- Spohrer J.C., e Soloway E. (1986), "Novice mistakes: Are the folk wisdoms correct?", *Communications of the ACM*, 29, 7: 624-632.
- Tomasello M. (2018), *Le origini culturali della cognizione umana*, Il Mulino, Bologna
- Winslow L.E. (1996), "Programming pedagogy a psychological overview", *ACM SIGCSE Bulletin*, 28, 3: 17-22.
- Woods D.D., Johannesen L.J., Cook R.I., e Sarter N.B. (1994), "Behind human error: Cognitive systems, computers and hindsight", In *CSERIAC Soar* (Issue December



**Il Parte**

**Ricerca**



# **Robotica e strumenti educativi: una riflessione sull'utilizzo delle nuove tecnologie in ambito educativo**

di *Sara Mittiga*

## **Premessa**

La domanda alla base di questo contributo riguarda il senso che – per chi si occupa delle scienze della formazione – sta dietro l'applicazione delle tecnologie avanzate. Robotica, realtà aumentata, mondi virtuali possono sicuramente contribuire ad attivare e potenziare le risorse cognitive degli individui, per innescare o supportare circoli virtuosi di cui gli apprendimenti possano beneficiare, per dare esito positivo a processi di inclusione di soggetti con bisogni educativi speciali o con disabilità o a rischio di emarginazione.

Ma quali sono i criteri di scelta delle diverse possibilità offerte dalle tecnologie digitali e dalla robotica educativa come supporto all'apprendimento? E ci sono dei vantaggi rispetto alla scelta di una soluzione specifica?

Numerose sono le possibilità che le nuove tecnologie offrono: si può scegliere di progettare setting fisici naturali, oppure setting virtuali o ancora basarsi sull'interazione uomo-robot o sull'interazione avatar-robot, ma molte e differenti sono le implicazioni e le conseguenze che derivano da queste scelte.

## **Gli artefatti digitali**

Vi sono artefatti – oggetti, dispositivi, ad esempio applicazioni software, robot, o altri – che svolgono una funzione di mediatori della cognizione umana: essi da un lato sono esito di una progettazione finalizzata ad una

specifica attività, e dall'altro, una volta in uso, diventano agenti che modificano quella stessa attività. Il primo studioso che ha elaborato una teoria articolata degli artefatti cognitivi è stato il filosofo Heersmink (2013), che li definisce come quegli oggetti che “contribuiscono funzionalmente allo svolgimento di un compito cognitivo” (Heersmink, 2013, p. 46). Si tratta di una definizione che è stata poi ripresa e articolata da Fasoli (2017), che ha definito gli artefatti cognitivi come quegli «oggetti fisici che sono stati creati o modificati per contribuire allo svolgimento di un compito cognitivo, fornendoci delle rappresentazioni che sostituiscono alcuni processi cognitivi (rendendoli superflui), sono complementari ad essi o ne costituiscono una condizione di possibilità, modificando così il compito cognitivo originario o creandone uno nuovo» (Fasoli 2017, p. 681)<sup>1</sup>. Tuttavia, lo stesso Fasoli (2018) ha specificato che gli strumenti elettronici sono piuttosto degli artefatti multifunzionali estremamente versatili (Fasoli 2018, pp. 593-596), in grado di svolgere un numero estremamente elevato di funzioni (cognitive e non). Tale multifunzionalità sembra legata alla loro capacità di realizzare una macro-funzione di livello più astratto (Fasoli 2018, p. 596), cioè l'elaborazione di un gran numero informazioni, e alla loro struttura rappresentazionale estremamente variabile. Questa multifunzionalità “intrinseca” dei *personal devices* e la loro estrema versatilità porta a considerarli come un tipo speciale di artefatti, dei veri e propri super-artefatti (Fasoli 2018, p. 596) e in quanto tali, strumenti meta-rappresentazionali (in questo senso molto simili agli artefatti cognitivi e quindi ad essi assimilabili) intrinsecamente multifunzionali.

L'artefatto mette in relazione parti del nostro cervello che diversamente non entrerebbero in risonanza e che invece possono collaborare per supportare le attività cognitive: l'artefatto può guidare l'attività della mente, riorganizzare il rapporto del soggetto con l'ambiente e con gli altri.

Gli artefatti attuali incorporano le tecnologie prodotte dagli umani nei secoli, includendo meccanica, idraulica, ottica, elettricità, elettronica, digitale e, in alcuni casi, quantistica.

Affinché un artefatto digitale funzioni, non deve avvenire solo uno scambio di energia, necessaria al funzionamento, ma anche uno scambio di dati.

In tal modo le relazioni avvengono su più piani, garantendo così il funzionamento dell'artefatto che può essere visto come un insieme di “automi

<sup>1</sup> Questa definizione, come specificato dello stesso Fasoli (2017, p. 681) si basa su un'analisi classificatoria e specifica il modo in cui gli artefatti cognitivi interagiscono con i processi cognitivi.

miopi” (Rossi, 2016, p. 1). I componenti dell’artefatto non dipendono gli uni dagli altri in modo deterministico e gerarchico e hanno due caratteristiche: costituiscono un’aggregazione di elementi tra loro autonomi, ma comunicanti, rendendo l’artefatto sintetico (Rivoltella, 2014), creano reti con altri artefatti digitali.

L’ artefatto digitale è di per sé, infatti, un’entità complessa perché alla sua realizzazione e al suo uso spesso collaborano molte discipline (Rossi, 2016); la robotica, ad esempio, presuppone il connubio di elettronica, meccanica, informatica, ma ad essa contribuiscono anche saperi afferenti più propriamente alla biologia, alla psicologia, alla linguistica, e al cui uso ricorrono diverse discipline, tra cui le scienze della formazione. L’evoltersi dell’intelligenza artificiale permette interazioni tra artefatti e umani finora ipotizzate più dagli scrittori di fantascienza che dagli scienziati. La ricerca su tali temi, quindi, richiede competenze in ambiti che tradizionalmente afferiscono a discipline diverse e che fino ad oggi si sono sviluppate in maniera autonoma; inoltre, le diverse forme di interazione con i nuovi strumenti digitali sono andate intensificandosi e diversificandosi. Da un lato le scienze cognitive hanno dimostrato che il cervello umano è caratterizzato da plasticità e che quindi la consuetudine con certi strumenti e schemi può anche modificare le strutture di pensiero (Nouchi e Kawashima, 2014; Thomas, 2012) – anche se, come evidenziato da Pasquinelli, il cervello, pur essendo in grado di alterare la propria struttura funzionale e, in parte, anche quella anatomica nel corso della nostra vita, tuttavia anche a fronte di cambiamenti prodotti da nuovi apprendimenti e dall’acquisizione di pratiche o saperi esperti, mantiene dei meccanismi implicati nelle funzioni cognitive, che rimangono quelli che l’evoluzione ha selezionato per renderci flessibili e quindi capaci di apprendere dall’esperienza (Pasquinelli, 2012) – confermando la centralità dell’ergonomia cognitiva ogniqualvolta si progettino ambienti che hanno a che fare con gli apprendimenti (Calvani, 2017).

Da un altro lato il diffondersi degli automi, la fisicità dei dispositivi robotici, l’evoltersi dell’intelligenza artificiale hanno reso possibile un’interazione con l’artefatto digitale molto diversa da quella che può essere stabilita con altri oggetti caratteristici delle generazioni precedenti, che restavano nel controllo pieno del soggetto: alcuni artefatti digitali infatti possono operare con un certo grado di autonomia e possono essere osservati dall’esterno nel loro agire autonomo e nella loro interazione con l’ambiente circostante.

## Robotica educativa e software didattici: un confronto

Quali sono le diverse possibilità offerte dalla robotica educativa e dalle nuove tecnologie digitali applicate alla didattica? L'idea non è quella di effettuare una tassonomia delle possibili diverse applicazioni della robotica educativa, ma di comprendere se esistano soluzioni ottimali, in assoluto, per le diverse esigenze educative.

La robotica, per definizione, prende ispirazione dalla natura; il concetto di robot umanoide ne è forse l'esempio migliore, in relazione alle sue caratteristiche più o meno antropomorfe, cioè che presentano sembianze umane nelle funzionalità e nei movimenti – ma anche nell'aspetto – e alla loro capacità di svolgere in modo più o meno autonomo un lavoro al posto dell'uomo (Metta *et al.*, 2010).

Quando si ha la possibilità di creare un artefatto che agisca nel mondo con una finalità educativa, si affrontano, ancora prima della progettazione, delle scelte preliminari: come aumentare l'efficienza (basata sull'implementazione di specifici obiettivi e funzionalità), la versatilità (basata sullo sviluppo della compatibilità biologica), l'usabilità.

Privilegiare l'efficienza porta alla realizzazione di sistemi automatici molto veloci e precisi nelle loro operazioni e con caratteristiche tecniche ben definite, mentre la valorizzazione della versatilità e dell'usabilità si può tradurre nella progettazione e realizzazione di quello che viene definito un robot umanoide: vale a dire un sistema di tipo biologico che prende decisioni e agisce nell'ambiente, che interagisce, si adatta e impara a comportarsi in nuove situazioni ed è in grado di inventare nuove soluzioni sulla base delle esperienze passate<sup>2</sup>.

L'aspetto affascinante che caratterizza il robot umanoide è la possibilità che esso offre di interagire con esso in modo non mediato: è possibile insegnare, apprendere, comunicare con e per mezzo di esso (Metta *et al.*, 2010).

<sup>2</sup> Un robot è qualcosa di fisico, costruito dall'uomo, che somiglia a un organismo vivente e che si comporta come un organismo vivente. Oggi si parla di robot umanoidi, ma con questo termine spesso ci si vuole riferire a robot che hanno un corpo simile a quello umano e hanno organi sensoriali e motori che in qualche ricordano quelli degli esseri umani. Ma per essere veramente di aiuto e di supporto, la robotica umanoide dovrebbe andare molto al di là della simulazione della forma esterna del corpo umano e degli organi sensoriali e motori degli esseri umani, facendo in modo che i robot siano in grado di entrare in una vera e propria interazione sociale con i loro fruitori (Parisi, 2009, p. 13).

Tutto ciò è possibile anche con il computer o con altri *personal devices*, ma il valore aggiunto dell'interazione con i robot è costituito dall'insieme di alcune caratteristiche: essi sono progettati per esprimere e talvolta percepire le emozioni; comunicano con un dialogo di alto livello; apprendono modelli o riconoscono altri agenti; stabiliscono e mantengono relazioni sociali; utilizzano segnali naturali (lo sguardo, i gesti); mostrano un carattere distintivo e possono imparare e sviluppare competenze sociali (Dautenhahn, 2007, pp. 679-704); inoltre con essi è possibile stabilire, da parte dei fruitori, una sorta di connessione emotiva, possibilità legata appunto alle caratteristiche sopra citate.

Una grande quantità di ricerche è stata condotta sull'uso di personaggi virtuali nel contesto della narrazione interattiva educativa per i bambini. Gli agenti conversazionali incorporati nei sistemi interattivi sono strutturati usando una base di conversazione umano-umano, creando personaggi che appaiono su uno schermo e interagiscono con un utente umano (Cassell, 2000). Narrazioni interattive, in cui gli utenti possono influenzare la trama attraverso azioni e interagire con i personaggi, possono portare a sperimentare esperienze coinvolgenti (Schoenau-Fog, 2011, pp. 219-230) e ad aumentare il desiderio dell'utente di continuare ad interagire con il sistema (Kelleher *et al.*, 2007; Hoffman *et al.*, 2008), favorendo l'apprendimento.

Sebbene alcuni autori abbiano esplorato l'idea di robot come attori (Bruce *et al.*, 2000; Breazeal *et al.*, 2003; Hoffman *et al.*, 2008; Lu e Smart, 2011, pp. 473-478), la maggior parte delle applicazioni di storytelling interattive fino ad ora sono state progettate per ambienti virtuali.

Kim e Baylor (2006) affermano che l'uso di tools pedagogici non umani come strumenti di apprendimento costituisce il miglior ambiente possibile per l'apprendimento di un bambino. Gli ambienti virtuali sono progettati per fornire all'utente l'esperienza più interattiva possibile; tuttavia, alcune ricerche, come lo studio di Bainbridge e colleghi (2011), ha indicato che la presenza fisica è importante perché permette ai partecipanti di essere impegnati in un'interazione complessivamente più positiva quando il robot è fisicamente rappresentato piuttosto che virtualmente incarnato. Inoltre, Leyzberg e colleghi (2012) hanno scoperto che gli studenti che hanno mostrato i migliori risultati in termini di apprendimento, misurabili in un miglioramento effettivo delle abilità cognitive, erano quelli che interagivano con un tutor robot incorporato (in questo caso la ricerca è stata effettuata con il robot Keepon), rispetto a un robot rappresentato da video e una voce disincarnata.

## Tecnologie a supporto della didattica

Le tecnologie di apprendimento che si avvalgono di strumenti digitali possono essere a grandi linee suddivise e classificate nei seguenti gruppi: strumenti di realtà aumentata, strumenti di realtà virtuale, *serious game* digitali (giochi di realtà aumentata, videogiochi digitali, transmedia storytelling e giochi immersivi), strumenti hardware open source, robot. In ambito educativo diverse componenti, come i destinatari, il contenuto e il contesto, possono influenzare la concezione e la progettazione dell'ambiente interattivo. La dimensione delle tecnologie hardware acquisisce un ruolo importante legato alla presenza di componenti che influenzano la costruzione dello spazio stesso. Hardware gratuiti, stampanti 3D e kit tecnologici consentono a un numero sempre maggiore di individui di interagire nello spazio virtuale attraverso oggetti e dispositivi fisici. Le tecnologie aptiche<sup>3</sup> e l'utilizzo dei robot consentono di svolgere attività con un approccio costruttivista nello spazio fisico. Vengono utilizzati anche hardware open source e robot negli approcci costruttivisti legati all'istruzione e all'innovazione, come strumenti, di soluzione di problemi con un approccio euristico. Questi esempi mostrano un quadro di ricerca in cui i dispositivi fisici e gli ambienti virtuali aumentano i livelli di interazione.

Interattività tra utenti e tecnologie rivelano un aspetto importante della relazione con la realtà virtuale (nonché con realtà aumentata o realtà mista) e i processi creativi. In questo processo sono implicati molti fattori relativi a tali tecnologie: la simulazione, la relazione tra diversi livelli di informazione (ambienti virtuali, reali o misti) e l'ambiente stesso, il potenziale delle funzionalità immersive (nel caso della realtà virtuale), l'interattività, così come il potenziale di un componente o di un oggetto fisico o virtuale da trasformare o manipolare dagli utenti. L'interattività in ambienti virtuali è

<sup>3</sup> Un'interfaccia aptica è un dispositivo che permette di manovrare un robot, reale o virtuale, e di riceverne delle sensazioni tattili in risposta (retroazione o feedback). Un esempio potrebbe essere un joystick con ritorno di forza (force feedback), un mouse in cui la rotellina si blocca quando il puntatore arriva ai margini dello schermo, o un display in braille utilizzato dai non vedenti. La parola "aptico" deriva dal greco *apto*, che significa tocco: con questo attributo si intende qualcosa che ha a che fare con il tatto. Le interfacce aptiche sono utili e necessarie in quei contesti in cui la sola visione di quanto sta accadendo non è sufficiente all'operatore per garantire un controllo corretto. Ecco, quindi, i settori di robotica avanzata, come la robotica chirurgica e quella spaziale, e quelli relativi alla realtà virtuale, come la tele-manipolazione o l'addestramento con operazioni simulate (Yengin, 2011).

particolarmente utile alle scienze dell'educazione, in particolare se viene privilegiato l'approccio emotivo alle esperienze (Yengin, 2011).

L'apprendimento in ambienti virtuali o di realtà aumentata è legato allo “scoprire” e al “fare” in prima persona (Lombardi, 2016). La realtà virtuale o aumentata offre esclusivi vantaggi alle pratiche educative, tra cui il coinvolgimento emozionale, l'immersività, la possibilità di riflettere sull'esperienza mentre si fa esperienza (Morganti e Riva, 2006) e per questi motivi può essere impiegata per creare contenuti altamente personalizzati di conoscenza, condivisibili e fortemente contestualizzati. Infatti, è stato dimostrato che il cervello riconosce il mondo simulato come se fosse reale e questo facilita il trasferimento delle abilità apprese al mondo reale (Rose *et al.*, 2000). Inoltre, nel mondo virtuale, il giocatore può effettivamente eseguire i movimenti che sono caratteristici delle abilità che sta esercitando, facilitando in questo modo un apprendimento cinestesico. Il fruitore-giocatore ha la possibilità di esercitarsi in molti di scenari diversi, aumentando l'esperienza acquisita, mantenendo alto il proprio coinvolgimento emotivo e migliorando il rendimento: una narrazione efficace può influire positivamente sul coinvolgimento emotivo del fruitore, che diventa partecipe, fino ad arrivare a essere co-costruttore del proprio percorso di apprendimento.

I robot dovrebbero essere in grado non solo di interpretare correttamente le risposte dell'utente ai contenuti educativi offerti, ma anche di interpretare i segnali sociali – vale a dire quegli indicatori di capacità sociali come il sorriso, lo sguardo, la gestualità, utili a migliorare la comunicazione e l'interazione – da parte dello studente, che indicano impegno, distrazione o attenzione rispetto alle attività (Yadollahi *et al.*, 2018, pp. 195-206), per lo più a livello ideale per gli sviluppi futuri.

Sebbene il riconoscimento vocale automatico e l'elaborazione dei segnali sociali siano migliorati negli ultimi anni, non sono stati compiuti progressi sufficienti per tutte le popolazioni di utenti. Il riconoscimento vocale per gli utenti più giovani, ad esempio, non è ancora sufficientemente affidabile per la maggior parte delle interazioni con i robot, infatti il processo di riconoscimento vocale richiede un motore di riconoscimento vocale, un software che è stato progettato per riconoscere un linguaggio specifico. Alcuni motori di riconoscimento vocale sono molto speciali e riconoscono solo brevi comandi o istruzioni speciali per un'applicazione (ad esempio, il riconoscimento di cifre), altri sono liberi e sono stati addestrati a riconoscere qualsiasi possibile frase parlata, ma poiché gli oratori su cui sono stati basa-

ti i modelli di tali software sono adulti, con un linguaggio standard e senza inflessioni dialettali (nei più giovani la proprietà di linguaggio può influenzare il riconoscimento del discorso) fanno ancora fatica a riconoscere il discorso atipico (Bartneck *et al.*, 2020). Al contrario, tecnologie di input alternative, come tablet touch screen o sensori indossabili, vengono utilizzate con successo per leggere le risposte degli studenti e possono essere utilizzate come *proxy* per rilevare il livello di coinvolgimento nell'attività e monitorare le prestazioni dello studente, attraverso altri elementi diversi dai segnali vocali, come la postura e la gestualità, ma anche la *sentiment analysis* (Bartneck *et al.*, 2020). Per comprendere questo aspetto, occorre chiarire che il riconoscimento vocale non implica anche che il discorso sia "compreso" dal computer. L'estrazione di contenuti semantici dal linguaggio parlato è particolarmente impegnativa, ed esistono vari approcci che cercano di estrarre il significato dal testo, da contenuti semantici ampi a istruzioni di contenuto molto specifiche. La *sentiment analysis*, maturata come modo di analizzare i messaggi sui social media, può essere utilizzata per estrarre il senso di un enunciato. I software di *sentiment analysis* restituiscono spesso un valore scalare che denota quanto un messaggio sia negativo o positivo.

Sebbene tale tecnica sia ottimizzata per il linguaggio scritto, può essere utile anche nella lingua parlata e può aiutare a classificare approssimativamente lo stato di coinvolgimento dell'oratore, grazie anche a metodi piuttosto avanzati, chiamati comprensione della lingua naturale (NLU), che estraggono le parole chiave dalle frasi (Bartneck *et al.*, 2020).

La robotica educativa ha fatto grandi passi avanti negli ultimi anni, ma è ancora piuttosto limitata nel riconoscere la gamma delle espressioni sociali tipicamente presenti in contesti educativi e domestici. Anche se le tecnologie di rilevamento avanzate per la lettura di gesti, postura e sguardo sono migliorate nelle ultime generazioni di robot - tutor, la maggior parte di essi continuano ad essere limitati rispetto alla capacità di interpretare con precisione il comportamento sociale dello studente: la comprensione aperta del linguaggio naturale è la più grande sfida attuale (Belpaeme *et al.*, 2018).

Molti studi nel campo della robotica educativa (Boucenna *et al.*, 2014, Castro *et al.*, 2019) hanno rilevato che l'utilizzo dei robot può avere un potenziale impatto sull'apprendimento degli studenti delle scuole secondarie di primo e secondo grado in diverse materie (Fisica, Matematica, Ingegneria, Informatica e altro) e sullo sviluppo personale includendo abilità cognitive, meta-cognitive e sociali, come: capacità di ricerca, pensiero creativo, processo decisionale, *problem solving*, comunicazione e lavoro di squadra.

L'educazione STEM è un approccio educativo che integra Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica in un paradigma di apprendimento coesivo basato sull'applicazione del mondo reale.

Secondo Belpaeme e colleghi (2018) rispetto agli agenti virtuali, i robot fisicamente incarnati offrono tre vantaggi:

- possono essere utilizzati per i programmi di studio che richiedono un'interazione con il mondo fisico,
- gli utenti adottano comportamenti sociali che sono utili per l'apprendimento quando un sistema è fisicamente incarnato
- gli utenti mostrano migliori risultati in termini di apprendimento quando interagiscono con sistemi fisicamente incarnati rispetto agli agenti virtuali.

La fisicità della robotica consente di dare corpo alla struttura narrativa di un problema specifico, aiutando gli studenti da un lato nel superamento di eventuali difficoltà interpretative dei problemi e dall'altro nella esplicitazione di processi mentali risolutivi (Li, 2015). Un altro aspetto molto importante è la correzione e la gestione dell'errore (*debugging*), legato strettamente alla risoluzione dei problemi (inserire la giusta sequenza di istruzioni per poter compiere un'azione, come nel caso della progettazione di un robot) e in quest'ottica viene colto non in maniera penalizzante ma come sfida ulteriore per la risoluzione. Ad esempio, l'errore nella progettazione o nella programmazione del robot non crea sconforto nei bambini ma attiva in loro la voglia della sfida; si sentono stimolati a rivedere in modo più approfondito i propri ragionamenti e i risultati che ne derivano, senza sentirsi giudicati o messi alla prova. Privilegiando per sua natura il lavoro pratico, il robot in classe favorisce l'apprendimento attivo dell'approccio per competenze, ossia quella modalità di apprendimento che valorizza la capacità di creare e usare conoscenze in maniera efficace e intelligente, su basi in costante evoluzione, proprio come auspicato da Papert (1980), secondo cui è fondamentale la centralità dell'artefatto cognitivo come facilitatore per imparare e interagire con gli altri, facilitando l'apprendimento come processo che avviene attraverso il ruolo attivo di chi impara.

Molti casi di studio hanno dimostrato che la pratica dell'insegnamento, da parte degli studenti, ad un robot ha vantaggi significativi: ha introdotto gli studenti a concetti avanzati di robotica e intelligenza artificiale, insegnando a eseguire elementari esperimenti di ingegneria, combinando metodi empirici e analitici e ispirato a pensare all'apprendimento e alla creazione di significati.

## Scelte didattiche

Tornando alla domanda di ricerca esplicitata inizialmente, alla luce di queste riflessioni, quale può essere dunque la migliore soluzione da applicare nell'ambito educativo, o nei vari ambiti educativi?

La ricerca sulle tecnologie nell'educazione richiede un'attenzione continua e attenta alle trasformazioni e ciò non dipende solo dall'innovazione e dall'obsolescenza. La maggiore presenza delle tecnologie nella vita quotidiana modifica la consapevolezza e le modalità con cui i processi vengono vissuti e le tecnologie usate/modificate.

Ciò che determina cambiamenti significativi nell'evoluzione delle tecnologie didattiche non è tanto la tecnologia in sé, quanto la combinazione di tecnologie e metodologie, in funzione dei diversi contesti applicativi e in relazione ai diversi destinatari (Calvani *et al.*, 2017). Ad esempio, nel caso degli ambienti virtuali 3D utilizzati in ambito didattico, si rileva che essi possono servire per riprodurre lezioni frontali, oppure, viceversa, per sollecitare apprendimenti collaborativi e cooperativi, simulando ambienti complessi, facendo interagire gli studenti con vari contenuti, strumenti e soggetti remoti in situazioni immersive, mettendo in conto gli effetti psicologici indotti dal mezzo e dalla dimensione dell'interattività (Cheney e Sanders, 2011;). Non solo, ma utilizzando la stessa tecnologia e metodologia l'effetto può essere ben diverso se l'intervento didattico è rivolto a bambini o adulti, a soggetti a sviluppo tipico o con disturbi e disabilità, a principianti o esperti, se riguarda un ambito disciplinare umanistico o scientifico.

La questione da porsi dunque, a fronte di queste complessità, riguarda quale possa essere la soluzione ideale per ogni specifica situazione.

Nell'uso intenzionale e nella scelta di tecnologie a fini educativi e formativi la sfida consiste nel saper selezionare quelle che vanno in direzioni di efficacia e/o di efficienza rispetto agli obiettivi e al target di riferimento (Menichetti, 2019). Il lavoro dovrebbe essere svolto, dunque, sul piano teorico, su quello storico e su quello empirico, validando le ipotesi attraverso le evidenze tratte dall'esperienza e basate su dati raccolti con approcci rigorosi, in condizioni di sufficiente validità e attendibilità (Calvani e Vivianet, 2014; Trincherò, 2017, pp. 17-47). Non si tratta infatti di pensare ad automatismi di giudizio, di standardizzare o proceduralizzare dei percorsi didattici, ma è necessario e utile poter compiere di volta in volta scelte consapevoli, adattate e modulate ai diversi contesti di riferimento. I criteri di scelta includono anche il dominio dell'attività di apprendimento, il tipo di attività,

il ruolo del robot (ad esempio, a supporto dell'insegnante, o in sostituzione), i tipi di robot e i tipi di comportamento robotico (Mubin *et al.*, 2013).

Numerosi studi (Chen e Duh 2018; Xefteris e Palaigeorgiou, 2019) stanno inoltre valutando il potenziale dell'utilizzo di una tecnica mista, dove vengono utilizzati sia ambienti di apprendimento (realtà virtuale e realtà aumentata) e sia robot; questi studi hanno dimostrato che l'ambiente di realtà mista (che utilizza realtà virtuale e realtà aumentata) ha migliorato la motivazione e l'impegno. L'utilizzo della robotica ha consolidato anche il loro pensiero computazionale. Tale approccio è più vicino alle aspettative degli insegnanti e l'utilizzo integrato di esperienze interattive e incarnate costituisce un'opportunità di integrazione del gioco con il processo di apprendimento.

I risultati ottenuti in sperimentazioni analoghe (Leite *et al.*, 2017), in termini di qualità dell'esperienza, qualità del servizio e qualità dei risultati, hanno rivelato il valore potenziale dell'approccio a fornire nuove esperienze collettive di *edutainment* ancora inesplorate finora in ambienti educativi. Inoltre, per effettuare tali sperimentazioni, va sottolineato, gli interventi sono stati progettati tenendo presente che dovrebbero essere accessibili e facili da realizzare, a basso costo e con materiali accessibili. Set di robotica, proiettori e set PC sono ormai parte delle attrezzature di molte scuole e, quindi, insegnanti e studenti possono utilizzare approcci simili per creare scenari di apprendimento multidisciplinare.

## **Conclusioni e proposte per la ricerca futura**

La ricerca sulle tecnologie educative potrebbe andare nella direzione di effettuare nuovi studi volti a valutare ulteriormente come e se ambienti multimodali e multi-tecnologici possano migliorare i processi di apprendimento.

Tali ambienti educativi, ad oggi, sembrano migliorare l'efficienza e l'efficacia dell'apprendimento anche delle materie umanistiche, non solo delle STEM. L'approccio significativamente differenziato, l'utilizzo combinato di interfacce tangibili (robot) e ambienti di realtà mista possono impegnare e mantenere gli studenti motivati all'apprendimento combinando strumenti incarnati e *gamification*.

L'introduzione di queste tecnologie nella pratica educativa implica la risoluzione di sfide tecniche e una riflessione sulle pratiche educative. Per

quanto riguarda le sfide tecniche, la costruzione di un'interazione fluente e contingente tra robot educatori e discenti richiede la perfetta integrazione di una serie di processi nell'intelligenza artificiale e nella robotica (Tanaka *et al.*, 2015, pp. 270-275).

A partire dall'input al sistema, il robot necessita di un'interpretazione sufficientemente corretta dell'ambiente sociale per rispondere adeguatamente. Ciò richiede progressi significativi nei settori tecnici costituenti, come il riconoscimento vocale e l'elaborazione del segnale sociale visivo, prima che il robot possa accedere all'ambiente sociale. Il riconoscimento vocale<sup>4</sup>, ad esempio, non è ancora sufficientemente robusto per consentire al robot di comprendere le espressioni vocali dei bambini piccoli. Sebbene queste carenze possano essere risolte utilizzando supporti di input alternativi, come i touchscreen, ciò pone un notevole vincolo sul flusso naturale dell'interazione (Lubold *et al.*, 2017).

Perché i robot siano autonomi, devono prendere decisioni sulle azioni da intraprendere per migliorare l'apprendimento. La selezione dell'azione è nella migliore delle ipotesi un campo difficile e diventa più difficile quando si ha a che fare con un ambiente pedagogico, perché il robot deve avere una comprensione delle capacità e dei progressi dello studente per consentirgli di scegliere le azioni appropriate (Lemaignan, 2017; Belpaeme *et al.*, 2018).

Infine, la generazione dell'output verbale e non verbale rimane una sfida, con i tempi delle azioni verbali e non verbali in primo piano. In sintesi, l'interazione sociale richiede il perfetto funzionamento di un'ampia gamma di meccanismi cognitivi (Belpaeme *et al.*, 2018).

Costruire l'interazione sociale artificiale richiede l'equivalente di questi meccanismi cognitivi e delle loro interfacce, o comunque di meccanismi caratterizzati da una grande complessità computazionale, motivo per cui l'interazione sociale artificiale è forse una delle sfide più difficili dell'intelligenza artificiale e della robotica.

L'introduzione di robot educatori nel curriculum scolastico rappresenta anche una sfida logistica. La generazione di contenuti per i robot sociali per l'apprendimento necessita materiale su misura che probabilmente richiederà

<sup>4</sup> Le interfacce vocali socialmente sensibili che possono coinvolgere efficacemente l'utente hanno un ruolo sempre più importante. Grazie ad essi i robot educatori possono fornire sia feedback relativi alle attività, sia supporto motivazionale per gli studenti con l'obiettivo di migliorare l'apprendimento. Con l'aumentare della capacità dei robot di essere socialmente reattivi, aumentano anche i risultati di apprendimento (Lubold *et al.*, 2017).

molto lavoro; la maggior parte della letteratura in merito riporta un grande entusiasmo per i robot in classe e per i nuovi approcci all'apprendimento (Screpanti, *et al.*, 2018). Numerose esperienze di ricerca e di formazione condotte in Europa negli ultimi dieci anni (Passalacqua e Zecca, 2019; Jung e Won, 2018; Benitti, 2012; Bredendfeld *et al.*, 2010) ne hanno evidenziato le potenzialità educative e psicologiche ed esplorato la valenza didattica per studenti di ogni ordine e grado, dalla scuola primaria alla secondaria di primo e secondo grado. Tuttavia, in diverse sedi è stata sottolineata la necessità di approfondire la definizione di approcci e strumenti adeguati alla valutazione didattica delle esperienze di robotica educativa (Bredendfeld *et al.*, 2010) con il proposito di definire con maggiore accuratezza l'ampio spettro di apprendimenti che sono promossi da tali esperienze formative. Sebbene per ora l'uso dei robot in contesti educativi sia limitato da sfide tecniche e logistiche, i benefici dell'incarnazione fisica possono elevare i robot al di sopra delle tecnologie di apprendimento concorrenti e le aule del futuro probabilmente saranno tutte dotate di robot che aiutano un insegnante umano.

Un altro importante aspetto da definire, riguarda il ruolo degli insegnanti: se i robot hanno un ruolo importante nel supporto alla didattica, compito dell'insegnante dovrebbe essere di trasferire le conoscenze di base (ad esempio, utilizzando i robot per insegnare la lingua). In tali situazioni è indispensabile la formazione del personale docente sulla robotica e su come condurne i programmi<sup>5</sup>. Guardando al futuro, è chiaro che occorre lavorare prima che i robot possano essere completamente integrati nelle scuole e che il sostegno debba essere ottenuto dagli insegnanti. In un'indagine effettuata nel 2013 (Mubin *et al.*, 2013), gli insegnanti sono risultati più critici nei confronti dei robot nelle scuole rispetto ai genitori e agli studenti. I docenti devono essere rassicurati sul fatto che i robot possano fornire loro uno strumento/aiuto didattico che possa integrare l'esperienza di apprendimento e motivare gli studenti (Mubin *et al.*, 2013).

A livello della ricerca teorica, sarebbe utile inoltre anche classificare e creare delle tassonomie dei componenti in cui realtà virtuale, realtà aumentata, lo spazio fisico e gli oggetti convergono. Questi ipotetici approcci tas-

<sup>5</sup> I robot didattici sono in genere composti da un sistema di controllo algoritmico e da un certo numero di componenti fisici tra cui sensori, motori e telaio. In virtù della componente algoritmica del robot l'insegnante, conoscendo come è programmato il robot, può formulare al meglio previsioni ragionevolmente affidabili su come il robot si comporterà con gli alunni (Di Maio, Murgia, Datteri, 2018, p. 4).

sonomici aiuterebbero a migliorare a visualizzare e comprendere la complessità della interrelazione tra il reale e ambienti virtuali.

Le possibilità di giocare, creare e interagire con i pari, aumenterà in parallelo con lo sviluppo dei dispositivi tecnologici. Occorrerebbe concentrarsi sulle caratteristiche specifiche per distribuire gli elementi e descrivere la loro natura e le loro possibilità: realtà virtuale, realtà aumentata, hardware gratuiti, robot, *serious games*. Le categorie aiuterebbero il ricercatore a studiare come le tecnologie possono essere applicate a diversi domini, sviluppare metodi analitici e applicarli a un ampio spettro di campi. Questa conoscenza può anche migliorare il design e l'ergonomia dei processi interattivi, grazie alla maggiore conoscenza del funzionamento di tali processi, tra utenti, informazioni, tecnologia e ambienti e l'innovazione nelle metodologie e nei processi di integrazione.

## Bibliografia

- Afari E., Khine, M.S. (2017), "Robotics as an Educational Tool: Impact of Lego Mindstorms", *International Journal of Information and Education Technology* 7, 6: 437-442.
- Bainbridge W.A., Hart J.W., Kim E.S., and Scassellati B. (2011), *The benefits of interactions with physically present robots over video-displayed agents*. Int. J. Soc. Robot.
- Bartneck C., Belpaeme T., Eyssel F., Kanda T., Keijsers M., and Sabanovic S. (2020), *Human-Robot Interaction – An Introduction*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Belpaeme T., Kennedy J., Ramachandran A., Scassellati B., and Tanaka F. (2018), "Social robots for education: A review", *Science robotics*, 3, 21: 5954.
- Benitti F.B.V. (2012), "Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review", *Computers & Education*, 58, 3: 978-988.
- Blanco-Fernández Y., López-Nores M., Pazos-Arias J.J., Gil-Solla A., Ramos-Cabrer M., and García-Duque J. (2014), "REENACT: A step forward in immersive learning about Human History by augmented reality, role playing and social networking", *Expert Systems with Applications*, 41, 10: 4811-4828.
- Booth T., Ainscow M. (2002), *Index for inclusion: Developing learning and participation in schools*, Centre for Studies on Inclusive Education (CSIE), Bristol.
- Boucenna S., Anzalone S., Tilmont E., Cohen D. and Chetouani M. (2014), "Learning of Social Signatures Through Imitation Game Between a Robot and a Human Partner", in *IEEE Transactions on Autonomous Mental Development*, 6, 3: 213-225.

- Bredenfeld A., Hofmann A., and Steinbauer G. (2010), *Robotics in education initiatives in europe-status, shortcomings and open questions*, in *Proceedings of international conference on simulation, modeling and programming for autonomous robots, SIMPAR 2010 workshops*.
- Brignone S., Denicolai L., Grimaldi R., Palmieri S., Ambrosio S., and Fabris V. (2019), “Il robot come strumento e veicolo di ‘esperienza aumentata’”, in *Didamatica*, AICA, 1: 199-207.
- Bruce A., Knight J., Listopad S., Magerko B., and Nourbakhsh I. (2000), *Robot improv: using drama to create believable agents*, in *Proc. of the Int. Conf. on Robotics and Automation, ICRA '00*, IEEE, San Francisco, CA.
- Calvani A., Vivanet G. (2014), “Tecnologie per apprendere: quale il ruolo dell’Evidence Based Education?”, *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies (ECPS Journal)*, 10: 83-112.
- Calvani A. (2017), *Mente e media. Quale interazione cognitiva per apprendere.*, in Bonaiuti G, Calvani A, Menichetti L, Vivanet G., *Le tecnologie educative. Criteri per una scelta basata su evidenze*, Carocci, Roma.
- Cassell J. (2000), *Embodied Conversational Agents*, MIT Press, New York.
- Castro E., Di Lieto M.C., Pecini C., Inguaggiato E., Cecchi F., Dario P., Sgandurra G. (2019), “Robotica Educativa e potenziamento dei processi cognitivi esecutivi: dallo sviluppo tipico ai bisogni educativi speciali”, *Form@re*, 19, 1.
- Chen S.C., Duh H. (2018), *Mixed reality in education: recent developments and future trends*, in *2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*.
- Dautenhahn K. (2007), “Socially intelligent robots: dimension of human-robot interaction”, in *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 362: 679-704.
- Di Maio G., Murgia E., Datteri E. (2018), “I bambini e la robo-etologia: riflessioni epistemologiche sugli stili di spiegazione del comportamento dei robot”, *Mondo Digitale*, 2.
- Fasoli M. (2018), “Super Artifacts: Personal Devices as Intrinsically Multifunctional, Meta-representational Artifacts with a Highly Variable Structure”, *Minds and Machines*, 28, 3: 589-604.
- Fasoli M. (2017), “Substitutive, complementary and constitutive cognitive artifacts: Developing an interaction-centered approach”, *Review of Philosophy and Psychology*, 9, 3: 671-687.
- Freina L., Bottino R., Tavella M. (2015), *Da e-learning a VR-learning: un esempio di learning in realtà virtuale immersiva. Teach Different!*, in *Proceedings della Multiconferenza EMEMITALIA*.
- Fridin M. (2014), “Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education”, *Comput. Educ.*, 70: 53-64.
- Kelleher C., Pausch R., and Kiesler S. (2007), *Storytelling Alice motivates middle school girls to learn computer programming*, in *Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems*, New York.

- Heersmink R., 2013, “A Taxonomy of Cognitive Artifacts: Function, Information, and Categories”, *Review of Philosophy and Psychology*, 4: 465-481.
- Hoffman G., Kubat R., and Breazeal C. (2008), *A hybrid control system for puppeteering a live robotic stage actor*, in *Proc. of RO-MAN 2008, IEEE*.
- Jenkins H. (2006), *Convergence culture: where old and new media collide*, New York University Press, New York.
- Jonassen D.H. (2006), *Modeling with technology; mindtools for conceptual change*. Pearson, Upper Saddle River, NJ.
- Jung S.E., Won E.S. (2018), “Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children”, *Sustainability*, 10, 4: 905.
- Kim Y., Baylor A.L. (2006), “A social-cognitive framework for pedagogical agents as learning companions”, *Educ. Technol. Res. Dev.*, 54: 569-596.
- Lemaignan S., Garcia F., Jacq A., Dillenbourg P. (2017), *From real-time attention assessment to “with-me-ness” in human-robot interaction*, in *Proceedings of the 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction IEEE, 2017*.
- Leite I., McCoy M., Lohani M., Ullman D., Salomons N., Stokes C., Rivers S., Scassellati B. (2017), “Narratives with Robots: The Impact of Interaction Context and Individual Differences on Story Recall and Emotional Understanding”, *Frontiers in Robotics and AI*, 4: 29.
- Leyzberg D., Spaulding S., Toneva M., and Scassellati B. (2012), *The physical presence of a robot tutor increases cognitive learning gains*, in *Proc. of the 34th Annual Conf. of the Cognitive Science Society*, Austin, TX.
- Li J. (2015), “The benefit of being physically present: A survey of experimental works comparing copresent robots, telepresent robots and virtual agents”, *Int. J. Hum. Comput. Stud.* 77: 23-37.
- Lubold N. Walker E., Pon-Barry H. (2017), *Effects of voice-adaptation and social dialogue on perceptions of a robotic learning companion*, in *The Eleventh ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction*, IEEE Press.
- Lu D., and Smart W. (2011), *Human-robot interactions as theatre*, in *RO-MAN, 2011 IEEE*.
- Menichetti, L. (2019), “Robotics, augmented reality, virtual worlds, to support cognitive development, learning outcomes, social interaction, and inclusion”, *Form@Re - Open Journal Per La Formazione In Rete*, 19, 1: 1-11.
- Metta G. et al. (2010), “The iCub humanoid robot: An open-systems platform for research in cognitive development”, *Neural Networks*, 23: 1125–1134.
- Mubin, O. Stevens, C. J., Shahid, S. Al Mahmud, A Dong, J.J. (2013), “A review of the applicability of robots in education”, *Journal of Technol. Education. Learning* 1: 1-7.
- Papert S. (1980), *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, Basic Books, New York.

- Paradedda R., Ferreira M.J., Martinho C., Paiva A. (2018), *Would You Follow the Suggestions of a Storyteller Robot?* in *Interactive Storytelling, 11th International Conference on Interactive Digital Storytelling, ICIDS 2018, Dublin, Ireland, December 5-8, 2018, Proceedings*.
- Parisi D. (2009), “Robot umanoidi o robot umani?” *Italian Journal of Educational Technology*, 17, 2: 6-6.
- Pasquinelli E. (2012), *Irresistibili schermi: fatti e misfatti della realtà virtuale*, Mondadori Università.
- Passalacqua F., Zecca L. (2019), “Valutare laboratori di robotica educativa: studio di un approccio partecipativo”, *FORMAZIONE & INSEGNAMENTO. Rivista internazionale di Scienze dell'educazione e della formazione*, 17, 1: 449-456.
- Rivoltella P.C. (2014), *La previsione*. La Scuola. Brescia.
- Rose F. D., Attree E.A., Brooks B.M., Parslow D.M., and Penn P.R. (2000), “Training in virtual environments: transfer to real world tasks and equivalence to real task training”, *Ergonomics*, 43, 4: 494-511.
- Rossi P.G. (2016), “Gli artefatti digitali e i processi di mediazione didattica”, *Pedagogia Oggi*, 2: 11-26.
- Schoenau-Fog, H. (2011), *Hooked! – evaluating engagement as continuation desire in interactive narratives*, in *Proceedings of the 4th International Conference on Interactive Digital Storytelling (Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag*.
- Screpanti L., Cesaretti L., Storti M., Mazzieri E., Brandoni M., Longhi A., Scaradozzi D. (2018), *Advancing K12 education through Educational Robotics to shape the citizens of the future*, Didamatica, Cesena.
- Rubio Tamayo J.L., Barrio, M. Gétrudix; García, F. García (2018), “Experiencia de usuario y diseño de interacciones en procesos creativos y ciencias educativas con tecnologías de realidad virtual y aumentada. Una investigación con métodos cuantitativos y cualitativos”, *Enseñanza & Teaching*, Salamanca, 36, 1: 63-79.
- Tanaka F., Isshiki K., Takahashi F., Uekusa M., Sei R., Hayashi K. (2015), *Pepper learns together with children: Development of an educational application*, in *IEEE-RAS 15th International Conference on Humanoid Robots, HUMANOIDS*.
- Trincherò R. (2017), *Evidence Informed Education. Per una scienza empirica dell'istruzione e dell'apprendimento*, in Trincherò R., Parola A., a cura di, *Educare ai processi e ai linguaggi dell'apprendimento*, Franco Angeli, Milano.
- Wicke P., Veale, T. (2018), *Storytelling by a Show of Hands: A framework for interactive embodied storytelling in robotic agents*, in *Conference: AISB - Artificial Intelligence and Simulated Behavior, At Liverpool*.
- Xeferis S., Palaigeorgiou G. (2019), “Mixing Educational Robotics, Tangibles and Mixed Reality Environments for the Interdisciplinary Learning of Geography and History”, *International Journal of Engineering Pedagogy*, 9, 2: 82-98.
- Yadollahi E., Johal W., Paiva A., Dillenbourg P. (2018), *When deictic gestures in a robot can harm child-robot collaboration*, in *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children, ACM, 2018*.

# La macchina e il robot. Presupposti cognitivi all'utilizzo della robotica in ambito educativo

di *Stefania Operto*

## Premessa. Più umano dell'umano

Più umano dell'umano. È il motto della Tyrell Corporation, la fabbrica dei replicanti di *Blade Runner*, il noto film del 1982 diretto da Ridley Scott tratto dal libro di Philip Dick (1968) *Do Androids Dream of Electric Sheep?* Il film narra le vicende dei replicanti, androidi perfetti, simili all'uomo ma potenziati in tutte le funzioni. Così simili da essere difficilmente distinguibili.

La fantascienza è da sempre attratta dai robot, spesso inseriti in un futuro distopico in cui, con effetti di sostituzione, determinano l'aumento rapido e incontrollabile della disoccupazione o riducono gli esseri umani in schiavitù favorendo l'ascesa al potere di una nuova *élite* artificiale. La robotica, più di altre tecnologie, stimola un immaginario simbolico perché ha una forma, un corpo – il corpo del robot – che si muove nello spazio interagendo con gli esseri umani e il passaggio dalla macchina riconoscibile come tale ai robot antropomorfi amplifica questi aspetti, generando nelle persone atteggiamenti contraddittori di entusiasmo e timore allo stesso tempo (Loffredo e Tavakkoli, 2016; Nomura *et al.*, 2006).

D'altra parte, il sogno di creare, plasmare, progettare un essere "altro" a immagine e somiglianza dell'essere umano è antico. L'etimologia del termine robot, dalla lingua ceca *robota*, richiama al lavoro servile, forzato e, per estensione, a un automa simile agli esseri umani; il robot evoca, quindi, qualcosa o "qualcuno" che assomiglia a noi pur mantenendo delle differenze riconoscibili.

Le icone della robotica sono numerose e alcune sembrano non invecchiare: è il caso di *Jeeg robot d'acciaio*, il manga giapponese che, dal 1975 in poi, ha dato origine a serie televisive, cartoni animati, film, *remake*, *cosplay*; recentemente è stato scelto tra una rosa di candidati per attribuire il suo nome a una strada a Narni<sup>1</sup>.

Che cosa c'entra la fantascienza con la robotica educativa? Il presente contributo non intende ricostruire l'exkursus delle opere di fantasia su questi temi, ma illustrare alcuni risultati a margine di un percorso di ricerca sulla rappresentazione cognitiva della robotica che ha coinvolto docenti<sup>2</sup> di scuole di diverso ordine e grado. Ancora oggi, infatti, la fantascienza sembra essere il paradigma principale che alimenta il sistema di significati e simboli di questa disciplina con il rischio di diffondere anche false credenze. Il più realistico tra tutti i romanzi o film di fantascienza immagina e descrive robot la cui realizzabilità effettiva è ancora molto lontana, se non impossibile, da prevedere (Muscato, 2011) e migliorare la cognizione di cosa sia e non sia un robot è ritenuto importante per gli operatori della conoscenza, i progettisti, i ricercatori e, non per ultimo, gli utenti finali (Kachouie *et al.*, 2013).

Indagare i significati attribuiti al robot assumendo come universo di riferimento il corpo docente può tratteggiare alcuni presupposti per l'utilizzo della robotica educativa nei contesti di apprendimento. Obiettivo principale della ricerca, illustrata nel seguito, è rilevare e descrivere le rappresentazioni della robotica degli insegnanti, attraverso la traduzione empirica di questo obiettivo in alcune domande specifiche: quali associazioni attribuiscono i docenti alla parola robot? Quali atteggiamenti esprimono verso la robotica? Quali sono i tratti principali dei percorsi di socializzazione alla robotica educativa? Per rispondere a questi interrogativi è stato adottato un disegno di ricerca sociologico *mixed-methods*; i dati quantitativi derivanti da survey

<sup>1</sup> Nella petizione è specificato che *Jeeg robot d'acciaio* è stato scelto tra le varie opzioni perché ritenuto campione della lotta per la difesa della specie umana <https://www.change.org/p/comune-di-narni-via-jeeg-robot-a-narni-tr>.

<sup>2</sup> Seppur l'autrice concordi con l'approccio alla neutralità di genere nel linguaggio, nella lingua italiana non è sempre possibile. Per rappresentare all'unisono le insegnanti e gli insegnanti saranno utilizzate parole come "persone", "personale" e nomi collettivi come "corpo docente". Non potendo impiegare sempre queste soluzioni linguistiche si adatterà il maschile inteso in senso neutro. Analoghe considerazioni valgono per la parola maschile "robot" e quella femminile "macchina". Il titolo del contributo "La macchina e il robot" è stato immaginato per rendere proprio conto dell'importanza del linguaggio nel favorire processi inclusivi.

di un più ampio progetto di analisi sono stati integrati con interviste qualitative rivolte a formatori e referenti che progettano e realizzano percorsi formativi di robotica educativa per docenti<sup>3</sup>.

Un aneddoto può anticipare alcuni risultati. Nel 2015, durante una competizione robotica, un gruppo di giovani scelse come motto della propria squadra la frase di Alan Kay, noto informatico statunitense, tradotta in italiano: il miglior modo per predire il futuro è inventarlo. La robotica educativa può stimolare la capacità di inventare il futuro partendo dalla tecnologia, un ambito “naturale” per le giovani generazioni, ma è importante che i processi di conoscenza siano sostenuti e guidati. Tutti gli esperti coinvolti nella ricerca rilevano che nella robotica educativa l’insegnante può avere un ruolo efficace soprattutto provando a cambiare prospettiva e osservando i processi di apprendimento da un altro punto di vista. Un po’ come Roy Batty, il replicante perfetto di *Blade Runner*, magistralmente interpretato da Rutger Hauer, osserva, con un misto di perspicacia, ammirazione e antagonismo, gli esseri umani nel divenire della loro umanità.

## **Perché una ricerca su robotica educativa e cognizione rivolta al corpo docente**

La cognizione può essere definita, in estrema sintesi, il processo di acquisizione di conoscenze e di comprensione attraverso il pensiero e l’esperienza. In ambito educativo i processi cognitivi sono ampiamente studiati per il ruolo centrale nell’apprendimento (Piaget, 1971); secondo il cognitivismo, il modo con cui l’individuo acquisisce informazioni e le elabora per applicarle in un contesto applicativo subisce la mediazione dell’ambiente sociale e, nelle sue varie fasi, può essere condizionato da valori, credenze, stereotipi, pregiudizi e false rappresentazioni.

La cognizione è considerata soprattutto per la sua importanza nei processi di apprendimento dalla prima infanzia in poi. Il presente contributo intende osservare i processi cognitivi dalla prospettiva del corpo docente come presupposti nei percorsi di socializzazione alla robotica educativa.

<sup>3</sup> I dati quantitativi illustrati fanno parte di un progetto di ricerca più ampio. In questa sede sono presentati i risultati dei test associativi e di alcuni indicatori riferiti a opinioni e atteggiamenti. Le interviste qualitative ai formatori che realizzano corsi di robotica educativa per docenti, invece, sono state realizzate espressamente ai fini del presente contributo.

Gli obiettivi di ricerca sono stati operativizzati<sup>4</sup> attraverso alcune domande rivolte agli insegnanti: quali rappresentazioni hanno della robotica? Quali associazioni formulano riferendosi alla parola robot? Quali sistemi di significati possono favorire o, al contrario, frenare i tempi e i modi con cui si avvicinano alla robotica educativa?

Sembra interessante rispondere a queste domande poiché le attività di robotica educativa possono dipendere dal significato che gli insegnanti attribuiscono a concetti quali “robot” e “programma”; analizzare la gamma dei significati può contribuire, quindi, a comprendere le strategie, consapevoli e inconsapevoli, adottate dai docenti nella progettazione e concretizzazione di tali attività (Guida, 2019). Poiché le rappresentazioni possono influenzare tutte le fasi – dall’individuazione degli obiettivi didattici, alla realizzazione, alla valutazione (Bignamini e D’Alessio, 2019) – considerare questi elementi può aiutare anche a cogliere i fattori che possono aumentare l’efficacia delle attività di robotica educativa (Grimaldi, 2015).

Le ricerche rivolte agli insegnanti su questi temi sono esigue, in particolare in Italia (Banzato e Tosato, 2017); d’altra parte, affrontare l’ambito di ricerca dell’*educational technology* non è semplice, poiché implica tenere conto anche del ciclo di vita delle tecnologie – la robotica educativa utilizza kit differenti per forma, funzionalità e complessità – i cui trend di sviluppo, in ambito didattico ma non solo, sono rapidi e di difficile previsione (Ranieri, 2015).

I cambiamenti intervenuti nei processi di apprendimento e nelle interazioni tra gli attori coinvolti richiedono, inoltre, di modificare anche gli oggetti di ricerca: dall’analisi dell’uso delle tecnologie in ambito scolastico, l’attenzione si è spostata sulla didattica digitale, processo in cui le tecnologie impattano prima sulla cultura e poi sulle modalità operative (Rossi, 2019). Le ricerche evidenziano il cambiamento avvenuto non solo a livello di processo ma anche di ruolo: nel background dei docenti ai tradizionali confini disciplinari e didattici si sono aggiunte competenze relazionali, comunicative, collaborative, organizzative e orientate all’innovazione (Argentin, 2018).

La diffusione delle nuove tecnologie ha modificato anche le strategie di apprendimento, agendo sullo sviluppo delle dimensioni collaborativa e cooperativa, esperienziale e simulativa, comunicazionale e interattiva (Ri-

<sup>4</sup> Il processo di operativizzazione è finalizzato a individuare degli indicatori riferiti a un concetto non immediatamente osservabile.

voltella, 2011). I nuovi strumenti hanno accelerato questo processo, ma l'opportunità per l'insegnante di realizzare la transizione da trasmettitore di conoscenze a facilitatore di processi di apprendimento trae origine da un cambiamento più generale del sistema di relazioni docente-tecnologia-discente. La tecnologia, infatti, è interna al sistema uomo-macchina-ambiente (Rivoltella, 2019), un sistema articolato e complesso, la cui analisi richiede di considerare non solo le caratteristiche dei singoli attori ed elementi, ma anche le loro interazioni.

La robotica educativa si basa su artefatti e la realizzazione di artefatti favorisce la conoscenza (Papert, 1980), ma la robotica educativa mette in gioco non solo abilità tecniche e stimola l'insegnante a sviluppare anche attitudine performativa alla sperimentazione e al cambiamento (Indire, 2018). Il ruolo del docente può assumere così i contorni di guida, invertendo il processo di trasmissione top down (Rivoltella e Rossi, 2019).

Il corpo docente italiano ha alcune tendenze strutturali: l'età tendenzialmente elevata – l'età media è 51 anni nella scuola primaria e secondaria di primo grado e 53 in quella secondaria di secondo grado – e l'ingente tasso di femminilizzazione, soprattutto in alcuni cicli (Argentin, 2018). L'età è spesso correlata con le competenze digitali, elemento di criticità per i docenti italiani; solo il 36% degli insegnanti, ad esempio, dichiara di sentirsi adeguatamente preparato per affrontare una lezione a distanza (Pasta, 2020). La rappresentazione della robotica educativa come un percorso «troppo difficile» e il timore che «gli studenti siano più bravi di me» possono influenzare la *self-efficacy* (Bandura, 1997), intesa come autovalutazione delle competenze che i docenti ritengono di possedere.

La scelta di sperimentare in classe una o più tecnologie può dipendere anche da fattori oggettivi (Ranieri, 2011): l'organizzazione scolastica, la presenza di strutture adeguate e la sostenibilità hanno un ruolo rilevante, ma le giovani generazioni possono essere più veloci a progettare, realizzare e testare i robot e la presente ricerca conferma che questo è uno degli elementi che può limitare i percorsi di avvicinamento alla robotica educativa dei docenti. Se l'insegnante comprende l'opportunità di sperimentare il ruolo di mediatore e facilitatore (Grimaldi, 2015), rinunciando, anche solo in parte, al ruolo di esperto esclusivo della materia, la robotica educativa può diventare uno strumento efficace.

## Il progetto di ricerca: presupposti teorici e metodo

La sociologia e, in particolare, il filone *Science and Technology Studies* (STS) hanno sviluppato e formalizzato, soprattutto negli ultimi trent'anni, differenti approcci allo studio del rapporto tra tecnologia e società. Uno degli orientamenti recenti più interessanti è stato l'inserimento, nello studio ex post degli impatti della tecnologia sulla società, della ricerca ex ante riguardante i fattori sociali che possono favorire la diffusione della tecnologia o, al contrario, ostacolarla.

La sociologia ha considerato l'influenza della tecnologia nei processi di interazione soprattutto per il ruolo della rete e dei social network in ambito didattico (Ranieri, 2013) e relazionale (Arosio, 2013), mentre sul rapporto con la tecnologia che ha una forma, un corpo – il corpo del robot – gli studi sono ancora limitati. Che cosa succede quando un essere umano entra in relazione con un robot? Attraverso quali fasi avviene il processo di socializzazione?

Secondo l'approccio del *Social Construction of Technology* (SCOT), la tecnologia non è il risultato di un percorso lineare di tipo deterministico, ma nasce senza una precisa caratterizzazione e assume conformazioni differenti in base al confronto tra i gruppi sociali (Alessandri, 2008); attraverso l'interazione, i gruppi sociali producono diverse rappresentazioni legate ad aspettative, simboli e valori.

Tecnologia e società cooperano nel processo di incorporazione sociale anche secondo la prospettiva del *Social Shaping of Technology* (SST). Sviluppato parallelamente e in stretta relazione con l'approccio SCOT, pur differenziandosene per alcuni aspetti, l'approccio SST intende mostrare la fallacia delle interpretazioni che descrivono lo sviluppo tecnologico un processo che si autoalimenta e autodetermina, e evidenziare il carattere non lineare della diffusione degli oggetti tecnologici che può assumere linee di sviluppo diverse e anche molto divergenti secondo i contesti sociali (MacKenzie e Wajcman, 1999).

Secondo la *Domestication theory* (Silverstone *et al.*, 1992) la socializzazione con l'oggetto tecnologico si sviluppa in quattro fasi: appropriazione, oggettivazione, incorporazione, conversione; nell'ultima fase avviene la costruzione dei significati e valori simbolici associati all'oggetto tecnologico e il successivo trasferimento nelle interazioni quotidiane (Operto, 2108a).

Non è semplice restituire in poche righe il complesso degli orientamenti teorici che si sono consolidati nel corso del tempo e la presenza di diversi approcci può generare disorientamento; ciò che si intende sottolineare in questa sede è l'assunto che la società influenza la tecnologia e non l'opposto e che la socializzazione alla tecnologia è un processo dove non esiste un unico fattore dominante. I risultati delle indagini mostrano, infatti, che gli atteggiamenti verso i robot sono complessi, multidimensionali e associati a un certo grado di contraddittorietà e ambivalenza. I robot, in particolare quelli concepiti per interagire con gli esseri umani, sono parte di un ampio sistema influenzato da fattori sociali, culturali e ambientali in cui si muovono stakeholder con diversi bisogni e attese (Operto, 2019).

Sono questi i fondamenti teorici sui quali si basa il disegno di ricerca finalizzato a esplorare la rappresentazione degli insegnanti della robotica, intesa come uno dei presupposti per i percorsi di avvicinamento alla robotica educativa. Il concetto di rappresentazione è assunto sia nel senso sociologico, così come formalizzato da Goffman nei processi di interazione sociale sia, in prospettiva più recente, come interazione uomo-macchina, in inglese *Human Robot Interaction* (HRI).

Perché è interessante indagare la rappresentazione della robotica e il suo ruolo nell'interazione? Per Goffman<sup>5</sup> (1974, 1969, 1967, 1963, 1959) ogni contesto di interazione è mediato dalla rappresentazione che gli attori sociali mettono in scena di fronte ad altri. La rappresentazione è influenzata dall'insieme delle credenze e dei sistemi di significati e, a sua volta, la rappresentazione influenza l'interazione; pertanto, nel caso in esame, si ipotizza che false rappresentazioni della robotica da parte degli insegnanti possano influenzare l'interazione prima con il concetto e, successivamente, con l'oggetto "robot" nei processi di trasferimento in ambito didattico.

La parola robot evoca una struttura speculativa complessa, multidimensionale e determina una gamma di significati polisemici inseriti in un'architettura concettuale che comprende domini diversi (Operto, 2018a). È stato rilevato in contesi di osservazione che le persone hanno difficoltà,

<sup>5</sup> Il sociologo Erving Goffman è nato nel 1922. Un anno prima, il 25 gennaio 1921, è messo in scena per la prima volta al teatro nazionale di Praga il dramma dello scrittore ceco Karel Čapek R.U.R., *Rossum's Universal Robots*, che ha dato origine alla diffusione della parola "robot", derivata a sua volta da "robota", in ceco "lavoro servile", "servizio della gleba", "lavoro pesante". Goffman è morto nel 1982, proprio l'anno in cui è stato prodotto *Blade Runner*, epoca in cui la robotica sociale muoveva i primi passi, ma i suoi studi sull'interazione restano un paradigma fondamentale di riferimento.

ad esempio, a concettualizzare distintamente la programmazione del robot dall'esecuzione del compito (Operto, 2018b) e considerano il robot un soggetto autonomo in grado di programmarsi da solo (Scuola di Robotica, 2018). Questo fenomeno di identificazione del robot con la propria programmazione avviene soprattutto con i robot umanoidi (Operto, 2018a).

Il disegno di ricerca è progettato con un approccio *mixed-methods* (Creswell, 2009; Creswell e Plano Clark, 2011): in questa sede si presentano i risultati della survey che ha coinvolto 505 casi, di cui 47 appartenenti al sub-campione di coloro che hanno dichiarato di svolgere la professione di insegnante. Nonostante la consapevolezza che la numerosità sia limitata, è apparso utile analizzare l'andamento non solo delle risposte situate ma anche metterle a confronto con quelle del totale della popolazione.

Ai docenti intervistati non è stata fornita preliminarmente una definizione di robot, poiché l'obiettivo non era analizzare il livello di conoscenza, ma la reazione a stimoli riguardanti la robotica. Parallelamente, ai fini esclusivi del presente contributo, sono state realizzate otto interviste qualitative semi-strutturate a esperti, formatori e referenti che progettano e realizzano percorsi formativi di robotica educativa rivolti a insegnanti.

Una nota definitoria prima di esporre i risultati: in questa sede si fa riferimento solo alla robotica e non al *coding*. Infatti, come confermato dagli intervistati, *coding* e robotica non sono semanticamente sovrapponibili. Il termine *coding*, oggi ampiamente diffuso, ha un certo grado di polisemia, dovuta in parte alla traduzione italiana "fare codice", interpretabile sia con "assegnare un codice", ma anche "scrivere un codice" per fornire a una macchina le istruzioni per una determinata azione. Tutto questo produce una polisemia anche nella definizione del concetto di "pensiero computazionale" (Rivoltella, 2017). Come ha riferito uno degli intervistati che ha partecipato alla presente ricerca: «la robotica educativa utilizza il *coding*, ma il *coding* di per sé non è robotica educativa».

## **Robot come costruito sociale: associazioni e sistemi di significati**

È difficile stabilire in assoluto che cosa sia e non sia un robot. Per robot si intende una macchina complessa, programmabile, dotata di autonomia di movimento per lo svolgimento di azioni di varia natura guidate da informazioni sensoriali. In tempi recenti a questa formulazione si è affiancata

un'argomentazione più ampia e completa che definisce la robotica una scienza interdisciplinare che studia la connessione intelligente tra percezione e azione e riguarda aree come la meccanica, il controllo, l'elettronica, l'informatica e l'intelligenza artificiale (Siciliano *et al.*, 1995).

L'opportunità di considerare la robotica nei suoi aspetti interdisciplinari è presente anche in ambito didattico: il 96% dei docenti che hanno partecipato a un'indagine sui progetti di robotica educativa attivati ha evidenziato l'importanza proprio del carattere interdisciplinare di questi progetti (Progetto Scuola Digitale, Osservatorio Progetti Innovativi, Regione Liguria, 2020).

Entrando nel vivo dei risultati di ricerca, il concetto di robot, così come rappresentato dagli insegnanti, è stato indagato con un test associativo: il test prevedeva di associare la prima parola che veniva in mente con riferimento al termine "robot". La figura 1 illustra l'andamento delle risposte che, attraverso l'analisi del contenuto, sono state ricondotte a dieci categorie.

Oltre la metà delle risposte (53,2%) si concentra sulle parole "macchina" (23,4%), "umanoide" (17,0%) e "automa" (12,8%). Se a queste si aggiungono i termini "programmazione" e "tecnologia", la categoria che comprende, in generale, parole semanticamente attribuibili al dominio tecnologico arriva al 68,1%.

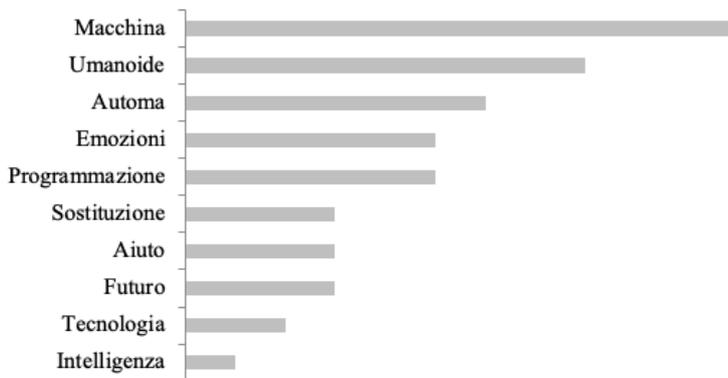


Fig. 1 Test associativo – la prima parola associata al termine robot, valori %  
Fonte: ns. elaborazioni su rilevazioni dirette.

<sup>6</sup> I due termini programmazione e robotica mantengono, tuttavia, una loro autonomia semantica come illustrato al termine del paragrafo precedente.

Emergono anche parole che esulano dal dominio tecnologico, in particolare “emozioni” (10,6%), “sostituzione” (6,4%), “aiuto” (6,4%), “futuro” (6,4%) e “intelligenza” (2,1%). Complessivamente, questi termini rappresentano il 31,9% del totale delle occorrenze.

I risultati evidenziano, quindi, che una quota rilevante degli insegnanti, circa sette su dieci, associa alla parola robot termini ricondotti ad aspetti generali di tipo tecnologico.

Particolarmente significativa appare l’associazione “robot-antropomorfismo” riscontrabile nei termini “umanoide” (17,0%) e “automa” (12,8%) – complessivamente quasi il 30% – a conferma della forza dell’immaginario che ruota intorno alla rappresentazione del robot nei tratti di somiglianza con gli esseri umani.

Non è trascurabile la quota di insegnanti orientati alle dimensioni “evocative” della robotica, in particolare l’associazione “robot-emozioni” (10,6%). Appare, infine, ridotta la percentuale di coloro che esprimono il binomio “robot-intelligenza”, nonostante l’enfasi che ha associato recentemente l’intelligenza artificiale alla robotica e al cosiddetto *Internet of Things* (IoT).

Le opinioni e rappresentazioni della robotica sono state indagate nel dettaglio con una serie di item coerenti con il concetto stesso; le tabelle successive (tabb. 2-3) mettono a confronto l’andamento delle risposte rilevate nel campione di insegnanti con il totale della popolazione, espresso sia come sommatoria delle frequenze percentuali delle modalità di risposta “molto” e “abbastanza” d’accordo, sia come indici su scala 0-100<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> In base alle risposte alla scala di accordo articolata su quattro modalità bilanciate – molto e abbastanza d’accordo, da una parte, poco e per nulla d’accordo dall’altra – è stato calcolato un indice normalizzato. L’indice varia da 0 a 100: 0 rappresenta il livello minimo di accettazione dell’item, 100 il livello massimo.

*Tab. 2 Opinioni verso la robotica, % di molto o abbastanza d'accordo, confronto insegnanti e popolazione*

La diffusione della robotica	Insegnanti	Popolazione
	%	%
Migliorerà la qualità della vita delle persone	100	87,4
Permetterà di risparmiare tempo ed energie	91,5	92,6
Aumenterà la sicurezza delle persone	74,5	62,1
Creerà problemi di sicurezza	39,1	30,9
Provocherà la perdita di posti di lavoro	56,5	64,2
Limiterà la libertà agli esseri umani	37,8	35,8

*Fonte: ns. elaborazioni su rilevazioni dirette.*

In generale gli insegnanti appaiono più favorevoli alla diffusione della robotica rispetto al totale della popolazione; questo è particolarmente evidente per gli aspetti legati alla qualità della vita (*I* insegnanti = 83 rispetto a 71 del totale) e alla sicurezza delle persone (*I* insegnanti = 61 rispetto a 58 del totale).

*Tab. 3 Opinioni verso la diffusione della robotica, indici di fiducia normalizzati su scala 0-100, valori medi, confronto insegnanti e popolazione*

	<i>Insegnanti</i>	<i>Popolazione</i>
	<i>I</i>	<i>I</i>
Miglioramento qualità della vita	83	71
Risparmio di tempo e energie	82	81
Aumento della sicurezza	61	58
Problemi di sicurezza	46	41
Disoccupazione	53	61
Limitazione della libertà	39	42

*Fonte: rilevazione diretta.*

Il confronto tra il campione di insegnanti e il totale della popolazione sugli aspetti semanticamente opposti evidenzia alcune peculiarità. Oltre la metà del campione totale è preoccupata per il possibile aumento della disoccupazione conseguente alla diffusione della robotica. Nell'associazione robot-sostituzione si ritrovano i timori riscontrati in altre indagini (Eurobarometer, 2017, 2015, 2012) che evidenziano la paura diffusa nella pubblica opinione delle ripercussioni sul mercato del lavoro.

A questo proposito, gli insegnanti sono leggermente meno allarmati del totale della popolazione (*I* insegnanti = 53 rispetto a 61 del totale). È interessante collegare questi dati con un'altra ricerca da cui emerge che il

63,6% degli insegnanti è poco o per nulla favorevole a utilizzare i robot come docenti (Operto, 2017).

Rispetto al totale del campione, gli insegnanti appaiono invece più preoccupati dei possibili problemi di sicurezza provocati dai robot (*I* insegnanti = 46 rispetto a 41 del totale), elemento che sembra in contrasto con i risultati appena accennati, ovvero l'enfasi posta dai docenti sulla possibilità che la robotica aumenti la sicurezza delle persone. Queste apparenti antinomie sembrano confermare come le rappresentazioni della robotica siano complesse e associate a un certo grado di contraddittorietà e ambivalenza (Operto, 2019) non solo tra la popolazione ma anche tra gli insegnanti.

## **Percorsi di socializzazione e formazione alla robotica educativa**

Le informazioni raccolte nella fase qualitativa attraverso le interviste rivolte a esperti che operano nel mondo della formazione per docenti hanno permesso di aggiungere altri elementi. Come si avvicina un docente alla robotica educativa? Quali difficoltà può incontrare? Qual è il ruolo delle conoscenze pregresse? Un primo elemento, richiamato dagli intervistati, è l'influenza della *self-efficacy* delle proprie competenze tecnologiche, richiamata nel paragrafo precedente: se la robotica educativa è ritenuta dal docente «troppo difficile per me» esiste il rischio di rinunciare a priori. Le competenze tecnologiche, come confermato da altre indagini, appaiono inversamente proporzionali al grado scolastico di appartenenza (Indire, 2016). Anche in questo caso, gli esperti intervistati confermano che la percezione di *self-efficacy* è meno elevata tra i docenti della scuola primaria e secondaria di primo grado, mentre gli insegnanti della scuola secondaria di secondo grado mostrano un livello di fiducia maggiore.

Se si considera che, in base ai dati disponibili, sul totale dei docenti che partecipano a corsi di robotica educativa oltre sette su dieci appartengono ai cicli inferiori – rispettivamente il 12% alla scuola dell'infanzia, il 44% alla primaria e il 19% alla scuola superiore di primo grado (fonte: Media Direct) – agire sulla *self-efficacy* può rappresentare uno dei fattori per favorire l'integrazione della robotica educativa nella pratica didattica, considerato che, come illustrato in più parti del presente lavoro, proprio le competenze

psicopedagogiche, patrimonio dei docenti, sono uno degli elementi facilitanti<sup>8</sup>.

Gli stessi insegnanti rilevano come la formazione sia un fattore fondamentale per affrontare le innovazioni in ambiente scolastico, sia nella fase iniziale della carriera sia nei momenti successivi (Argentin, 2018); il fabbisogno formativo maggiormente espresso in ogni ordine e grado è proprio l'uso delle tecnologie nella didattica (Indire, 2016).

A questo proposito, i formatori intervistati affermano che la presenza tra i docenti di diversi livelli di competenza tecnologica in ingresso non rappresenta un fattore ostativo alla frequenza dei corsi di robotica educativa, proprio perché nella robotica educativa entrano in gioco soprattutto le competenze psicopedagogiche e il ruolo del docente come facilitatore di processi di apprendimento.

Se gli insegnanti acquisiscono la consapevolezza di questi aspetti, a parere degli intervistati, è possibile favorire il passaggio dal controllo alla negoziazione (Rivoltella e Rossi, 2019); in questo modo, l'autovalutazione delle competenze tecnologiche da parte degli insegnanti può diventare meno vincolante per chi considera la robotica educativa troppo difficile.

Dal punto di vista del collegamento con la rappresentazione, illustrata nel paragrafo precedente, tutti i formatori intervistati dichiarano che gli insegnanti che partecipano ai corsi di formazione di robotica educativa, quando si avvicinano a questo ambito, hanno raffigurazioni eterogenee di cosa sia un robot: alcuni hanno idee corrispondenti alla realtà, altri ne hanno una rappresentazione immaginifica. In molti casi questo immaginario, secondo quanto riportato dagli esperti intervistati, è mediato soprattutto dalla narrazione fantascientifica.

Proprio per questo, gli intervistati affermano l'opportunità di strutturare i corsi di robotica educativa per docenti con un modulo introduttivo dedicato anche all'illustrazione del concetto di robot. A parere di tutti, infatti, quest'aspetto è molto importante non solo per il successivo trasferimento nell'agire didattico, ma anche per scongiurare il rischio dell'"effetto disincanto" che si può produrre quando il robot, nella pratica concreta, non funziona. Questo rischio, a parere di molti intervistati, può essere presente anche tra gli insegnanti poiché «il concetto di errore che può fare una macchi-

<sup>8</sup> In questo caso le ricerche sulla *self-efficacy* mostrano la tendenza opposta alle competenze tecnologiche; i docenti che si sentono meno preparati sulle competenze psicopedagogiche sono quelli dell'ultimo grado, mentre i colleghi dei gradi inferiori dichiarano di essere più sicuri (Indire, 2016).

na è diverso da quello dell'errore valutabile nei contesti di apprendimento». Secondo gli intervistati, è importante chiarire che cosa si intenda per errore in un robot anche per ridurre le difficoltà percepite legate alla logica di funzionamento del robot come strumento da utilizzare in ambito didattico.

Un'altra difficoltà, richiamata dagli intervistati, è riferita alle modalità di inserimento delle attività di robotica educativa nel programma scolastico, soprattutto per i docenti dei cicli inferiori; a questo proposito, tutti gli esperti indicano utile trasferire strumenti per integrare la robotica educativa, ad esempio con *lesson plan* (Sugliano *et al.*, 2018).

Un ultimo elemento di difficoltà, richiamato dagli intervistati, è la progettazione e realizzazione, al termine del processo, di attività di valutazione dell'efficacia della robotica educativa. Valutare le attività di robotica educativa non è semplice (Grimaldi, 2006, 2015); gli intervistati richiamano la difficoltà dei docenti di implementare l'approccio "classico" alla valutazione con strumenti osservativi, multilivello, aperti all'autovalutazione e alla valutazione tra pari.

I risultati della ricerca mostrano, quindi, la presenza di diverse tipologie di insegnanti. L'analisi congiunta delle fasi quantitativa e qualitativa conferma l'esistenza di diversi profili di docenti secondo due dimensioni: la rappresentazione e l'attitudine alla sperimentazione. Si ritrovano i cinque cluster proposti da Roger (1962 e successivi) per classificare gli utilizzatori delle innovazioni tecnologiche: innovatori, primi utilizzatori, maggioranza iniziale, maggioranza tardiva, ritardatari. Gli esperti di robotica educativa che operano nel mondo della formazione per docenti, intervistati nella ricerca, affermano che il passaggio da una categoria all'altra non sembra dipendere tanto dalle conoscenze tecniche, quanto proprio dall'attitudine alla sperimentazione.

## **Progettato dall'essere umano per l'essere umano**

Se il punto di partenza di questo lavoro è stato la relazione tra robotica, cognizione e rappresentazione, si ritiene che le conclusioni debbano tornare sull'essere umano. Nietzsche, in *Umano, troppo umano* (1979, 1981), avanza in forma aforistica una critica sulla condizione umana indicando nello "spirito libero" colui che persegue la conoscenza.

È stato richiamato in precedenza che migliorare la cognizione di cosa sia la robotica sia importante per gli operatori della conoscenza, i progetti-

sti, i ricercatori e, non per ultimo, gli utenti finali. False rappresentazioni, difficoltà legate alla percezione della disciplina, limitata autoefficacia, ridotta fiducia nelle proprie competenze, tecniche e psicopedagogiche, possono influenzare i docenti e decretare la rinuncia a partecipare a corsi di robotica educativa e alla successiva sperimentazione di questi strumenti in ambito didattico.

La ricerca mostra che la rappresentazione del concetto di robot tra gli insegnanti non è omogenea ed è influenzata dal binomio “robot-antropomorfismo”. Anche in termini di aspettative, le opinioni degli insegnanti presentano un certo grado di contraddittorietà e ambivalenza, a conferma della multidimensionalità e polisemia della rappresentazione della robotica e della complessità della sua architettura concettuale che comprende domini diversi.

Sul fronte della *self-efficacy*, i risultati mostrano l’opportunità di rafforzare negli insegnanti le competenze tecniche, ma, ancor più, di riflettere sull’integrazione del ruolo del docente dalla trasmissione di contenuti alla facilitazione di processi di apprendimento. Un processo che richiede di considerare due elementi: la centralità della relazione tra docente e studente e la consapevolezza che la tecnologia non è un elemento esterno al processo sociale ma è progettata dall’essere umano per l’essere umano.

## Bibliografia

- Alessandri G. (2008), *Dal desktop a Second Life. Tecnologie nella didattica*, Perugia, Morlacchi.
- American Film Institute, America’s most heart pounding movie, List of the top 100 Most Heart-Pounding American Movies, <https://tinylink.net/aRXDD>
- Alessandri G., Paciaroni M. (2011), *Robotica educativa*, in Minerva T., Colazzo L., a cura di, *Connessi. Scenari di innovazione nella formazione e nella comunicazione*, Reggio Emilia, Ledizioni, 37-46.
- Argentin G., Gui M., Tamanini C. (2013), “A scuola di competenza digitale. Il ruolo degli insegnanti nell’uso delle ICT degli studenti”, in *Scuola democratica*, 1, 79-103.
- Argentin G. (2018), *Gli insegnanti nella scuola italiana. Ricerche e prospettive di intervento*, Bologna, il Mulino.
- Arosio L. (2013), “Amori online. Incontrarsi, frequentarsi e lasciarsi con la mediazione della Rete Internet”, in *Salute e società*, 77-103.

- Avidov-Ungar O., Eshet-Alkaway Y. (2011), "Teachers in a World of Change: Teachers' Knowledge and Attitudes towards the Implementation of Innovative Technologies in Schools", in *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 7, 291-303.
- Bandura A. (1997), *Self-efficacy: The exercise of control*, New York, Freeman.
- Banzato M., Tosato P. (2017), *Self-efficacy degli insegnanti in attività di coding: uno studio di caso nella primaria e secondaria di primo grado*, in Limone P. e Parmigiani D., a cura di, *Modelli pedagogici e pratiche didattiche per la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti*, Bari, Progedit, 157-172.
- Bignamini S., D'Alessio A. (2019), "Progettare e condurre laboratori di robotica educativa", in *Pedagogika.it*, anno 23, n. 2, 19-23.
- Creswell J.W. (2009), *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*, 3rd ed., Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell J.W., Plano Clark V.L. (2011), *Designing and conducting mixed methods research*, 2nd ed., Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dick P.K. (1968), *Do Androids Dream of Electric Sheep?*, New York, Doubleday.
- Dumouchel P., Damiano L. (2019), *Vivere con i robot. Saggio sull'empatia artificiale*, Milano, Raffaello Cortina Editore.
- European Commission, Directorate General for Communication (2012), *Public attitudes towards robots*, Special Eurobarometer, 382, Brussels, [http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs\\_382\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_382_en.pdf).
- European Commission, Directorate General for Communications General for Communications Networks, Content and Technology (2015), *Autonomous systems*, Special Eurobarometer, 427, Brussel, [http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs\\_427\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_427_en.pdf).
- European Commission, Directorate General for Communications General for Communications Networks, Content and Technology (2017), *Attitudes towards the impact of digitisation and automation on daily life*, Special Eurobarometer 460, Brussel, [https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/ebs\\_460\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/ebs_460_en.pdf).
- Ferrari S., Mangione G.R., Rosa A., Rivoltella P.C. (2017), *Fare coding per emanciparsi*, in Limone, P. e Parmigiani D., a cura di, *Modelli pedagogici e pratiche didattiche per la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti*, Bari, Progedit, 114-131.
- Goffman E. (1959), *The Presentation of Self in Everyday Life*, University of Edinburgh Social Sciences Research Centre, Anchor Books.
- Goffman E. (1963), *Behavior in public places*, New York, Free Press.
- Goffman E. (1967), *Interaction Ritual: Essays on Face-to-Face Behavior*, Garden City, NY, Anchor Books.
- Goffman E. (1969), *Strategic interaction*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press.

- Goffman E. (1974), *Frame analysis: An essay on the organization of experience*, Cambridge, MA, US, Harvard University Press.
- Grimaldi R., a cura di (2006), *Disuguaglianze digitali nella scuola. Gli usi didattici delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione in Piemonte*, Milano, FrancoAngeli.
- Grimaldi R., a cura di (2015), *A scuola con i robot: innovazione didattica, sviluppo delle competenze e inclusione sociale*, Bologna, il Mulino.
- Guida I. (2019), "Stripes Digitus Lab", in *Pedagogika.it*, anno 23, n. 2, 15-18.
- Indire (2016), *Competenze digitali e fabbisogni formativi dei docenti*, Report sintetico di monitoraggio e analisi delle competenze digitali e dei nuovi fabbisogni formativi dei docenti che hanno partecipato alle azioni del PON 2007-2013 nelle Regioni "Obiettivo Convergenza" (Campania, Sicilia, Puglia, Calabria), Firenze.
- Kachouie R. et al., "Socially Assistive Robots in Elderly Care: A Mixed-Method Systematic Literature Review", in *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2014, 30:5, 369-393.
- Loffredo D., Tavakkoli A. (2016), "What are European Union Public Attitudes towards Robots?", in *Systemics, Cybernetics and Informatics*, Volume 14, number 1.
- Library of Congress, Complete National Film Registry Listing, <https://www.loc.gov/programs/national-film-preservation-board/film-registry/complete-national-film-registry-listing/>.
- MacKenzie D., Wajcman, J., eds. (1999), *The social shaping of technology*, Buckingham, Open University Press.
- Mori M. (1970), "Bukimi no tani" ("The uncanny valley"), in MacDorman K.F., Minato T., *Transaction on Energy*, 7, 4, 33-35.
- Murdaca A.M., Epasto A., Smeriglio D., Oliva P. (2017), *Fattori individuali e atteggiamenti degli insegnanti per un uso efficace delle tecnologie digitali*, in Limone, P. e Parmigiani D., a cura di, *Modelli pedagogici e pratiche didattiche per la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti*, Bari, Progedit, 240-254.
- Muscato G. (2011), *Robotica e Società*, in Nicolosi G., a cura di, *Robot. La macchina, il corpo, la società*, Firenze-Catania, Editpress, 17-79.
- Nietzsche F. (1979), *Umano, troppo umano, I*, Milano, Adelphi.
- Nietzsche F. (1981), *Umano, troppo umano, II*, Milano, Adelphi.
- Nomura T., Suzuki T., Kanda T. & Kato K. (2006), "Measurement of negative attitudes towards robots", in *Interaction Studies*, 7, 3, 437-454.
- Operto S. (2017), *Human-Robot Interaction*, materiale di ricerca.
- Operto S. (2018a), "Human, Not Too Human: Technology, Rites, and Identity", in *Open Information Science*, 2, 189-202.

- Operto S. (2018b), “SN-19: storie di umani e robot. L’avanzata dei robot: quale futuro per gli esseri umani?”, Festival della Comunicazione, Camogli, 8 settembre 2018.
- Operto S. (2019), “Evaluating public opinion towards robots: a mixed-method approach”, in Paladyn, *Journal of Behavioral Robotics*, Volume 10, Issue 1, 286-29.
- Osservatorio Progetti Innovativi, Progetto Scuola Digitale Liguria, Regione Liguria, <https://www.scuoladigitaleliguria.it/osservatorio.html>
- Papert S. (1980), *Mindstorms: Children, Computers, ad Powerful Ideas*, Ney York, Basic Books.
- Pasta S., “Il rischio di allargare la forbice tra Gianni e Pierino”, *Essere a scuola*, numero speciale.
- Piaget J. (1971), *L’epistemologia cognitiva*, Roma-Bari, Laterza.
- Ranieri M. (2011), *Le insidie dell’ovvio*, Pisa, ETS.
- Ranieri M. (2013), *I social network nell’educazione*, Trento, Erickson.
- Ranieri M. (2015), “Linee di ricerca emergenti nell’educational technology”, *Form@re*, Volume 15, 3.
- Rivoltella P.C. (2011), *Innovare la didattica nei sistemi dell’istruzione. Linee di tendenza*, in Minerva T., Colazzo, L., a cura di, *Connessi. Scenari di innovazione nella formazione e nella comunicazione*, Reggio Emilia, Ledizioni, pp. 1-6.
- Rivoltella P.C. (2019), “Coding e Robotica Educativa. Forme della Media Educazione?”, in *Pedagogika.it*, anno 23, n. 2, 9-14.
- Rivoltella P.C., Rossi P.G. (2019), *Il corpo e la macchina. Tecnologia, cultura, educazione*, Brescia, Scholè.
- Roger E.M. (1962), *Diffusion of innovation*, New York, Free Press.
- Rossi P.G. (2017), *Dall’uso del digitale nella didattica alla didattica digitale*, in Limone P. e Parmigiani D., a cura di, *Modelli pedagogici e pratiche didattiche per la formazione iniziale e in servizio degli insegnanti*, Bari, Progedit, 3-19.
- Siciliano B., Khatib O., a cura di (2016), *Springer Handbook of Robotics*, Springer.
- Scuola di Robotica (2018), *Umano ma non troppo: uno spettacolo di umani e robot* [https://firewall.scuoladirobotica.it/it/newsfw/1090/Umano\\_ma\\_non\\_troppo\\_uno\\_spettacolo\\_di\\_umani\\_e\\_robot.html](https://firewall.scuoladirobotica.it/it/newsfw/1090/Umano_ma_non_troppo_uno_spettacolo_di_umani_e_robot.html).
- Silverstone R., Hirsch E. (eds.) (1992), *Consuming Technologies: Media and Domestic Practices*, London, Routledge.
- Sugliano A., Lo Giudice G, Micheli E., Tamburini F. (2018), “Un corso di robotica a distanza: il modello del Master universitario di I livello EPICT - Coding e Robotica educativa”, in Adorni G., Cicognani M., Frosina K., Mastronardi G., a cura di, *Nuovi metodi e saperi per formare all’innovazione*, atti del convegno Didamatica 2018, Cesena, 19-20 aprile 2018, 263-272.

# Le possibili applicazioni della robotica educativa nel contesto ospedaliero: un approccio teorico

di Ludovica Brogna

## Robotica educativa e scuola in ospedale: quale legame?

Se è vero che la robotica educativa si sta diffondendo rapidamente in tutti gli ambiti della società, compreso quello educativo (Pachidis *et al.*, 2018), è necessario analizzare limiti e benefici del suo utilizzo. Robotica è sinonimo di atteggiamento attivo e propositivo nei confronti dell'apprendimento. In altre parole, è una metodologia costruttivista, flessibile, *hands-on* e transdisciplinare (Meloni, 2018, p.189).

Se si considera che l'obiettivo fondamentale di tutti i contesti educativi è l'apprendimento autentico, allora si possono proporre attività di robotica, sin dai primi anni di scuola dell'infanzia, per promuovere non solo le capacità cognitive, ma anche quelle affettivo-relazionali e comunicative (Pennazio, 2015, p. 156).

Il robot si inserisce alla perfezione nel quadro teorico delle “*Indicazioni Nazionali per il Curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*” (2012) le quali sottolineano che per favorire l'apprendimento, il contesto educativo deve supportare la motivazione intrinseca, il sentimento di efficacia e l'atteggiamento di metacognizione (MIUR, pp. 26-27).

Situazioni operative di questo tipo dovrebbero essere proposte in tutte le realtà, soprattutto in quelle con caratteristiche peculiari come la Scuola in Ospedale (SiO), la quale ha come obiettivo ultimo quello di mantenere viva la voglia di apprendere tramite attività significative e personalizzate.

Per rispondere a questa esigenza, il robot può essere utilizzato per proporre attività concrete che sollecitano il coinvolgimento cognitivo, la comunicazione e che offrono la possibilità di sperimentare i punti di forza tralasciando i limiti (robot come *mediatore didattico*, Di Maio *et al.*, 2018, p.1).

La SiO, però, risponde anche alle esigenze emotive: la malattia, infatti, interrompe la vita quotidiana e pone lo studente in una condizione di soli-

tudine, dolore e paura che i docenti devono saper considerare come punto di partenza per ri-strutturare il percorso di crescita.

La scuola diventa, dunque, luogo di relazioni e comunicazione: il robot può essere utilizzato come *elemento di contatto con la realtà esterna e come mediatore comunicativo*.

Nel primo caso, si vuole supportare il mantenimento del contatto con la realtà scolastica di riferimento; nel secondo, il robot diventa un elemento sociale che favorisce l'attivazione del processo di *meaning-making*, la rielaborazione dell'evento stressante e supporta i pazienti nella gestione della propria patologia. I robot utilizzati, in questo caso, sono di tipo sociale e interattivo: facciamo riferimento, infatti, alla robotica assistiva.

## **Scuola in Ospedale: aspetti generali della realtà educativa**

La Scuola in Ospedale (SiO) nasce per garantire due diritti costituzionali, quello alla salute e quello all'istruzione. In caso di malattia infantile, l'educazione è considerata il fattore protettivo più significativo nella prevenzione delle conseguenze psico-sociali: la scuola diventa *simbolo di rassicurazione e contenimento delle esperienze di dolore*, in quanto permette di trasformare i vissuti negativi in occasioni di crescita (Capurso, 2014, p. 28).

Due sono le realtà che in Italia si sono sviluppate per rispondere a questa esigenza e che rappresentano un ampliamento dell'offerta formativa: la SiO e l'Istruzione Domiciliare. I percorsi scolastici attivati in questi due contesti sono volti a realizzare piani didattici personalizzati e individualizzati secondo le specifiche esigenze (*“Linee di Indirizzo Nazionali sulla scuola in ospedale e l'istruzione domiciliare”*, MIUR, 2019, p.2). Sembra, dunque, che le parole-chiave della realtà didattica ospedaliera siano *flessibilità e personalizzazione*.

Il team docente deve analizzare attentamente la situazione fisica ed emotiva del paziente, entrare in relazione e proporre attività educative che creino ponti di collegamento e continuità: la comunicazione è il prerequisito del percorso educativo in quanto è strumento di confronto, di conoscenza e permette la negoziazione di significati (Luciano, 2013, p. 125).

È ben evidente che la scuola non risponde solamente al proprio compito didattico (conoscenza, apprendimento), ma soprattutto ad uno affettivo-relazionale: non a caso, i pazienti pediatrici la percepiscono come elemento di speranza e normalità.

La malattia, soprattutto se richiede una lunga degenza, è da considerarsi una *biographical disruption* che modifica le abitudini e irrompe nel percor-

so di costruzione dell'identità. Sono numerose le aree che vengono messe in discussione in caso di ospedalizzazione: ad esempio, lo sviluppo e il mantenimento delle relazioni amicali, la sensazione di normalità, l'esperienza scolastica, la speranza nel futuro (Taylor *et al.*, 2008, pp. 3085-3089).

La scuola è elemento di resilienza; attraverso attività significative, permette allo studente di iniziare ad attribuire significato e di rispondere a domande complesse quali “*Perché mi è successo questo? Come cambia adesso la mia vita? Come affrontare il problema?*”.

Per facilitare il percorso di rielaborazione, numerose professionalità ruotano attorno al paziente (medici, psicologi ecc.) e per questo, si parla di “alleanza terapeutica”, intesa come insieme di interventi multi-disciplinari che hanno come obiettivo ultimo il benessere del paziente (Drigo *et al.*, 2011, pp. 22-24).

Quali attività didattiche? La SiO opera in un contesto ad alta complessità e variabilità: gli alunni non sono sempre gli stessi a causa delle dimissioni e dei ricoveri, lo spazio-scuola deve essere continuamente definito e riconosciuto (stanza di degenza-locali comuni) così come la durata dell'attività la quale viene strutturata sulla base delle necessità mediche (Benigno *et al.*, 2017). Le proposte didattiche si basano spesso su un rapporto 1:1 oppure vengono organizzate, laddove le condizioni fisiche lo permettono, a piccoli gruppi con studenti di età differenti: per questo motivo, particolarmente utile risulta essere la didattica laboratoriale, per competenze e per progetti che si basa sull'esperienza calibrata a seconda delle esigenze (MIUR, 2019, p. 11).

Si fa riferimento ad un approccio di tipo “*learner-centered*” (APA, 1997) e al paradigma costruttivista, secondo il quale la conoscenza è il prodotto di una costruzione attiva del soggetto e ha carattere “situato”.

Il progetto “*LeHo*” (*Learning at home and in hospital*), documento stilato sulla base di queste premesse costruttiviste, ha come obiettivo quello di strutturare buone prassi di lavoro e di diffonderle a livello internazionale. Sono numerosi i fattori educativi da tenere in considerazione, tra i quali la relazione con l'ambiente e le persone e la metacognizione. Nel primo caso, si fa riferimento all'apprendimento autentico che si realizza all'interno di un sistema di interazione con gli altri e con gli artefatti culturali e nel secondo, si sottolinea l'importanza dell'alternare attività cognitive quali il pensare, il ragionare con altre concrete quali il fare e il giocare (ruoli attivi). Inoltre, prerequisito dell'attività didattica è il riconoscimento delle individualità, delle strategie di apprendimento di ognuno, dei desideri e delle attitudini (Capurso e Dennis, 2017, pp. 13-14).

Quale ruolo ha la robotica educativa in questo quadro teorico? Le già citate “*Linee Guida per la SiO e l’ID*” (MIUR, 2019) sostengono nuovi modelli pedagogici volti alla flessibilità organizzativa, metodologica e valutativa alla cura della relazione educativa. Il documento riconosce il ruolo delle tecnologie (dunque, anche dei robot) le quali supportano il percorso di apprendimento sia nei suoi aspetti cognitivi che emotivi (p. 3).

## Il robot nelle corsie ospedaliere: quale utilizzo?

Al fine di comprendere meglio le tre funzioni citate precedentemente, dividiamo i robot in due macro-categorie: i robot prettamente educativi e quelli sociali-interattivi.

1. *Robot educativi-kit di apprendimento*. I robot educativi coincidono con i kit di apprendimento che consentono di programmare organismi artificiali con un apparato senso-motorio ed un cervello, i quali sono in grado di eseguire svariati repertori comportamentali che sono il risultato di una continua interazione tra sistema e ambiente esterno (Nolfi e Miglino, 2000, p. 2). Con il concetto “kit di apprendimento” si intende sottolineare l’utilizzo del robot come oggetto di programmazione: alcuni esempi di utilizzo sono le attività con kit robotici semplici come *Bee-Bot* e *Legò WeDo* con i più piccoli e *Legò MindStorm* con i più grandi. Questi robot, utilizzati con l’insegnante oppure con pochi altri pazienti, favoriscono sia l’apprendimento disciplinare che l’atteggiamento costruttivo: tramite situazioni concrete che stimolano domande continue, i bambini possono padroneggiare competenze legate al ragionamento, al metodo scientifico e alla fantasia (Alessandri e Paciaroni, 2012, p. 76).
2. *Robot interattivi- social robots*. Robot quali *Nao*, *Pepper* e *Robovie* hanno come obiettivo l’interazione sociale. Sono dispositivi in grado di comprendere le espressioni, i movimenti, lo stato d’animo dell’interlocutore e di strutturare una risposta adeguata (Tanaka *et al.*, 2015, p. 270). Questi robot hanno solitamente un aspetto fisico complesso e realistico che favorisce la predisposizione alla comunicazione da parte degli utenti: è stato, infatti, confermato che quest’ultimo permette ai bambini di predire le caratteristiche del robot e la sua personalità (Woods, 2006, p. 1394). Ancora più dell’aspetto esteriore, influisce sulla percezione del robot l’approccio comunicativo (Fong *et al.*, 2003, pp. 145-146); l’interazione deve prevedere l’utilizzo di gesti, di uno sguardo attento, deve esibire emozioni e costruire dialoghi (*relazione embedded*). Nel contributo, facciamo riferimento anche ai cosiddetti *socially assistive robots*, i quali si pongono come obiettivo quello di stimolare l’interazione in soggetti con difficoltà,

quali anziani con patologie degenerative, bambini con difficoltà psicologiche e bambini affetti da autismo (Feil-Seifer e Mataric, 2005, p. 467; Scassellati *et al.*, 2012).

## **Robot come mediatore didattico**

L'apprendimento è un processo complesso, multiforme il cui esito è il risultato di numerosi fattori interagenti (cognitivi, socio-culturali, affettivi): l'apprendimento per scoperta, la didattica attiva e metacognitiva e le tecnologie favoriscono un apprendimento autentico, concreto e duraturo.

I robot -intesi come mediatori didattici- coincidono solitamente con i kit di apprendimento i quali stimolano l'acquisizione del pensiero computazionale, competenza che si basa sul processo logico di costruzione di una strategia di pianificazione per risolvere problemi (Datteri e Zecca, 2018, p. 1). Attività di questo tipo favoriscono lo sviluppo delle capacità di pensiero complesse, ovvero le *high order thinking skills* (HOTS): oltre alle abilità di *problem solving*, viene stimolato anche il pensiero creativo (Cheong *et al.*, 2018). La costruzione mentale, però, necessita di essere supportata da dispositivi concreti: in contesto ospedaliero, i robot possono fungere da suppletivi del corpo dei pazienti e compiere movimenti che in quel momento questi ultimi non possono eseguire.

I docenti coordinano le attività e trattano argomenti ritenuti propedeutici allo svolgimento, supportano gli alunni nella ricerca di soluzioni ideali e valutano in itinere. Viste le premesse, è facile ipotizzare come la robotica educativa si presti ad una personalizzazione del percorso in quanto crea una situazione operativa nella quale vengono strutturate le potenzialità di ogni alunno.

A oggi, il robot come mediatore didattico è il ruolo più diffuso sia per ragioni economiche che pratiche. Progetti di questo tipo sono attivi su tutto il territorio nazionale: dal “*Gaslini*” di Genova al “*Bambin Gesù*” di Roma; molti docenti ospedalieri credono nel potere di svago e di crescita dei robot educativi i quali possono essere utilizzati da più pazienti contemporaneamente di età differente attivando meccanismi di socializzazione.

Anche i robot interattivi, però, possono essere utilizzati come mediatori didattici diventando co-costruttori della conoscenza. Secondo Omar Mubin e colleghi (2013, p. 3) possono diventare tutor oppure compagni alla pari. In base al ruolo, vengono programmati con uno stile interazionale differente. Nel caso del *tutor*, il robot offre consigli, suggerimenti e supervisiona la situazione illustrando come devono essere svolte le attività: nelle discipline linguistiche, ad esempio, supporta i bambini nel ricordare i vocaboli. Nel

caso del *compagno alla pari*, invece, il robot collabora nella risoluzione degli esercizi e rinforza l'impegno degli studenti tramite frasi di incoraggiamento (“*Well done!*”). Il robot può fingersi anche un novizio che non conosce né le regole del contesto scolastico, né l'argomento specifico: in questo caso, i bambini correggono i suoi errori apprendendo in modo divertente (Belpaeme *et al.*, 2018, p. 6). Attività di storytelling con il robot che narra la storia e coinvolge i bambini (Fridin, 2014) e attività di *Total Physical Response* per imparare una lingua straniera (Tanaka *et al.*, 2015) sono le più sperimentate nelle classi a livello internazionale.

Interventi di questo tipo sono poco diffusi nel contesto scolastico italiano e soprattutto sono assenti in ospedale, probabilmente per il motivo economico già citato, ma si auspica ad una loro diffusione in quanto è stata provata l'efficacia dell'apprendere insieme -e con- un robot.

## ***Robot come elemento di legame con la realtà esterna***

L'obiettivo della creazione di uno spazio ibrido di apprendimento è quello di promuovere un nuovo modello educativo-inclusivo per alunni che non possono frequentare l'ambiente scolastico (Benigno *et al.*, 2014, p. 682). Le tecnologie e i relativi blog di condivisione (mail, videoconferenze ecc.) permettono agli alunni assenti di continuare a sentirsi parte del gruppo: questi mezzi tentano di ridurre i sentimenti di solitudine e malinconia provati in un percorso di malattia (Zhu e Van Winkel, 2014, p. 231).

A oggi, infatti, patologie croniche o a lunga degenza obbligano gli studenti a periodi prolungati di assenza trascorsi in contesto ospedaliero o in contesto domiciliare: quella che viene messa in discussione è la loro identità personale e sociale. Da questa condizione, spesso deriva, poi, la perdita delle relazioni amicali, unita a bassi risultati scolastici e a peggiori occasioni lavorative future (Gurney *et al.*, 2009, pp. 2390-2394).

I due obiettivi principali dell'utilizzo delle tecnologie nel contesto ospedaliero sono i seguenti:

1. *Mantenimento del contatto con la rete sociale.* Devono essere create le situazioni per permettere ai pazienti di partecipare alla vita di classe: lezioni in diretta, forum di confronto, scambi di materiale sono elementi che conducono ad una partecipazione attiva e ad un apprendimento di tipo collaborativo.
2. *Continuità del percorso educativo e supporto del potenziale di apprendimento.* La condivisione di prodotti, la proposta di attività stimolanti possono supportare gli studenti nel ritrovare la fiducia in loro stessi e nel potenziare le loro competenze e abilità.

Come gli altri strumenti tecnologici, il robot può perseguire entrambi gli obiettivi attraverso modalità di lavoro sincrone. In Europa, sono numerosi i progetti nati con la volontà di sopperire alle assenze prolungate dell'alunno da scuola per ragioni di salute e con l'intenzione di strutturare una *real-time communication*: i docenti, tramite interfacce web, permettono ai pazienti - ospedalizzati o in ambiente domiciliare- di partecipare in modo continuativo alle lezioni (Lee *et al.*, 2008, p.166). In altre parole, telepresenza diventa sinonimo di inclusione, nello specifico di inclusione virtuale (Newhart, 2014, p. 951).

Questi robot sono di tipo interattivo e, dunque, sono dotati di intelligenza artificiale e sono in grado di agire autonomamente sulla base dei comandi ricevuti. In sintesi: i robot sono elementi di comunicazione che fungono da “sostituti” dello studente nel contesto scolastico.

*Av1*, ad esempio, utilizzato in un progetto-pilota in Gran Bretagna e *Nao*, nel progetto svizzero *Avatar Kids*, hanno come scopo quello di contrastare gli effetti dell'allontanamento fisico, psicologico e relazionale dell'alunno malato tramite il posizionamento del robot sul suo banco ([www.noisolation.com](http://www.noisolation.com), [www.avatarkids.ch](http://www.avatarkids.ch)).

Tramite appositi sensori e luci, il paziente può intervenire durante la lezione (rigorosamente seguita in diretta), può essere interpellato e può condividere in modo autentico contenuti, idee e stati d'animo.

Anche negli USA, alcuni progetti fungono da punti di partenza per questo nuovo approccio sincrone: ad esempio, il *robot VGo* si trova sempre in contesto scolastico al posto dello studente assente, il quale dall'ambiente domestico monitora i suoi movimenti non solo durante le lezioni ma anche in momenti ludici come l'intervallo. In altre parole: partecipazione didattica e sociale (Newhart, p. 953). Quest'ultimo robot, non umanoide, permette ai compagni di vedere il bambino assente grazie alla videocamera inserita nella parte superiore al posto del viso. È come se il bambino fosse fisicamente presente in aula.

In Italia, invece, progetti di questo tipo sono ancora poco diffusi: molte scuole incentivano la comunicazione con mezzi come la mail e i forum di confronto. Ancora una volta, il motivo di questa mancanza può essere attribuito sia a ragioni economiche che teoriche: sono ancora pochi gli studi e gli esperimenti-pilota che ne testimoniano l'efficacia.

## **Robot come elemento comunicativo e di supporto**

Come già anticipato, la malattia rappresenta per i bambini e gli adolescenti un'interruzione anomala della propria vita che necessita dell'attivazione di un meccanismo di *meaning-making* che risponda alla domanda “*Cosa significa questo evento per me? Come posso reagire?*”. I docenti, nel perseguire questo obiettivo affettivo ed emotivo, possono avvalersi del supporto dei già citati *social robots*, i quali sono considerati elementi comunicativi privilegiati perché accettano immediatamente l'interlocutore, si pongono con naturalezza, esibiscono manifestazioni di affetto senza mai contraddire. Si è visto che i bambini, se percepiscono queste competenze sociali, considerano addirittura il robot un umano (Baroni e Nalin, 2014, p. 8).

In quest'ultima funzione, facciamo riferimento ai *socially-assistive-robots* i quali sono stati ideati per supportare l'interazione di soggetti in difficoltà e per fornire loro assistenza partendo dalla comunicazione (Feil-Seifer e Mataric, 2005, p.465): *Paro*, ad esempio, è un robot interattivo, utilizzato sia con bambini che con soggetti anziani, che incoraggia gli interlocutori a comunicare maggiormente, non solo con lui ma anche con i caregivers ed altri soggetti (Sabanovic *et al.*, p.3).

Ciò che permette ai bambini di interagire in modo significativo è il riconoscere che il robot ha una propria attenzione ed esibisce emozioni (Kozi-*ma et al.*, p.346). La competenza emotiva, espressa dal robot tramite espressioni facciali o suoni, è ciò che avvia una conversazione autentica. In altre parole, si deve strutturare una *embedded interaction*.

Nello specifico, vediamo quali utilizzi possono essere proposti nel contesto ospedaliero a partire da alcuni progetti già sperimentati che possono essere considerati punti di partenza per nuove esperienze in territorio italiano.

In primis, il robot può essere percepito come “compagno di giochi” e, dunque, come elemento di distrazione: in questo caso, instaura e propone conversazioni riguardanti svariati temi quali i giochi preferiti, gli animali, gli amici per aiutare il paziente a spostare il focus di attenzione e a concentrarsi su aspetti positivi e piacevoli. Questa funzione è stata testata soprattutto prima di procedure mediche invasive che causano spesso timori e comportamenti oppositivi e di fuga.

Tanya Beran e colleghi (2013), ad esempio, propongono un esperimento nel quale il robot interattivo *Nao*, tramite strategie cognitivo-comportamentali, distrae il paziente e riduce lo stress causato dalla procedura medica incombente (in questo caso, la vaccinazione).

Prima di esami invasivi, il robot propone tecniche di rilassamento e aiuta i pazienti a gestire l'ansia: si ottiene, così, una maggiore collaborazione e si favorisce un ricordo positivo dell'esperienza tale da diminuire i rischi di ripercussioni psicologiche negative durature. Partendo dall'esperimento di Beran e colleghi (2013) alcuni gruppi italiani hanno iniziato a testare questa "robot-terapia": all'ospedale di Padova, *Nao* accompagna i ragazzi prima delle procedure, canta e balla per loro. I risultati confermano una migliore gestione della paura e un comportamento decisamente più collaborativo ([www.ilbolive.unipd.it](http://www.ilbolive.unipd.it)).

In secondo luogo, il robot può diventare un *vero e proprio mediatore comunicativo*. Conoscere è il prerequisito per comprendere e di conseguenza, per rielaborare: il robot, dunque, può essere utilizzato per proporre conversazioni basate su brevi spiegazioni teoriche riguardanti il contesto e la patologia e per fornire informazioni preparatorie, le quali sono considerate necessarie per attivare strategie di *coping* adeguate e per sviluppare un atteggiamento di fiducia (Jaanimäe *et al.*, 2007, p. 124-125). La descrizione amichevole e rilassata delle procedure favorisce l'accettazione e l'abbassamento del livello di ansia.

Vediamo un esempio specifico: il progetto di Jelle Saldien e colleghi (2006) prevede l'utilizzo di *ANTY*, robot sociale a forma di coccodrillo, che fornisce informazioni sulle procedure mediche future. Usando, ad esempio, scenari predefiniti con immagini e suoni, il paziente ha l'occasione di ipotizzare (*pre-experience*) la procedura invasiva (p.2). Infine, il *social robot* può aiutare i pazienti ad esprimere i propri dubbi, le proprie paure: come testimonia lo studio di Walter Dan Stiehl e colleghi (2009) diventa, in sintesi, un "*aiutante degli operatori*" che fornisce informazioni preziose circa l'andamento del percorso terapeutico. Questo contesto sperimentale utilizza *The Huggable*, robot a forma di orsetto, il quale si propone come confidente dei pazienti. Il robot viene visto come "*emotional mirroring*" che permette ai bambini di esprimersi liberamente (p. 319).

Grazie ad un operatore - e grazie alla "*Wizard of Oz*" *technology* che consente di monitorare la conversazione tramite una presenza umana - il robot si relaziona in modo amichevole (giochi e battute scherzose) e chiede espressamente al paziente di confidare i propri pensieri.

Deirdre Logan e colleghi (2019) avviano una ricerca - presso l'ospedale di Boston - nella quale i bambini hanno l'opportunità di conoscere *The Huggable*: i soggetti che interagiscono con quest'ultimo sembrano essere più coinvolti e attivi dal punto di vista fisico e costruiscono discorsi più lunghi e complessi rispetto al gruppo di controllo (p. 9). Per tutte queste ragioni, il *social robot* può essere considerato uno strumento in grado di

indirizzare i bisogni emotivi dei bambini con diverse problematiche (patologie oncologiche, interventi chirurgici complessi).

Vediamo anche un'ultima funzione: il robot può essere utilizzato come supporto nella gestione della patologia. È stato dimostrato che stabilendo un legame con un robot sociale, bambini con malattie croniche sono motivati a raggiungere alti livelli di *compliance*, ovvero di attenzione nei confronti del proprio percorso di cura (Blanson *et al.*, 2012, p.52).

Quest'ultima funzione è stata sperimentata soprattutto con patologie croniche, come il diabete di tipo 1, che richiedono autonomia e precisione nelle terapie: il progetto europeo *ALIZ-E* (2010-2014) propone l'utilizzo del robot *Nao* come educatore, motivatore che supporta il controllo della malattia sia da un punto di vista emotivo che gestionale (*self-management*). Si è visto che è proprio il *physical robot*, ovvero il robot che garantisce un'interazione reale e una presenza sociale significativa, che determina il successo del processo terapeutico: anche gli *avatar*, infatti, possono essere utilizzati, ma i bambini stringono rapporti più significativi con il primo (Sinnoo *et al.*, 2018, p. 10).

In effetti, ciò che è fondamentale nella gestione della patologia è la motivazione, la quale viene attivata, a sua volta, dalla conoscenza.

Blanson e colleghi (2017), ad esempio, notano che i bambini che interagiscono con un robot, che propone quiz e situazioni ludiche riguardanti le terapie, rispondono alle domande più correttamente, sono più propensi a apprendere ed esibiscono atteggiamenti sociali e positivi. Una specifica è doverosa: l'utilizzo del robot è significativo se vengono applicate *STD based strategies (self determination theory)*. Questa teoria fa riferimento alla motivazione intrinseca come base per la riuscita dell'azione e all'esigenza di autonomia e competenza: per questo, il robot propone continuamente feedback costruttivi, rinforzi e focalizza l'attenzione sulle emozioni e gli stati d'animo.

Sempre Blanson e colleghi (2012), analizzano il ruolo del robot come amico nella gestione della patologia (*robot as a buddy*, p. 51) il quale può aiutare i pazienti a diventare soggetti esperti tramite brevi film, clips. Il robot può anche supportare la gestione dei controlli quotidiani tramite "*reminders*", ovvero ricordando le misurazioni e aiutando l'interlocutore ad esprimere le emozioni sia negative che positive ad esse legate (p. 60).

Questi ultimi progetti con i *social robots* sono i meno diffusi: sarebbe necessario attivare anche in Italia una serie di iniziative sperimentali che possano diventare un esempio per tutte le regioni.

Una domanda, però, sorge spontanea dato che stiamo analizzando il contesto della scuola in ospedale: *Qual è il ruolo dei docenti in questi ultimi percorsi?*

Gli insegnanti fungono da facilitatori e da promotori delle attività: ogni situazione necessita, infatti, di un supporto umano. Collaborando con psicologi e tecnici, i docenti possono progettare interazioni significative ed essere presenti, durante l'attività, come mediatori.

## **Verso nuovi orizzonti: buoni propositi e limiti contestuali**

In questa breve panoramica, abbiamo visto che i robot vengono utilizzati in contesto ospedaliero sia per favorire l'apprendimento che per conoscere e rielaborare la situazione stressante.

Come già detto più volte, nel contesto italiano sono i kit di apprendimento ad essere più diffusi, mentre i *social-robots*, per ragioni economiche e organizzative, sono poco presenti.

Vediamo nel dettaglio altri limiti e problematiche che possono nascere dall'utilizzo della robotica educativa in ospedale:

1. *Regole di pulizia ed igiene.* Le regole di igiene sono essenziali, in quanto ogni batterio o virus esterno può causare problemi alle condizioni di salute dei pazienti. I dispositivi robotici, infatti, richiedono una continua sanificazione dopo l'utilizzo.
2. *Necessità di supporto tecnico.* I robot interattivi necessitano anche di interventi tecnici e, dunque, di personale esperto: è fondamentale una continua collaborazione tra esperti e personale docente. Durante progetti che prevedono conversazioni e interazioni, è consigliata la loro presenza.
3. *Condizioni di salute dei pazienti, frammentarietà degli interventi.* Come le altre attività didattiche, anche quelle di robotica educativa devono attenersi alle tempistiche mediche. Capita spesso, infatti, di iniziare il lavoro e di doverlo interrompere per visite o condizioni di salute non favorevoli. Per questo, ogni intervento deve essere flessibile e deve poter essere ripreso in momenti successivi.
4. *Esigenze personali differenti.* Ogni alunno, con la propria patologia, esibisce necessità differenti a livello identitario: è importante che i docenti le riconoscano e le considerino come punto di partenza della proposta educativa.
5. *Comunicazione tra diverse professionalità.* Nel contesto ospedaliero, si confrontano continuamente più professionisti ed è necessario che vi sia un incontro settimanale per discutere le problematiche fisiche e psicologiche e per progettare in team le proposte scolastiche. In altre parole, la comunicazione tra operatori è una condizione *sine qua non* per la buona riuscita dell'intervento.

6. *Competenze tecnologiche dei docenti.* Sembra che i docenti non siano adeguatamente formati per l'utilizzo delle tecnologie e a maggior ragione, dei robot. È necessario, dunque, che ogni contesto scolastico strutturi momenti dedicati durante il corso dell'anno per monitorare le competenze che permettono agli insegnanti di sentirsi in grado di proporre questo tipo di attività.

*Quali scenari futuri?* Si ambisce alla costruzione di linee d'azione comuni e diffuse a livello regionale-nazionale, risultato di una continua collaborazione tra tecnici, medici, docenti: se è vero che i robot sono un'ottima risorsa, lo è altrettanto il fatto che il loro utilizzo deve essere ragionato per evitare di complicare le problematiche psicologiche evidenti. La parola d'ordine sembra essere: progettazione a livello locale e diffusione delle buone pratiche tramite corsi di formazione e curricula che delineano linee-guida strutturate per livello scolastico e patologia di riferimento.

Per quanto riguarda i kit di apprendimento, le risorse sono già abbastanza diffuse e si tratta di implementarle e renderle compatibili in più contesti ipotizzando, in modo puntuale, setting e modalità di utilizzo. Accade lo stesso per i robot interattivi utilizzati come legame con la realtà esterna: si tratta di promuovere una serie di progetti-pilota che possano confermare la validità dell'intervento.

Per i *social robots*, invece, il discorso è più complesso: è necessario stilare e testare proposte innovative partendo dalle linee guida internazionali. *Social robots* come *The Huggable* possono essere utilizzati, con risultati eccellenti, con bambini affetti da varie patologie a lungo termine. Si tratta, dunque, di definire i primi gruppi sperimentali di riferimento, di ipotizzare i risultati e di testarne, infine, l'efficacia. Solamente in modo graduale, riusciremo a diffondere anche nel nostro territorio sperimentazioni innovative di questo tipo.

Come possiamo immaginare, il grado di autonomia dei docenti varia in base alla tipologia di attività: se nel caso dei kit di apprendimento e del robot come legame esterno, progettano in modo completamente autonomo, nel caso dei *social robots* comunicativi, è necessaria una stretta e continua relazione con i medici e con gli psicologi che analizzano i risvolti psicologici dell'attività. In tutti e tre i casi, comunque, il concetto-chiave è lo stesso: *collaborare per preservare l'identità degli studenti.*

## Bibliografia

- Alessandri G., Paciaroni M. (2012), “Educational Robotics: Robotics from Fantasy Medium to Medium for Fantasy”, *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 8, 1:71-78.
- American Psychological Association (APA). (1997), *Learner-centered Psychological Principles: A Framework for School Redesign and Reform*. ERIC Clearinghouse.
- Baroni I., e Nalin M. (2014), “La robotica cognitiva entra in pediatria”, *Mondo Digitale*, 2, 1-19.
- Belpaeme T., Kennedy J., Ramachandran A., Scassellati B., e Tanaka F. (2018), “Social Robots for Education: A review”, *Science Robotics*, 3, 21:1-9.
- Benigno V., Caruso G., Fante C., Ravicchio F., e Trentin G. (2014), “The TRIS Project and the Socio-educational Inclusion of Homebound Students”, *International Journal of Technology and Inclusive Education*, 5, 1: 682-689.
- Benigno V., Fante C., e Caruso G. (2017), *Docenti in ospedale e a domicilio: l'esperienza di una scuola itinerante*, Franco Angeli, Milano.
- Beran T.N., Ramirez-Serrano A., Vanderkooi O.G., e Kuhn S. (2013), “Reducing Children's Pain and Distress Towards Flu Vaccinations: A Novel and Effective Application of Humanoid Robotics”, *Vaccine*, 31, 25: 2772-2777.
- Blanson O.A., Hoondert V., Schrama-Groot F., Looije R., Alpay L.L., e Neerincx, M.A. (2012), “I Just Have Diabetes”: Childrens Need for Diabetes Self-management Support and How a Social Robot Can Accommodate Their Needs”, *Patient Intelligence*, 2, 4: 51-61.
- Blanson O.A., Bierman B.P., Janssen J., Looije R., Neerincx M.A., Van Dooren M.M., e Huisman, S.D. (2017), “Design and Evaluation of a Personal Robot Playing a Self-management Education Game with Children with Diabetes Type 1”, *International Journal of Human-Computer Studies*, 106, 63-76.
- Capurso M. (2014), “Diritto all'istruzione e corso di vita di studenti malati: percorsi scolastici per garantire la continuità educativa”, *Focus On Lifelong Lifewide Learning*, 919, 23: 92-104.
- Capurso M., e Dennis J.L. (2017), “Key Educational Factors in the Education of Students with a Medical Condition”, *Support for Learning*, 32, 2: 158-179.
- Cheong L.S., Kiong L.C., e Bodaghi N.B. (2018), *Transforming Classroom Practice through Robotics Education*, Cambridge Scholars Publishing, Cambridge.
- Datteri E., Zecca L. (2018), “Metodi e tecnologie per l'uso didattico dei robot”, *Mondo Digitale*, 75, 1-6.
- Di Maio G., Murgia E., Datteri E. (2018), “I bambini e la robot-etologia: riflessioni epistemologiche sugli stili di spiegazione del comportamento dei robot”, *Mondo Digitale*, 17, 75: .1-14.
- Drigo P., Verlato G., Ferrante A., e Chiandetti L. (2011), *Il silenzio non è d'oro*, Piccin Editore, Padova.
- Feil-Seifer D., e Mataric M.J. (2005), “Defining Socially Assistive Robotics”, *IEEE 9th International Conference on Rehabilitation Robotics*, 465-468.

- Fong T., Nourbakhsh I., e Dautenhahn K. (2003), "A Survey of Socially Interactive Robots", *Robotics and autonomous systems*, 42, 3-4: 143-166.
- Gurney J.G., Krull K.R., Kadan-Lottick N., Nicholson H.S., Nathan P.C., Zebrack B., e Ness K.K. (2009), "Social Outcomes in the Childhood Cancer Survivor Study Cohort", *Journal of clinical oncology*, 27, 14: 2390-2395.
- Jaaniste T., Hayes B., e Von Baeyer C.L. (2007), "Providing Children with Information about Forthcoming Medical Procedures: A Review and Synthesis", *Clinical Psychology: Science and Practice*, 14, 2: 124-143.
- Kozima H., Nakagawa C., e Yasuda Y. (2005), Interactive Robots for Communication-care: A Case-study in Autism Therapy, *IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 341-346.
- Lee J.K., Toscano R.L., Stiehl W.D., e Breazeal C. (2008), "The Design of a Semi-autonomous Robot Avatar for Family Communication and Education", *ROMAN 2008-The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 166-173.
- Logan D.E., Breazeal C., Goodwin M.S., Jeong S., O'Connell B., Smith-Freedman D., e Weinstock P. (2019), "Social Robots for Hospitalized Children", *Pediatrics*, 144, 1: 1-11.
- Luciano E. (2013), "Tracce di educazione attorno alla malattia infantile", *Revista latinoamericana de educacion infantil*, 2, 2: 121-137.
- Meloni S. (2018), "Robotica educativa. Sfidare per educare", *InCircolo*, 6, 188-194.
- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2012), *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*.
- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2019), *Linee di indirizzo nazionali sulla scuola in ospedale e l'istruzione domiciliare*.
- Mubin O., Stevens C.J., Shahid S., Al Mahmud A., e Dong J.J. (2013), "A Review of the Applicability of Robots in Education", *Journal of Technology in Education and Learning*, 1, 13: 1-7.
- Newhart V.A. (2014), "Virtual Inclusion Via Telepresence Robots in the Classroom", *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 951-956.
- Nolfi S., Miglino O. (2000), "Dopo il computer la robotica? Implicazioni da un punto di vista educativo", *Onde I*, 24-30.
- Pachidis T., Vrochidou E., Kaburlasos V.G., Kostova S., Bonković M., e Papić, V. (2018), "Social Robotics in Education: State-of-the-art and Directions", *International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region*, 67, 1-11.
- Panetto M. (2016), "Nao il robot che aiuta i bambini in ospedale", *IlBoLive*, [www.ilboliveunipd.it](http://www.ilboliveunipd.it).
- Pennazio V. (2015), "Disabilità, gioco e robotica nella scuola dell'infanzia", *Italian Journal of Educational Technology*, 23, 3: 155-163.
- Šabanović S., Bennett C.C., Chang W.L., e Huber L. (2013), "PARO Robot Affects Diverse Interaction Modalities in Group Sensory Therapy for Older Adults with Dementia", *2013 IEEE 13th international conference on rehabilitation robotics*, 1-6.

- Saldien J., Goris K., Vanderborght B., Verrelst B., Van Ham R., e Lefeber D. (2006), "ANTY: The Development of an Intelligent Huggable Robot for Hospitalized Children", *9th International Conference on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines*, 1-6.
- Scassellati B., Admoni H., e Mataric M. (2012), "Robots for Use in Autism Research", *Annual review of biomedical engineering*, 14, 275-294.
- Sinoo C., van der Pal S., Henkemans O.A.B., Keizer A., Bierman B.P., Looije R., e Neerinx, M.A. (2018), "Friendship with a Robot: Children's Perception of Similarity between a Robot's Physical and Virtual Embodiment that Supports Diabetes Self-management", *Patient education and counseling*, 101, 7: 1248-1255.
- Stiehl W.D., Lee J.K., Breazeal C., Nalin M., Morandi A., e Sanna A. (2009), "The huggable: a Platform for Research in Robotic Companions for Pediatric Care", *Proceedings of the 8th International Conference on interaction Design and Children*, 317-320.
- Taylor R. M., Gibson F., e Franck L.S. (2008), "The Experience of Living with a Chronic Illness During Adolescence: A Critical Review of the Literature", *Journal of clinical nursing*, 17, 23: 3083-3091.
- Tanaka F., Isshiki K., Takahashi F., Uekusa M., Sei R., Hayashi K. (2015), "Pepper Learns Together with Children: Development of an Educational Application", *2015 IEEE RAS, 15th International Conference on Humanoid robots*, 270-275.
- Woods S. (2006), "Exploring the Design Space of Robots: Children's Perspectives". *Interacting with Computers*, 18, 6: 1390-1418.
- Zhu C., e Van Winkel L. (2015), "Using an ICT Tool as a Solution for the Educational and Social Needs of Long-term Sick Adolescents", *Technology, Pedagogy and Education*, 24, 2: 231-245.

# Autismo, storytelling e robotica educativa: *to be continued*

di *Valentina Conti*

## Le narrazioni di un cervello sistematico

Il contributo discute i risultati dei più recenti studi sperimentali relativi al ruolo che l'interazione con i robot educativi durante l'attività narrativa può svolgere nel potenziamento di capacità empatiche, sociali e di *mind reading* nei soggetti con diagnosi di disturbo dello spettro autistico. In primo luogo, il discorso si focalizza sugli studi che a partire dagli anni Novanta si sono concentrati sull'importanza delle narrazioni nello stimolare l'inefficacia delle suddette competenze. Tra gli esempi più significativi si evidenziano le Storie Sociali, ideate da Carol Gray o Caroline Smith – ossia brevi scenari scritti o adattati per gli individui con autismo per aiutarli a capire e comportarsi in modo appropriato nelle situazioni sociali – e le storie digitali o *computer-based*, come Emotiplay – un serious game creato per insegnare a riconoscere le emozioni dalle espressioni facciali, dall'intonazione vocale, dal linguaggio del corpo e dalla loro integrazione. In secondo luogo, vengono analizzati tre studi condotti nell'ultimo decennio che hanno riscontrato come le prestazioni sociali, empatiche e cognitive dei bambini con autismo migliorino quando interagiscono con i robot con finalità educative durante l'ascolto o la lettura di una storia. La presente review ha l'obiettivo di mettere in luce i risultati incoraggianti che sono stati raggiunti negli ultimi dieci anni relativamente alla funzione dei mediatori robotici nel veicolare le narrazioni utili per far acquisire (o rafforzare) ai bambini con autismo tre diverse abilità di cui sono carenti. Dunque, ognuno dei tre studi esaminati è stato scelto per mostrare come, ad oggi, i robot che interagiscono con bambini con autismo attraverso le narrazioni al fine di aiutarli a migliorarne alcune capacità compromesse (*i*) hanno ottenuto risultati migliori rispetto ad un interlocutore umano; (*ii*) possono essere utilizzati allo scopo

di sviluppare abilità differenti (segnatamente sociali, empatiche e *mind reading*); (iii) possono essere ulteriormente perfezionati.

L'autismo è una disabilità che viene sempre più frequentemente diagnosticata nel mondo contemporaneo, se si considera che dai dati riguardanti un'indagine eseguita nel 2014 dal *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) di Atlanta sulla prevalenza dell'autismo fra i bambini di 8 anni in undici Stati degli USA è emerso che il tasso d'incidenza è pari a 1 su 59, rispetto alla stima di 1 su 150 del 2000-2002 e di 1 su 68 del 2010-2012 (Baio *et al.*, 2018, p. 1-9). Numerose ricerche hanno messo in luce specifici deficit cognitivi in soggetti con disturbo dello spettro autistico (*Autism Spectrum Disorders*, ASD), che spiegano le loro difficoltà nell'area della socializzazione, della comunicazione e nel repertorio di interessi. Più specificamente, durante le interazioni sociali, le persone con disturbi dello spettro autistico mostrano un'anomalia nella capacità di cogliere e comprendere il significato del contatto visivo (*eye contact*), delle espressioni facciali di un'altra persona in modo immediato e intuitivo (*face expertise*), del linguaggio del corpo e della prosodia quando comunicano con altri. Inoltre, gli studi degli ultimi decenni hanno riportato che i bambini con autismo: mostrano evidenti deficit nell'interpretare i pensieri e le sensazioni altrui o predire eventi sociali; hanno difficoltà nell'iniziare interazioni, nel rispondere agli altri e nel mantenere la conversazione; mostrano deficit nell'ascolto e nel rispondere alle richieste degli altri e nella cooperazione nei giochi e in altre attività; inoltre, alcuni segni sociali, come i sorrisi, possono essere privi di senso per loro (Baron-Cohen, 2008; Kuoch e Miranda, 2003; Volkmar, 2013).

Tali problematiche possono essere ricondotte a un inadeguato sviluppo (i) delle abilità che consentono di inferire e comprendere pensieri, credenze e emozioni delle altre persone (teoria della mente o *mind reading*), (ii) della capacità di integrare in modo coerente e dotato di significato le informazioni provenienti dall'esterno e (iii) della programmazione e del controllo di alcuni processi cognitivi implicati nel *problem solving*. Qui si inserisce il ruolo della robotica educativa unito allo storytelling nel potenziamento di abilità sociali, *mind reading* e riconoscimento delle emozioni, che sarà oggetto di indagine di questo contributo. Ora, considerando il valore eminentemente sociale delle narrazioni, vediamo innanzitutto le potenzialità terapeutiche di queste ultime.

Da un punto di vista narratologico, gli studi di Jennifer Barnes e Simon Baron-Cohen sullo sviluppo delle capacità narrative nei bambini con autismo mostrano come tutto questo si traduca in una predisposizione cognitiva a visionare le scene in termini di parti, piuttosto che dell'intero, che comporta la costituzione di narrazioni intorno a specifici elementi standardizzati

della storia, ossia narrazioni concentrate su alcuni dettagli piuttosto che su una visione d'insieme (Barnes e Baron-Cohen, 2012). Relativamente alle quattro componenti narrative essenziali della *story grammar* (il *setting*, il personaggio, il conflitto, la risoluzione) emerge che, rispetto a quelli dei normotipici, nei racconti di individui con disturbi dello spettro autistico l'ambientazione è geometrizzante, racchiusa in format spaziali di tipo gerarchico (come una stanza dentro un'altra) o classificatorio (ad esempio, lo spazio *buono* vs. lo spazio *cattivo* ecc.); i personaggi agiscono senza manifestare intenzioni o processi decisionali interiori; la fine il più delle volte rimane "aperta", nel senso che non chiude una situazione problematica, dato che quest'ultima non viene identificata (Barnes, 2012; Barnes e Baron-Cohen, 2012).

Più in generale, a livello narrativo e comunicativo, i soggetti con autismo non comprendono gli usi traslati del linguaggio (ironie, doppi sensi, metafore, menzogne, metonimie ecc.); la direzione dello sguardo si orienta più a lungo sugli oggetti dello sfondo che sul volto dei personaggi, e se focalizzato su quest'ultimo più sulla bocca che sugli occhi; manifestano un'evidente difficoltà ad antropomorfizzare le figure geometriche; mostrano un generale disinteresse per le attività che implicano un ragionamento controfattuale e immaginativo (Calabrese, 2017; Calabrese, 2019). Ebbene, tali aspetti sono altresì confermati da Simon Baron-Cohen<sup>1</sup> che a livello neurologico descrive il cervello di un soggetto con autismo come un "cervello sistematico" (*systematic brain*), caratterizzato da una predominanza di sistematicità, risoluzione di problemi funzionali e abilità visuo-spaziali, ma altresì da una scarsa o del tutto assente familiarità con emozioni e empatia, aspetti principali di un "cervello empatico" (*empathic brain*) (Baron-Cohen, 2004; Baron-Cohen, 2011).

Degna di nota è la sagace e approfondita analisi condotta da Stefano Calabrese e Francesca Luziatelli in *Creativity and Autism Spectrum Conditions: a Hypothesis on Lewis Carroll* (2017) per ciò che riguarda il rapporto tra le caratteristiche rivenute da Baron-Cohen nei racconti dei cosiddetti cervelli S (sistematici) e la produzione letteraria di Lewis Carroll – un esempio eloquente di soggetto affetto da autismo. Analizzando *Alice's Adventures in Wonderland* (1865) e *Through the Looking Glass and What Alice Found There* (1871), Calabrese e Luziatelli mettono in luce come le caratteristiche di tipo sistematico e le propensioni al *problem solving* del cervello di Carroll si tradurrebbero a livello narrativo in termini di malfunzionamenti e disidentità. I malfunzionamenti sarebbero ravvisabili già

<sup>1</sup> Docente di Psicopatologia dello sviluppo e direttore del Centro di ricerca sull'autismo presso l'Università di Cambridge.

dall'incipit della prima opera che racconta di una bambina che precipita in un pozzo e poi si trova in una sorta di vestibolo illuminato da lampade, con tante porte chiuse a chiave, e un tavolo centrale di vetro sormontato da una chiave d'oro che non apre alcuna porta, se non una assai piccola e nascosta dietro una tenda. Gli autori sottolineano che il racconto si concentra su una mappatura delle cose in base alla mancata funzione che esse dovrebbero svolgere, o meglio vengono messi in scena dei cortocircuiti funzionali rappresentati, ad esempio, da una porta troppo piccola, un corridoio troppo stretto per passare, una chiave che non entra nella serratura ecc. Le disidentità invece si riscontrerebbero negli incessanti cambiamenti della dimensione corporea di Alice (che passa dal "micro" al "macro" e viceversa), generando in quest'ultima una "vertigine ontologica" (Calabrese e Luziatelli, 2017).

In realtà, tali disidentità e malfunzionamenti sono pervasivi in entrambe le opere di Carroll in modo tale che lo stile narrativo risulta "sistemico, classificatorio, logico-formale" e privo di emozioni. Nella narrazione queste ultime vengono spodestate dagli aspetti visuo-spaziali, ossia tutto viene per così dire spazializzato, trasformato in immagini, forme e colori. Ad esempio, il lungo e profondo cunicolo in cui cade Alice, i campi da croquet, le sfilate di carte da gioco, le campagne disegnate come scacchiere su cui giocare a dama ecc. E – sottolineano Calabrese e Luziatelli – dove tutto è forma, superficie figurativa e spazio, le identità si disperdono, ancora una volta (Calabrese e Luziatelli, 2017). Nella produzione letteraria di Carroll ritroviamo dunque la trasposizione a livello narrativo dei deficit empatici tipici di un soggetto con autismo: il codice patemico viene infatti completamente soffocato da quello classificatorio e logico-formale; per cui il supporto di narrazioni *context-oriented*, dense di contenuti emotivi, relazionali, sociali dovrebbe fungere da palestra cognitiva per i soggetti con autismo, aiutandoli a sviluppare un cervello *Empatico*. Vediamo in che modo.

## **Le narrazioni "terapeutiche": dalle storie sociali a quelle digitali**

A partire dagli anni Novanta, numerosi studi hanno sperimentato lo storytelling come attività di esercizio cognitivo per stimolare l'inefficacia delle competenze di cui i soggetti con ASD sono deficitari, aiutandoli a sviluppare "scene" narrative complesse e ricche di dettagli che si ripetono, in modo che tali ripetizioni aiutino a dare una coesione cognitiva al quadro generale dell'intreccio (Calabrese, 2019). Tra gli esempi più significativi di narrazioni "terapeutiche", si evidenziano in primo luogo le storie sociali,

ideate da Carol Gray e da Caroline Smith (2015), ossia brevi scenari scritti o adattati per gli individui con autismo per aiutarli a capire e comportarsi in modo appropriato nelle situazioni sociali. In particolare, tali storie offrono un supporto per la gestione dei comportamenti attraverso descrizioni esatte di ciò che sta accadendo in una storia, e di quando, come e perché gli eventi descritti si sono verificati, al fine di condividere informazioni sociali e emotive accurate in un modo rassicurante e informativo che sia facilmente compreso dal bambino (o adulto) affetto da autismo.

Prendendo come esempio il *frame* “andare dal dottore”, le storie sociali usate nell’approccio di Gray e Smith contengono la seguente tassonomia di frasi (Gray, 2015, p. 36 ss.; Smith, 2018, pp. 25-35):

1. *Frase descrittiva*: appaiono all’inizio delle storie sociali e descrivono le situazioni e le persone coinvolte in esse, cosa accadrà e le cause degli eventi, rispondendo alle seguenti domande: “Dove?”; “Chi?”; “Cosa succederà?”. Ad esempio: “Dal dottore c’è una sala d’aspetto”; “C’è una fila di sedie tutt’intorno alla stanza”; “Le persone sedute sulle sedie stanno aspettando per vedere il dottore”.
2. *Frase soggettiva*: descrivono le sensazioni interne, in termini di desideri, emozioni, attitudini, pensieri e credenze delle persone nelle situazioni rappresentate, come “In genere le persone amano stare sedute in silenzio, perché non si sentono bene”.
3. *Frase direttiva*: presentano spunti sociali all’interno di situazioni e indicano le risposte attese degli individui. Tali risposte possono iniziare con “Cercherò” o “Proverò”. Ad esempio: “Cercherò di stare fermo sulla sedia”.
4. *Frase cooperativa*: descrivono le azioni degli altri, mostrando quello che queste azioni possono fare per aiutare il bambino e in che modo. Ad esempio: “Mio padre mi aiuterà ad aspettare. Mi darà una rivista e mi dirà: ‘Conta le facce che ci sono sulla rivista’”.
5. *Frase di controllo*: sono delle affermazioni scritte dal bambino in aggiunta alla storia sociale, per identificare delle strategie da utilizzare per aiutarsi a ricordare le informazioni presentate, come “Per aiutarmi ad aspettare, cercherò di contare le facce e di dire a mio padre quante sono”.
6. *Frase parziale*: incoraggiano a fare delle ipotesi sul passaggio successivo di una situazione, incluse le reazioni di altri individui e i loro sentimenti. Ad esempio: “Dopo il dottore, torneremo a casa in macchina”.

La struttura della storia comprende un’*introduzione* che individua un *frame* specifico, uno *sviluppo* che aggiunge dettagli e conoscenze relativi a una particolare situazione (*scripts*), e una *conclusione* che sintetizza, rinforza e ribadisce tali informazioni. Inoltre, è importante sottolineare che in

base al modello elaborato dalla Gray, le storie rivolte ai soggetti in età infantile dovrebbero contenere un narratore intradiegetico che racconta in prima persona, utilizzando il pronome personale “io” oppure il nome proprio del bambino, attraverso una focalizzazione interna che permette di fornire informazioni da personalizzare e internalizzare. Al contrario, nel caso di adolescenti e adulti la storia dovrebbe essere raccontata da un narratore extradiegetico che utilizza la terza persona e una focalizzazione zero, con uno stile che ricorda un articolo di rivista adeguato all’età (Gray, 2015, p. 33). Studi condotti in diversi Paesi hanno dimostrato l’efficacia dell’intervento del format narrativo delle Storie Sociali sulle abilità sociali, sul riconoscimento delle emozioni e sulla riduzione di comportamenti disadattivi nei bambini con autismo (Crozier e Tincani, 2006; Delano e Snell, 2006; Golzari *et al.*, 2015; Kuoch e Miranda, 2003; McGill *et al.*, 2015; Quirmbach *et al.*, 2008; Rust e Smith, 2006; Wright e McCathern, 2012).

In secondo luogo, sono di fondamentale importanza le storie digitali create con il supporto di elementi audiovisivi, al fine sia di stimolare il loro senso empatico (Daigle, 2008), che di fungere da strumento didattico educativo per educatori e insegnanti (Aiello e Di Gennaro, 2016, pp. 219-237). Fa parte di questa categoria di storie anche Emotiplay, un serious game creato da diversi ricercatori (tra cui lo psicologo Baron-Cohen) per insegnare a bambini con autismo di età compresa fra i sei e i nove anni a riconoscere le emozioni a partire dalle espressioni facciali, dall’intonazione vocale, dal linguaggio del corpo e dalla loro integrazione. Questa storia *computer-based* – cioè creata principalmente attraverso il computer – è ambientata nella giungla, dove l’utente nel ruolo di esploratore deve andare a “caccia” di emozioni, ossia lo scopo del gioco consiste nel riconoscere il più alto numero possibile di emozioni e comportamenti umani. Il gioco è composto da quattro fasi principali: (i) la prima spiega e descrive all’utente il significato delle emozioni; (ii) la seconda presenta le emozioni di base (felicità, tristezza, paura, rabbia e disgusto); (iii) la terza invece si concentra sulle emozioni di secondo livello (sorpresa, interesse, noia, vergogna e orgoglio); (iv) la quarta, infine, si focalizza sulle qualità sociali caratterizzanti le relazioni interpersonali (gentilezza e scortesia) (Borghi, 2018).

Ebbene, i risultati dello studio condotto da Shimrit Fridenson-Hayo e i suoi collaboratori (Fridenson-Hayo *et al.*, 2017) mostrano che solo dopo otto settimane di Emotiplay i partecipanti hanno migliorato le capacità nel riconoscimento delle emozioni ed è stata riscontrata una riduzione generale della triade sintomatica tipicamente autistica: (i) comportamenti ripetitivi, (ii) interessi ristretti, (iii) difficoltà di comunicazione e disfunzione sociale (Barnes, 2012).

In breve, dalle suddette ricerche è emerso che i bambini con autismo possono migliorare le proprie prestazioni sociali, emotive e cognitive, attraverso la lettura o la creazione di narrazioni. Ma non è tutto. Il fatto ormai noto della difficoltà manifestata da individui con ASD nel mantenere l'attenzione durante la comunicazione con altre persone è il punto di partenza degli studi che negli ultimi decenni si sono concentrati sull'interazione tra robot e i bambini con autismo, mettendo in luce che questi ultimi si avvicinano in modo proattivo ai robot sociali preferendoli così a un interlocutore umano (Dautenhahn, 2003; Dautenhahn e Werry, 2004; Giullian *et al.*, 2010; Kozima *et al.*, 2005; Kozima *et al.*, 2007). Nondimeno, sempre all'interno di questa cornice teorica, alcune ricerche sperimentali stanno riscontrando che i robot sociali possono ulteriormente implementare l'effetto dello storytelling sulle abilità sociali, le prestazioni di *mind reading* e di riconoscimento delle emozioni dei bambini con autismo, supportando o addirittura sostituendo il facilitatore nell'attività di narrazione. Nel prossimo paragrafo sono riportati i risultati di tre studi emblematici condotti a livello internazionale.

## **Probo, BLISS e ZECA: i robot storyteller**

Il primo studio è quello di Bram Vanderborcht<sup>2</sup> e i suoi collaboratori, in cui è stato riscontrato che la presenza del robot Probo come mezzo per raccontare ha migliorato l'efficacia del metodo delle Storie Sociali in termini di aumento delle performance sociali dei partecipanti, rispetto a quando le storie sono state lette da un lettore umano (Vanderborcht *et al.*, 2012)<sup>3</sup>. Probo è un robot sociale che ha le sembianze di un animale immaginario, che per via della lunga proboscide somiglia a un elefante, di colore verde e con un'altezza di circa 80 cm. La meccanica del robot è posizionata all'interno di una custodia di plastica e ricoperta da uno strato di schiuma e da una giacca di pelliccia rimovibile, in modo tale che Probo abbia l'aspetto di un animale di pezza con uno schermo interattivo al centro del ventre.

<sup>2</sup> Docente di Robotica presso la Vrije Universiteit Brussel.

<sup>3</sup> A questo proposito è necessario citare una recentissima proposta di intervento tutta italiana presentata da Valentina Pennazio e Laura Fedeli – docenti di Didattica e pedagogia speciale presso l'Università degli Studi di Macerata – nell'articolo *Robotics, 3D virtual worlds and social stories. A proposal for Autism Spectrum Disorder* (2019), che prevede l'impiego congiunto della robotica (il robot NAO) e dei mondi virtuali (edMondo) nel racconto di storie sociali, per migliorare lo sviluppo del *mind reading* in bambini di età compresa tra gli otto e i dieci anni, con una diagnosi di ASD ad alto funzionamento e un deficit cognitivo-linguistico che non precluda l'utilizzo dei diversi dispositivi tecnologici e l'interazione con gli stessi (Pennazio e Fedeli, 2019).

Lo studio è stato condotto su un gruppo di 4 bambini (2 maschi e 2 femmine) di età compresa tra i 4 e i 9 anni, presso l'*Autism Transylvania Association* a Cluj-Napoca in Romania. Il *setting* delle sessioni era la stanza in cui i bambini di solito partecipavano a tutti i programmi terapeutici. Dopo aver identificato specifici deficit di abilità sociali, lo sperimentatore principale, insieme al terapeuta e ai genitori del bambino, ha selezionato le seguenti abilità target per i partecipanti: “condivisione di giocattoli” (per due soggetti), dire “grazie” e dire “ciao”, e sviluppato per ciascuna una storia sociale individualizzata sulla base delle linee guida per la costruzione di una storia sociale di Carol Grey. Le suddette abilità sociali sono state testate in assenza della, e prima e dopo la lettura delle Storie Sociali da parte del terapeuta e da parte di Probo attraverso la creazione di attività sperimentali, in base all’ordine ABAC/ACAB, che si riferisce alle tre fasi in cui è stato suddiviso lo studio:

1. Fase A (baseline): ogni bambino è stato esposto al compito sperimentale, senza ricevere l’intervento della Social Story, durante il quale gli osservatori hanno raccolto i dati di base di interazione sociale e di sollecitazione del terapeuta necessario per eseguire con successo il comportamento target.
2. Fase B (Social Story): dopo che il terapeuta aveva raccontato la storia sociale, ogni bambino doveva esercitare la specifica abilità sociale rappresentata nella storia nel compito sperimentale.
3. Fase C (Social Story e terapia robot-assistita, RAT): similmente alla fase B, ogni bambino veniva sottoposto a un compito sperimentale, in cui erano necessarie le abilità sociali che erano al centro della storia letta precedentemente da Probo.

Per verificare l’efficacia del robot sociale Probo per la costituzione di una terapia robot-assistita (RAT) con bambini con autismo, durante le attività sperimentali sono stati valutati il livello e la qualità degli stimoli/aiuti forniti dal terapeuta per rendere più probabile il verificarsi della performance desiderata (*prompting*), che possono essere suddivisi in suggerimenti verbali, indicazioni gestuali, guida fisica. Inoltre, il livello di *prompting* è stato valutato utilizzando una scala a 7 punti, ossia:

6. assenza del comportamento target;
5. presenza del comportamento target con *prompt* gestuale, verbale e fisico;
4. presenza del comportamento target con *prompt* fisico e verbale;
3. presenza del comportamento target con *prompt* gestuale e verbale;
2. presenza del comportamento target con *prompt* fisico;
1. presenza del comportamento target con *prompt* gestuale;
0. presenza del comportamento di destinazione senza alcun suggerimento.

In breve, i risultati dell'analisi dei dati indicano che, rispetto alla fase B – in cui la storia sociale è stata raccontata da un terapeuta umano –, la fase C – dove la storia sociale è stata raccontata da Probo – ha portato a un miglioramento delle abilità sociali dei partecipanti, in termini di una diminuzione del livello *prompting* offerto dal terapeuta ai bambini ASD per poter svolgere la risposta sociale appropriata.

Il secondo studio è quello condotto da alcuni ricercatori della University of Technology Thonburi di Bangkok che si è concentrato sull'utilizzo del robot BLISS collegato a un'applicazione di storytelling per smartphone e tablet allo scopo di supportare la teoria della mente nei bambini con autismo (Attawibulkul *et al.*, 2018). BLISS è un robot dall'aspetto simile all'uomo con ruote per il movimento e dispone di un computer integrato e un lettore per l'identificazione a radiofrequenza (*Radio-Frequency Identification*, RFID) per giocare e comunicare con la carta RFID; inoltre, questo robot può connettersi al tablet tramite Bluetooth in modo che BLISS possa riprodurre le luci, suoni e parole sulla base dei comandi ricevuti.

La sperimentazione è stata effettuata su un gruppo di 5 bambini con autismo tra i 4 e i 12 anni di età, a cui è stata letta una storia dal titolo *Striped Watermelon with Grandmother Cow*, che racconta di un coniglio, un maiale e un porcospino che si scambiano le proprie idee per risolvere un problema. La storia vuole insegnare che le persone si aiutano a vicenda e non si scoraggiano quando incontrano delle difficoltà e la parte in cui avviene lo scambio di opinioni tra i protagonisti dovrebbe servire a sollecitare le competenze di *mind reading*. Inizialmente gli sperimentatori hanno sottoposto i partecipanti a un test di falsa credenza di primo ordine (Sally-Anne)<sup>4</sup>, da cui

<sup>4</sup> Messo a punto durante gli anni Ottanta, il compito di falsa credenza (*false belief task*) è divenuto la cartina di tornasole della valutazione della capacità di *mind reading*, durante il quale si chiede al soggetto sperimentale di prevedere come il protagonista di una storia agirà, tenendo conto della falsa credenza di quest'ultimo e non del dato di realtà, noto soltanto a lui e allo sperimentatore. Nello studio di Sujirat Attawibulkul e il suo gruppo di ricerca viene utilizzata la versione dello spostamento inatteso (conosciuto anche come "esperimento di Sally ed Anne"), dove il soggetto esaminato deve predire dove la protagonista della storia, Sally, andrà a cercare un oggetto, da lei inizialmente riposto in un contenitore e poi spostato in un altro recipiente dall'altro personaggio, Anne, a sua insaputa. In base a questo compito,

è emerso che nessuno di loro aveva abilità di *mind reading*. Successivamente, genitori e figli hanno partecipato all'esperimento per due settimane: nella prima settimana, ogni genitore ha letto la versione cartacea della storia al proprio figlio e lo ha sottoposto a delle domande; nella seconda settimana invece si è occupato BLISS di queste attività.

Le domande riguardavano il motivo per cui i personaggi pensano o agiscono in un certo modo, al fine di verificare il livello di teoria della mente dei bambini dopo aver ascoltato la storia. La sessione senza BLISS comportava solo tre domande, mentre quella con BLISS oltre a quelle della prima settimana, ne prevedeva altre tre create in base al crescente numero di dettagli inseriti nella storia. Dall'analisi dei dati, vediamo che rispetto alla sessione senza BLISS, in quella con BLISS sono diminuiti (i) il livello di *prompting* da parte del genitore per aiutare i figli nel dare la risposta corretta e (ii) il tempo di risposta dei bambini, e al tempo stesso sono aumentati (iii) il numero di risposte esatte e (iv) il numero di risposte esatte senza *prompting* da parte del genitore dei partecipanti all'esperimento (Attawibulkul *et al.*, 2019, pp. 103-106).

Infine, il terzo e ultimo studio emblematico è quello condotto da un gruppo di ricercatrici dell'Università del Minho a Braga, in Portogallo, che ha utilizzato il robot ZECA (Zeno Engaging Children with Autism) per aiutare i bambini con ASD ad acquisire conoscenze sulle diverse emozioni e migliorare le loro capacità nel riconoscerle partecipando alle attività di imitazione e narrazione (Costa *et al.*, 2014). ZECA è un robot umanoide con la particolarità di avere il volto ricoperto da un materiale polimerico chiamato Frubber, che consente di esprimere varie espressioni facciali e possiede un corpo in grado di camminare, un altoparlante sul petto e diversi sensori tra cui due telecamere HD negli occhi.

La sperimentazione è stata testata su un gruppo di 3 soggetti (2 femmine e 1 maschio) di età compresa tra i 13 e i 15 anni, in due fasi (scenari di gioco):

1. Imitate Me (replicato per due sessioni): in cui il robot ZECA esegue un'espressione facciale che rappresenta una delle seguenti emozioni: paura, gioia, tristezza, sorpresa o rabbia, e chiede al bambino di imitarlo, pronunciando una frase come "Copia la mia faccia" o "Imita la mia faccia" e esprimendo un feedback verbale o gestuale positivo o negativo a seconda della correttezza o meno della risposta dell'interlocutore.

il bambino che è dotato di *mind reading* risponderà che Sally cercherà l'oggetto nel recipiente in cui lo aveva lasciato all'inizio, rappresentandosi così una credenza falsa rispetto alla realtà. Più specificamente, il bambino deve sospendere momentaneamente la propria conoscenza della realtà, assumendo la prospettiva di Anne in modo tale da prevedere correttamente come l'altro si comporterà sulla base della propria falsa credenza (Attawibulkul *et al.*, 2018).

2. Storytelling (replicato per tre sessioni): dove ZECA racconta una Storia Sociale – costruita secondo il format narrativo elaborato da Carol Gray – in cui è il personaggio principale. Tutte le storie finiscono con una frase che caratterizza il modo in cui ZECA si sente nella conclusione del racconto, e il compito del bambino consisteva nell’individuare l’emozione espressa dal robot. I partecipanti potevano scegliere e mostrare una delle 5 racchette che avevano a disposizione, ciascuna delle quali presentava un’immagine di una faccia, un’etichetta e un codice QR corrispondenti a un’emozione. Similmente alla prima fase, leggendo il codice QR, ZECA esprimeva frasi o movimenti di consenso o dissenso in base alle risposte dei bambini. Un esempio delle storie sociali usate è: “Quando stavo giocando nel parco giochi, sono caduto sul pavimento. Il braccio e la gamba mi facevano molto male. Ho avuto un grosso graffio e non riuscivo a smettere di piangere”. Questa storia sociale corrisponde all’emozione tristezza.

Dai risultati è emerso che durante lo scenario di gioco *Imitate Me*, le risposte corrette variavano tra il 79% e il 100% e durante lo scenario di gioco *Storytelling* tra il 61% e il 75%. Dunque, è interessante notare come grazie all’interazione con ZECA, i bambini sono stati in grado di produrre il 100% delle risposte corrette già nella seconda sessione, per ciò che concerne il primo scenario; mentre in relazione al secondo, nonostante la minore efficacia ottenuta, i bambini sono stati comunque in grado di riconoscere l’emozione trasmessa dalla storia raccontata dal personaggio principale. Tale differenza – suggeriscono le ricercatrici – potrebbe derivare da un maggiore tempo necessario ai bambini per elaborare il contesto della storia (Costa *et al.*, 2014, pp. 300 ss.).

In conclusione: dai risultati preliminari di questi tre studi sperimentali, emerge che il potenziale dei robot educativi, nello specifico quelli sociali – ossia, robot autonomi o semi-autonomi capaci di interagire e comunicare con gli esseri umani o con altri agenti fisici autonomi seguendo comportamenti sociali e regole legate al loro ruolo specifico (Pachidis *et al.* 2018, p. 696) – per il supporto terapeutico e educativo dei bambini (ma non solo) con disturbi dello spettro autistico è soltanto allo stadio embrionale. In particolare, abbiamo visto come i robot sociali – quali Probo, BLISS e ZECA – utilizzati come agenti narrativi per il racconto di storie hanno potenziato maggiormente le abilità sociali, il *mind reading* e il riconoscimento delle emozioni di bambini affetti da autismo, rispetto a un lettore umano.

Dunque, l’analisi dei suddetti contributi mette in luce il ruolo che i robot possono avere in pratiche narrative volte alla promozione di competenze empatiche, di teoria della mente e comportamenti appresi orientati verso un obiettivo e governati da regole che variano in funzione alla situazione e al

contesto in individui con autismo. Tuttavia è necessario valutare alcuni aspetti critici relativi alla possibile replicabilità degli studi presentati, tenendo in considerazione i deficit specifici e il livello di gravità del disturbo dello spettro autistico dell'utente e, congiuntamente, gli obiettivi da raggiungere correlati a questi ultimi, come: (i) la scelta della storia da somministrare; (ii) la scelta del supporto robotico; (iii) la programmazione del robot; (iv) il *setting* all'interno di cui utilizzare il robot; (v) la durata delle sessioni affinché i miglioramenti raggiunti dai soggetti vengano mantenuti nel corso del tempo. Solo per citarne alcuni.

Al tempo stesso, i benefici derivanti da tali tecnologie fanno auspicare a una futura applicazione della robotica educativa nella didattica scolastica, ma altresì in quegli enti o istituzioni che si occupano di disabilità intellettive e disturbi della comunicazione. Inoltre, il ruolo che l'interazione con la robotica può svolgere durante l'attività narrativa, fa altresì ipotizzare una possibile nuova applicazione della robotica educativa all'interno della *narrative medicine*, o viceversa. A partire dalla sua nascita avvenuta verso la fine degli anni Novanta – soprattutto grazie a Rita Charon<sup>5</sup> – la *narrative medicine* (che in italiano traduciamo letteralmente con “medicina narrativa”) ha sviluppato una molteplicità di modalità di intervento verso diverse patologie. Tutte accomunate dalla centralità di produzione/lettura/racconto di storie, le metodologie della medicina narrativa sono, ad esempio, le interviste narrative semi-strutturate, la cartella parallela, il diario riflessivo, la *story sharing intervention* (condivisione di storie in gruppi di narrazione), i libri di autoaiuto, la biblioterapia, la *graphic medicine*, il digital storytelling ecc. (Calabrese 2020, p. 101-130).

L'intento dell'approccio medico basato sulla medicina narrativa (*narrative based medicine*) consiste infatti nell'integrare quello tradizionale basato sulle evidenze (*evidence based medicine*), proprio attraverso le narrazioni, intese come strumento di aiuto terapeutico per persone che soffrono di differenti malattie (Charon, 2006, p. vii ss.). Nonostante le criticità sopracitate circa la replicabilità dell'utilizzo dei robot come narratori su un gruppo di soggetti con autismo più ampio, i dati promettenti derivanti dai tre studi analizzati offrono un punto di partenza per future indagini per definire una proposta di intervento ancora più efficace e su larga scala, che potrebbe così portare l'inclusione della robotica educativa nelle pratiche della *narrative medicine*, ossia fungere non solo da supporto educativo e didattico-pedagogico, ma anche terapeutico per soggetti con autismo. *To be continued.*

<sup>5</sup> Medico internista e fondatrice e direttrice esecutiva del programma di medicina narrativa della Columbia University di New York.

## Bibliografia

- Aiello P. and Di Gennaro D.C. (2016), *Autismo e digital storytelling. Le storie digitali come dispositivo didattico-educativo*, in Corona F., a cura di, *Autismo: un'altra prospettiva*, Aracne, Roma.
- Attawibulkul S., Sornsuwonrangsee N., Jutharee W. and Kaewkamnerdpong B. (2019), "Using Storytelling Robot for Supporting Autistic Children in Theory of Mind", *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 9(2): 100-108.
- Baio J., Wiggins L., Christensen D.L., Maenner M.J., Daniels J., Warren Z., Kurzius-Spencer M., Zahorodny W., Robinson Rosenberg C., White T., Durkin M.S., Imm P., Nikolaou L., Yeargin-Allsopp M., Lee L.-C., Harrington R., Lopez M., Fitzgerald R.T., Hewitt A., Pettygrove S., Constantino J.N., Vehorn A., Shenouda J., Hall-Lande J., Van Naarden Braun K. and Dowling N.F. (2018), "Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014", *MMWR Surveillance Summaries*, 67(6): 1-25.
- Barnes J.L. (2012), "Fiction, imagination, and social cognition: Insights from autism", *Poetics*, 40: 299-316.
- Barnes J.L. and Baron-Cohen S. (2012), "The big picture: Storytelling ability in adults with autism spectrum conditions", *Journal of autism and developmental disorders*, 42(8): 1557-1565.
- Baron-Cohen S. (2004), *Questione di cervello: la differenza essenziale tra uomini e donne*, trad. it., Mondadori, Milano.
- Baron-Cohen S. (2008), *Autism and Asperger syndrome*, Oxford University Press, Oxford.
- Baron-Cohen S. (2011), *Cognizione ed empatia nell'autismo. Dalla teoria della mente a quella del cervello maschile estremo*, trad. it., Erickson, Trento.
- Borghi A. (2018), "Autismo, storytelling e Sé autobiografico", *Comparatismi*, 3: 115-129.
- Calabrese S. (2017), *La fiction e la vita. Letteratura, benessere, salute*, Mimesis, Milano.
- Calabrese S. (2019), *Manuale di comunicazione narrativa*, Pearson, Milano.
- Calabrese S. (collaboration with Conti V.) (2020), *Neuronarrazioni*, Editrice Bibliografica, Milano.
- Calabrese S. and Luziatelli M.F. (2017), "Creativity and Autism Spectrum Conditions: a Hypothesis on Lewis Carroll", *Enthymema*, 17: 225-236.
- Charon R. (2006), *Narrative Medicine: honoring the stories of illness*, Oxford University press, New York.
- Costa S., Soares F., Pereira A.P., Santos C. and Hiolle A. (2014), "A pilot study using imagination and storytelling scenarios as activities for labelling emotions by children with autism using a humanoid Robot", in *Proceedings of the Joint IEEE International Conferences on Development and Learning and Epigenetic Robotics*, October 13-16, 2014, Genoa, Italy, 299-304.

- Crozier S. and Tincani M.J. (2006), “Effects of social stories on prosocial behavior of preschool children with autism spectrum disorders”, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37: 1803-1814.
- Daigle B.A. (2008), *Digital storytelling as a literacy-based intervention for a sixth grade student with autism spectrum disorder: an exploratory case study*, Louisiana State University, Baton Rouge.
- Dautenhahn K. (2003), “Roles and functions of robots in human society: implications from research in autism therapy”, *Robotica*, 21(4): 443-452.
- Dautenhahn K. and Werry I. (2004), “Towards interactive robots in autism therapy: Background, motivation and challenges”, *Pragmatics & Cognition*, 12(1): 1-35.
- Delano M. and Snell M.E. (2006), “The effects of social stories on the social engagement of children with autism”, *Journal of Positive Behavior Interventions*, 8: 29-42.
- Fridenson-Hayo S., Berggren S., Lassalle A., Tal S., Pigat D., Meir-Goren N., Meir-Goren N., O’Reilly H., Ben-Zur S., Bölte S., Baron-Cohen S. and Golan O. (2017), “‘Emotiplay’: A serious game for learning about emotions in children with autism: Results of a cross-cultural evaluation”, *European child & adolescent psychiatry*, 26(8): 979-992.
- Giullian N., Ricks D., Atherton A., Colton M., Goodrich M. and Brinton B. (2010), “Detailed requirements for robots in autism therapy”, in *Proceedings of the Joint IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics (SMC)*, 10-13 October 2010, Istanbul, Turkey, 2595-2602.
- Golzari F., Hemati Alamdarloo G. and Moradi S. (2015), “The effect of a social stories intervention on the social skills of male students with autism spectrum disorder”, *SAGE Open*, 5(4): 2158244015621599.
- Gray C. (2015), *Il nuovo libro delle storie sociali. Promuovere le competenze relazionali in bambini e giovani adulti con autismo e sindrome di Asperger*, trad. it., Erickson, Trento.
- Kozima H., Nakagawa C. and Yasuda Y. (2005), “Interactive robots for communication-care: A case-study in autism therapy”, in *IEEE International Workshop on Robot and human interactive communication*, 13-15 August 2005, Nashville, USA, 341-346.
- Kozima H., Nakagawa C. and Yasuda Y. (2007), “Children–robot interaction: a pilot study in autism therapy”, *Progress in Brain Research*, 164: 385-400.
- Kuoeh H. and Mirenda, P. (2003), “Social story interventions for young children with autism spectrum disorders”, *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 18: 219-227.
- McGill R. J., Baker D. and Busse R. T. (2015), “Social story™ interventions for decreasing challenging behaviors: A single case meta-analysis 1995-2012”, *Educational Psychology in Practice*, 31: 21-42.
- Pachidis T., Vrochidou E., Kaburlasos V.G., Kostova S., Bonković M. and Papić V. (2018), “Social Robotics in Education: State-of-the-Art and Directions”, in *International Conference on Robotics*, 6-8 June 2018, Alpe-Adria Danube Region, 689-700.

- Pennazio, V. e Fedeli, L. (2019), “Robotics, 3D virtual worlds and social stories. A proposal for autism spectrum disorder”, *Form@re*, 19, 1: 213-231.
- Quirnbach L., Lincoln A., Feinberg-Gizzo M., Ingersoll B.R. and Andrews S. (2008), “Social stories: Mechanisms of effectiveness in increasing game play skills in children diagnosed with autism spectrum disorder”, *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39: 299-321.
- Rust J. and Smith A. (2006), “How should the effectiveness of social stories to modify the behavior of children on the autistic spectrum be tested?”, *Autism*, 10: 125-138.
- Smith C. (2018), *Storie sociali per l'autismo. Sviluppare le competenze interpersonali e le abilità sociali*, trad. it., Erickson, Trento.
- Vanderborght B., Simut R., Saldien J., Pop C., Rusu A.S., Pintea S., Lefebvre D. and David D.O. (2012), “Using the social robot probio as a social storytelling agent for children with ASD”, *Interaction Studies*, 13, 3: 348-372.
- Volkmar F.R. (2013) (Ed.), *Encyclopedia of autism spectrum disorders*, Springer, New York, NY.
- Wright L.A. and McCathern R.B. (2012), “Utilizing social stories to increase pro-social behavior and reduce problem behavior in young children with autism”, *Child Development Research*, 13: 1-13.

# La “strategia per prova ed errore” non esiste: un’analisi dei laboratori di robotica a EXPLORA, il Museo dei bambini di Roma

di Chiara Merisio

## Introduzione

I laboratori di robotica educativa solitamente prevedono attività in cui si chiede a bambine e bambini, ragazze e ragazzi, individualmente o in gruppo, di programmare un robot affinché questo manifesti un certo comportamento motorio. Ciò che accade dopo aver proposto la consegna in termini di processi di ragionamento è tuttora in gran parte misterioso: vi è poca letteratura scientifica e molti resoconti aneddotici.

Proporre una consegna, inoltre, non significa porre un unico problema: a seguito di questa, i giovani programmatori affronteranno numerosissimi problemi legati, ad esempio, alla comprensione della consegna stessa, alla soluzione di dubbi sul linguaggio di programmazione, allo studio dell’ambiente, alla pianificazione di sotto-obiettivi, all’interazione con i pari e alla gestione del *device*.

Non solo. Dal punto di vista pedagogico *tout court* e dal punto di vista dei processi di progettazione e valutazione nei servizi scolastici ed educativi, i costrutti “problema” e “strategia” sono fondamentali.

Date queste motivazioni, emerge l’importanza sia di analizzare tali costrutti, sia di identificare i problemi incontrati e le strategie messe in atto in un compito di programmazione.

Si rende noto che, al fine di non sovraccaricare la composizione delle frasi, quando necessario verrà utilizzato il genere linguistico femminile per riferirsi indistintamente a persone di genere maschile o femminile.

## Obiettivo della ricerca

Il presente lavoro trova giustificazione nella letteratura di ricerca che, nonostante metta in evidenza ampie possibilità di uso didattico ed educativo dei robot (si vedano Scaradozzi *et al.*, 2019; Angel-Fernandez e Vincze 2018; Belpaeme *et al.*, 2018; Mubin *et al.*, 2013; Benitti, 2012), tuttavia non analizza in profondità i problemi affrontati e le strategie messe in atto da bambine impegnate in attività di programmazione robotica (Cheng *et al.*, 2017; Miyata, 2015).

Eccezioni rilevanti si trovano in (Gaudiello e Zibetti, 2013) e in (Gabriele *et al.*, 2017) dove sono state identificate alcune strategie di programmazione senza tuttavia chiarire con precisione e in modo sufficientemente operazionalizzato il significato dei costrutti “problema” e “strategia”.

Il lavoro di ricerca che sarà qui presentato ha avuto un obiettivo di duplice natura:

### 1. *teorico-concettuale*

- contribuire all’analisi dei costrutti “problema” e “strategia”,
- proporre una critica e una riflessione pedagogica del costrutto “strategia per prova ed errore”;

### 2. *sperimentale*

- costruire e proporre una tassonomia dei problemi effettivamente affrontati da gruppi di studentesse di Scuola Primaria impegnati in attività di programmazione robotica.

## Problema e strategia: un’analisi e una riflessione pedagogica

Dal punto di vista educativo, pedagogico e didattico, dal punto di vista dei processi di progettazione e valutazione a scuola e nei servizi educativi, i concetti “problema” e “strategia” sono fondamentali poiché legati al processo di *problem-solving*, ovvero alla capacità di mettere in atto processi cognitivi per comprendere e risolvere situazioni problematiche per le quali il metodo di soluzione non è immediatamente evidente. Per educatrici e insegnanti il processo di risoluzione dei problemi è, pertanto, di duplice interesse.

In primo luogo, perché sono chiamate alla progettazione di setting e attività nonché alla promozione dello sviluppo delle capacità collegate al *problem-solving*.

In secondo luogo, perché il processo di risoluzione dei problemi implica l'utilizzo di un gran numero di strategie, e queste giocano un ruolo molto importante nello sviluppo cognitivo. Il *problem-solving*, infatti, è un processo molto complesso e tale complessità sottende e racchiude numerose operazioni, implica la messa in campo di un gran numero di risorse nonché di abilità e competenze di pianificazione e di ragionamento, tutto strettamente correlato e compreso nei processi di apprendimento e di crescita.

Nonostante ciò, la letteratura di ricerca che mette a tema lo studio di problemi affrontati e strategie utilizzate in attività di robotica educativa è davvero molto scarsa e quella esistente, quasi paradossalmente, assume la cosiddetta "strategia per prova ed errore" come un'unica strategia di risoluzione di problemi, configurando un errore metodologico e concettuale con possibili ricadute operative. Per questi motivi, diventa importante riflettere a livello pedagogico dell'esistenza e sulle implicazioni di tale "strategia per prova ed errore".

## ***Il problema e il problem-solving***

Il problema è la differenza «between where you are now [...] and where you want to be [...]. In each case "where you want to be" is an imagined state that you would like to be in» (Robertson, 2017, p. X). Una sua caratteristica distintiva è che c'è un obiettivo da raggiungere attraverso delle azioni che non sono immediatamente ovvie ed evidenti e, per questo, si ricorre al pensiero con lo scopo di escogitare una mediazione che agisca tra l'esistente e il desiderato (Duncker, 1945).

Inoltre, per esistere, un problema deve essere un bisogno "sentito" di rimuovere gli ostacoli che impediscono il raggiungimento di un obiettivo (Arlin, 1990): se le persone non sentono il bisogno di cercare una soluzione, questa situazione non è un problema.

In campo pedagogico, il problema viene inteso come una difficoltà pratica o teorica da risolvere (Dostál, 2015): la base di questa difficoltà è una situazione sistematica e volutamente organizzata dalla professionista che permette di accrescere abilità e acquisire nuove conoscenze e competenze.

Proprio per questo motivo assume importanza centrale il processo di progettazione degli interventi didattici ed educativi, nonché l'osservazione puntuale di tutte le fasi che portano le bambine alla risoluzione della consegna, affinché vengano rilevate e valorizzate tutte le nuove conoscenze ed esperienze che, altrimenti, andrebbero perse.

Come già avuto modo di mettere in evidenza, problematizzare il concetto di problema è importante anche per il suo legame con il *problem-solving* e con tutte le competenze e abilità ad esso connesse. Il *problem-solving*, infatti, costituisce una parte essenziale delle attività intellettuali quotidiane (Miyata, 2015), tant'è che viene considerato come l'attività cognitiva più importante (Jonassen, 2000): per questo motivo, è necessario progettare setting che incoraggino e migliorino l'abilità di risoluzione dei problemi fin dalla giovane età (Keen, 2011) e che siano rispettosi dei vari cambiamenti che avvengono durante la crescita.

La robotica educativa, poiché proposta coerente con le teorie di tipo costruttivista (Gattico e Orrù, 2008; Piaget, 1964) e costruzionista (Papert, 1989), può rivelarsi un utile veicolo per la promozione di atteggiamenti metacognitivi e autovalutativi e, dunque, per permettere alle bambine di essere vere protagoniste dei loro apprendimenti. Da ciò possono essere tratti vantaggi significativi, tra cui un migliore mantenimento delle conoscenze nel tempo, un migliore transfert delle conoscenze ad altre problematiche e un aumento della motivazione e dell'interesse verso i vari ambiti del sapere.

## **Strategie di risoluzione dei problemi**

In educazione e didattica il costrutto “strategia” assume un ruolo molto rilevante poiché correlato allo sviluppo cognitivo generale, alle abilità di pensiero e di *problem-solving*. La ricerca negli anni '90, infatti, evidenzia la stretta correlazione tra il processo di elaborazione di strategie e lo sviluppo cognitivo generale (Siegler, 1999); non solo, fa emergere come sia ampia la variabilità nell'uso delle strategie da parte di bambine sia tra un compito e un altro, sia all'interno di un singolo compito.

Il costrutto “strategia” assume dunque grande valore nell'apprendimento, dove il lavoro metacognitivo gioca un ruolo centrale (cfr.: Albanese *et al.*, 1995). Per questi motivi, si necessita un oculato lavoro professionale affinché i processi metacognitivi siano sostenuti e favoriti e affinché le strategie vengano riconosciute, conosciute e valorizzate.

Nello specifico della letteratura sulla robotica educativa, però, tale costrutto ancora non trova esplicitazione né una chiara definizione. Pertanto, occorre qui fare riferimento alla ricerca in Intelligenza Artificiale e, dunque, al concetto di “euristica”: «heuristics can be defined as general rules [...] that guide our actions in a *problem-solving* task, and that take into account contextual constraints as well as the final goal of the task» (Newell e

Simon, 1972). Le euristiche, le strategie sono, dunque, regole o criteri utilizzati per risolvere dei problemi.

## **La “strategia per prova ed errore” non esiste**

Come già sottolineato, nonostante l'importanza delle strategie nei processi di apprendimento e nonostante la folta letteratura che tematizza la robotica educativa, scarsi sono gli studi che analizzano le strategie effettivamente utilizzate durante compiti di programmazione, e le tassonomie esistenti presuppongono l'esistenza di una strategia cosiddetta “per prova ed errore”.

Un primo contributo interessante è quello di Gabriele e colleghe (2017) che hanno individuato due tipologie di strategie di risoluzione dei problemi (p. 14):

1. *strategia basata sulla soluzione (Solution Focused strategy - SF)*: strategia basata sulle modifiche dei parametri, più e più volte (prove ed errori);
2. *strategia focalizzata sul problema (Problem Focused strategy - PF)*: strategia basata su un'analisi dettagliata del compito assegnato, tenendo conto delle prestazioni che il robot deve fare.

Partendo dal presupposto che una strategia basata sulla modificazione dei parametri è certamente diversa da una basata sull'analisi del compito, è possibile domandarsi se quelle identificate siano realmente due distinte tipologie di strategie. Si può ipotizzare, infatti, che tale divisione sia in realtà derivante dall'osservazione di due diverse gamme di comportamenti messe in atto da parte delle giovani programmatrici: probabilmente chi ha avuto atteggiamenti più impulsivi/curiosi/impavidi/sicuri/ecc. ha optato per una strategia SF, chi ha preferito approcciarsi con atteggiamenti più riflessivi/insicuri/ecc. ha preferito una PF.

In tal senso, si può dedurre che autori e autrici abbiano individuato due strategie che mettono in contrasto una modalità d'azione basata sul fare (SF) e una modalità d'azione basata sulla riflessione (PF).

Da ciò si diramano tre considerazioni, che possono essere convertite in quesiti:

1. Una persona che adotta la strategia SF ha davvero un atteggiamento immediatamente performativo o, come si pensa, questo è preceduto da un – seppur minimo – momento analitico?

2. Queste sono delle vere e proprie strategie o, invece, sono degli atteggiamenti adottati in base alle caratteristiche personali, all'esperienza, al contesto, allo stato emotivo, ecc.?
3. Se, come si pensa, questi fossero degli atteggiamenti, non potrebbero costituire, insieme, un'unica strategia? Si può ipotizzare, infatti, che i due posizionamenti non siano contrapposti bensì combinati.

In secondo luogo, è possibile riflettere attorno al concetto di “strategia per prova ed errore” (*trials and errors*): la problematizzazione qui proposta nasce dall'idea che il procedere per prova ed errore non dovrebbe essere considerato come attuazione di un'unica strategia di risoluzione dei problemi.

Anzitutto, è necessario evidenziare che il processo di programmazione è costitutivamente un processo che si attua e procede mediante vari tentativi e *debugging*. Per questo, considerare il procedere per prova ed errore come unica strategia potrebbe portare la professionista a *trascurare e ridurre la complessità insita nel processo*: infatti, ogni fase che lo costituisce è il prodotto di altrettante micro-fasi, con una propria logica interna, spesso differente alle altre e molto ferrea. Il rischio, dunque, sarebbe quello di prendere in considerazione un dominio troppo ampio che potrebbe portare allo svuotamento del concetto stesso di strategia.

Un secondo contributo interessante è quello di Gaudiello e Zibetti (2013) che, partendo dagli studi di Anderson e colleghi (2001), hanno identificato una tassonomia di tre famiglie di euristiche.

Nella famiglia delle euristiche procedurali e orientate al compito rientrano tutte quelle sequenze di azioni messe in campo procedendo per prova ed errore; il procedere per prova ed errore viene recepito come modalità per raggiungere la soluzione.

Nella famiglia delle euristiche dichiarative e orientate alla conoscenza rientrano tutte le singole azioni derivanti da strategie ragionate; l'obiettivo di tali euristiche è principalmente quello di cercare informazioni esplicite sulle regole, ovvero sui vincoli del compito dato.

Nella famiglia delle euristiche metacognitive e orientate alla consapevolezza rientrano sia le strategie applicate attraverso tentativi ed errori sia le strategie ragionate; l'obiettivo è quello di stabilire i vari vincoli del compito e, al contempo, testare e valutare la propria comprensione del compito stesso.

Questa ricerca pare avere risultati concordi con quelli emersi nello studio di Gabriele e colleghe (2017) poiché anch'essa propone in modo dicotomico le strategie basate sul ragionamento (dichiarative e orientate alla conoscenza) e le strategie basate sull'azione (procedurali e orientate al compito). Nonostante ciò, bisogna evidenziare come Gaudiello e Zibetti sostengano che le euristiche più utilizzate dalle giovani programmatrici

siano quelle di tipo metacognitivo: ciò sembra avvalorare l'idea che le strategie "ragionate" e le strategie basate sul "fare" non siano tra loro contrapposte bensì combinate, e che la scelta di utilizzarne una invece dell'altra sarebbe riconducibile solamente all'alveo degli atteggiamenti. Carson (2007) e Peikoff (1985), inoltre, affermano che il processo di pensiero/*problem-solving* e il processo della conoscenza non possono essere pensati e discussi separatamente poiché uno implica l'altro, e viceversa: anche in questo caso, emerge come non sia possibile apporre una distinzione tra strategie SF e strategie PF (Gabriele *et al.*, 2017), e tra strategie dichiarative e strategie procedurali (Gaudiello e Zibetti, 2013), insomma, tra strategie basate sul "fare" e strategie basate sul "pensare".

Tutto ciò si aggancia ad una seconda riflessione.

Senza dispiegarsi nuovamente sulla tematizzazione del rischio di ridurre la complessità delle fasi che costituiscono i processi e partendo dal presupposto che la programmazione costitutivamente procede attraverso una successione di prove e *debugging*, è comunque possibile obiettare e problematizzare il concetto di strategia legato al concetto di "prova ed errore" facendo nuove ipotesi e aprendo nuove questioni.

Gaudiello e Zibetti, riprendendo Sfard (1991), mettono in evidenza come la risoluzione di problemi consista in una complessa interazione tra conoscenza procedurale e conoscenza dichiarativa e che ciò, in seguito, richieda un ulteriore passaggio che porti alla conoscenza metacognitiva. Se, dunque, le euristiche metacognitive sono orientate alla consapevolezza e se, a monte, la costruzione della conoscenza avviene mediante processi creativi, di reminiscenza, di analisi, di comprensione e di valutazione, quando si parla di "strategia per prova ed errore":

- non ci si riferisce, piuttosto, alla messa in campo di strategie acquisite in altri domini e testate con una modalità che procede per prova ed errore?
- Se le euristiche vengono testate attraverso la modalità "prova ed errore", tale costrutto non potrebbe essere utilizzato e/o inteso più propriamente come sinonimo di programmazione?
- Se le euristiche vengono testate attraverso la modalità "prova ed errore", è possibile ancora asserire che tale costrutto rappresenti un'unica strategia?
- Se il processo di programmazione è costituito da fasi diverse composte da prove e successivi *debugging*, sono allora queste fasi le strategie?

In sintesi, dunque, emerge come la letteratura sulla robotica educativa assuma il costrutto "strategia per prova ed errore" come monolitico, senza indagarne le specificità, senza approfondirne la composizione e le possibili implicazioni.

Alla “strategia per prova ed errore”, inoltre, vengono talvolta apposti, alternativamente o congiuntamente, i concetti di metodologia e/o tecnica didattica, designando così una certa modalità di intendere, progettare e governare gli interventi educativi e formativi: si tratta, però, di un *errore concettuale con possibili conseguenze operative*.

Una prima conseguenza è il rischio di non tematizzare e non indagare quanto concerne le varie prove che si susseguono applicando tale presunta unica strategia, nonché di volerla far adottare alle bambine in quanto, appunto, metodologia/tecnica di *problem solving*. Ciò potrebbe comportare (I) che la professionista non veda l’articolato processo che costituisce la modalità di risoluzione del problema e, dunque, (II) non vada a indagare tutte le operazioni che vengono eseguite, le risorse messe in campo, le modalità di pianificazione, i ragionamenti attuati, le capacità e le abilità acquisite, i distrattori oppure le possibili buone prassi alternative adottate o adottabili.

La scarsa o mancata conoscenza da parte della professionista di tutte le componenti del processo, della sua complessità, potrebbe portare alla (III) progettazione e realizzazione di attività ed esperienze non realmente significative e formative per le bambine. Il lavoro metacognitivo, fondamentale per lo sviluppo di apprendimenti autentici, richiede infatti la presa di coscienza di tutte le attività cognitive, operazione che potrebbe essere compromessa proprio del pensare il processo di *problem-solving* come un flusso indistinto di tentativi.

Un’altra conseguenza di assumere la cosiddetta “strategia per prova ed errore” quale costruito monolitico è il rischio di non tematizzare l’errore, di grande importanza educativa. L’errore, infatti, è la spia di questioni più complesse che si annidano negli spazi afferenti al processo dell’apprendere e, pertanto, non esonera insegnanti ed educatrici da un atteggiamento di ricerca: può rappresentare sia il campanello d’allarme di disattenzioni, di valutazioni errate e sovra o sotto stime compiute in fase progettuale, sia l’oggetto che permette di constatare come quel che viene considerato uno sbaglio spesso, in realtà, sia una forma provvisoria di apprendimento nonché forma di conoscenza effettiva. Da un certo punto di vista, si potrebbe pertanto dire che gli errori non esistono poiché sono semplicemente delle modalità di conoscere, sono indicatori preziosi di un modo sommerso inerente il pensiero (Giornelli, 1996) e, al contempo, sono una possibilità di capire la qualità educativa della progettazione educativa e didattica e della modalità di lavorare.

L’errore, in sintesi, rimanda al soggetto che impara e alle logiche educative e didattiche di insegnanti ed educatrici che devono gestire tale errore; per estensione, rimanda alla riflessività della professionista e alla continua riprogettazione educativa e didattica.

## Quadro metodologico

I dati sono stati raccolti attraverso l'utilizzo di dispositivi cattura-immagine quali videocamere e software.

I dati sono stati analizzati utilizzando metodi ispirati alla *Grounded Theory* (GT), un «metodo generale», strategico (Glaser e Strauss, 1967, p. 21), «di analisi comparativa [...] e un insieme di procedure capaci di generare [sistematicamente] una teoria fondata sui dati» (Glaser e Strauss, 1967, p. VIII). La scelta è ricaduta su questo approccio per le sue caratteristiche (è sistematico, induttivo e comparativo) e, soprattutto, per il suo scopo, ovvero generare una teoria fondata sui dati e fedele al fenomeno (cfr.: Glaser e Strauss, 1967; Tarozzi, 2008). In particolare, distintivo della GT è l'integrazione tra il processo di ricerca e lo sviluppo di una teoria induttiva che deriva strettamente dall'analisi dei dati.

Questo approccio, pertanto, permette di andare oltre la semplice descrizione del fenomeno, quindi il ricercatore o la ricercatrice lavora all'interno di un processo che include alcune fasi ricorsive.

## La Ricerca

### Metodi e tempi

Sono stati osservati n°2 laboratori di programmazione robotica della durata di 1h circa ciascuno progettati, organizzati e condotti dal personale di EXPLORA e realizzati nella sede del Museo stesso il 19 marzo 2019.

Lo studio ha coinvolto due classi quarte (rispettivamente 14 e 22 bambini e bambine) di una Scuola Primaria di Roma impegnate in due laboratori di programmazione robotica; in ogni laboratorio la classe partecipante è stata divisa in 4 gruppi.

La scelta delle classi e del laboratorio è stata effettuata sulla base di alcuni principi guida. L'attività laboratoriale sarebbe dovuta essere una di quelle generalmente proposte dal Museo e avrebbe dovuto prevedere una fase in cui i bambini e le bambine, divisi in 4 gruppi, avrebbero dovuto programmare il robot. La programmazione si sarebbe dovuta svolgere in modo quanto più autonomo ed eventuali fasi di spiegazione frontale sarebbero dovute essere previste in una fase precedente alla somministrazione della consegna. Le classi partecipanti sarebbero dovute essere della stessa età.

La ricerca nel suo complesso è terminata nell'autunno del 2019.

## Contesto e attività osservata

Il laboratorio osservato è stato “Programmare un robot. Un laboratorio base per scoprire come si muove un robot e conoscere il linguaggio della programmazione informatica”.

L’attività ha avuto luogo in una stanza ubicata all’interno del padiglione che ospita il Museo (Fig. 1). I tavoli per le postazioni di lavoro sono stati disposti seguendo il perimetro della stanza, al centro sono state incollate al pavimento delle tessere sulle quali erano riportate delle lettere dell’alfabeto.



Fig. 1 - Setting del laboratorio

L’obiettivo dell’attività era far sì che il robot, partendo dal punto assegnato, raggiungesse le lettere che compongono la parola “EXPLORA”. Le lettere non dovevano necessariamente essere raggiunte in ordine; una lettera veniva considerata raggiunta solo nel caso in cui il robot si fosse fermato esattamente su di essa (Fig. 2).

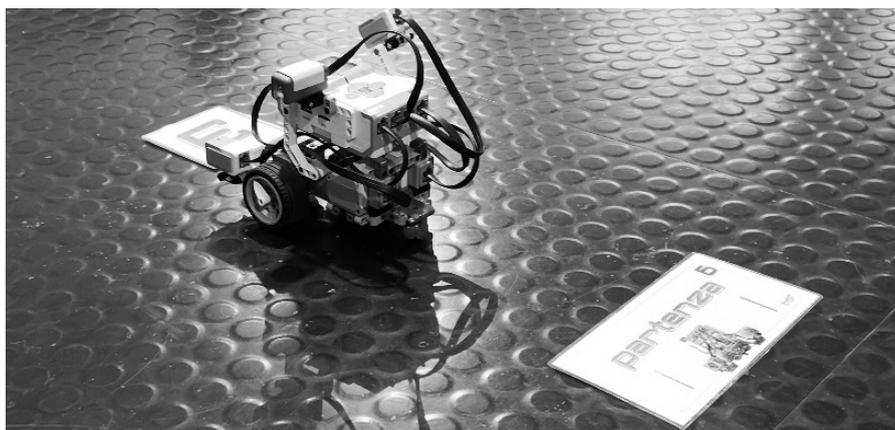


Fig. 2

L'attività è stata divisa in tre momenti.

Nella fase introduttiva, dopo aver diviso la classe in gruppi e aver assegnato ad ognuno di essi un numero e una postazione, l'animatore ha dato la consegna e ha poi mostrato le modalità per programmare il movimento del robot. In questa fase le bambine si sono limitate ad osservare.

L'animatore, in seguito, ha spiegato la procedura di download del programma scaricandolo in uno dei robot e ha invitato le bambine a osservarne il comportamento.

Dopo alcune domande di chiarimento da parte delle studentesse, è stato dato il via all'attività, durata circa 45 minuti (Fig. 3).



*Fig. 3 - Due gruppi che stanno lavorando: uno testa la programmazione nell'area sperimentale, l'altro programma al pc.*

Nella fase conclusiva l'animatore ha riepilogato il lavoro fatto e ha chiesto di descrivere brevemente il processo avvenuto all'interno di ogni gruppo (strategie adottate, problemi riscontrati).

## *Impatto*

L'impatto potenziale del lavoro di ricerca è in termini di:

- *Ri-progettazione delle attività*: il lavoro si propone di capire quali problemi effettivamente (e magari all'insaputa della professionista) le bambine affrontano a seguito della consegna. Può emergere, per esempio, che alcune passano gran parte del tempo a comprendere la consegna oppure a ri-comprendere il ruolo di certi blocchetti di programmazione.

Queste informazioni possono essere utili a riprogettare, per esempio, la natura della consegna o la struttura del contesto in modo da far sì che le bambine si concentrino maggiormente su problemi ritenuti davvero essenziali.

- *Analisi dei processi di ragionamento*: conoscere le strategie applicate dalle bambine durante il compito di programmazione significa, in larga parte, analizzare i criteri che hanno guidato il loro ragionamento. Questa ricerca può fornire utili spunti per riflettere se le attività proposte stimolano effettivamente il ragionamento e la capacità di risolvere problemi.

## ***Metodologia della ricerca***

### ***Metodi e strumenti di acquisizione dei dati***

Gli strumenti di acquisizione dei dati audio-video includono (Fig. 4):

- quattro videocamere (*handycam*) dedicate alla registrazione dei movimenti dei robot impiegati nelle attività e, eventualmente, delle interazioni tra studentesse o tra studentesse e adulti;
- FlashBack Express Recorder, software dedicato alla registrazione: dello schermo del PC, delle immagini provenienti dalla webcam del PC e dei suoni (tramite microfono del PC);
- quattro webcam dei PC per registrare i volti delle partecipanti e, eventualmente, delle interazioni tra bambine o tra bambine e adulti.



*Fig. 4 - Postazione di un gruppo fornita di handycam e PC (con installato il software FlashBack Express Recorder).*

### *Metodi e strumenti di analisi dei dati*

L'analisi dei dati è stata fatta mediante l'annotazione dei video, opportunamente sincronizzati, tramite ELAN 5.3, un software che permette l'annotazione multimodale e multilivello di registrazioni audio-video grazie alla sincronizzazione e alla riproduzione di più fonti di dati contemporaneamente (Andersson e Sandgren, 2016).

Nella presente ricerca, l'annotazione ha avuto l'obiettivo di identificare i problemi e gli eventuali sotto-problemi.

In particolare, sono stati sincronizzati i video che riportano (Fig. 5):

- l'area di programmazione del robot (catturata con il software Flashback Express Recorder) - (1);
- i visi e il parlato delle e dei partecipanti al laboratorio (registrati tramite la webcam del PC) - (2)
- l'area sperimentale dove si muoveva il robot (catturata tramite handycam) - (3).



Fig. 5

Tramite ELAN 5.3, quindi, è stato possibile annotare i video al fine di identificare i problemi e sottoproblemi (4) affrontati durante il compito di programmazione; in seguito, si è proceduto con la loro categorizzazione e la costruzione di una tassonomia.

### *Processo di codifica dei dati*

Dopo aver opportunamente adattato i video realizzati con il software VideoPad – Editor Video affinché fossero perfettamente sincronizzati, è stato avviato il processo di codifica grazie al software ELAN 5.3; tale processo si è svolto in tre fasi principali.

Nella prima fase, sono stati sincronizzati su ELAN 5.3 i video ottenuti dai vari strumenti di ripresa audio-video che hanno registrato: l'ambiente sperimentale, l'ambiente di programmazione e le interazioni tra i programmatori e tra i programmatori e i formatori di EXPLORA. Questo lavoro è stato fatto per tutti gli 8 gruppi di bambine che hanno preso parte al laboratorio creando, così, 8 distinti progetti.

Successivamente sono stati visionati tutti i video e sono stati annotati nel programma i problemi emergenti affrontati dalle giovani programmatrici (Fig. 6).

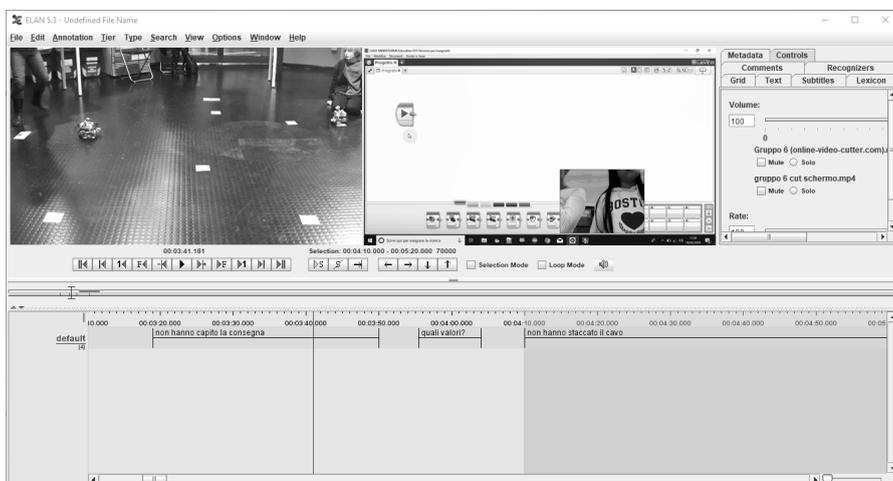


Fig. 6

Nella seconda fase i problemi emersi sono stati raccolti e categorizzati, andando così a creare una prima tassonomia.

Successivamente è stata fatta una seconda osservazione dei video: questo lavoro ha permesso di verificare, approfondire e raffinare la tassonomia di problemi costruita fino ad allora.

Nella terza ed ultima fase è stata verificata l'effettiva aderenza ai dati della tassonomia creata, si è proceduto con una nuova fase di codifica ancora più in profondità, utilizzando tale tassonomia come griglia per l'osservazione.

Pertanto, sono state create delle etichette nella parte adibita affinché, appunto, guidassero l'osservazione: ogni etichetta riporta le varie tipologie di problemi individuate (Fig. 7).



Fig. 7

## Risultati

### ***Tassonomia dei problemi***

Mediante il processo di codifica dei dati raccolti è stato possibile categorizzare in cinque famiglie i problemi che le bambine, da sole e/o in gruppo, hanno incontrato durante il compito di programmazione loro assegnato: problemi di comprensione (Tab. 1), problemi di progettazione-pianificazione del programma (Tab. 2), problemi di codifica del programma (Tab. 3), problemi di sperimentazione (Tab. 4) e problemi di *debugging* (Tab. 5).

*Tab. 1 - Problemi di comprensione*

<i>Problema</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Specifiche ulteriori</i>
Descrizione del movimento del robot desiderato	Problemi legati alla descrizione dei movimenti desiderati del robot	Problemi definiti in termini di: - traiettoria - possibili reazioni all'ambiente - punto d'arrivo o relazione tra punto di partenza e di arrivo
Vincoli esplicitati nella consegna iniziale	Problemi legati a regole e ai vincoli da rispettare esplicitati nella consegna	Problemi inerenti: - alla programmazione - al movimento del robot - all'allestimento dell'ambiente sperimentale
Vincoli non esplicitati nella consegna iniziale	Problemi legati alle regole e ai vincoli da rispettare che non stati esplicitati e/o sono stati dati per scontati nella consegna iniziale	Problemi inerenti: - alla programmazione - al movimento del robot - all'allestimento dell'ambiente sperimentale

*Tab. 2 - Problemi di progettazione-pianificazione del programma*

<i>Problema</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Specifiche ulteriori</i>
Identificazione di sottoproblemi	Problemi legati alla scomposizione della consegna e della conseguente individuazione dei sottoproblemi da risolvere	
Progettazione dell'algoritmo	Problemi legati alla strutturazione dell'algoritmo che produce il comportamento desiderato da parte del robot	
Gestione del gruppo in fase di progettazione dell'algoritmo		<p>Indicatore applicabile in attività di gruppo, per esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stabilire un "mansionario", per esempio: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ chi è addetta al posizionamento fisico del robot nell'ambiente sperimentale</li> <li>▪ chi chiede eventuali informazioni e/o approfondimenti all'adulto</li> <li>▪ chi progetta l'algoritmo</li> <li>▪ chi decide il programma</li> <li>▪ chi implementa il programma nell'ambiente di programmazione</li> </ul> </li> <li>- stabilire delle turnazioni, ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ distribuzione delle mansioni individuate</li> <li>▪ identificare quando e in che modo le componenti del gruppo si avvicendano nelle varie mansioni</li> </ul> </li> <li>- identificazione della priorità di risoluzione dei sottoproblemi</li> <li>- disaccordo inerente il sottobiettivo da raggiungere</li> <li>- disaccordo inerente il movimento ipotizzato del robot</li> </ul>

*Tab. 3 - Problemi di codifica del programma (descrizione del programma e sua implementazione)*

<i>Problema</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Specifiche ulteriori</i>
Gestione dell'interfaccia e dell'area di programmazione		Problemi legati, ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> <li>- alla comprensione dei blocchi di programmazione</li> <li>- al riconoscimento dei blocchi di programmazione</li> <li>- alla capacità di utilizzare i blocchi di programmazione</li> <li>- alla gestione dello spazio di programmazione</li> </ul>
Formulazione e scrittura del programma	Problemi legati alla trasformazione dell'algoritmo in programma all'interno dell'interfaccia di programmazione	
Gestione del gruppo in fase di codifica del programma		Indicatore applicabile in attività di gruppo, per esempio: <ul style="list-style-type: none"> <li>- disaccordo inerente i blocchi da utilizzare</li> <li>- disaccordo inerente i valori da inserire</li> </ul>

Tab. 4 - Problemi di sperimentazione

<i>Problema</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Specifiche ulteriori</i>
Gestione dell'ambiente sperimentale		Problemi legati, per esempio: - all'allestimento dell'ambiente sperimentale - al posizionamento specifico del robot nel suo punto di partenza
Esecuzione del programma legata all'hardware		Problemi legati, per esempio: - all'identificazione delle cause della mancata connessione tra robot e PC - all'identificazione di altre cause legate all'hardware che impediscono l'esecuzione del programma
Osservazione e descrizione del comportamento del robot		Problemi legati, per esempio: - alla descrizione delle traiettorie effettivamente svolte dal robot durante la fase sperimentale - alla descrizione delle modalità di reazione agli eventi esterni manifestate dal robot durante la fase sperimentale
Comprensione delle cause del comportamento osservato	Problemi legati all'identificazione delle cause del comportamento manifestato dal robot in fase sperimentale	Problemi imputabili alle caratteristiche: - dell'hardware - dell'ambiente - del programma
Gestione del gruppo in fase sperimentale		Indicatore applicabile in attività di gruppo, per esempio disaccordo rispetto all'identificazione: - delle cause che impediscono l'esecuzione del programma - dei problemi legati all'identificazione delle cause del comportamento del robot

**Tab. 5 - Problemi di debugging**

<i>Problema</i>	<i>Specifiche ulteriori</i>
Identificazione delle discrepanze tra comportamento del robot ipotizzato ed effettivo	
Identificazione e definizione delle cause della discrepanza tra comportamento del robot ipotizzato ed effettivo	Cause imputabili a problemi relativi: <ul style="list-style-type: none"><li>- all'hardware, per esempio:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ batteria scarica</li><li>▪ difficoltà del passaggio del programma dal device al robot</li><li>▪ scarsa stabilità del robot</li></ul></li><li>- all'ambiente sperimentale, per esempio:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ terreno sconnesso</li><li>▪ ostacoli imprevisti (oggetti, persone, ecc.)</li></ul></li><li>- alla programmazione, per esempio:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ errori sintattici</li><li>▪ errori semantici</li></ul></li></ul>
Gestione del gruppo in fase di <i>debugging</i> del programma	Indicatore applicabile in attività di gruppo, per esempio disaccordo relativo: <ul style="list-style-type: none"><li>- alle cause della discrepanza tra comportamento del robot effettuato ed effettivo</li><li>- alle modalità di correzione del bug</li></ul>

## Conclusioni

La ricerca ha permesso di: (I) tematizzare i costrutti “problema” e “strategia”; (II) rivedere criticamente il costrutto “strategia per prova ed errore”; e (III) la creazione di una tassonomia dei problemi effettivamente incontrati dalle bambine in un compito di programmazione robotica.

Infatti, sebbene alcuni studi (Gaudiello e Zibetti, 2013; Gabriele *et al.*, 2017) sostengono che la “strategia per prova ed errore” sia la strategia più utilizzata dalle giovani programmatrici, grazie anche ai dati emersi da questa ricerca è possibile affermare che il procedere per prove e *debugging* non può essere considerato come l’attuazione di un’unica strategia di risoluzione dei problemi. Proporre una consegna, infatti, non significa porre un unico problema poiché a seguito di questa le bambine affronteranno numerosissimi micro-problemi; in tal senso, “prova ed errore” può essere considerata come una modalità di lavoro e come sinonimo di programmazione.

Considerare il procedere per prova ed errore come unica strategia, inoltre, potrebbe portare la professionista a trascurare e ridurre la complessità insita nel processo: ogni fase che lo costituisce è il prodotto di altrettante micro-fasi, differenti tra loro e con una logica interna molto ferrea. Il rischio, dunque, sarebbe quello di prendere in considerazione un dominio troppo ampio che potrebbe portare allo svuotamento del concetto stesso di strategia.

La consapevolezza della ricchezza insita in tale costrutto, una ricchezza che racchiude una vasta e complessa gamma di comportamenti e di azioni, è molto importante per evitare di trascurare e ridurre la sua complessità e ignorare e perdere dati importanti inerenti sia allo sviluppo cognitivo e agli apprendimenti delle bambine, sia alla progettazione educativo-didattica.

Sostenere che esiste un'unica "strategia per prova ed errore" da far adottare come metodologia o tecnica è pertanto un errore metodologico e concettuale con possibili ricadute operative.

È allora utile porre particolare interesse verso quello che è il processo, indagarlo, al fine di comprendere se la propria progettazione sia adeguata, in particolare chiedendosi e verificando quali procedure sono state adottate "potando" l'albero delle possibili alternative nonché le modalità di apprendimento delle bambine.

In secondo luogo, le professioniste della formazione e dell'educazione ne dovranno indagare le specificità, la composizione e le possibili implicazioni educative e didattiche mediante osservazioni puntuali al fine di: (I) progettare con maggiore consapevolezza e competenza interventi didattici ed educativi; (II) essere in grado di pianificare e proporre attività che permettono di raggiungere gli obiettivi di apprendimento; (III) porsi il problema di come controllare adeguatamente processi e ricadute degli interventi e delle attività; e (IV) rendere conto e valorizzare la complessità dei processi di apprendimento, nonché dei processi educativi e formativi che, altrimenti, andrebbe persa.

## Bibliografia

- Albanese O., Doudin P. e Martin D., a cura di (1995), *Metacognizione ed educazione. Processi, apprendimenti, strumenti*, Franco Angeli, Milano.
- Andersson R. e Sandgren O. (2016), "ELAN analysis companion (EAC) for time-course analysis of ELAN-annotated", *Data Journal of Eye Movement Research*, 9, 3: 1-8.

- Angel-Fernandez J.M. e Vincze M. (2018), *Towards a Definition of Educational Robotics*, in Zech P. e Piater, J., eds., *Proceedings of the Austrian Robotics Workshop 2018*, Innsbruck University Press, 38-42.
- Arlin, P.K. (1990), *Wisdom: The Art of Problem Finding*, Cambridge, MA, University Press.
- Belpaeme T., Kennedy J., Ramachandran A., Scassellati B. e Tanka F. (2018), "Social robots for education: A review", *Science Robotics*, 3, 21.
- Cheng Y., Sun P. e Chen N. (2017), "The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors", *Computers & Education*, 126, 399-416.
- Dostál J. (2015), "Theory of problem solving", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2798-2805.
- Dunker, K. (1945), "On problem solving", *Psychology Monographs*, 58 (Whole no. 270).
- Gabriele L., Marocco D., Bertacchini F., Pantano P. e Bilotta, E. (2017), "An educational robotics lab to investigate cognitive strategies and to foster learning in an arts and humanities course degree", *International Journal of Online Engineering*, 13, 4: 7-19.
- Gattico E. e Orrù R. (2008), *Costruire per conoscere. Epistemologia costruttivista nelle pratiche psicopedagogiche*, Unicopli, Milano.
- Gaudiello I. e Zibetti E. (2013), "Using control heuristics as a means to explore the educational potential of robotics kits", *Themes in Science & Technology Education*, 6, 1: 15-28.
- Giornelli G. (1996), *Gli errori: una scusa per parlare di apprendimento*, in Peticari P., *Attesi Imprevisti. Uno sguardo ritrovato su difficoltà di insegnamento/apprendimento e diversità delle intelligenze a scuola*, Bollati Boringhieri, Torino, 208-216.
- Glaser B.G. e Strauss A.L. (1967), *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*, Aldine, Chicago.
- Jonassen D. H. (2000), "Toward a design theory of problem solving", *Educational Technology Research and Development*, 48, 4: 63-85.
- Keen R., (2011), "The Development of Problem Solving in Young Children: A Critical Cognitive Skill", *Annual Review of Psychology*, 62, 1-21.
- Miyata H. (2015), "Problem Solving during Infancy and Early Childhood. Development of", *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2nd edition, 19, 68-72.
- Papert S. (1989), *Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education - A proposal to the National Science Foundation*, Cambridge, MIT.
- Peikoff L. (1985), *The philosophy of education*, Irvine, Second Renaissance, CA.
- Piaget J. (1964), "Cognitive Development in Children: Development and Learning", *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 176-186
- Siegler R.S. (1999), "Strategic development", *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 11: 430-435.
- Simon H.A. e Newell A. (1972), "Human problem solving: The state of the theory in 1970", *American Psychologist*, 26, 2: 145-159.

- Robertson S.I. (2017), *Problem Solving. Perspectives from Cognition and Neuroscience*, Second Edition, Routledge, London and New York.
- Scaradozzi D., Screpanti L. e Cesaretti L. (2019), "Towards a Definition of Educational Robotics: A Classification of Tools, Experiences and Assessments", in Daniela L., eds., *Smart Learning with Educational Robotics*, Springer, 63-92.
- Tarozzi M. (2008), *Che cos'è la Grounded Theory*, Carocci, Roma.

# Interfacce tangibili per la didattica disciplinare nel Primo Ciclo. Dalla sperimentazione alla formazione

di Margherita Di Stasio e Giovanni Nulli

## Introduzione<sup>1</sup>

L'idea di *computational thinking* e la sua declinazione pratica attraverso il *coding* trova una sempre maggiore diffusione nella scuola; questa sembra tuttavia marcata dal “determinismo tecnologico duro” per cui la mera introduzione di un elemento tecnologico sarà di per sé portatrice di miglioramento nella scuola (Ranieri, 2011). Specialmente nei primi anni del Primo ciclo d'istruzione, le pratiche di *coding* vengono declinate attraverso l'uso di piccoli mediatori robotici con interfaccia tangibile della categoria dei cosiddetti *floor robot*, che entrano a far parte degli spazi educativi, dalle classi agli atelier. La semplicità d'uso di questi strumenti da una parte ne facilita molto la diffusione, dall'altra spesso non incoraggia una riflessione che ne consenta l'inserimento in attività strutturate e orientate al raggiungimento di obiettivi didattici rilevanti e coerenti con il curriculum.

Con uno specifico interesse a questo contesto, il progetto *Coding@scuola* si è sviluppato in due fasi successive: un pilota su piccoli numeri e una sperimentazione esplorativa che coinvolge circa 25 coppie di docenti (infanzia/primaria).

Il presente contributo dà conto del percorso di elaborazione, nel corso del progetto, di un modello per la progettazione di attività di *coding* con interfacce tangibili nella scuola dell'infanzia e primaria basato su:

<sup>1</sup> Margherita Di Stasio ha scritto i paragrafi “Introduzione”, “Linee di attuazione e oggetti d'indagine” e “Conclusioni” ed i sottoparagrafi “Ricezione e diffusione nei sistemi scolastici”, “Il facilitatore robotico: interfaccia tangibile” e “Metodologia e strumenti”. Giovanni Nulli ha scritto i sottoparagrafi “Il pensiero computazionale: problem solving interdisciplinare”, “La metodologia Think Make Improve: metodo strutturato per la progettazione didattica”, “Il progetto pilota”, “Lo studio esplorativo su medi numeri” e “Risultati per coerenza, utilizzabilità e utilità del format”.

- la verticalizzazione dell'attività, da realizzarsi in continuità tra infanzia e primaria;
- l'ideazione di attività integrata nell'alveo del mandato delle Indicazioni nazionali per il primo ciclo (MIUR, 2012 e 2018);
- la progettazione di attività basate sul metodo *Think-Make-Improve* (Martinez e Stager, 2013);
- l'uso di facilitatori robotici a interfaccia tangibile.

Dopo una contestualizzazione dell'idea di *coding* così come recepita dai sistemi scolastici, con un fuoco particolare sull'Italia e le sue peculiarità, si andrà a definire l'accezione di *coding* utilizzata e, in relazione ad essa, a presentare il modello *Think-Make-Improve* che ha costituito la base della proposta rivolta ai docenti.

Si descriverà poi lo sviluppo del modello in relazione alle fasi del progetto mettendo in relazione quanto emerso con il tema della progettazione didattica che andrà a costituire lo snodo tra le due sperimentazioni.

Presenteremo dunque la strutturazione del modello in un format di progettazione approntato con lo scopo di sostenere i docenti nell'acquisizione di competenze di progettazione necessarie allo sviluppo di attività coerenti con gli obiettivi curricolari e disciplinari.

Si indagherà infine la validità del format e del modello ad esso sottostante rilevando, attraverso interviste semi strutturate e questionari, la percezione sia dei docenti del pilota, che hanno utilizzato questa struttura in costruzione, sia dei docenti della sperimentazione esplorativa, che l'hanno approcciato come proposta modellizzata.

## **Il coding a scuola: elementi di un quadro**

### ***Ricezione e diffusione nei sistemi scolastici***

Il dibattito intorno al *coding* (lo "scrivere codice") e al *computational thinking* ha generato un forte interesse da parte della scuola, della comunità scientifica, dei decisori e dell'opinione pubblica di molti Paesi. Per quanto riguarda le politiche nazionali e internazionali relative alla formazione dei docenti, ancora nell'*ICT Competency Framework for Teachers* dell'UNESCO (2011), non si fa alcun riferimento al *coding* o al *computational thinking*.

È dagli anni immediatamente successivi che vengono messe in atto politiche che vanno verso l'introduzione reale in area Europea del *computational thinking* e del *coding* nei curricula nazionali fin dai primi cicli: dall'Inghilterra (Csizmadia *et al.*, 2015) alla Slovacchia (Balanskat e En-

gelhardt, 2015), dall’Estonia (Conrads *et al.*, 2017) alla Scandinavia (Bocconi *et al.* 2018).

La versione più recente dello stesso *ICT Competency Framework for Teachers* (UNESCO, 2018) include il *coding* e il pensiero computazionale.

Una certa variabilità caratterizza il tipo di formazione che viene proposta ai docenti in relazione all’introduzione del *computational thinking* del *coding*: se in generale la letteratura di settore sembra concentrarsi su aspetti pedagogici, con attenzione all’ambito delle STEM e alla possibilità di utilizzo di specifiche metodologie, come lo storytelling (Bocconi *et al.*, 2016), alcune realtà propongono una forte centratura sulla formazione all’uso di specifici linguaggi o ambienti di programmazione (Bocconi *et al.*, 2018).

In un primo momento, come rileva Olimpo (2017) le linee di indirizzo anche a livello europeo guardavano alle competenze digitali e all’introduzione al *coding* come correlate al mondo del lavoro, in termini di competitività (EU, 2016) e di necessità espresse dai settori economici (EU, 2015). La riflessione scientifica ha via via arricchito questo tipo di impostazione guardando alla caratterizzazione didattica del *coding* e alla valenza educativa del *computational thinking* di cui sono stati valorizzate la dimensione emancipatoria, creativa e media-educativa (Trincherò, 2019; Ferrari *et al.* 2017; Brennan e Resnick, 2012),

Anche in Italia l’introduzione del *coding* e del *computational thinking* a scuola è stata accompagnata da uno sviluppo parallelo di direttrici culturali, normative e scientifiche.

Il *coding* ha trovato attuazione attraverso varie iniziative, espressioni di soggetti istituzionali, come *Programma il Futuro*, dell’associazionismo e della società civile, come le attività dei Coderdojo, di singoli docenti già esperti o neofiti, ma comunque interessati a sviluppi e applicazioni didattiche.

Malgrado un convincimento piuttosto diffuso, le Indicazioni Nazionali (MIUR, 2012) non prendevano in considerazione né il *coding* né il *computational thinking*.

Relativamente alle tecnologie, si facevano generici riferimenti alla programmazione, parlando della possibilità di introdurre “linguaggi di programmazione particolarmente semplici e versatili che si prestano a sviluppare il gusto per l’ideazione e la realizzazione di progetti (siti web interattivi, esercizi, giochi, programmi di utilità)” (MIUR, 2012, p. 79).

A questo si legavano traguardi che solo con uno sforzo prospettico potevano richiamare il *coding* sia per la scuola primaria, dove l’alunno “riconosce e identifica nell’ambiente che lo circonda elementi e fenomeni di tipo artificiale” (MIUR, 2012, p. 80), che per la scuola secondaria di primo grado, dove in attività di rappresentazioni grafiche, è chiamato a utilizzare

“elementi del disegno tecnico o altri linguaggi multimediali e di programmazione” (MIUR, 2012, p. 80).

La presenza del *coding* e del *computational thinking* viene marcata e sostenuta attraverso il *Piano Nazionale Scuola Digitale* (MIUR, 2015) che pone come obiettivo dell’Azione #17 far provare il *coding* a ogni studente di scuola primaria; il *Piano Nazionale per la formazione del personale docente* (MIUR, 2016) declina poi la priorità relativa alle “competenze digitali e nuovi ambienti di apprendimento” indicando il pensiero computazionale come contenuto chiave della formazione e i docenti di scuola primaria come esempio di destinatari.

Una traiettoria culturale è infine disegnata dalle *Indicazioni Nazionali e nuovi scenari* (MIUR, 2018) dove il pensiero computazionale è proposto nel novero degli “strumenti culturali per la cittadinanza”; ribadendo la finalizzazione del pensiero computazionale alla soluzione di problemi, i Nuovi Scenari lo individuano come modalità di “educazione al pensiero logico e analitico” (MIUR, 2018, p. 13).

Questo *excursus* ci presenta dunque una situazione in cui a livello internazionale la diffusione di *coding* e *computational thinking* nella scuola sta avvenendo in maniera costante, ma non uniforme, ponendosi spesso nell’alveo, o comunque in una posizione di continuità, con due specifici ambiti disciplinari: le ICT e le STEM.

La realtà italiana non si discosta molto da questo quadro, ma la traccia proposta dai *Nuovi Scenari* (MIUR, 2018) ci permette di guardare con prospettive ampie a alcuni elementi considerati da Bocconi e colleghi (2016) nell’analisi del quadro europeo: l’introduzione a partire dai primi anni di scuola, la necessità di un progetto di integrazione nel curricolo che superi le poche ore di informatica e guardi agli aspetti disciplinari, interdisciplinari e transdisciplinari, la necessità di una struttura di sostegno e formazione per i docenti.

## ***Il pensiero computazionale: problem solving interdisciplinare***

Il dibattito sul pensiero computazionale, termine che nasce con Papert (1980)<sup>2</sup>, esplose a seguito dell’articolo di J. Wing del 2006, intitolato *Computational thinking* dove sosteneva che il pensiero computazionale dovrebbe essere considerato un’abilità fondamentale come leggere, scrivere, e l’abilità matematica. Non ripercorreremo tutto il dibattito a cui l’articolo ha

<sup>2</sup> Per un’analisi del termine per Papert, si veda Barba (2016).

dato seguito fino alla creazione in Gran Bretagna di un Computing curriculum nel 2013<sup>3</sup>, e alla sempre maggiore importanza che il *coding* e tematiche computazionali interpretate in vario modo hanno avuto in diversi curricula europei<sup>4</sup>. Ci rifaremo allo studio di Bocconi e colleghi (2016) che lo definisce come una forma di pensiero volto alla risoluzione di problemi che si basa sulle seguenti abilità:

- astrazione;
- pensiero algoritmico;
- uso dell'automazione;
- scomposizione in parti semplici;
- *debug*;
- generalizzazione.

Alcune di queste abilità sono direttamente mutate dall'informatica, come il pensiero algoritmico e il *debug*, mentre le altre possono essere considerate abilità più generali, utili a qualsiasi disciplina. Zecca (2016, p. 40) così definisce le attività basate sulla risoluzione dei problemi:

Si basa su un problema presentato dall'insegnante all'inizio del processo di apprendimento. Significa che i contenuti e le competenze che devono essere appresi sono organizzati intorno al problema [...];

- è auto-diretto, perché gli studenti decidono individualmente e collaborativamente cosa necessitano di imparare al fine di affrontare il problema proposto e generano conseguentemente i propri processi di apprendimento;
- è autoriflessivo, perché gli studenti monitorano il loro apprendimento e comprendono come modificare le proprie strategie;
- l'insegnante ha il ruolo di facilitatore [...] senza mai fornire informazioni dirette per la risoluzione del problema.

L'attività di *problem solving* è quindi un'attività che implica autonomia dello studente ed un ruolo di stimolo dell'insegnante. Tutto ciò necessita di un'accurata progettazione didattica che nella sperimentazione condotta è supportata dagli strumenti forniti agli insegnanti e che si basano sulla metodologia TMI.

<sup>3</sup> Nell'anno scolastico 2018 - 2019 anche la Svezia ha inserito un nuovo curriculum computazionale a scuola. Per una trattazione dell'approccio "nordico" al *coding* si veda Bocconi *et al.* 2018 dove anche le altre nazioni scandinave si stanno muovendo per l'inserimento.

<sup>4</sup> Per approfondire l'argomento della trattazione del pensiero computazionale nel dibattito scolastico dei diversi paesi europei si veda per *European SchoolNet*, Balanskat, Engelhardt 2015.

## **La metodologia Think-Make-Improve: metodo strutturato per la progettazione didattica**

La metodologia TMI mutuata da Martinez e Stager (2013) viene da questi definita “ciclo di *desing*”, in quanto i tre step (*Think, Make, Improve*) sono collegati in modo da formare un ciclo. L’attività, quindi, rilancia sé stessa auto alimentandosi. Si ritiene che questo tipo di proposta, proprio per la sua attenzione all’attività e alla riflessione su di essa, sia utile al docente per progettare il percorso di *coding* e, durante il lavoro in classe, ad attuare la progettazione per come era stata pensata.

La caratteristica di essere un’attività che può iniziare ancora e ancora aiuta gli studenti a non focalizzarsi sull’oggetto virtuale costruito, ma sul processo di pensiero che porta alla sua costruzione.

Questo metodo aiuta il docente a progettare in un’ottica di *problem solving* che, come vedremo in seguito, è collegato al concetto di pensiero computazionale, ed evita che gli studenti proceda nella risoluzione in modo casuale, ma ragionino prima di affrontare il problema e analizzino quanto fatto una volta realizzata la soluzione.

Ecco una breve descrizione delle singole fasi:

- *think*: dopo la fase di presentazione del problema, gli studenti devono analizzare, discutere, capire cosa fare; anche ai più piccoli può essere lasciato il tempo per capire e opportunamente affiancati, possono costruire soluzioni che sentano proprie;
- *make*: in questa fase gli studenti si avvicinano alla scrittura dell’algoritmo vera e propria;
- *improve*: questa fase è quella di controllo dell’algoritmo, e della sua conformità all’idea pensata nella fase *think*; a partire da questa fase è possibile sia considerare l’attività conclusa, sia ripartire dalla fase *think* per una rielaborazione di tutto il percorso.

Questo processo circolare deriva da contesti di prototipazione rapida, dove la distanza tra il fare e il ragionare è molto poca. Anche le attività di programmazione sono soggette a un processo dove il ragionamento la pratica ed il controllo, sono molto “vicine”. Per questo motivo proponiamo agli insegnanti di pensare le attività didattiche di *coding* su questa tripartizione, anche se poi nell’attività in classe tale struttura dovesse svolgersi in modo poco strutturato, a causa della velocità con cui queste fasi si succedono: programmare e testare è un processo molto più veloce che, ad esempio, disegnare e stampare con un cad.

Come è stato possibile rilevare nel progetto pilota questo processo, opportunamente pensato e mediato dal docente, ha un valore anche con gli

studenti più piccoli, quindi, nel nostro caso i bambini della scuola dell'infanzia.

Se già Dewey (1910) parla dell'attività laboratoriale come di un'attività dove si succedono delle fasi, ragionamento, ipotesi e verifica empirica, riscontriamo notevoli somiglianze con il processo di pensiero che Resnick (2007; 2018) ha utilizzato nelle sue sperimentazioni al Lifelong Kindergarten: è sempre un processo pratico e ciclico guidato, dove, nel caso di Resnick, viene introdotta la dimensione del gioco e dell'attitudine personale, come si può vedere in fig. 1.

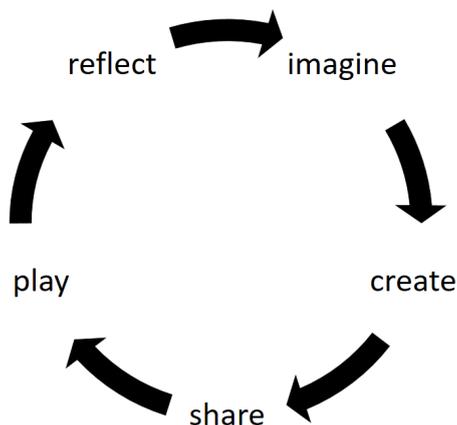


Fig 1. - Il Creative Learning di M. Resnick, inteso come attività circolare composta da diversi passaggi. Pag. 2 in Resnick 2007, e pag. 11 in Resnick 2018.

Il TMI secondo Rosa e Niewint-Gori (2019, p. 28) è “concettualmente assimilabile al “ciclo di apprendimento esperienziale” definito da Pfeiffer e collaboratori (1988) e già ampiamente utilizzato nella didattica per competenze.” Tale ciclo nella versione di Pfeiffer J. W., Ballew A. riporta i seguenti passaggi:

- problema (fuori dal ciclo): posto dal docente;
- esperienza: gli studenti pensano ed inventano una soluzione;
- comunicazione: gli studenti presentano alla classe le soluzioni;
- analisi: la classe con il supporto dell'insegnante esamina quanto riportato, trovando punti di forza e debolezza;
- generalizzazione: tutta la classe cerca di trovare una o più soluzioni;
- applicazione (che si può ricollegare in modo circolare allo step “esperienza”): la soluzione trovata viene applicata in concreto.

Concludiamo riprendendo Shön (2006) che segnala come importanti i momenti di passaggio tra una fase operativa e l'altra, in quanto in queste

pause situa il pensiero che “risagoma” l’azione. Come a sottolineare che la strutturazione dell’attività di costruzione da parte dello studente dà un beneficio allo studente in chiave cognitiva.

La struttura del TMI è una parte fondamentale del modello e del format di progettazione per questo la sua comprensione da parte dei docenti che stanno per avviare la sperimentazione così come la valutazione quelli che hanno partecipato al pilota, sono oggetto delle rilevazioni tramite questionari e interviste del presente articolo.

## ***Il facilitatore robotico: interfaccia tangibile***

Lo spettro di strumenti utilizzabili in esperienze didattiche di *coding* e di *computational thinking* è molto vario: dal linguaggio di programmazione propriamente inteso a quello a blocchi, da ambienti di programmazione a robot; oltre a questi molto diffusa è anche la modalità *unplugged* (Bocconi *et al.*, 2016).

Nella didattica in fascia 0-6 è ampiamente diffuso e documentato l’uso kit robotici con piccoli robot programmabili che si muovono sul pavimento o su un tappeto apposito (da cui il nome *floor robot*) sia in ambito nazionale (Pennazio, 2015) sia internazionale (Bocconi *et al.*, 2016; Frison, 2019). Come evidenziato (Bocconi *et al.*, 2016), questo tipo di strumenti permette la creazione di uno spazio fisico in cui più bambini lavorano insieme all’attività di *coding*. In questo senso l’oggettualità del mediatore, oltre a facilitare i più piccoli, facilita la costruzione di un ambiente di apprendimento fisico da “arredare” con oggetti intelligenti. La progettazione del docente si “localizza” fisicamente nell’ambiente reale che quindi, diventa ne diventa parte integrante.

Tanto ambienti di programmazione, come *Scratch Jr.*, quanto kit robotici, come Cubetto, hanno un sistema di interfaccia in cui il blocco di programmazione è presentato attraverso un oggetto letteralmente tangibile, avvicinando il *coding* alla di manipolazione e abbassando l’età di un possibile approccio a tale attività (Firth, 2014). L’uso integrato di *floor robot* con interfacce tangibili permette di “manipolare e capire” (Manches e Plozman, 2017, p. 197) e si propone, per la fascia dei piccolissimi, come valida alternativa al lavoro attraverso lo schermo, permettendo comunque di mantenere la dimensione di interazione con un artefatto tecnologico.

## Il contesto progettuale

### *Il progetto pilota*

*Coding@scuola* ha preso avvio nell'anno scolastico 2016-2017, quando è stata svolta una sperimentazione su piccoli numeri (tre istituti comprensivi, l'IC di Rovoletto di Cadeo, l'IC Gobetti di Rivoli e il Secondo IC Montessori Billotta di Francavilla Fontana).

A partire da un contesto di didattica laboratoriale, le sperimentazioni dovevano essere costruite secondo alcune caratteristiche:

- essere curricolare e avere obiettivi disciplinari;
- avere una metodologia e una progettazione strutturata, il TMI;
- supportare la verticalità tra infanzia e primaria;
- utilizzare un facilitatore robotico ad interfaccia tangibile.

L'idea di partenza è stata sempre quella di fornire degli strumenti che favorissero la didattica laboratoriale con un metodo e una progettazione strutturata. In questo contesto è stato chiesto di utilizzare il TMI. In più è stato chiesto che la sperimentazione si svolgesse con una collaborazione tra un docente della scuola primaria e uno della scuola dell'infanzia: entrambi avrebbero dovuto progettare un'unità didattica per la scuola dell'infanzia. Già in questa sperimentazione su piccoli numeri per le attività di *coding* è stato fornito alle scuole partecipanti il kit di Cubetto.

Originariamente si volevano cercare nel segmento della scuola primaria, oggetto dell'azione 17 del PNSD (MIUR, 2015), le competenze tecniche di *coding* per ottenere una contaminazione con la programmazione scolastica della scuola dell'infanzia.

L'altro elemento dirimente per il progetto era che le attività progettate e sperimentate dai docenti fossero a tutti gli effetti attività curricolari, cioè esplicitamente collegate alle Indicazioni Nazionali per il Curricolo, con riferimento ai traguardi di competenza, sia per la scuola dell'infanzia che per la scuola primaria. Il richiamo esplicito al curricolo era finalizzato ad assicurare che le attività proposte in sperimentazione non diventassero laboratori esterni rispetto all'attività scolastica normale.

In questo modo le attività progettate dai docenti dovevano collocarsi nel curricolo e nel tempo scuola e permettere agli studenti di essere autonomi nella risoluzione degli elementi problematici.

All'atto pratico le tre scuole si sono organizzate in modi differenti: oltre alla progettazione dell'unità didattica, in due scuole i docenti hanno organizzato occasioni di incontro tra gli studenti così che si sono svolte attività di *peer tutoring*. In una scuola i docenti della scuola dell'infanzia erano già

degli esperti di attività di *coding* e quindi hanno avviato con la scuola primaria un lavoro strutturato in verticale.

Da questa esperienza si è rafforzata l'idea, poi riportata nella sperimentazione su numeri più grandi, di indagare la verticalità tra scuola dell'infanzia e scuola primaria come idea strutturale della sperimentazione di *coding*.

## **Lo studio esplorativo su medi numeri**

Il progetto strutturato a partire dall'esperienza pilota coinvolge 25 coppie di docenti selezionati per le loro competenze in progettazione didattica tramite bando<sup>5</sup>: era infatti necessario presentare una progettazione da realizzare sulla base di un modello fornito, che sarebbe stata valutata secondo i criteri riportati in tab. 1.

*Tab. 1 - Criteri di selezione del bando*

<i>N.</i>	<i>Progettazione didattica</i>	<i>Punteggio</i>
1	Chiarezza nella descrizione della progettazione didattica e degli step attuativi	Fino a 20 punti
2	Accuratezza nella descrizione degli elementi di co-progettazione dell'attività della coppia di docenti	Fino a 20 punti
3	Accuratezza nella descrizione dei riferimenti alle indicazioni nazionali	Fino a 12 punti
4	Accuratezza nella descrizione delle modalità di valutazione curricolari e relative alle competenze/traguardi di competenze.	Fino a 12 punti
5	Accuratezza nella descrizione delle modalità di utilizzo della didattica attiva	Fino a 12 punti
6	Originalità del contenuto	Fino a 8 punti

Si nota come i primi due criteri avevano, sommati insieme, quasi la metà del valore massimo attribuibile, allo scopo di garantire una selezione basata sulla competenza dei docenti nel saper descrivere il proprio percorso progettuale e l'idea di verticalità seguendo una scansione logica precisa. Questo ci avrebbe aiutato a selezionare chi avrebbe poi avuto maggiore agio nell'utilizzo del format progettuale.

Una volta selezionati, i docenti avrebbero dovuto progettare, sperimentare e documentare unità didattiche di *coding* che allo stesso tempo, si po-

<sup>5</sup> Il testo del bando e gli allegati possono essere scaricati al seguente link: <https://tinyurl.com/y5n6epq5>.

nessero all'interno del curricolo e sviluppassero contemporaneamente la verticalità tra scuola dell'infanzia e scuola primaria; il modo e il senso di questo sviluppo è stato lasciato all'interpretazione dei docenti. La richiesta minima è stata che i docenti di infanzia e primaria progettassero insieme, ma con l'auspicio che la cornice possa consentire loro di sviluppare collaborazioni strutturate.

Per la sperimentazione verrà fornito alla coppia docente tre kit di Cubetto.

## Linee di attuazione e oggetti d'indagine

Il percorso di ricerca e sperimentazione, di cui sono state descritte le due fasi fondamentali nei precedenti paragrafi, è risultato a una analisi a posteriori marcato da tre passaggi fondamentali:

1. la co-costruzione, nel percorso pilota, di strumenti e orizzonte culturale rispondenti al quadro della ricerca e radicati nella realtà lavorativa dei docenti attraverso il confronto e il sostegno tra ricercatori e pratici;
2. l'ampliamento dell'azione realizzata selezionando, attraverso un bando pubblico basato sulla realizzazione di una progettazione, docenti partecipanti con interesse, disposizione, competenze base;
3. la modellizzazione di strumenti e percorsi attraverso la revisione progressiva sulla base di feedback raccolti in momenti diversi e con diversi strumenti.

Nel progetto pilota è stato condotto un percorso orientato alle modalità di ricerca collaborativa (Magnoler, 2012; Nigris, 2000; Mortari, 2012) che ha previsto una fase, di circa sei mesi, dedicata alla progettazione comune tra ricercatori e docenti cui ha fatto seguito la sperimentazione che ha occupato l'anno scolastico successivo.

Si è partiti dal recupero dell'esperienza pregressa dei docenti coinvolti, attuata attraverso questionari a risposta aperta, mini-focus group (Liamputtong, 2011), interviste semistrutturate e colloqui.

A partire da quanto emerso è stata elaborato un modello per la progettazione sulla base del quale è stato costruito uno strumento di progettazione strutturato come format che i docenti hanno testato nell'annualità di sperimentazione. Il format ha subito nel corso della sperimentazione minimi aggiustamenti sulla base di difficoltà e opportunità emerse attraverso l'uso.

Tale strumento era parte di un *toolkit* che i ricercatori hanno proposto ai docenti e che comprendeva:

- il format realizzato con l'intento di sostenere il processo di progettazione delineato dal modello;

- strumenti di documentazione: una struttura di diario per ciascun docente.

Per monitorare le attività i ricercatori hanno utilizzato:

- osservazione carta-matita;
- griglie strutturate;
- interviste semi-strutturate rivolte a docenti e alunni.

Il lavoro su piccoli numeri, in un rapporto 1:1 (un ricercatore su una scuola), ha permesso di seguire l'evolversi del lavoro di progettazione e la sua attuazione e di sostenere i docenti in modo costante.

Tutti i dati raccolti, sia attraverso l'osservazione da parte dei ricercatori sia attraverso la documentazione da parte dei docenti, sono stati oggetto di confronto e riflessione condivisa in specifici momenti appositamente previsti nel corso delle attività.

Sono emerse alcune evidenze particolarmente rilevanti per i docenti su specifici aspetti che andiamo ad analizzare.

### *Aspetti tecnici*

In linea con quanto rilevato nei percorsi formativi più diffusi in relazione al *coding* e al *computational thinking* (Bocconi *et al.* 2016; 2018), per i docenti è stato necessario acquisire un buon livello di confidenza e di autonomia nell'uso di mediatori, software, interfacce; questo processo, come rilevato sia dalle interviste che dalle osservazioni, è stato possibile attraverso l'uso all'interno della pratica localizzata e ha permesso una maggior sicurezza sia nella progettazione che nella realizzazione delle attività.

### *Aspetti algoritmici*

Il lavoro con le interfacce tangibili e con alcuni specifici comandi, come quello "funzione", sono un'apertura alla possibilità di acquisizione di competenze logiche, analitiche e algoritmiche legate ai concetti del *computational thinking* (Csizmadia *et al.*, 2015); questo elemento è stato rilevato nel corso delle osservazioni delle attività ed è stato confermato dai docenti nel corso delle interviste.

## Competenze progettuali

Questo tipo di competenze sono state percepite come l'elemento centrale sia per i docenti che per i bambini. Gli alunni si sono avvicinati alla progettazione, in termini di tecnica associata al *computational thinking* (Csizmadia *et al.*, 2015), nell'attuazione in verticale di compiti che richiedessero osservazione, riflessione, riprogettazione.

Anche i docenti hanno percepito un incremento delle proprie capacità progettuali, elicitate dalla collaborazione nella progettazione in verticale e dalla richiesta di strutturare la parte ideativa del lavoro, documentare l'azione didattica, riflettere sul processo disegnato e attuato.

Queste istanze, come già visto per i bambini, anche per i docenti ben si collegano alla definizione della progettazione come tecnica connessa al *computational thinking* (Csizmadia *et al.*, 2015).

L'individuazione di un modello intende guidare i docenti ad elaborare una progettazione da sottoporre a ciclica revisione sulla base del TMI.

Nella realizzazione del percorso di progettazione secondo il modello elaborato, il docente è chiamato ad analizzare il contesto, a definire e problematizzare sul campo (Zecca, 2019) i nuclei curriculari su cui intende lavorare e a ipotizzare una declinazione delle attività, un possibile percorso, un'immagine mentale materializzata (Nigris, 2019), attraverso il format, nella struttura ricorsiva individuata dal TMI.

Gli esiti del pilota indicano la progettazione come elemento chiave per un uso didatticamente orientato dei mediatori robotici e questo dato appare significativo soprattutto se letto alla luce di recenti studi di taglio sistematico (Frison, 2019) che riscontrano nelle attività didattiche con mediatori robotici la generale carenza di un supporto progettuale che orienti l'azione al raggiungimento di specifici traguardi di competenze.

La domanda di ricerca rispetto alla seconda fase è stata dunque declinata in relazione all'elemento della progettazione nella forma: come sostenere la progettazione in un percorso di formazione *on the job*, orientato all'acquisizione in situazione di competenze professionali rilevanti?

Nell'ampliare il coinvolgimento da 3 Istituti e 8 docenti a una sperimentazione con 25 scuole e 50 docenti, è stato scelto di individuare il processo di formazione dei docenti come un *coaching* (Cordingley, 2019), il cui nucleo fondamentale è stato costituito da strumenti che guidassero a comprendere e analizzare il processo didattico in situazione, con l'intenzione di sostenere così lo sviluppo delle competenze di progettazione in un numero più elevato di contesti scolastici.

In quest’ottica, come già illustrato, si è scelto di proporre ai docenti che intendessero candidarsi, di realizzare una progettazione orientata dal format definito nel pilota.

Nell’analisi delle candidature, sono emersi alcuni punti di attenzione che hanno orientato una ulteriore revisione dello strumento che nella sperimentazione esplorativa avrebbe dovuto, pur rimanendo fedele al modello elaborato, essere utilizzabile a distanza da un numero maggiore di docenti con diverse esperienze pregresse.

Tab. 2 - Confronto tra le due versioni: prima versione risultato del pilota (Nulli e Di Stasio, 2017; Di Stasio e Nulli, 2018), Seconda versione approntata per la sperimentazione pilota.

Prima versione	Seconda versione
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sfondo integratore</li> <li>▪ Descrizione della classe</li> <li>▪ Organizzazione               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Richiamo allo sfondo integratore</li> <li>○ Organizzazione del lavoro dei docenti</li> <li>○ Riflessione dei docenti</li> </ul> </li> <li>▪ Introduzione al compito</li> <li>▪ Avvicinamento</li> <li>▪ Compito               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Contesto</li> <li>○ Consegna</li> <li>○ Progettazione secondo il TMI</li> </ul> </li> </ul>	<p>FASE 1 PREPARATORIA</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizzazione del lavoro dei docenti</li> <li>2. Analisi del contesto – classe</li> <li>3. Obiettivi e valutazione</li> <li>4. Sfondo integratore</li> </ol> <p>FASE 2 INNESCO (facoltativa)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduzione al compito</li> <li>2. Avvicinamento</li> </ol> <p>FASE 3 COMPITO (attività di <i>coding</i> vera e propria)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consegna</li> <li>2. Progettazione secondo il TMI</li> </ol>

Questa seconda versione è stata introdotta da un testo di presentazione in cui si sottolinea che:

- la struttura è proposta con lo scopo assolvere alla funzione di supporto nella scrittura di un compito:
    - che preveda un problema di partenza, così che possa attivarsi una strategia basata sul *problem solving*;
    - che permetta la risoluzione del problema attraverso un “elaborato” realizzato con il *coding*;
  - la progettazione e l’attività dovranno essere collocate all’interno del curriculum legate quindi per la scuola dell’infanzia ai campi di esperienza, e per la scuola primaria agli obiettivi e ai traguardi di competenza delle discipline che si sceglieranno per l’attività;
  - la progettazione e, se possibile, la sperimentazione in classe dovranno seguire una struttura TMI (*Think-Make-Improve*).
- Ogni step di ciascuna fase era accompagnato da un breve testo guida:

- Fase 1 Preparatoria
  - Organizzazione del lavoro dei docenti
    - ◆ Descrivere se e con quali modi e tempi i docenti di infanzia e primaria hanno lavorato da soli o in coppia per progettare l'attività.
  - Analisi del contesto-classe
    - ◆ Indicare il numero degli studenti, descrivere eventuali casi particolari o punti di attenzione riguardanti la classe; solo se utile per la progettazione, fare riferimento anche al contesto scuola e al territorio.
  - Obiettivi e valutazione
    - ◆ Descrivere gli obiettivi dell'attività e la loro relazione con traguardi disciplinari e trasversali; descrivere abilità, conoscenze, competenze in entrata; individuare abilità, conoscenze, competenze in uscita e (per la Primaria) modalità di valutazione previste.
  - Sfondo integratore
    - ◆ Descrivere lo sfondo integratore che si intende utilizzare. Lo sfondo integratore serve a dare un contesto alle attività di *coding*. Può aiutare i bambini più piccoli a ricondurre tale attività a qualcosa di più familiare, mentre nel caso dei bambini della primaria può aiutare il docente a includere tale attività all'interno di una o più discipline
- Fase 2 (facoltativa) Innesco
  - Introduzione al compito
    - ◆ Descrivere come si intende utilizzare la presentazione dello sfondo integratore per introdurre l'attività.
  - Avvicinamento
    - ◆ Descrivere come si intende introdurre ai bambini cosa dovranno fare nell'attività di *coding* vera e propria. In questa fase non è previsto l'uso di mediatore tecnologico.
- Fase 3 Compito (attività di *coding* vera e propria)
  - Consegna
    - ◆ Descrivere come si intende presentare la consegna ai bambini. Far attenzione a esporre il problema (in un'ottica di *problem solving*) in modo che questo sia sfidante, ma comprensibile: non deve essere auto-evidente alcuna soluzione, ma che possa essere portato avanti in autonomia da ciascun bambino.
  - Progettazione secondo il TMI

- ◆ Raccontare come si intende strutturare l'attività di *coding* in classe secondo il TMI (si veda in Premessa). Individuare come si svolgeranno i passaggi di *Think, Make e Improve*.

## Raccolta e analisi dati

### ***Metodologia e strumenti***

Per validare il modello e il format disegnato per la sua attuazione abbiamo ritenuto opportuno rilevare l'opinione sia dei docenti che avevano partecipato al pilota, nel corso del quale modello e strumenti sono stati elaborati, sia dei docenti sperimentatori selezionati che l'avrebbero utilizzato a breve.

Sono stati individuati come elementi significativi da indagare:

1. la coerenza del processo proposto con l'attività di *coding* che i docenti coinvolti realizzano nella loro didattica;
2. l'usabilità del format, ovvero in un'ottica di *learner-centred design* (Zaharias e Poulymenakou, 2006), la semplicità d'uso in un percorso di progettazione (Nielsen, 2012);
3. l'utilità di avere a disposizione uno strumento di sostegno alla progettazione.

Per ciascuna area di indagine sono state individuate specifiche dimensioni (tabelle 3, 4 e 5). In coerenza con questa struttura, sono stati realizzati due strumenti di rilevazione da somministrare ai diversi attori: un'intervista semi-strutturata da somministrare ai docenti del pilota e un questionario da somministrare online ai docenti selezionati della sperimentazione esplorativa.

Tab 3. Relazione tra l'area d'indagine "Coerenza del format rispetto alla propria esperienza", indicatori e strumenti.

Domande intervista	Indicatori	Domande questionario
Il nuovo format proposto rispecchia la tua esperienza nel progetto Coding@scuola sia per le fasi di progettazione che per la struttura dell'attività di <i>coding</i> ?	Rispondenza o adattabilità delle fasi di progettazione proposte rispetto al percorso di progettazione utilizzato usualmente  Rispondenza o adattabilità del Compito (attività di <i>coding</i> ) rispetto all'attività usualmente condotta	- Le fasi previste dal format proposto sono simili al tuo modo di progettare? - Indica le fasi (o loro articolazione) che non adotti nella tua esperienza.  La struttura dell'attività di <i>coding</i> proposta rispecchia le attività di <i>coding</i> che normalmente porti avanti in classe? Indica le attività che non hanno nessuna somiglianza con quelle che porti avanti nella tua esperienza.

Tab 4. Relazione tra l'area d'indagine "Usabilità del format", indicatori e strumenti.

Domande intervista	Indicatori	Domande questionario
- Il nuovo format è articolato in modo semplice e chiaro? (evidenzia per favore i termini o le parti che non ti sono chiare o su cui hai dei dubbi). - Ritieni che sia di lunghezza adeguata?	Chiarezza del lessico  Lunghezza e articolazione del format	- Hai trovato il linguaggio chiaro in cui è formulato il Format? - Indica le parole che ritieni non comprensibili, ambigue o su cui, comunque vorresti chiarimenti.  - Trovi che la quantità degli item rispetto ai quali ti è richiesta una compilazione siano adeguati? - Ritieni che alcuni possano essere eliminati o accorpati? Quali?

Tab 5. Relazione tra l'area d'indagine "Utilità dello strumento", indicatori e strumenti.

Domande intervista	Indicatori	Domande questionario
- Pensi che sia utile avere un format su cui basare la progettazione?	Utilità di lavorare seguendo un format di progettazione	- Pensi che possa essere utile avere un format su cui basare la progettazione? - Perché?
- Pensi che questo format possa essere d'aiuto nella progettazione di un'attività di coding?	Utilità del format proposto	- Pensi che questo format ti sarà d'aiuto nella progettazione di un'attività di coding? - Perché?

Le domande del questionario sono state modellate in modo ampio per permettere ai docenti del pilota di porsi in ottica riflessiva (Magnoler, 2012), rispetto a ciò che avevano già fatto.

Per due scuole l'intervista è stata svolta in via telematica; con una la si è realizzata in presenza.

Il questionario, rivolto ai docenti della sperimentazione esplorativa, è stato impostato con domande a risposta multipla, scala likert e domande a risposta aperta; in questo caso si voleva sollecitare il docente, che avrebbe a breve intrapreso il percorso di sperimentazione, ad un approccio proiettivo e intenzionale (Nigris, 2019). È stato somministrato a 50 docenti e sono state effettuate 49 compilazioni valide e complete, di seguito analizzate.

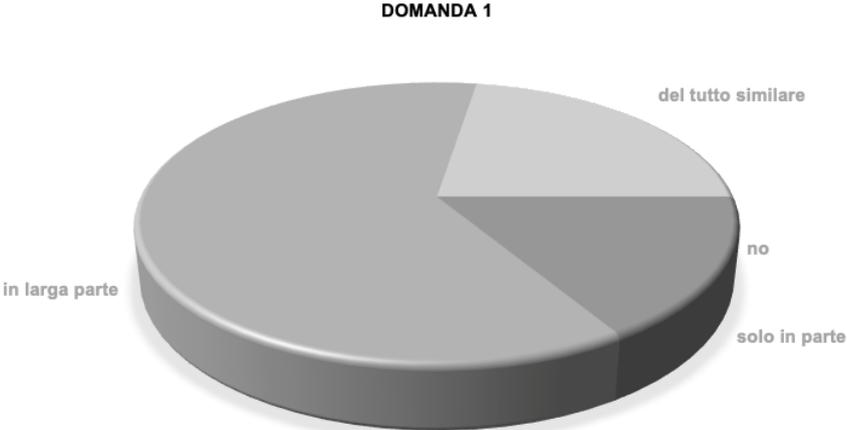
### **Risultati per coerenza, utilizzabilità e utilità del format**

L'ambito più interessante riguardante i risultati sul format riguarda la coerenza con il proprio modo di lavorare, in quanto questo dà una maggiore garanzia che non venga rigettato - o mal utilizzato.

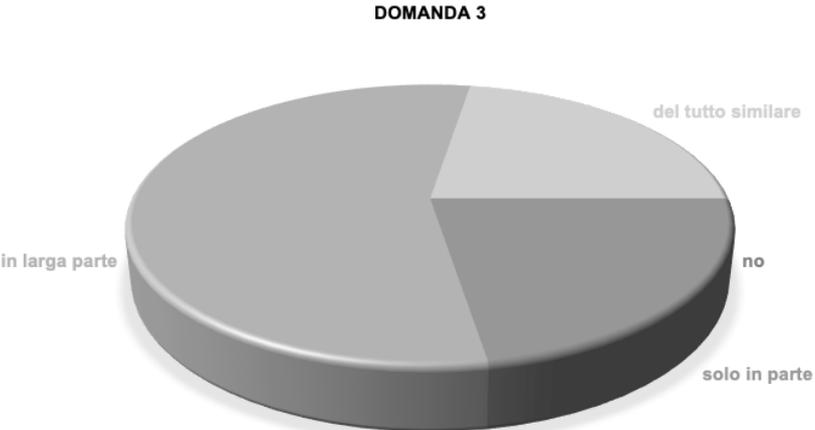
Per quanto riguarda il progetto pilota, sicuramente in virtù del lavoro svolto su piccoli numeri, gli insegnanti delle tre diverse scuole hanno trovato il nuovo format in linea con quello da loro usato.

I docenti della nuova sperimentazione si sono espressi sul concetto di coerenza con il proprio modo di lavorare su diverse domande che hanno indagato direttamente quanto il format fosse simile in generale al modo di progettare (fig. 2) e quanto aderente al loro modo di fare coding (fig. 3), per poi approfondire in modo indiretto (fig. 4) la confidenza con le singole sezioni del format e (fig. 5) la struttura del TMI.

Per quanto riguarda la struttura nel suo complesso è considerata vicina alla propria pratica, sia come progettazione generale (fig. 2) – ritenuta simile in larga parte dal 61,22% e del tutto dal 22,45% dei rispondenti – sia come progettazione da utilizzare per attività di *coding* (Fig. 3) – simile in larga parte per il 61,22% e del tutto per il 22,45% dei rispondenti.



*Fig. 2 - Domanda 1 del questionario: le fasi previste dal format sono simili al tuo modo di progettare?*



*Fig. 3 - Domanda 3 del questionario: la struttura dell'attività di coding proposta ri-specchia le attività di coding che normalmente porti avanti in classe?*

Dai dati, emerge che i docenti del campione trovano lo strumento proposto in linea con la loro attività: i docenti che ritengono del tutto simile o in comunque in larga parte simile sono in ordine il 55% e il 22%, di contro il 22% che ritiene solo in parte simile alla propria normale attività.

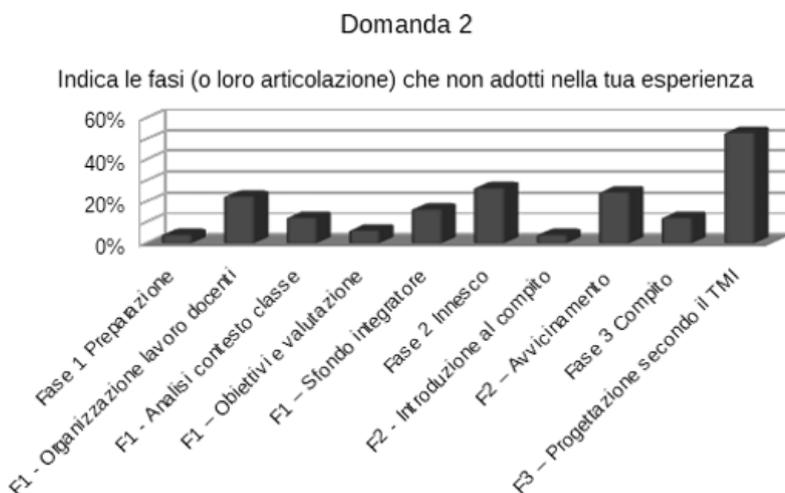


Fig. 4 - Domanda 2 del questionario

Nella seconda domanda (fig. 4) vediamo quanto le fasi proposte per il *coding* siano riconosciute dai docenti come simili a quanto attuato nella propria pratica; possiamo notare come quelle orientate a introdurre gli studenti al compito vero e proprio (avvicinamento 22,45% e innesco 26,53%) sono quelle meno praticate, così come l'organizzazione del lavoro tra docenti (22,45%), indice evidentemente di un lavoro fatto prevalentemente in solitaria. Ovvio il dato sul mancato utilizzo del TMI, prerogativa delle nostre sperimentazioni (53,03%).

La struttura nella sua interezza sembra tendenzialmente compatibile con il modo di progettare dei docenti, anche se entrando nel dettaglio specifico del TMI (fig. 5) si ha che le parti non direttamente legate all'attività pratica non sono solitamente praticate. Quindi le fasi più familiari sono il *Make* con il 18,37% evidentemente considerata la fase di lavoro vera e propria e la consegna sempre con il 18,37% attività dal sapore fortemente scolastico.

#### Domanda 4

Indica le attività che non hanno nessuna somiglianza con quelle che porti avanti nella tua esperienza

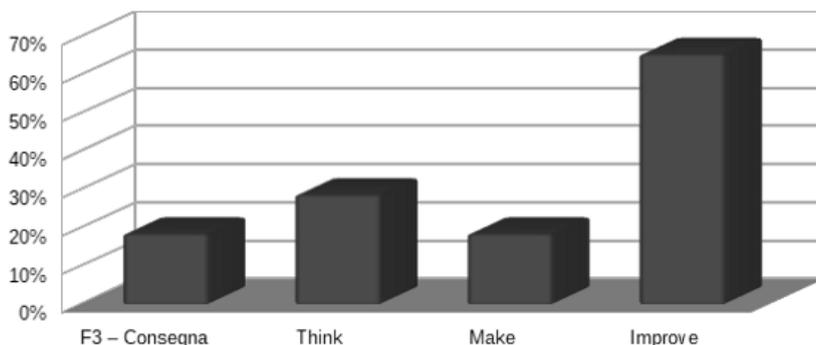


Fig. 5 - Domanda 4 del questionario

Notiamo come le fasi di progetto *Think* (28,57%) ed in particolare la fase di controllo/*Improve* (65,31%), quella in cui gli studenti verificano se il loro oggetto funziona o meno, non sono familiari ai docenti. Questo, a nostro avviso è indice di mancanza da parte dello studente di una parte di attività legata all'autoregolazione e all'autovalutazione. Mancanza che ovviamente deriva da una scarsa considerazione di ciò nella progettazione delle attività.

Abbiamo poi indagato l'usabilità del format. Per le scuole del pilota il nuovo format è in linea con quello vecchio, anzi l'IC di Cadeo sostiene che è più fluido di quello utilizzato da loro. Indagando la comprensibilità del lessico abbiamo verificato quanto il format sia effettivamente utilizzabile per i docenti della nuova sperimentazione. L'attenzione su questo aspetto è fondamentale per la buona riuscita della sperimentazione a distanza. Per questo abbiamo cercato di utilizzare nella descrizione delle fasi un linguaggio semplice e neutro, cioè il meno possibile connotato scolasticamente. Tenendo conto dei risultati di questa rilevazione abbiamo prodotto un glossario a beneficio dei docenti, che possono consultare durante tutta la sperimentazione.

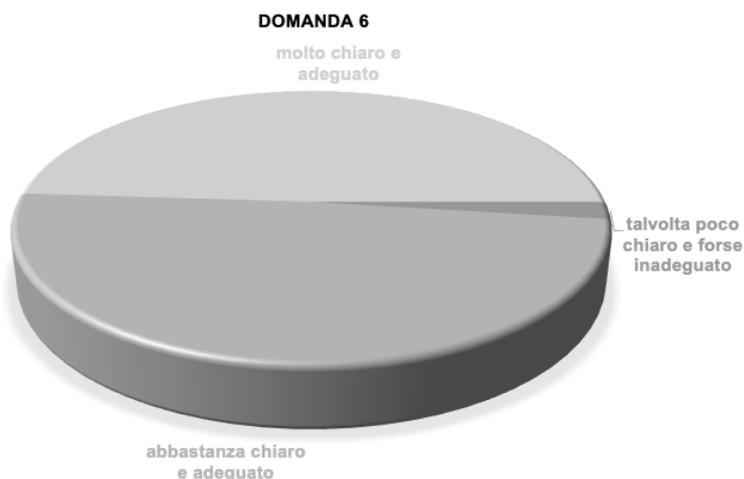


Fig. 6 - Domanda 6 del questionario: Hai trovato il linguaggio in cui è formulato il format:

Dalla fig. 6 possiamo vedere come sostanzialmente il lessico del format non comporta problemi di chiarezza o adeguatezza a quanto richiesto: il 49% dei docenti considera abbastanza chiaro il format, che sommato al 49% di coloro che lo ritiene molto chiaro dà l'idea che non ci siano problemi di comprensione.

Abbiamo poi chiesto di indicare, comunque, eventuali termini non chiari. Da questa domanda emergono svariate risposte singole: ad esempio c'è chi ha indicato il termine "mediatore robotico", che ha approfittato per segnalare questioni varie, come lo spazio per la scrittura troppo esiguo; l'unica ricorrenza è che tre docenti hanno segnalato il termine "soluzione auto-evidente" come non comprensibile. Tale termine era stato utilizzato all'interno della parte relativa alla consegna (quella parte che avvia il processo di *problem solving*) per definire un modo di impostare il problema con gli studenti che, compatibilmente all'età degli studenti, non contenga un riferimento alla soluzione che il docente si aspetta

Per quanto riguarda l'utilità è unanime la risposta da parte sia dei docenti del pilota che dei nuovi nel ritenere utile format presentato.

## Conclusioni

Come si è avuto modo di rilevare analizzando tanto la letteratura quanto il quadro normativo e i risultati di monitoraggi su ampia scala, l'introduzione del *coding* a scuola costituisce un'opportunità, percepita in alcuni paesi con

una dimensione legata alle STEM e alle ICT (Bocconi *et al.* 2016, 2018). In altri, come il nostro invece, il *coding* si sta affermando come modalità per sostenere lo sviluppo di una serie di competenze logiche, di analisi e di introduzione al pensiero critico necessarie non solo per la crescita dell'individuo in generale, ma per l'approccio alle varie discipline (MIUR, 2018).

A questo si è affiancata una diffusione di attività di *coding* e robotica educativa sostenuta, come visto, anche da specifiche azioni del PNSD e da iniziative come *Programma il Futuro*.

Nel frattempo, il moltiplicarsi delle modalità e lo sviluppo e la semplificazione degli strumenti (Bocconi *et al.*, 2016) hanno abbassato sempre di più l'età in cui è possibile avvicinarsi al *coding* (Firth, 2014) e hanno aperto le porte delle scuole dell'infanzia e primaria a questo tipo di attività.

Nel progetto *Coding@scuola* il lavoro si è andato a concentrare sull'elemento della progettazione, che nel frattempo si stava dimostrando (Frison, 2019) come un punto debole di questo tipo di attività.

Questo ha marcato a nostro avviso la necessità di progettare un tipo di formazione in cui tanto gli elementi tecnologici quanto quelli metodologici fossero oggetto dell'acquisizione in situazione di competenze specifiche.

Attraverso questo percorso sono dunque stati elaborati un modello di progettazione e un format per sostenerne l'uso, sottoposti al vaglio dei docenti sperimentatori di entrambe le fasi.

Relativamente alla coerenza del format rispetto alla propria esperienza, la risposta positiva costituisce un risultato rilevante, sia rispetto al pilota, perché conferma la corretta lettura da parte dei ricercatori dell'esperienza condotta dai docenti nel corso del percorso di ricerca-azione, sia perché la somiglianza, individuata dai docenti che non hanno partecipato alla sua costruzione, lo pongono come uno strumento che possa essere positivamente incluso nei processi didattici (Cerini, 2011). A questo possiamo collegare anche le risposte date per quanto riguarda l'area dell'usabilità, generalmente riconosciuta a questo strumento, particolarmente apprezzato dai docenti della sperimentazione pilota e del nuovo percorso che ne hanno riscontrato la generale chiarezza e semplicità.

La poca confidenza con una struttura di tipo TMI, e soprattutto con fasi di *Think* e di *Improve*, sembra confermare la mancanza (Frison, 2019) di una abitudine alla progettazione didattica che leghi in una cornice intenzionale (Nigris, 2019) gli elementi fondamentali della pratica permettendo un'azione ricorsiva (Martinez e Stager, 2013).

D'altro canto, il riconoscimento condiviso dell'utilità di questo modello e della guida offerta dal format, portano a concludere che i docenti sentono

la necessità di impegnarsi in un percorso di progettazione in cui possano accrescere le proprie competenze professionali (Zecca, 2019).

Nel questionario vi è stata una risposta unanimemente positiva rispetto all'utilità del modello così come articolato nel format a sostegno della progettazione cui fa eco la dichiarazione dei docenti del pilota secondo cui ha avuto una doppia funzione di guida alla progettazione e alla riflessione.

La scuola si è giustamente chiesta se “basta un kit per la pratica del *coding*”, l'opportuna risposta è stata negativa (Biancato e Fini, 2018).

Sulla base degli elementi analizzati e per il tipo di contesto considerato, possiamo però considerare la struttura di progettazione elaborata e lo strumento che la sostiene validi elementi da poter proporre come base per l'avvio di una modalità di formazione situata per una introduzione consapevole del *coding* su più ampia scala.

## Bibliografia

- Balanskat A., Engelhardt K. (2015), *Computing our future Computer programming and coding Priorities, school curricula and initiatives across Europe*, European SchoolNet, Brussels, testo disponibile al sito: <https://tinyurl.com/yyohn6cl>
- Biancato L., Fini A. (2018), “Il pensiero computazionale a scuola, tra luci ed ombre”, *Scuola7* 83. 3-2018, testo disponibile al sito: [http://www.scuola7.it/2018/102/docfinali/83\\_biancato\\_coding.htm](http://www.scuola7.it/2018/102/docfinali/83_biancato_coding.htm).
- Brennan K. and Resnick M. (2012), *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*, in *AERA2012 - annual meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver.
- Bocconi S., Chiocciariello A., Earp J. (2018), *The Nordic approach to introducing Computational Thinking and programming in compulsory education, Report prepared for the Nordic@BETT2018 Steering Group*. Testo disponibile al sito: <https://www.itd.cnr.it/doc/CompuThinkNordic.pdf>.
- Bocconi S., Chiocciariello A., Dettori G., Ferrari A., Engelhardt K. (2016), *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*, EUR 28295 EN. Testo disponibile al sito: <https://tinyurl.com/y536kb9z>
- Cerini G. (2011), *Valutazione, professionalità e docenti*, in Cerini G., a cura di, *La strategia del portfolio docente*. Tecnodid, Napoli: 9-16.
- Csizmadia A., Curzon P., Dorling M., Humprheys S., Ng T., Selby C., Woolard J. (2015), *Computational thinking – A guide for teachers*, testo disponibile al sito: <https://community.computingschool.org.uk/resources/2324/single>

- Conrads J., Rasmussen M., Winters N., Geniet A., and Langer L., (2017), *Digital Education Policies in Europe and Beyond: Key Design Principles for More Effective Policies*, in Redecker C., Kampylis P., Bacigalupo M., Punie Y., eds, *EUR 29000 EN*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Cordingley P. (2019), “Building capacity for excellence through coaching-tools, skills and principles for maximising the benefit of coaching”, *Centre for the Use of Research and Evidence in Education (CUREE)*, testo disponibile al sito: <https://tinyurl.com/yxhl8hsd>
- Dewey J. (1910), *How we think*. D. C. Heath & Co Publishers, Boston.
- Di Stasio M., Nulli G. (2019), “Costruzione di strumenti tra scuola e ricerca: la struttura per un’attività con il pensiero computazionale”, *EaS - Essere a Scuola*, 15, 2: 14-19.
- European Commission (2015), *Relazione congiunta del Consiglio e della Commissione sull’attuazione del quadro strategico per la cooperazione europea nel settore dell’istruzione e della formazione (ET 2020) — Nuove priorità per la cooperazione europea nel settore dell’istruzione e della formazione*, testo disponibile al sito: <https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/b370b902-a2fe-11e5-b528-01aa75ed71a1>.
- European Commission. (2016), *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato Delle Regioni. Una Nuova Agenda per le Competenze per l’Europa – Lavorare insieme per promuovere il capitale umano, l’occupabilità e la competitività*, testo disponibile al sito: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/1-2016-381-EN-F1-1.PDF>
- Firth N. (2014). “Code generation”, *New Scientist*, 223(2985): 38-41
- Frison D. (2019), “Educational robotics in the early childhood settings 0-6: a systematic review”, *Form@re - Open Journal Per La Formazione in Rete*, 19, 1: 30-46.
- Liamputtong P. (2011), *Focus group methodology: Principle and practice*, Sage, London.
- Manches A., Plowman L. (2017), Computing education in children’s early years: A call for debate, *British Journal of Educational Technology*, 48, 1: 191-201.
- Martinez S. L., Stager G. S. (2013), *Invent to learn*, Constructing Modern Knowledge Press, Torrance.
- MIUR (2018), *Indicazioni nazionali e nuovi scenari*, testo disponibile al sito: <https://tinyurl.com/yyu47ab9>
- MIUR (2015), *Piano Nazionale Scuola Digitale*, testo disponibile al sito: <https://tinyurl.com/yc4vfbgm>
- MIUR (2012), *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell’infanzia e del primo ciclo d’istruzione. Annali della Pubblica Istruzione*, Le Monnier, Firenze.
- Mortari L. (2013), *Ricerca e riflettere. La formazione del docente professionista*, Carocci, Roma.

- Nielsen J. (2012), *Usability 101: Introduction to usability* (2012), 9, 35, testo disponibile al sito: <https://tinyurl.com/b9664hm>
- Nigris E. (2019), *Progettare percorsi di apprendimento. Da dove partire?*, in Nigris E., Balconi B., Zecca L., a cura di, *Dalla Progettazione alla valutazione didattica* (pp. 26-62). Pearson, Milano.
- Nigris E. (2000), *Un nuovo rapporto fra ricerca e educazione: la ricerca-azione*, in S. Mantovani, a cura di, *La ricerca sul campo in educazione. I metodi qualitativi*, Bruno Mondadori, Milano.
- Nulli G., Di Stasio M. (2017), “Coding alla scuola dell’infanzia con docente esperto della scuola primaria”, *Italian Journal of Educational Technology*, 2, 17: 59-65.
- Olimpo G. (2017), “Dal mestiere dell’informatico al pensiero computazionale”, *Italian Journal of Educational Technology*, 25, 2: 15-26.
- Pennazio V. (2015), “Disabilità, gioco e robotica nella scuola dell’infanzia”, *Italian Journal of Educational Technology*, 23, 3: 155-163.
- Papert S. (1980), *Mindstorms*, Basic Book, New York.
- Pfeiffer J. W., Ballew A. (1988), *Using Structured Experiences in Human Resource Development*, University Associates, San Diego.
- Ranieri M. (2011), *Le insidie dell’ovvio. Tecnologie educative e critica della retorica tecnocentrica*, ETS, Pisa.
- Resnick M. (2018), *Lifelong kindergarten*, The MIT press, Cambridge.
- Resnick M. (2007), *All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarten*, in *Proceedings of the 6th Conference on Creativity & Cognition*, Washington. Testo disponibile al sito: <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/CC2007-handout.pdf>
- Rosa A., Niewint-Gori J. (2019), “Competenze in 3D. Costruire un percorso per competenza attraverso la stampante 3D nella scuola dell’infanzia”, *Querty Special Issue Digital Fabrication: 3D printing in pre-school education*, Progedit, Bari.
- Shön D. A. (2006), *Formare il professionista riflessivo. Per una prospettiva della formazione edell’apprendimento nelle professioni*, Franco Angeli, Milano.
- Trincherò R. (2019), Problem solving e pensiero computazionale. Costruire sinergie tra concettualizzazione e codifica a partire dalla scuola primaria, *Form@re*, 19, 1: 78-90.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), (2011), *UNESCO ICT competency framework for teachers*, testo disponibile al sito <https://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214694.pdf>.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), (2018), *UNESCO ICT competency framework for teachers*, testo disponibile al sito <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>.
- Wing J. M. (2006), Computational Thinking. *Communication of ACM*, 49, 3: 33-35.
- Wing J. M. (2008), “Computational Thinking and Thinking about Computing”, *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366, 1881: 3717-3725.

Zaharias P. and Poulymenakou A. (2006), “Implementing learner-centred design: The interplay between usability and instructional design practices”, *Interactive Technology and Smart Education*, 2, 3: 87-100.

Zecca L. (2019), *Modelli di progettazione*, in Nigris E., Balconi B. Zecca L., a cura di, *Dalla Progettazione alla valutazione didattica*, Pearson, Milano.

Zecca L. (2016), *Didattica laboratoriale e formazione*, Franco Angeli, Milano.

Programmazione dei Fondi Strutturali Europei 2014-2020.

Programma Operativo Nazionale plurifondo “Per la scuola competenze e ambienti per l’apprendimento”.

FSE/FESR-2014IT05M2OP001 - Asse I “Istruzione” OS/RA 10.2, Progetto "CODING e ROBOTICA", codice 10.2.7.A2-FSE PON-INDIRE-2017-1, CUP B59B17000000006



# Analisi delle occorrenze testuali nelle domande di un bando per accedere ad una sperimentazione curricolare di robotica educativa

di *Beatrice Miotti e Giovanni Nulli*

## Introduzione<sup>1</sup>

Il seguente contributo riguarda la prima parte dell'azione di ricerca che sta effettuando in ambito di robotica educativa.

La ricerca condotta coinvolge ventidue più undici coppie di docenti della scuola secondaria di primo grado. Le ventidue coppie non hanno alcuna formazione tecnica di robotica educativa e riceveranno una formazione tecnica, mentre le undici coppie hanno già esperienza.

Le coppie sono state selezionate in base alla loro competenza nella progettazione di unità didattiche. Ai docenti è stato chiesto di presentare una progettazione interdisciplinare basata sull'utilizzo di kit robotici. Alle coppie verranno forniti degli strumenti di progettazione da parte di Indire e verrà loro richiesto di progettare, documentare e, nel caso degli esperti, riprogettare un'unità didattica. Ambedue le tipologie di docenti risultati vincitori riceveranno un kit Arduino CTC in comodato d'uso da utilizzare nella sperimentazione. Abbiamo chiesto loro che tale unità fosse collocata nel curriculum di due discipline (per questo abbiamo chiesto che la sperimentazione fosse condotta da una coppia docente dello stesso consiglio di classe) e fosse sviluppata come didattica laboratoriale.

Quindi le domande di ricerca del progetto riguarderanno sia il lato metodologico, ovvero la possibilità di inserire la robotica educativa in modo

<sup>1</sup> *Beatrice Miotti* ha scritto i paragrafi “La sperimentazione,” “Il bando di selezione dei docenti” e “il lavoro con T.Lab”.

*Giovanni Nulli* ha scritto i paragrafi “Introduzione”, “Basi teoriche di riferimento”, “Analisi dei risultati” e “Conclusioni”.

interdisciplinare in due discipline in un'ottica laboratoriale, sia il lato tecnico, ossia quello di verificare quanto la scheda Arduino possa venir utilizzata alla scuola secondaria di primo grado.

Questo contributo, realizzato nella fase iniziale della sperimentazione ha l'obiettivo di verificare quanto la dimensione dell'autonomia dello studente e del lavoro di gruppo (dimensioni fondamentali nella definizione di didattica per problemi come definita nel paragrafo “Basi teoriche di riferimento”) siano presenti nella progettazione presentate nelle candidature dei docenti non esperti e quanto queste due dimensioni del lavoro laboratoriale siano in rapporto tra loro. In questo modo possiamo indagare nel dichiarato dei docenti quanto effettivamente la loro definizione concordi con quello che ci aspettiamo nel progetto.

Riporteremo quindi i risultati dell'analisi fatta con il software T-Lab sulle domande di candidatura presentate dai docenti non esperti riguardanti le dimensioni del lavoro autonomo e del lavoro collaborativo degli studenti analizzando la voce del bando sulla didattica attiva.

I risultati presentati sono parte di un progetto di ricerca che investiga l'uso della *coding* nella scuola dell'infanzia e primaria, finanziato dal progetto “coding e robotica” (10.2.7.A2-FSEPON-INDIRE-2017-1) del Piano Nazionale Operativo (PON) “la scuola: abilita e ambienti di apprendimento” 2014 - 2020.

## La sperimentazione

La sperimentazione nasce dall'esigenza di verificare sul campo se, quanto, come la robotica educativa possa entrare a far parte del curriculum della scuola secondaria di primo grado attraverso una metodologia di tipo laboratoriale.

Si è scelto di lavorare con venticinque coppie di docenti senza esperienza nella robotica educativa e venticinque coppie di docenti in cui almeno un elemento della coppia possedeva già un discreto bagaglio di esperienza nella realizzazione tecnica di artefatti robotici. Nella selezione per queste cinquanta coppie di docenti si richiedeva inoltre che i membri della coppia fossero docenti di discipline diverse, senza alcuna limitazione sulle aree disciplinari coinvolte, e che avessero una certa esperienza nella progettazione didattica di unità curriculari. Per effetto delle candidature ricevute e

di alcune defezioni e per la selezione effettuata, la sperimentazione è stata attuata da ventidue coppie senza esperienza e undici con esperienza.

La robotica educativa è un metodo didattico che richiede un grande sforzo iniziale da parte dei docenti per essere messo in atto specialmente in ambito curricolare. Principalmente il gap più grande che deve essere colmato riguarda l'acquisizione di competenze tecniche di elettronica, elettrotecnica ed informatica che divengono via via più complesse man mano che lo strumento tecnologico cresce in termini di costruzione/assemblaggio e personalizzazione delle routine. La capitalizzazione delle esperienze pregresse è quindi di sicuro vantaggio e pone sfide ed obiettivi diversi rispetto alle possibilità che hanno quei docenti senza tale esperienza. D'altra parte, è di sicuro interesse per la nostra ricerca anche andare a sperimentare la tipologia di formazione tecnica, le modalità, la struttura delle conoscenze e delle competenze acquisite durante la formazione stessa proprio per i docenti che non hanno alcuna esperienza. A tale proposito è nata la differenziazione in due gruppi dei docenti in sperimentazione e l'offerta, dedicata a quelli senza esperienza, di un corso formativo di 25 ore di natura prettamente tecnica sullo strumento tecnologico proposto, sui principi base dell'informatica e dell'elettronica.

Ad ognuna delle trentasei coppie di docenti vincitori verrà quindi fornito un kit Arduino CTC101 da utilizzare, in comodato d'uso, per tutta la durata della sperimentazione. Tale kit fa parte della produzione Educational di Arduino ed è stato fino ad ora sperimentato principalmente nella scuola secondaria di secondo grado poiché l'uso stesso di piattaforma di prototipazione è ritenuto essere già di per sé molto impegnativo poiché prevede una fase iniziale di assemblaggio della sensoristica e dei componenti elettronici (LED, resistenze, batteria) tramite una *breadboard* e cavetti collegati ai pin relativi della scheda Arduino, ed una successiva fase di programmazione potenzialmente a riga di codice con l'IDE dedicato o con linguaggi di programmazione visuali grazie a librerie esterne.

Parte della ricerca è quindi rispondere alla domanda: "È possibile coniugare la complessità di Arduino con le competenze di ragazzi delle scuole secondarie di primo grado?", in altre parole la sfida è capire se Arduino nella sua versione 101, presente nel kit, ma anche release più commerciale UNO R3, uno strumento tecnologico compatibile con le conoscenze e le capacità di analisi ed astrazione di ragazzi di undici - tredici anni. D'altra parte, alcune librerie che si connettono ad Arduino permettono di semplificare notevolmente la parte di programmazione informatica dell'oggetto, che altrimenti richiede nozioni di programmazione medio-avanzate.

## Basi teoriche di riferimento

La sperimentazione nasce all'interno della struttura di ricerca di Indire che si occupa di metodologie di didattica laboratoriale.

In questa struttura si stanno studiando diverse tecnologie e metodologie strutturate all'interno della cornice della didattica laboratoriale: la robotica educativa, il *coding*, la stampante 3D nella didattica, così come metodologie quali il Bifocal (Blikstein *et al.*, 2012, p. 269) o il *Think, Make, Improve* (Martinez e Stager, 2013, Kindle position 1243), sono oggetto di lavoro della struttura di cui questa attività di sperimentazione fa parte.

Consideriamo la didattica laboratoriale un sottoinsieme della didattica attiva che ha una dimensione pratica e sperimentale. Eredita dalla didattica attiva l'importanza della costruzione da parte dello studente del proprio percorso di apprendimento. Seguendo la costruzione di Bonaiuti (2014) il progetto si colloca all'interno dell'architettura collaborativa, esplorativa e metacognitiva/autoregolativa, cioè dal lato della massima autonomia dello studente.

In particolare, si farà riferimento al *problem based learning*, che è una strategia didattica afferente all'architettura esplorativa, sempre in Bonaiuti 2014, p. 17 e p. 134 (si veda poco più avanti). Inoltre attraverso appositi strumenti di progettazione forniti, si richiederà ai docenti di utilizzare situazioni problematiche che richiedano agli studenti la progettazione di artefatti (Jonassen 2004, p. 8), che stimolino l'autonomia nella risoluzione.

Si farà poi riferimento al lavoro di gruppo, quindi all'architettura collaborativa. Abbiamo rilevato come molti docenti nelle progettazioni presentate abbiano fatto riferimento diretto all'apprendimento cooperativo (alcuni con riferimenti specifici allo *structured learning team based roles*), che è, appunto secondo Bonaiuti (2014, p. 17 e p. 113) una strategia afferente all'architettura collaborativa.

A nostro avviso afferisce all'architettura metacognitiva/autoregolativa la metodologia del *think make improve*, nel momento in cui lo studente, in autonomia riesce a "migliorare" quanto costruito senza l'intervento diretto dell'insegnante. Questo collegamento può non essere immediato, in quanto la strategia del TMI è stata proposta in prima istanza come strategia di progettazione, cioè come modo strutturato di distinguere tre momenti nell'organizzazione della didattica: gli strumenti di progettazione che forniremo nel progetto richiedono al docente di costruire l'attività seguendo questa scansione logico - temporale. A nostro avviso questa suddivisione

può aiutare il docente a supportare dei momenti di riflessione nella pratica che lo studente può interiorizzare.

In questo senso le attività di robotica che abbiamo chiesto di progettare ai docenti hanno l'obiettivo di stimolare l'autonomia dello studente.

Se il laboratorio è il luogo della sperimentazione e la classe il luogo della teoria, con le attività di robotica educativa questo tipo di opposizione viene a cadere, in primo luogo perché il laboratorio classico è il luogo della disciplina singola, mentre le attività di robotica sono interdisciplinari (nella nostra sperimentazione coinvolgono almeno due discipline), in secondo luogo perché non c'è distinzione specifica tra teoria e pratica. In Zecca (2016, p. 30):

il laboratorio viene dunque concettualizzato [...] come un metodo per insegnare e apprendere integrato nel più ampio spettro delle attività curriculari, come riscontriamo nell'attività di Dewey (1970)

Le due discipline coinvolte nel progetto andranno a costruire attività in cui la pratica e la teoria andranno ad unirsi alle attitudini dello studente in un contesto di lavoro per competenze. Abbiamo, quindi, una didattica laboratoriale che implica un lavoro pratico sugli oggetti, dove pratica e pensiero sono collegati attraverso il lavoro metodologico, quindi di progettazione e conduzione dei lavori, da parte del docente.

Metodologicamente il progetto si muove partendo dal presupposto che l'attività di ricerca vede come attori complementari i ricercatori e gli insegnanti in un contesto di ricerca collaborativa dove è avvenuta una condivisione del problema pratico di partenza, cioè inserire le attività di robotica educativa all'interno di due discipline progettando un'unità didattica interdisciplinare. In Mortari (2009, p. 103):

Un significativo cambio di evolutivo della ricerca in educazione può avvenire solo se viene ripensata e attualizzata in tutta la sua valenza sia epistemologica sia politica la tesi deweyana sul rapporto che dovrebbe intercorrere tra la pratica educativa ed il processo di elaborazione della teoria, secondo la quale il mondo concreto dell'educazione deve costituire sia il punto di avvio del processo euristico sia il punto di confronto decisivo, perché sia il processo di ideazione di una ricerca significativa sia una sua attendibile validazione passa attraverso il confronto rigoroso e critico con l'esperienza (Dewey, 1984, p. 24) e se di conseguenza a questa conversione epistemologica si riconcettualizza la posizione del *ricercatore come clinico della ricerca educativa*, che persegue un sapere efficace e con senso.

La ricerca quindi si muoverà all'interno di un rapporto di reciprocità dell'insegnante con l'obiettivo di supportare sul pensiero progettuale attraverso gli strumenti proposti e la struttura della sperimentazione.

Consideriamo la robotica educativa uno stimolo alla didattica laboratoriale e come un naturale campo interdisciplinare dove è possibile utilizzare i saperi di discipline tecniche e scientifiche così come di discipline umanistiche in un contesto di lavoro basato sulle competenze dello studente. In tale contesto Marcianò (2017, p. 2) dice che la: “competenza docente [...] si concretizza nei modi di proporre agli studenti un'attività possibile solo in laboratorio, ma ben correlata al curriculum e alla disciplina oggetto dell'intervento didattico”. Come abbiamo visto in precedenza nel contesto di riferimento della sperimentazione, il laboratorio porta ad una concettualizzazione di un modo di far didattica.

Sempre in relazione al contesto di riferimento quindi di didattica laboratoriale, abbiamo chiesto che si lavori in un contesto interdisciplinare per la creazione di un artefatto programmabile. A nostro avviso il robot è “uno oggetto per pensare” che Papert (1984, p. 17) definì come un tipo di oggetti dove coesistono: “una presenza culturale, un sapere incorporato, e la possibilità di una identificazione personale”. Per presenza culturale si intende il collegamento con elementi della cultura di appartenenza, essere cioè parte del “discorso” della propria società; per avere un sapere incorporato si intende che l'oggetto contiene “intelligenza”, non è cioè un oggetto banale o scontato; per creare identificazione personale intendiamo che l'oggetto possa stimolare l'empatia di colui che lo utilizzerà.

Per lo sviluppo dell'attività abbiamo chiesto ai docenti di muoversi in un contesto di *Problem Based Learning* che ad esempio Zecca (2016, p. 40) così definisce:

- Si basa su un problema presentato dall'insegnante all'inizio del processo di apprendimento. Significa che i contenuti e le competenze che devono essere appresi sono organizzati intorno al problema [...];
- è auto-diretto, perché gli studenti decidono individualmente e collaborativamente cosa necessitano di imparare al fine di affrontare il problema proposto e generano conseguentemente i propri processi di apprendimento;
- è autoriflessivo, perché gli studenti monitorano il loro apprendimento e comprendono come modificare le proprie strategie;
- l'insegnante ha il ruolo di facilitatore [...] senza mai fornire informazioni dirette per la risoluzione del problema.

Qui vediamo una dimensione a nostro avviso fondamentale della didattica per problemi, ovvero l'autonomia, cioè la capacità di gestirsi e costruire un percorso.

L'altro aspetto che per noi è fondamentale in questo tipo di metodologia è il lavoro di gruppo, che emerge già dalla definizione precedente: non è infatti possibile un effettivo lavoro di gruppo se i partecipanti non sono in grado di autoregolarsi. Il lavoro di gruppo si basa sull'interazione di diverse individualità compiute, altrimenti si ha una mera suddivisione del lavoro, come avviene per la catena di montaggio. Non vogliamo sminuire la funzione educativa che comunque il lavoro di gruppo ha nella costruzione del rispetto reciproco e della valorizzazione dell'altro, rimane comunque il fatto che senza l'interazione tra individualità compiute è una situazione che non porta allo sviluppo dell'autonomia.

Quando si ha a che fare con la robotica educativa, il lavoro di gruppo è una delle basi (si vedano ad esempio i regolamenti di qualsiasi gara di robotica nazionale<sup>2</sup> ma anche la prassi scolastica) richiedendo l'integrazione di diverse attitudini e diverse competenze funzionali al lavoro.

Pertanto, abbiamo considerato le dimensioni di autonomia e quella del lavoro di gruppo come fondamentali per le progettazioni che ci sono state presentate nel bando.

Alla lettura delle candidature avevamo avuto l'impressione che la dimensione del lavoro collaborativo fosse molto citata, mentre quella della costruzione del sé autonomo molto meno.

Per questa ragione abbiamo deciso di indagare con l'utilizzo del software T-Lab le occorrenze di queste due dimensioni in uno dei campi che i docenti dovevano compilare all'atto della presentazione della loro candidatura, cioè quello dove definivano il concetto di didattica attiva con esempi tratti dalla loro esperienza.

Per quanto riguarda la scelta del campione, considerando che avevamo due tipologie di docenti (esperti e non esperti in robotica educativa), abbiamo deciso di concentrare l'analisi di quanto sopra specificato sul gruppo dei docenti non esperti andando ad includere nell'analisi tutte le candidature pervenute. Questa scelta è stata motivata da due ragioni: innanzitutto si

<sup>2</sup> First Lego League (regolamento per formare una squadra: [http://fll-italia.it/fll\\_context.jsp?ID\\_LINK=114142&area=341](http://fll-italia.it/fll_context.jsp?ID_LINK=114142&area=341));

Robocup Jr (regolamento per formare una squadra [http://fll-italia.it/fll\\_context.jsp?ID\\_LINK=114142&area=341](http://fll-italia.it/fll_context.jsp?ID_LINK=114142&area=341));

Nao Challenge (regolamento per l'iscrizione, p. 3 <https://tinyurl.com/y5flt9px>)

tratta dell'insieme di dati più numeroso e che quindi fornisce una panoramica più rappresentativa del pensiero dei docenti, inoltre il docente non esperto ha un profilo più simile a quello del docente medio, senza competenze specifiche di robotica educativa e quindi il risultato è a nostro avviso più generalizzabile.

## **Il bando di selezione dei docenti**

Nella fase di selezione delle coppie dei docenti sono state effettuate alcune richieste a livello di requisiti sbarranti rispetto alla possibilità di sottomettere la candidatura: innanzitutto i docenti dovevano appartenere alla stessa scuola, essere di discipline diverse, esperti di progettazione didattica e che utilizzassero abitualmente, nella loro attività quotidiana, metodologie di didattica attiva.

In fase di candidatura la coppia dei docenti doveva innanzitutto descrivere la propria idea, anche secondo la propria esperienza, di didattica attiva ed inoltre presentare una attività multidisciplinare che potesse essere supportata dall'uso della robotica educativa, illustrando i contenuti disciplinari dell'unità didattica scelta, come le discipline coinvolte si legavano insieme nell'idea proposta e come questa sarebbe stata proposta in classe. Di seguito i campi da compilare per candidarsi:

1. Quale è la vostra idea, in rapporto anche alla vostra esperienza, di didattica attiva?
2. Quali discipline saranno coinvolte nella progettazione?
3. Quale è la vostra esperienza pregressa in robotica educativa?
4. Avete già attivato collaborazioni interdisciplinari in passato? Se sì descrivete brevemente l'esperienza pregressa.
5. Con riferimento alle indicazioni nazionali, quali traguardi di competenza ed obiettivi saranno interessati dalla progettazione proposta?
6. Potete brevemente indicare quali competenze chiave vengono toccate dalla progettazione?
7. Potete brevemente indicare quali competenze non disciplinari e non riferibili alle competenze chiave vengono toccate dalla progettazione?
8. Descrivete brevemente i contenuti disciplinari dell'unità didattica, come le discipline coinvolte si legano insieme nell'idea che proponete, e di come avete intenzione di proporre l'attività in classe. Da questa descri-

zione vogliamo che emerga l'idea d'insieme e come questa viene proposta agli studenti.

9. Come nasce l'idea della presente progettazione, come avete deciso di collaborare? Potete indicare anche eventuali problematiche: dalla logistica delle aule alla integrazione degli orari per una didattica condivisa ecc.
10. Come pensate che l'attività dovrà svolgersi? Qui vi chiediamo di pensare in che modo il progetto che avete in mente si potrà realizzare. Rispondete in forma libera alle seguenti domande.
  - a) Realizzazione con i ragazzi: come inizia l'attività in classe, come è organizzata? Quale metodologia e quale rapporto con le tecnologie? Descrivete cosa vi aspettate che avvenga in classe e perché.
  - b) Presentazione breve (consegna): descrivete brevemente come presenterete l'attività ai ragazzi ed in che modo li motiverà affinché l'attività abbia inizio.
  - c) Organizzazione spaziale: descrivete se e come l'attività coinvolgerà la classe o altri spazi (laboratori, ma anche spazi collettivi o individuali all'interno della scuola); descrivete qui l'eventuale ruolo dei compiti a casa, o comunque del tempo fuori dalla scuola richiesto agli studenti,
  - d) Organizzazione temporale: descrivete in che modo le discipline coinvolte ottimizzano / condividono l'orario delle lezioni: sono state organizzate in qualche modo delle compresenze? Viene chiesto ai ragazzi di fare extra ore a scuola?
  - e) Organizzazione dei ragazzi e ruolo del docente: descrivete in che modo viene chiesto ai ragazzi di organizzarsi per il lavoro e di conseguenza quale ruolo voi avrete durante l'attività.
  - f) Organizzazione tecnologica: oltre ai kit robotici descrivete quali altri supporti per l'attività voi e i ragazzi potranno avere a disposizione. Utilizzate abitualmente strumenti tecnologici tipo piattaforme online di e-learning? Utilizzate altri strumenti tecnologici, tipo app o social network? È consentito l'uso degli smartphone?
11. Allo stesso modo di altre attività scolastiche, anche quella che sperimentate dovrà essere valutata: Come valutate, quindi, gli aspetti disciplinari coinvolti? Come valutate gli aspetti interdisciplinari? Come valutate le competenze sviluppate? Il sistema di valutazione che utilizzerete è in qualche modo condiviso con gli studenti?

Questi elementi sono poi stati valutati secondo la seguente griglia di indicatori:

- Chiarezza nella descrizione della progettazione didattica e degli step attuativi.
- Accuratezza nella descrizione delle modalità di utilizzo della didattica attiva.
- Accuratezza nella descrizione dei riferimenti alle indicazioni nazionali.
- Accuratezza nella descrizione delle modalità di valutazione curricolari e relative alle competenze/traguardi di competenze.
- Accuratezza nella descrizione degli elementi di co-progettazione dell'attività della coppia di docenti.
- Originalità del contenuto.

## Il lavoro con T-Lab

T-Lab è un ambiente software per l'analisi testuale ed il *text mining* che permette la gestione del dizionario e la sua personalizzazione, la gestione delle *co-words*, lemmi, occorrenze e che permette una rappresentazione grafica delle corrispondenze tra parole o lemmi.

Nel caso specifico, il corpus è stato creato a partire dalle quarantaquattro definizioni di didattica attiva (ci riferiamo al campo numero 1 dell'elenco indicato al paragrafo “Il bando di selezione dei docenti”) che le coppie docenti hanno presentato in fase di candidatura, per un totale di 9.913 parole comprensivo di *stop-words*. Il vocabolario invece derivato da tale corpus ed analizzato da T-Lab è costituito da 334 lemmi, considerando solo quelli per cui il numero di occorrenze è maggiore di 3. Un ulteriore raffinamento nell'analisi del corpus ha portato alla definizione di alcune *co-words* di interesse specifico, che rappresentano concetti ben definiti e per cui è necessario utilizzare una locuzione composta anche da più parole come, ad esempio, nel caso di “Responsabilità individuale” o “Didattica attiva”.

Per ogni parola del vocabolario, così personalizzato, sono state valutate le occorrenze ossia il numero di volte che una certa unità lessicale ricorre nel corpus, e le co-occorrenze ossia la frequenza con cui una o più unità lessicali sono contemporaneamente presenti all'interno degli stessi contesti elementari.

In base a questa analisi abbiamo poi raffinato ulteriormente il conteggio delle co-occorrenze andando a definire un set di sinonimi, qualora fossero coerenti nel contesto. Ad esempio, sono stati considerati come un'unica voce del corpus le parole “studente”, “ragazzo”, “alunno”, “allievo” e le parole “docente”, “insegnante”.

Il risultato di questa procedura, ristretto alle parole di interesse è:

*Tab. 1 - Analisi delle occorrenze*

<i>Parola</i>	<i>Numero Occorrenze</i>
Alunno/studente/ragazzo/allievo	184
Apprendimento	59
Didattico	55
Didattica_attiva	44
Insegnante/docente	41
Attività	40
Esperienza	30
Robotica	23
Gruppo	21
Collaborazione	19
Attiva	13
Autonomo/autonomia	11
Cooperazione	7
Responsabile	6
Responsabilità_individuale	4

## **Analisi dei risultati**

A seguito della costruzione del corpus di indagine abbiamo potuto rilevare la seguente situazione:

*Tab. 2 - Dimensione relativa al lavoro collettivo rispetto al numero di occorrenze*

<i>Dimensione del lavoro collettivo</i>	<i>Numero Occorrenze</i>
Gruppo	21
Collaborazione	19
Cooperazione	7

*Tab. 3 - Termini neutri rispetto al numero di occorrenze*

<i>Neutro</i>	<i>Numero Occorrenze</i>
Attività	40
Didattica attiva	44
Apprendimento	59
Studente/Allievo/Alunno/Ragazzo	184
Docente/insegnante	41
Robotica	23
Esperienza	30

*Tab. 4 - Dimensione relativa alla autonomia rispetto al numero di occorrenze*

<i>Dimensione dell'autonomia</i>	<i>Numero Occorrenze</i>
Autonomia/Autonoma	11
Responsabilità individuale	4
Responsabile	6

Nella “Dimensione del lavoro collettivo” possiamo leggere tutti i lemmi afferenti che abbiamo considerato riferibili al lavoro di gruppo, mentre in quella dell’autonomia quelli riferibili a questa dimensione. Nella colonna “Neutro” tutti i lemmi che per numero di occorrenze sono significativi ma che non sono riferibili alle due dimensioni indagate.

Già da questo primo conteggio emerge un chiaro dato quantitativo: le ricorrenze relative all’autonomia sono all’incirca la metà di quelle sulla dimensione del lavoro collettivo. Da questo possiamo inferire che la definizione di didattica attiva che i docenti partecipanti hanno è una definizione dove il lavoro di gruppo ha un peso maggiore rispetto a quella della costruzione della responsabilità individuale. Possiamo affermare che almeno dalle parole scritte emerge questo.

Siamo poi andati ad incrociare le due dimensioni significative con i termini neutri per vedere che tipo di dati possono emergere dalle co-occorrenze dei lemmi.

*Tab.5 - Co-occorrenze tra termini del lavoro cooperativo e termini neutri*

	Gruppo	Collaborazione	Cooperazione
Attività	6	3	1
Didattica Attiva	4	4	2
Apprendimento	7	8	3
Studente	20	15	5
Docente	5	6	-
Robotica	1	1	1
Esperienza	3	1	2

Quello che a nostro parere va messo in evidenza dalla tab. 5 è che la dimensione della collaborazione co-occorre in modo significativo con quella degli studenti e con il loro apprendimento. Vediamo cioè che è riferibile al lavoro in classe degli studenti. Considerando che la compilazione a cui si riferisce questa analisi riguarda la didattica attiva, a fronte di una significativa occorrenza di questo lemma (si veda tab. 3) la co-occorrenza con i lemmi della dimensione della cooperazione è piuttosto bassa. Da questo possiamo concludere che la dimensione della collaborazione non viene collegata in modo diretto con quella della metodologia, ma con il lavoro degli studenti, quindi, probabilmente con una dimensione organizzativa dell'attività.

Procediamo con l'analisi.

*Tab.6 - Co-occorrenze tra termini dell'autonomia e termini neutri*

	Autonomia	Responsabilità individuale	Responsabile
Attività	2	1	-
Didattica Attiva	-	1	1
Apprendimento	4	2	2
Studente	8	3	4
Docente	3	-	-
Robotica	-	-	-
Esperienza	-	-	-

Nella tab. 6 abbiamo incrociato la dimensione della responsabilità individuale con quella dei termini neutri. Essendo i primi in numero inferiore rispetto ai lemmi della dimensione del lavoro collettivo, le co-occorrenze sono naturalmente in numero minore. Anche in questo caso i lemmi con cui ci sono più co-occorrenze sono quelle riguardanti gli studenti, mentre, tranne un caso, non ci sono co-occorrenze con la dimensione del lemma "didattica attiva". Come per l'analisi della tabella 3, possiamo dire che la dimen-

sione della responsabilità individuale, quando messa in evidenza, è collegata solo agli studenti piuttosto che alla dimensione teorica a cui dovrebbe essere connessa.

La successiva tabella a nostro avviso chiude il cerchio dell'analisi e ci consente di proporre un'analisi più completa.

*Tab.7 - Co-occorrenze tra termini del lavoro cooperativo e termini dell'autonomia*

	Autonomia	Responsabilità individuale	Responsabile
Gruppo	-	2	1
Collaborazione	1	-	-
Cooperazione	-	-	-

Analizzando le co-occorrenze tra la dimensione della responsabilità individuale e quella del lavoro cooperativo vediamo che praticamente le due dimensioni si incrociano.

Secondo la definizione acquisita per quanto riguarda il lavoro di gruppo, la responsabilità individuale ed il lavoro collaborativo dovrebbero essere collegati, in quanto un lavoro di gruppo effettivo si basa sul senso di responsabilità, cioè sulla capacità di coordinare in modo autonomo il proprio lavoro in funzione dell'esigenza del gruppo, mentre dall'analisi delle co-occorrenze di queste due aree non appaiono collegamenti.

## Conclusioni

Dall'analisi fatta con T-Lab abbiamo visto come le occorrenze e le co-occorrenze dei lemmi relativi alle dimensioni dello sviluppo della responsabilità individuale e quelli relativi al lavoro di gruppo sono presenti in modo asimmetrico: il lavoro di gruppo è molto più citato dello sviluppo della responsabilità individuale e ambedue le dimensioni sono collegate in modo blando al lemma "didattica attiva". Questo ci porta a supporre che i docenti siano più avvezzi alla progettazione di attività didattiche in cui è presente il lavoro collaborativo piuttosto che ad attività didattiche dove viene potenziata l'autonomia di scelta degli studenti. Possiamo inoltre aggiungere che mentre la didattica attiva, di cui la didattica laboratoriale fa parte, considera l'autonomia nella costruzione del percorso di apprendimento il pilastro fondamentale, questo non emerge dalla lettura delle progettazioni presentate. Il lavoro di gruppo così organizzato sembra perdere

una parte del suo valore risultando più un'attività eterodiretta piuttosto che basata su un'effettiva collaborazione dei singoli autonomi. Possiamo dare la seguente rappresentazione grafica della situazione:

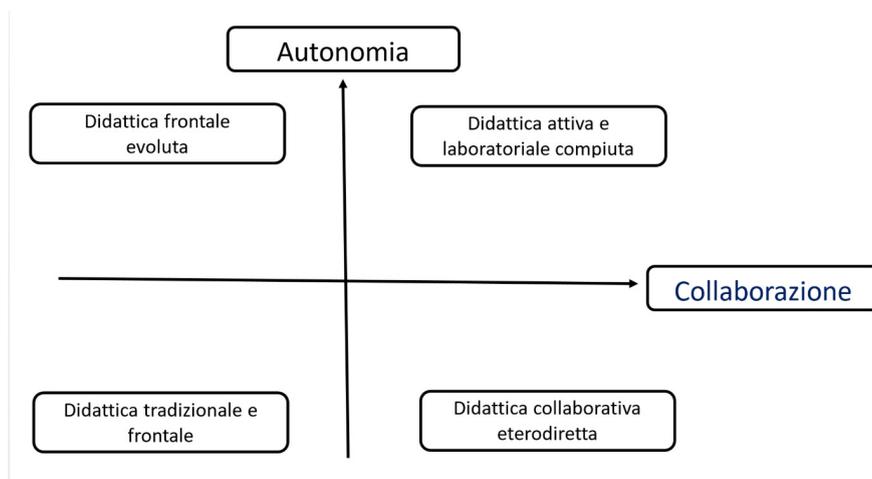


Fig. 1 - Relazione tra collaborazione ed autonomia

La situazione che abbiamo è quella di una didattica attiva eterodiretta piuttosto che quella di una didattica attiva e laboratoriale compiuta.

Tale analisi ci è servita per stimolare una discussione nel seminario di avvio della sperimentazione, in cui la nostra intenzione era quella di chiedere ai docenti di attuare dei correttivi nelle progettazioni presentate nella direzione di sviluppare l'autonomia di lavoro degli studenti. Tale approccio è stato accolto aggiungendo delle osservazioni di ordine pratico: una didattica laboratoriale effettiva è più difficilmente organizzabile e rischia di essere poco sostenibile a livello di tempo, quindi di organizzazione. Specialmente nel caso in cui la somma delle ore settimanali dei due docenti coinvolti non sia alta (ad esempio educazione tecnica più educazione artistica), o il caso in cui ci siano poche ore di lavoro conseguenti, lasciare molta autonomia agli studenti può risultare poco gestibile.

A nostro avviso i benefici che la robotica educativa può apportare in termini di sviluppo effettivo di una didattica laboratoriale si scontrano con la realtà organizzativa della scuola, ma anche con la *forma mentis* dei docenti che rischia di essere avvezza a questi vincoli. Non per mancanza di volontà, ovviamente, ma per necessità.

Ancora una volta sottolineiamo la necessità di intervenire quantomeno a livello di organizzazione scolastica (compattazione dell'orario, ad esempio), se non ministeriale, affinché le opportunità offerte dalla robotica educativa come da altre tecnologie possano effettivamente e sistematicamente saldarsi a quelle di una didattica attiva.

## Bibliografia

- Blikstein P., Fuhrmann T., Greene D., Salehi S. (2012), *Bifocal modeling: mixing real and virtual labs for advanced science learning*, in *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '12)*, ACM, New York.
- Bonaiuti G. (2014), *Le strategie didattiche*, Carocci Editore, Torino.
- Jonassen D. H., (2004), *Learning to solve problems: an instructional design guide*, Pfeiffer, San Francisco.
- Mortari L. (2009), *Ricercare e riflettere*, Carocci Editore, Torino.
- Martinez S. L., Stager G. S. (2013), *Invent to learn*, Constructing Modern Knowledge Press, Torrence.
- Marcianò G. (2017) *Robot & scuola*, Ulrico Hoepli Editore S.p.A. Milano.
- Papert S. (1980) *Mindstorms*, Basic Book, Inc., New York, Tr. It. a cura di Anita Vegni Fagnoli con la collaborazione di Carlo e Doretta Portigliotti, *Mindstorms*, Emme Edizioni s.r.l., Milano, 1984.
- Zecca L. (2016) *Didattica laboratoriale e formazione*, Franco Angeli, Milano.

Programmazione dei Fondi Strutturali Europei 2014-2020.

Programma Operativo Nazionale plurifondo “Per la scuola competenze e ambienti per l'apprendimento”.

FSE/FESR-2014IT05M2OP001 - Asse I “Istruzione” OS/RA 10.2, Progetto "CODING e ROBOTICA", codice 10.2.7.A2-FSE PON-INDIRE-2017-1, CUP B59B17000000006



# **Programmare un robot in ospedale. Una ricerca sul coinvolgimento dei bambini in attività di robotica educativa**

di *Cristina Torre, Gilda Bozzi e Roberta Fadda*

## **Introduzione**

L'obiettivo del lavoro di ricerca qui presentato è quello di valutare il livello di attenzione e di coinvolgimento manifestato da bambine e bambini di età compresa dagli 8 agli 11 anni nei confronti di un compito di programmazione robotica svolto presso il reparto "day hospital" del Grande Ospedale Metropolitano Niguarda, denominato anche ospedale Niguarda Ca' Granda, di Milano. L'analisi esplorativa qui proposta può fornire spunti per riflettere sulle potenzialità ludico-didattiche dei robot in contesti ospedalieri, colmando un relativo vuoto nella letteratura del settore, concentrata principalmente su contesti di tipo scolastico.

Pochi sono, in effetti, gli studi sulle potenzialità ludiche ed educative dei robot in contesti ospedalieri, come emerge da recenti rassegne della letteratura (Scaradozzi *et al.*, 2019; Angel-Fernandez e Vincze 2018; Belpaeme *et al.*, 2018; Mubin *et al.*, 2013; Benitti, 2012). Alcune ricerche condotte finora sono dedicate all'analisi delle ricadute psico-sociali ed emotive dell'interazione ludica tra bambini e robot. Il lavoro di Castiglioni e colleghi (2018), per esempio, è dedicato alla valutazione degli effetti emotivi di alcune attività di programmazione robotica sulle emozioni di bambini e bambine ospedalizzati. Alcuni studi si concentrano su come i robot umanoidi possano supportare i bambini nella gestione di procedure mediche dolorose. Beran e colleghi (2013), per esempio, hanno studiato come l'interazione con un robot umanoide possa ridurre il dolore e l'ansia dei bambini sottoposti a vaccinazione antinfluenzale. Nalin e colleghi (2011) si sono chiesti se i robot umanoidi possano costituire un efficiente strumento

di supporto per migliorare il benessere dei bambini ospedalizzati; i partecipanti allo studio hanno affermato, attraverso un questionario, che i robot possono sostenerli quando si sentono tristi o preoccupati per qualcosa.

Il lavoro qui proposto si distingue da quelli appena citati: l'obiettivo non riguarda la comprensione delle dinamiche emotive di bambini che interagiscono con robot in contesti ospedalieri bensì, come anticipato, i livelli di attenzione e coinvolgimento durante attività di programmazione robotica svolti in ospedale. La ricerca si è svolta anche attraverso la preziosa collaborazione di un'insegnante della scuola in ospedale facente parte della pediatria dell'Ospedale Niguarda Ca'Granda, e si è avvalsa della strumentazione tecnologica fornita dal RobotiCSS Lab - Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali del Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "R. Massa" Università degli Studi di Milano-Bicocca.

Come messo in luce più avanti, lo studio ha coinvolto anche l'analisi della cosiddetta attenzione congiunta, che svolge un ruolo importante in molti processi di apprendimento. Fenomeni di attenzione congiunta si verificano quando due persone prestano attenzione allo stesso oggetto, che in genere è fissato simultaneamente da entrambi. Tali fenomeni possono essere innescati da una delle due persone attraverso la rapida alternanza di sguardi rivolti all'altra persona e all'oggetto che diventerà di attenzione comune. L'orientamento dell'attenzione mediato dallo sguardo ha un ruolo fondamentale nello sviluppo. Nella ricerca si evince che anche i bambini di 3 mesi sono in grado di discriminare lo sguardo distolto e spostare l'attenzione all'oggetto di attenzione comune (Hood *et al.*, 1998). Uno sguardo distolto infatti, può innescare un corrispondente spostamento dell'attenzione nella stessa direzione di quello segnalato dallo sguardo (Friesen e Kingstone, 1998, Driver *et al.*, 1999). Inoltre, la comprensione della linea di sguardo degli altri e il successivo orientamento nella stessa direzione sembra essere la base per lo sviluppo della linguistica dei neonati, e consente di stabilire una relazione triadica tra il bambino, un'altra persona e l'oggetto comune di attenzione (Striano e Reid, 2006). I bambini seguono dunque lo sguardo degli adulti principalmente quando ci sono alcuni segnali anticipatori che suggeriscono una relazione comunicativa con loro, come un contatto visivo prolungato (Senju e Csibra, 2008; Senju *et al.*, 2008).

La capacità di dirigere l'attenzione altrui in questo modo, stabilendo dunque relazioni di attenzione congiunta, svolge un ruolo importante nel sistema di apprendimento sociale basato sulla comunicazione (che coinvolge, per esempio, la comprensione dell'intenzione implicita di condividere

un interesse da parte di altre persone) e finalizzato allo scambio di conoscenze tra adulti e bambini (Csibra e Gergely, 2009)

Nel resoconto che segue si utilizzerà, per comodità, un solo genere (quello femminile) per riferirsi alle persone che hanno partecipato all'attività. Si tratta di una scelta puramente linguistica, dato che è stato assicurato un bilanciamento di genere nella scelta del gruppo sperimentale.

## **I metodi dell'indagine**

### ***L'attività***

Come anticipato, il lavoro qui descritto è stato svolto presso il reparto “day hospital” dell’Ospedale Niguarda Ca’ Granda di Milano. Ha coinvolto 5 bambini e bambine di età compresa tra gli 8 e gli 11 anni, accompagnati da un adulto. L’attività, svolta individualmente da ciascun partecipante, ha avuto una durata non superiore ai 60 minuti ed è stata strutturata in alcune fasi:

1. un “brainstorming” esplorativo sulle componenti e funzionalità del robot, che ha coinvolto il partecipante e l’adulto accompagnatore;
2. la spiegazione di alcuni aspetti del funzionamento del robot e delle modalità di programmazione, finalizzata a mettere il partecipante in grado di svolgere con successo l’attività;
3. la presentazione della consegna;
4. lo svolgimento dell’attività da parte del partecipante, con eventuali interventi dell’adulto accompagnatore.

Il robot utilizzato è il Lego Mindstorms Ev3 (Lego Education), che i partecipanti hanno programmato attraverso il software proprietario scaricabile gratuitamente sul sito della casa produttrice (fig. 1) e installato su un calcolatore portatile. Il software fornisce uno spazio di lavoro all’interno del quale è possibile comporre i programmi combinando vari blocchi di programmazione; fornisce inoltre gli strumenti per la connessione del robot al computer tramite Bluetooth e per l’esecuzione del programma.



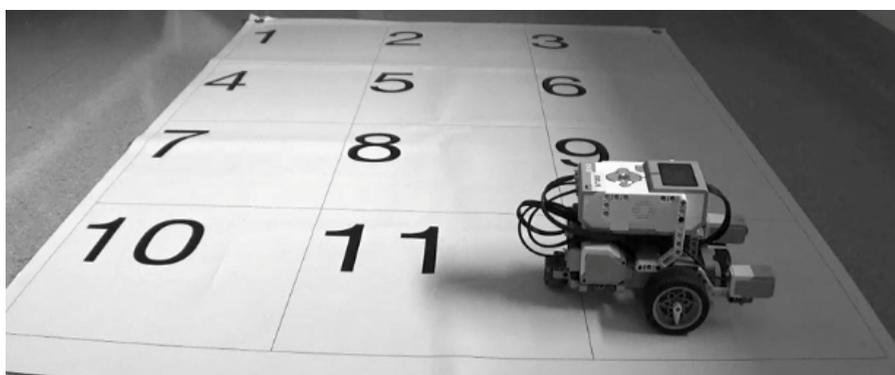
Fig. 1 - Schermata iniziale del software di programmazione

La prima fase dell'attività, di circa 5/10 minuti, è esplorativa sia per la bambina e il genitore, sia per la conduttrice che, attraverso alcune domande, indaga le eventuali conoscenze pregresse rispetto al robot. L'obiettivo di questa fase è quello di "rompere il ghiaccio" e di catturare l'interesse della bambina nei confronti dell'oggetto stimolando l'interesse rispetto all'attività che verrà svolta nelle seguenti fasi. Si richiede alla bambina di analizzare i componenti del robot esortandola a formulare ipotesi rispetto al suo funzionamento e alle sue parti. Al termine del breve brainstorming, la conduttrice descrive funzionalità e componenti del robot confermando o meno le ipotesi precedenti della bambina e dell'adulto.

Durante la seconda fase il robot viene posizionato a terra dalla conduttrice e la bambina e il genitore si trovano davanti allo schermo del computer portatile. In circa 10/15 minuti, la conduttrice fornisce informazioni di base rispetto all'utilizzo del software di programmazione del robot, esponendo il funzionamento di quattro blocchi di programmazione inseriti nella sezione "azione" – motore grande, movimento con controllo sterzo, movimento tipo cingolato, suono – e di due blocchi di programmazione presenti nella sezione "controllo flusso" – ciclo e selettore. La scelta di un numero limitato di blocchi di programmazione è stata finalizzata a ridurre le possibilità di confusione e a semplificare la struttura dell'attività.

La fase di spiegazione dei comportamenti del robot alterna momenti frontali e momenti dimostrativi; la conduttrice invita bambina e genitore a formulare delle ipotesi rispetto alla funzione del blocco di programmazione visualizzato in quel momento e la bambina ha la possibilità di svolgere alcune prove con il robot prima di passare all'attività vera e propria.

La terza fase è dedicata alla presentazione del problema di programmazione che la partecipante è invitata a risolvere. Il robot si trova a terra, posizionato in maniera casuale sopra un tabellone numerico organizzato in dodici caselle (fig. 2). La conduttrice chiede alla bambina e all'adulto di posizionare manualmente il robot all'interno della casella numero 1 e di programmarlo per far sì che arrivi alla casella numero 10 senza però toccare la casella numero 7 e la casella numero 8. Le autrici ritengono che le fasi precedenti dell'attività forniscano alle partecipanti conoscenze sufficienti a risolvere questo problema.



*Fig. 2 - Robot posizionato in maniera casuale sopra il tabellone numerico*

Dopo la presentazione della consegna, la partecipante è invitata a risolvere il problema posto chiedendo, se necessario, aiuto al genitore. Durante questa fase, la conduttrice svolge unicamente il ruolo di osservatrice e si astiene dall'intervenire direttamente nel processo di programmazione.

## **Metodi di analisi dell'attività**

Le attività sono state videoregistrate attraverso

- una videocamera di tipo “handycam” orientata verso il robot e tesa a registrarne i movimenti;
- una videocamera grandangolare di tipo “GoPro” per la ripresa complessiva dello scenario (robot, partecipanti, contesto ambientale);
- la webcam frontale del computer portatile, che permette di filmare il volto dei partecipanti.

È stato inoltre utilizzato un software (Flashback Express Recorder) che ha permesso di “catturare” lo schermo del computer portatile durante l'attività, e di registrare dunque il processo di programmazione dei partecipanti.

L'analisi dei video, realizzata attraverso il software di annotazione video ELAN, è stata svolta dalla conduttrice dell'attività sulla base di una griglia (immagine 3) per la rilevazione degli sguardi e del comportamento linguistico dell'adulto (caretaker) e del partecipante (bambina). La griglia è stata elaborata sulla base degli studi precedenti sull'interazione uomo-robot e sulla capacità di seguire la direzione dello sguardo nei bambini (Kozima *et al.*, 2005; Fadda *et al.*, 2020).

Le categorie incluse nella griglia identificano le seguenti modalità di sguardo da parte del partecipante:

- attenzione all'attività (lo sguardo della bambina è focalizzato sull'oggetto dell'attività, computer o robot);
- attenzione al caretaker (lo sguardo è focalizzato sul caretaker);
- attenzione congiunta (sguardo alternato tra caretaker e area in cui si trova l'oggetto, computer o robot, nell'arco di 3-5 secondi).

Le categorie di codifica identificano inoltre le seguenti modalità di orientamento dello sguardo da parte del caretaker, che riflettono quelle appena introdotte:

- attenzione all'attività (lo sguardo del caretaker è focalizzato sull'oggetto dell'attività, computer o robot);
- attenzione alla bambina (lo sguardo è focalizzato sulla bambina);
- attenzione congiunta (lo sguardo si alterna tra bambina e area in cui si trova l'oggetto, computer o robot, nell'arco di 3-5 secondi).

La griglia comprende inoltre una categoria per identificare i momenti in cui la bambina o l'adulto producono verbalizzazioni e azioni che riguardano l'attività. L'annotazione tramite ELAN è stata di tipo “*event sampling*”

ed è consistita nell'identificare gli intervalli temporali in cui si verificavano i fenomeni indicati da ogni categoria. I risultati consistono dunque in un certo numero di intervalli temporali per ogni video acquisito.

*Tab. 1 - Griglia di analisi per l'osservazione*

<i>Caretaker</i>	
<b>Attenzione congiunta</b>	Il caretaker alterna lo sguardo tra la bambina e l'oggetto secondo la sequenza rapida persona-oggetto-persona che realizza nell'arco di 3-5 secondi (dove oggetto = calcolatore portatile o robot)
<b>Attenzione alla bambina</b>	Il caretaker guarda la bambina
<b>Attenzione all'attività</b>	Il caretaker focalizza la sua attenzione sull'oggetto dell'attività (calcolatore portatile o robot)
<b>Altro</b>	Linguaggio rivolto alla conduttrice, azioni e linguaggio prodotti dalla conduttrice e sguardo dei partecipanti rivolto verso la conduttrice o lo scenario
<i>Bambina</i>	
<b>Attenzione congiunta</b>	La bambina alterna lo sguardo tra il caretaker e l'oggetto secondo la sequenza rapida persona-oggetto-persona che si realizza nell'arco di 3-5 secondi (dove oggetto = calcolatore portatile o robot)
<b>Attenzione alla bambina</b>	La bambina guarda il caretaker
<b>Attenzione all'attività</b>	La bambina focalizza la sua attenzione sull'oggetto dell'attività (calcolatore portatile o robot)
<b>Altro</b>	Linguaggio rivolto alla conduttrice, azioni e linguaggio prodotti dalla conduttrice e sguardo dei partecipanti rivolto verso la conduttrice o lo scenario

La figura 3 rappresenta una schermata del software ELAN durante l'analisi dei video.

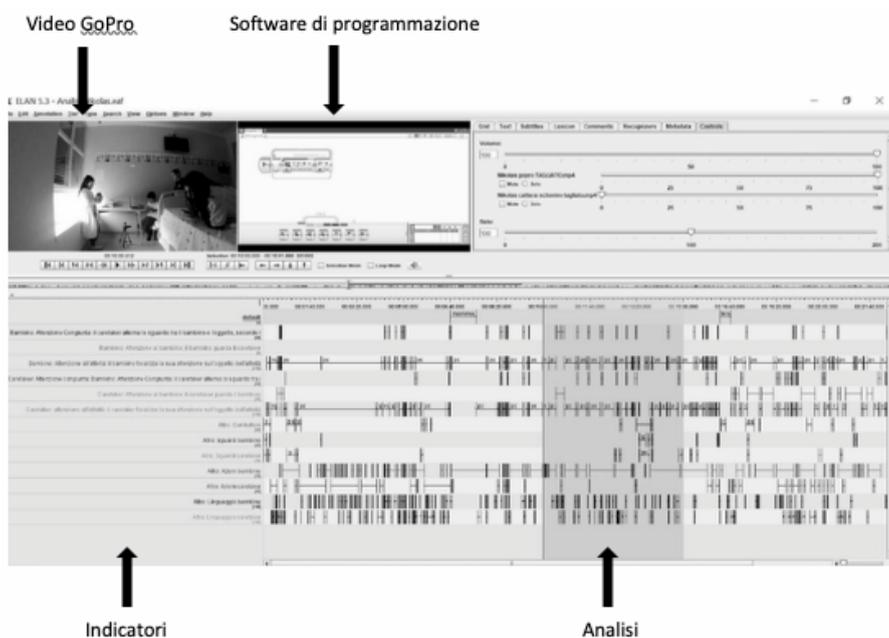


Fig. 3 - Esempio di schermata "Elan"

L'attività è stata progettata per risultare piacevole e divertente per le partecipanti. È stata chiesta debita autorizzazione ai genitori e nessuna informazione che permetta di risalire all'identità delle partecipanti è stata conservata. La conduttrice è stata costantemente pronta a interrompere l'attività qualora la partecipante manifestasse segni di disagio (circostanza mai verificatasi).

## I risultati

Questa e le sezioni successive presentano e discutono i dati quantitativi relativi alla durata temporale degli intervalli definiti dalle varie categorie di analisi sui video della fase 3. La durata è indicata in percentuale rispetto alla durata totale dell'osservazione corrispondente a ogni partecipante.

## Attenzione delle bambine

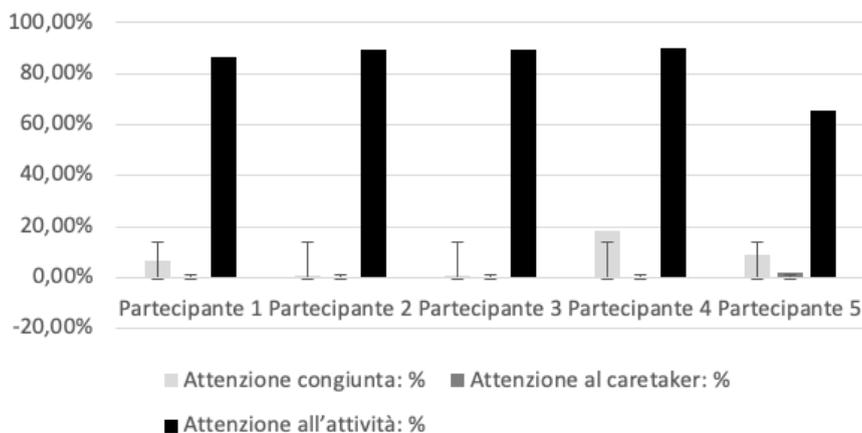


Fig. 4 - Percentuali delle tre tipologie di attenzione di ogni singola bambina

L'analisi dei livelli di attenzione delle bambine, rappresentata in Figura 4, hanno indicato che le partecipanti hanno prestato mediamente un'attenzione all'attività pari a 84,30% (deviazione standard = 9,39), un'attenzione congiunta pari a 6,86% (deviazione standard= 6,61), un'attenzione al caretaker pari a 0,39% (deviazione standard=0,78). I dati suggeriscono dunque che, in media, le partecipanti hanno mostrato un'attenzione prevalente nei confronti dell'attività e una bassa percentuale di attenzione congiunta e di attenzione al caretaker.

Degna di particolare nota è la partecipante 5, che ha mostrato tempi di attenzione nei confronti dell'attività marcatamente inferiori rispetto al resto dei partecipanti (65,69%) e un livello maggiore di attenzione visiva al caretaker (1,96%) rispetto agli altri partecipanti. La bambina in questione è la minore di età nel gruppo di partecipanti (8 anni contro i 10, 11, 11 e 10 anni degli altri partecipanti) ed è stata l'unica a non portare a termine il compito assegnato, chiedendo supporto al caretaker e al conduttore dell'attività. Sembrerebbe pertanto che un valore più alto di attenzione al caretaker possa essere indicativo di una difficoltà nello svolgere in autonomia l'attività.

Questa interpretazione sembrerebbe confermata dai dati relativi alla percentuale di attenzione che i caretaker hanno rivolto alle bambine, che sono illustrati nel grafico sottostante (fig. 5).

## Attenzione dei caretaker

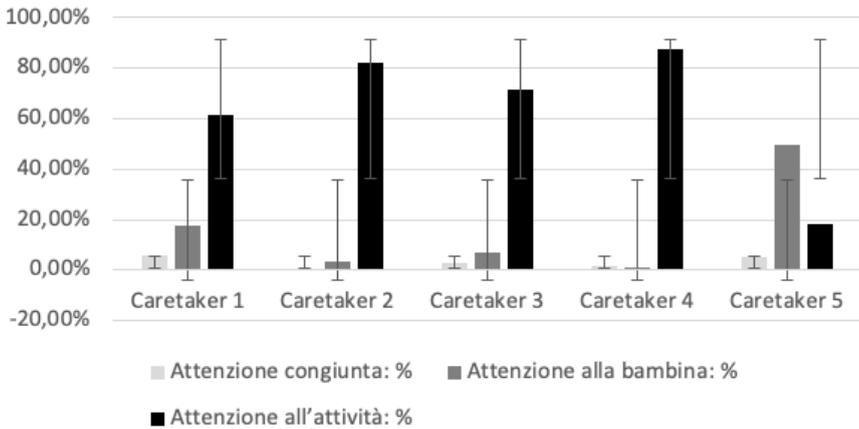


Fig. 5 - Percentuali delle tre tipologie di attenzione di ogni singolo caretaker

I valori medi dell'attenzione al compito da parte del caretaker sono stati pari a 75,58% (deviazione standard=9,97%), di attenzione ai partecipanti pari a 7,39% (deviazione standard=6,46) e di attenzione congiunta pari a 2,24% (deviazione standard = 2,24). È importante considerare che il caretaker della bambina 5 ha dimostrato valori più bassi di attenzione al compito e valori più alti di attenzione alla bambina rispetto agli altri caretaker. Questi risultati sono coerenti con i comportamenti attentivi della bambina che abbiamo precedentemente illustrato, indicando che bambina e caretaker sono stati maggiormente in contatto visivo nel corso dell'esecuzione dell'attività, forse nell'intento comune di risolvere insieme i posti dal compito.

Infine, i risultati del nostro lavoro indicano che in media i caretaker hanno trascorso un tempo maggiore ad osservare le bambine rispetto al tempo dedicato ad osservare l'attività. La tendenza è opposta nelle bambine, che invece hanno dedicato un'attenzione maggiore al compito e molto bassa ai caretaker. Questi risultati possono essere spiegati dal diverso ruolo esercitato da caretaker e bambine. I caretaker, infatti, non erano direttamente impegnati nell'attività e pertanto hanno potuto disimpegnare maggiormente l'attenzione dal compito per rivolgerla alle bambine e cercare di ca-

pire se avessero bisogno di aiuto. Di contro le bambine, essendo impegnati in prima persona nel compito, hanno dedicato un tempo maggiore all'attività e un'attenzione bassa ai caretaker, indicativa di un alto livello di autonomia. Degno di nota è anche il fatto che i tempi di attenzione ai partecipanti sono, in media, più elevati (per quanto piuttosto bassi) rispetto ai tempi di attenzione ai caretaker: in altre parole, i caretaker hanno passato più tempo a guardare la bambina rispetto al tempo che le bambine hanno speso nel guardare i caretaker.

## Conclusioni

Il numero esiguo di bambine coinvolte e la scelta di un unico contesto di indagine non permettono di trarre conclusioni generalizzabili sulle potenzialità educative dei robot in contesti ospedalieri. Forniscono tuttavia elementi significativi per individuare indicatori comportamentali del coinvolgimento dei partecipanti nel corso delle cinque esperienze osservate. Gli elevati tempi di attenzione rivolti all'attività suggeriscono il fatto che le bambine partecipanti, pur trovandosi in una situazione tipicamente associata a un certo livello di disagio fisico e psicologico come può essere quella del day hospital, sono stati coinvolti dall'attività proposta. I bassi livelli di attenzione congiunta e di attenzione al caretaker suggeriscono, al netto di spiegazioni alternative, che le bambine abbiano svolto l'attività in relativa autonomia, ovvero senza coinvolgere l'adulto di riferimento (con l'unica eccezione della partecipante 5). Non essendo presenti in questo lavoro gruppi di controllo di alcun tipo, non è possibile trarre alcuna indicazione sul ruolo che vari aspetti dell'esperienza condotta (che includono il robot utilizzato, la struttura dell'attività, le caratteristiche del contesto, le modalità di conduzione) hanno svolto nella produzione di questi risultati. Il lavoro qui proposto può comunque fornire alcuni spunti iniziali per proseguire la ricerca sui livelli di coinvolgimento in attività di programmazione robotica negli ospedali, tema su cui la letteratura è, come abbiamo sottolineato, relativamente carente.

Estensioni del lavoro qui presentato possono coinvolgere una versione rivista e più comprensiva della griglia di analisi. Nelle esperienze qui descritte, il caretaker è stato invitato a essere il più esterno possibile all'azione. Questo aspetto può aver costituito un limite importante del nostro lavoro.

Nello studio qui presentato, l'analisi è stata condotta sui video relativi alla fase 3 (esecuzione autonoma dell'attività da parte del partecipante). Il fatto che il caretaker sia stato invitato a svolgere un ruolo più affine alla "compagnia passiva" può spiegare il fatto che gli episodi di attenzione congiunta verso il caretaker sono rari o addirittura assenti. Si potrebbe pensare, in un lavoro futuro, di coinvolgere maggiormente il genitore nell'attività, per esplorare i benefici della programmazione robotica sulla pedagogia naturale nella scuola in ospedale. Infine, poiché numerosi studi hanno dimostrato che gli episodi di attenzione congiunta possono avere una forte connotazione culturale (vedi ad es: Arauz *et al.*, 2019), sarebbe interessante comparare lo studio dell'interazione mediata dai robot in bambini provenienti da culture diverse

In secondo luogo, si potrebbe pensare di osservare la stessa tipologia di attività con gruppi di partecipanti più ampi e in contesti ospedalieri differenti, che potrebbero includere non soltanto degenze brevi come quelle che caratterizzano il "day hospital" ma anche degenze più lunghe come quelle indagate dallo studio di Castiglioni e colleghi (2018).

## Bibliografia

- Angel-Fernandez, J. M., e M. Vincze (2018), *Towards a Definition of Educational Robotics*", in Proceedings of the Austrian Robotics Workshop 2018, *Conference series*, Innsbruck: Innsbruck University Press.
- Arauz R.M., Dexter A.L., Rogoff B., Aceves-Azuara I. (2019), "Children's Management of Attention as Cultural Practice", In: Tulviste T., Best D., Gibbons J. (eds) *Children's Social Worlds in Cultural Context*, Springer.
- Aureli T. (1997), *L'osservazione del comportamento del bambino*, Il Mulino, Bologna.
- Barreto Vavassori Benitti F. (2012), "Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review", *Computers & Education*, 58: 978-988.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., e Tanaka, F. (2018), "Social robots for education: A review", *Science Robotics*, 3, 21: 1-10.
- Beran T.N., Ramirez-Serrano A., Vanderkooi O.G., Kuhn S. (2013), "Reducing children's pain and distress towards flu vaccinations: a novel and effective application of humanoid robotics", *Vaccine*, 31, 25: 2772-7.
- Castiglioni M., Zappa G., Pepe A. (2018), "L'uso ludico-didattico dei robot in pediatria. Una ricerca esplorativa sul benessere dei bambini ricoverati", *Mondo Digitale*, 17, 75: 1-18.

- Csibra G., Gergely G. (2009), "Natural Pedagogy", *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 4: 148-153.
- De Rossi M., Restiglian E. (2013), *Narrazione e documentazione educative. Percorsi per la prima infanzia*, Carocci, Roma.
- Driver J., Davis G., Ricciardelli P., Kidd P., Maxwell E., Baron-Cohen S. (1999), "Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting", *Visual Cognition*, 6, 5: 509-540.
- Fadda, R., Congiu, S., Doneddu, G., Striano, T. (2020), "Inspiring robots: Developmental trajectories of gaze following in humans", *Rivista Internazionale di Filosofia e Psicologia*, 11, 2: 211-222.
- Ferranti C. (2018), *Giocare e apprendere con le tecnologie. Esperienze da 0 a 6 anni*, Carocci Faber, Roma.
- Fredricks J.A., Blumenfeld P.C., Paris A.H. (2004), "School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence", *Review of Educational Research*, 74, 1: 59-109.
- Friesen C.K., Kingstone A. (1998), "The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze", *Psychonomic Bulletin and Review*, 5, 3: 490-495.
- Hood B.M., Douglas Willen J., Driver J. (1998), "Adult's eyes trigger shifts of visual attention in human infants", *Psychological Science*, 9, 2: 131-134.
- Kozima, H., Nakagawa C., Yasuda, Y. (2005), "Designing and Observing Human-Robot Interactions for the Study of Social Development and its Disorders", *Proceedings 2005 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation*, June 27-30, Espoo, Finland.
- Laurent J., Catanzaro S.J., Joiner T.E. Jr., Rudolph K.D., Potter K.I., Lambert S., Osborne L., Gathright T. (1999), "A measure of positive and negative affect for children: Scale development and preliminary validation", *Psychological Assessment*, 11, 3: 326-338.
- Mantovani S. (a cura di) (1998), *La ricerca sul campo in educazione. I metodi qualitativi.*, Bruno Mondadori, Milano.
- Mubin O., Stevens C.J., Shahid S., Al Mahmud A., Dong J.J. (2013), "A review of the applicability of robots in education", *Technology for Education and Learning*, 1: 1-7.
- Nalin M., Bergamini L., Giusti A., Baroni I., Sanna A. (2011), "Children's perception of a Robotic Companion in a mildly constrained setting", *Proceedings of IEEE/ACM Human-Robot Interaction 2011 Conference (HRI2011 - Robots with Children Workshop)*.
- Pastori G. (2017), *In Ricerca. Prospettive e strumenti per educatori e insegnanti*, Edizioni Junior-gruppo Spaggiari, Parma.
- Scaradozzi, D., Screpanti, L., e Cesaretti, L. (2019), "Towards a definition of educational robotics: a classification of tools, experiences and assessments", In *Smart Learning with Educational Robotics - Using Robots to Scaffold Learning Outcomes*, 63-92, Springer, Cham.

- Senju A., Csibra G. (2008), "Gaze Following in Human Infants Depends on Communicative Signals", *Current Biology*, 18, 9: 668-671.
- Senju A., Csibra G., Johnson M. H. (2008), "Understanding the referential nature of looking: Infants' preference for object-directed gaze", *Cognition*, 108, 2: 303-319.
- Striano T., Reid V. M. (2006), "Social cognition in the first year", *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 10: 471-476.

# Robotica educativa e concetti di relazione spaziale e temporale. Una sperimentazione nella scuola primaria

di Sandro Brignone, Lorenzo Denicolai, Renato Grimaldi, Silvia Palmieri

## Premessa<sup>1</sup>

Questo lavoro ha la sua premessa nelle parole di Bruno Bettelheim (1978): «Di un uomo basta che mi diate i primi sette anni della sua vita, lì c'è tutto, il resto tenetevelo pure». Ed è proprio in questa classe di età che si è inteso lavorare e, precisamente, quando il bambino frequenta la scuola dell'infanzia ed entra nella primaria. È nostra convinzione che occorra operare in questa fase evolutiva dell'alunno, poiché dopo potrebbe essere, se non troppo tardi, forse molto impegnativo. Lo stesso rapporto della Commissione Europea/EACEA/Eurydice (2012, p. 37) sottolinea l'importanza di interventi precoci: «Individuando le difficoltà durante i primi anni dell'istruzione primaria o addirittura dal livello preprimario, diventa possibile evitare che gli alunni adottino strategie inadeguate e fraintendimenti che potranno diventare ostacoli durante il loro percorso educativo (Williams, 2008). Un intervento precoce può anche permettere di evitare di sviluppare una certa ansia nei confronti della matematica, fattore di insuccesso tra gli studenti più maturi (Dowker, 2004)».

Ci si rivolge, dunque, ai *digital natives* che Gray (2010) tratteggia come la generazione che, da quando è nata, non è stata neanche un giorno senza Internet; alunni che, varcando la soglia della scuola, spesso si trovano in un mondo parallelo a loro estraneo, in cui sovente si annoiano. Si è andati nella direzione di trovare risorse “diagnostiche” e “terapeutiche” valide per

<sup>1</sup> Sandro Brignone ha scritto i paragrafi “Premessa” e “Per una valutazione della robotica educativa: un disegno sperimentale”.

Silvia Palmieri ha scritto il paragrafo “Lo strumento di rilevazione: il TCR”.

Renato Grimaldi ha scritto i paragrafi “Il progetto di ricerca” e “I risultati della sperimentazione”.

Lorenzo Denicolai ha scritto il paragrafo “Il robot come medium: pensare e agire tecnologicamente”.

affrontare i problemi educativi, al tempo stesso fornire dati per una valutazione degli istituti e del sistema scolastico (non dei singoli docenti), come argomenta il quarto Rapporto della Fondazione Agnelli (2014) sul sistema d'istruzione nazionale. Risorse didattiche che forniscano alla *governance* della scuola strumenti per operazioni di *accountability*, ossia il rendere conto in modo trasparente e costante del proprio operato a due importanti *stakeholders* del sistema dell'istruzione, le autorità educative e le famiglie degli allievi (cfr. ancora Fondazione Agnelli, 2014). Il riferimento è, in particolare, a una *soft accountability*, capace di fare emergere eccellenze e lacune in presenza di chiari e condivisi standard educativi, anche in un discorso comparativo di vasto raggio, con l'intento però di non premiare solo i migliori e penalizzare gli altri – aumentando quindi l'intervallo delle disegualianze – ma intervenire con risorse e formazione per gli insegnanti, laddove si renda necessario. Una “didattica ampliata” dovrebbe, quindi, consentire a insegnanti e allievi di vedere e sperimentare i concetti con l'uso delle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (TIC), usando laboratori virtuali, stampanti 3D, software di simulazione o robot<sup>2</sup>.

## Il progetto di ricerca

Nel 2012 la Facoltà di Scienze della Formazione dell'Università di Torino si è dotata – sotto la presidenza di chi scrive – di un Laboratorio di robotica educativa, destinato prevalentemente a studenti del corso di studi in Formazione Primaria (futuri insegnanti di scuola), costituito da Bee-Bot<sup>®</sup>, Scribbler<sup>®</sup>, Moway<sup>®</sup> e Lego NXT<sup>®</sup>. Tale esperienza si è poi concretizzata nel Laboratorio di simulazione del comportamento e robotica educativa “Luciano Gallino” istituito nell'ambito del Progetto di Eccellenza vinto dal Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione nel 2018.

È nell'ambito del Protocollo tra il Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione, l'Ufficio Scolastico Regionale del Piemonte, ASL\_TO3 e la Direzione Didattica “G. Marconi” di Collegno, in provincia di Torino, che ha preso forma la ricerca i cui esiti sono illustrati di seguito. La domanda di ricerca da cui è partito il nostro lavoro si è oggettivata nell'ipotesi che esistano lacune nelle conoscenze dei concetti di relazione spazio-temporale negli alunni dai 5 agli 8 anni.

<sup>2</sup> «Il lato scientifico-culturale dell'informatica, definito anche *pensiero computazionale*, aiuta a sviluppare competenze logiche e capacità di risolvere problemi in modo creativo ed efficiente, qualità che sono importanti per tutti i futuri cittadini. Il modo più semplice e divertente di sviluppare il *pensiero computazionale* è attraverso la programmazione (*coding*) in un contesto di gioco» (<http://www.programmailfuturo.it/progetto>).

Lo studio si basa sulle ricerche di Hattie (2009) e Hattie e Yates (2014), sostenitori di metodologie di ricerca quantitativa fondate su prove empiriche (*evidence based*). Per misurare tali lacune è stato utilizzato il TCR (*Test of Relational Concepts*), test standardizzato negli USA da Edmonston e Thane (2010). Tali concetti sono molto importanti, dato che sono alla base dell'acquisizione di conoscenze da parte dei bambini e bambine. Nel 2013, il TCR è stato somministrato a tutti gli alunni della prima classe primaria (elementare) della scuola Marconi di Collegno (sono un centinaio) e si è riscontrato che effettivamente tali lacune sono evidenti e che, in particolare, l'alunno medio si colloca nel 33° percentile, dunque ancora con molta strada da fare nel percorso educativo (vedi Grimaldi, 2015). Uno studio pilota in tal senso si può confrontare in Di Lieto *et al.*, 2017. In una riunione del Consiglio dei docenti della Direzione Marconi si sono illustrate le criticità della scuola. Per potenziare i concetti di relazione spazio-temporale si è deciso di introdurre l'uso della robotica, in particolare dei Bee-Bot<sup>3</sup>. Tali mini robot sono facili da programmare e sono fortemente inclusivi, poiché consentono la partecipazione sia di allievi con scarse conoscenze linguistiche (per esempio il bambino straniero appena arrivato in Italia) sia di alunni con disturbi specifici di apprendimento. Vasta è la letteratura inerente all'utilizzo dei robot in educazione; a titolo esemplificativo, si veda il numero monografico della rivista "Pedagogika.it" (2017, XXI\_1).

È stato quindi messo in atto un disegno sperimentale coinvolgendo le Direzioni Didattiche di Collegno e Domodossola (si tratta di due Centri Territoriali per l'Inclusione riconosciuti dal Miur); la ricerca ha riguardato 221 alunni a Collegno e 122 alunni a Domodossola intervistati a ottobre 2014 e reintervistati a giugno del 2015 (vedi sezioni 4 e 5). Il lavoro ha dimostrato – come si vedrà – il valore della robotica educativa nel potenziamento delle conoscenze dei concetti di relazione spazio-temporale.

## Lo strumento di rilevazione: il TCR

Il TCR (*Test of Relational Concepts*)<sup>4</sup> è stato validato in USA e normalizzato su di un campione di 1.000 alunni. Il suo utilizzo consente di misu-

<sup>3</sup> Si sono scelti robot dai costi contenuti, anche per evitare una nuova seconda forma di *digital divide*, la cui prima è stata studiata in una corposa indagine che aveva coinvolto circa cinquemila insegnanti di ogni ordine e grado del Piemonte, ricerca sostenuta dalla Fondazione per la Scuola, Fondazione CRT e Ufficio Scolastico Regionale per il Piemonte (Grimaldi, 2006).

<sup>4</sup> Cfr. Edmonston, Thane (2010). «Valutare il grado di comprensione linguistico-cognitiva dei "concetti di relazione", con particolare riferimento ai concetti spaziali e tempo-

rare le conoscenze degli alunni attraverso il punteggio grezzo (le risposte a 56 items) e di compararle con quelle dei pari USA mediante punteggio standard e rango percentile ricavati da tabelle normative. Il punteggio standard USA è ottenuto dal punteggio grezzo mediante una trasformazione in punteggi T (con una distribuzione che ha media 50 e deviazione standard 10); tale trasformazione è stata fatta per ciascuna delle 10 classi di età previste dal TCR (utilizzando media e deviazione standard del punteggio grezzo della classe di età, ovviamente del campione USA) che copre da 3 a 8 anni in classi che crescono progressivamente di sei mesi in sei mesi di età<sup>5</sup>. Dunque, a partire dal punteggio grezzo che restituisce la performance di ciascun alunno, è stato attribuito il relativo punteggio standard e rango percentile presi dalle tavole normative USA; in tal modo è stato reso possibile valutare il punteggio standardizzato di ciascun caso e la sua posizione nella distribuzione dei pari età USA.

Il punteggio standard consente anche di controllare i progressi di un singolo alunno nel tempo; dato che è normalizzato in classi di sei mesi di età, è possibile seguire lo sviluppo di un singolo caso, dai 3 agli 8 anni. L'applicazione del TCR nella scuola dell'infanzia e nelle prime classi della scuola primaria permette un monitoraggio dell'acquisizione delle conoscenze e può fornire utile supporto nella formazione delle classi oltre a contribuire all'individuazione di alunni con difficoltà di apprendimento. Inoltre, il TCR è uno strumento pedagogico importante per l'insegnante in

rali, dà spesso importanti informazioni in caso di difficoltà di apprendimento. Facile da somministrare, il test TCR (*Test of Relational Concepts*) può essere utilizzato dallo psicologo e dal pedagogista per diagnosi formali, ma anche dall'insegnante per valutazioni di tipo didattico. I concetti sono presentati attraverso schede con figure-stimolo semplici e lineari, allegate al manuale, che si possono somministrare anche in successive attività di recupero o di insegnamento. Alla base del funzionamento cognitivo e dello sviluppo linguistico vi è la padronanza completa di alcuni concetti fondamentali, come i concetti di relazione spazio-temporale, che spesso vengono dati per scontati con gli alunni normodotati, ma che possono essere presenti in modo incompleto o distorto nei bambini con ritardo mentale. Una precisa valutazione di queste difficoltà da parte dell'insegnante è indispensabile per poter programmare un intervento didattico mirato ed efficace».

<sup>5</sup> «Molti testi psicologici e sociologici vengono costruiti nella prospettiva di ottenere una distribuzione rappresentata approssimativamente da quella normale standardizzata dei punteggi. Poiché non è molto conveniente, e addirittura può essere fuorviante in alcuni casi, avere a che fare con distribuzioni contenenti parecchi valori negativi, si usa trasformare i punteggi  $z$  in punteggi  $T$  mediante la semplice equazione:  $T=100+10*z$  [Nda: nel nostro caso la formula è  $T=50+10*z$ ]. Questa trasformazione fornisce una media pari a 50 e uno scarto quadratico medio [deviazione standard] pari a 10, cosicché vengono eliminati tutti i valori negativi. Va anche ricordato che spesso i ricercatori arrotondano le cifre decimali all'intero più vicino in modo da eliminare i decimali stessi. I punteggi  $T$  possono essere facilmente ritrasformati in punteggi  $z$  semplicemente mediante l'equazione inversa della precedente» (cfr. <http://pellerey.unisal.it/052006.pdf>).

quanto non richiede per la somministrazione della presenza di uno psicologo, neuropsichiatra infantile o logopedista; per la somministrazione necessita di un tempo contenuto, che va dai 10 ai 15 minuti. I dati sono elaborati complessivamente e in forma anonima. Ciascun alunno ha un codice convenzionale e nel caso di posizionamenti in livello di attenzione, con il consenso di insegnanti e genitori/tutori, è possibile risalire all'identità del singolo alunno per intraprendere azioni didattiche di potenziamento.

La Fig. 1 e la Fig. 2 mostrano esempi di items rispettivamente dell'area spaziale e di quella temporale<sup>6</sup>. La Fig. 3 è la scheda cartacea mediante la quale sono raccolte, per ciascun alunno, le risposte a 56 domande/items, successivamente accorpate in 33 concetti/dimensioni. Come si può osservare, alcuni concetti vengono rilevati con due items, alcuni con uno solo; ad esempio, la dimensione *In fondo – In cima* porterà un contributo al punteggio grezzo di due unità se e solo se a entrambi gli items è stata data una risposta esatta; zero in caso contrario<sup>7</sup>. Altri concetti/dimensioni, ad esempio *Tra*, sono “misurati” da un solo item e il contributo al punteggio grezzo complessivo sarà di una unità se la risposta è positiva, zero altrimenti<sup>8</sup>. Attualmente nel Dipartimento è stata sviluppata una versione digitale del TCR disponibile su Pc e tablet.

<sup>6</sup> Vi sono anche domande che prevedono un unico disegno, dove ad esempio si deve individuare il primo o l'ultimo elemento della fila.

<sup>7</sup> In tal modo – come asseriscono gli autori Edmonston, Thane (2010, p. 12) – si può ottenere una più accurata misurazione della reale competenza linguistica e concettuale del bambino. Facciamo anche notare che l'item *In fondo* è il primo proposto, mentre l'item *In cima* è il nono; non sono stati messi in posizione immediatamente susseguente anche se destinati a misurare la medesima dimensione *In fondo – In cima*, al fine di avere risposte fedeli al concetto in questione.

<sup>8</sup> Si ricorda al lettore che il punteggio standard e rango percentile che si attribuisce all'alunno che ha realizzato un dato punteggio grezzo, serve a “proiettarlo” nel campione normativo USA che – per *quel* punteggio grezzo – registra per l'appunto *quel* punteggio standard e *quel* rango percentile.

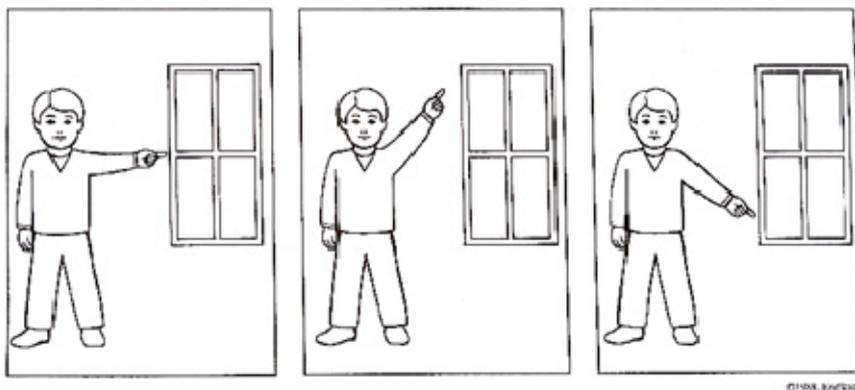


Fig. 1 – Esempio di un item spaziale: «1. Mostrami il ragazzo che sta indicando qualcosa in fondo alla finestra». Fonte: Edmonston, Thane (2010)

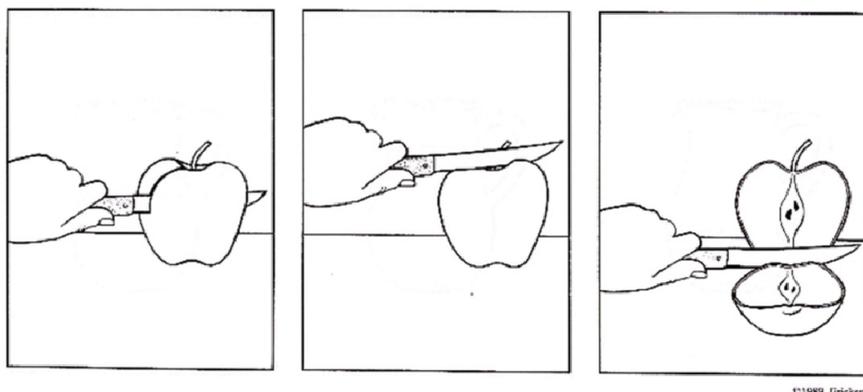


Fig. 2 – Esempio di un item temporale: «48. Mostrami qual è la seconda azione che il babbo compie quando taglia la mela». Fonte: Edmonston, Thane (2010)

**TCR**  
**Test dei concetti di**  
**relazione**  
 Nelle K. Edmonston  
 Nancy Litchfield Thane

Codice della classe \_\_\_\_\_  
 Nome Cognome \_\_\_\_\_ classe \_\_\_\_\_ sez. \_\_\_\_\_  
 Nata/o il \_\_\_\_\_ nel Comune di \_\_\_\_\_ Prov. \_\_\_\_\_  
 Provenienza dei genitori O Italia  
 O Estero  
 Data del test \_\_\_\_\_ Somministrato da \_\_\_\_\_  
 Punteggio tot. grezzo \_\_\_\_\_  
 Punteggio standard \_\_\_\_\_  
 Rango percentile \_\_\_\_\_

		Punteggio			
_____	1. In fondo	_____	9. In cima	0	2
_____	2. Il dietro	_____	10. Il davanti	0	2
_____	3. Alto	_____	11. Basso	0	2
_____	4. Davanti a	_____	12. Dietro a	0	2
_____	5. Piccolo	_____	13. Grande	0	2
_____	6. Vicino a	_____	14. Lontano da	0	2
_____	7. In basso	_____	15. In alto	0	2
_____	8. Lungo	_____	16. Corto	0	2
_____	17. Tra			0	1
_____	18. Intorno			0	1
_____	19. In mezzo			0	1
_____	20. Di lato			0	1
_____	21. Sotto	_____	26. Sopra	0	2
_____	22. Ultimo	_____	27. Primo (Spaz.)	0	2
_____	23. Uguale	_____	28. Diverso	0	2
_____	24. Per prima	_____	29. Per ultimo (Temp.)	0	2
_____	25. Lontano	_____	30. Vicino	0	2
_____	31. Attraverso			0	1
_____	32. Al centro			0	1
_____	33. All'inizio	_____	36. Alla fine (Spaz.)	0	2
_____	34. Prima	_____	37. Dopo (Temp.)	0	2
_____	35. Senza	_____	38. Con	0	2
_____	39. Subito dopo (Temporale)			0	1
_____	40. Secondo (Spaziale)			0	1
_____	41. Più	_____	44. Meno	0	2
_____	42. Sotto	_____	45. Sopra	0	2
_____	43. Sottile	_____	46. Grosso	0	2
_____	47. Uguale numero			0	1
_____	48. Secondo (Temporale)			0	1
_____	49. Maggiore	_____	53. Minore	0	2
_____	50. Ampio	_____	54. Stretto	0	2
_____	51. Pochi	_____	55. Molti	0	2
_____	52. Destra	_____	56. Sinistra	0	2
<b>Punteggio grezzo totale</b>					

Fig. 3 – Esempio di scheda registrazione dati. Fonte: Edmonston, Thane (2010), con l'aggiunta di alcune informazioni di contesto utili per la sperimentazione

## Per una valutazione della robotica educativa: un disegno sperimentale

Per valutare l'impatto della robotica educativa sul potenziamento dei concetti di relazione spazio-temporale, è stato costruito un disegno sperimentale che ha coinvolto la Direzione Didattica «Marconi» di Collegno, in provincia di Torino, e la Direzione Didattica 2° Circolo di Domodossola, in provincia di Verbano-Cusio-Ossola (*ambito spaziale*). A Collegno sono state coinvolte 14 classi, appartenenti alla scuola dell'infanzia, del primo e del secondo anno della primaria, mentre a Domodossola hanno preso parte alle attività 7 classi, scelte tra la scuola dell'infanzia e del primo anno del ciclo successivo.

Il lavoro è stato svolto durante l'a.s. 2014-2015 (*ambito temporale*) e ha previsto una prima fase di somministrazione del test TCR nell'ottobre 2014 (pre-test), un periodo successivo – da ottobre-novembre dello stesso anno, fino a maggio 2015 – in cui si sono svolte le attività didattiche programmate per potenziare i concetti di relazione spazio-temporale e, infine, una seconda fase di test TCR svolta tra maggio e giugno (post-test).

Gli alunni (*referenti*) delle 14 classi di Collegno che hanno risposto alle domande del pre-test sono stati 221, mentre 217 sono i post-test raccolti al termine del percorso. A Domodossola nell'ottobre 2014, 122 allievi hanno compilato il test; 120 a fine anno scolastico (Tab. 1). Dunque, in totale, a Collegno sono state raccolte 438 schede TCR e a Domodossola 242, per un complessivo di 680 TCR (343 pre-test e 337 post-test)<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> La somministrazione dei TCR a Collegno è stata curata da Silvia Palmieri, mentre a Domodossola da Simonetta Siega.

Tab. 1 - Conteggi dei pre e post test compilati nelle classi di Collegno e Domodossola

Comune scuola CTI		Pre e post test		Totale	
		2014 pre-test	2015 post-test		
<b>Collegno (1)</b>	Codice della classe	1	24	25	49
		2	25	25	50
		3	25	26	51
		4	17	17	34
		5	28	24	52
		6	5	4	9
		8	5	5	10
		9	10	10	20
		17	6	6	12
		18	10	9	19
		19	22	22	44
		20	24	24	48
		21	9	8	17
	22	11	12	23	
	<b>Totale</b>	<b>221</b>	<b>217</b>	<b>438</b>	
<b>Domodossola (2)</b>	Codice della classe	10	10	12	22
		11	23	23	46
		12	10	7	17
		13	22	21	43
		14	18	17	35
		15	19	20	39
		16	20	20	40
	<b>Totale</b>	<b>122</b>	<b>120</b>	<b>242</b>	

Per quanto riguarda il Circolo didattico di Collegno, i TCR compilati dagli allievi della scuola dell'infanzia rappresentano circa il 25% del totale; il 41% circa dei test somministrati è riferito al primo anno della primaria, mentre quelli del secondo anno costituiscono il 34%. A Domodossola la maggior parte dei test raccolti proviene dal primo anno della primaria (il 65% dei test) e la restante parte (35%) dalla scuola dell'infanzia (Tab. 2).

Tab. 2 - Conteggi dei test suddivisi per comune e tipo di classe

Comune scuola	Classe		Pre e post test		Totale
			2014 pre-test	2015 post-test	
<b>Collegno (1)</b>	<b>scuola dell'infanzia</b>	Conteggio	56	54	110
		%	25,30%	24,90%	<b>25,10%</b>
	<b>primo anno scuola primaria</b>	Conteggio	91	88	179
		%	41,20%	40,60%	<b>40,90%</b>
	<b>secondo anno scuola primaria</b>	Conteggio	74	75	149
%		33,50%	34,60%	<b>34,00%</b>	
<b>Totale</b>	Conteggio	221	217	<b>438</b>	
	%	100,00%	100,00%	<b>100,00%</b>	
<b>Domodossola (2)</b>	<b>scuola dell'infanzia</b>	Conteggio	43	42	85
		%	35,20%	35,00%	<b>35,10%</b>
	<b>primo anno scuola primaria</b>	Conteggio	79	78	157
		%	64,80%	65,00%	<b>64,90%</b>
	<b>Totale</b>	Conteggio	122	120	<b>242</b>
	%	100,00%	100,00%	<b>100,00%</b>	

Nelle scuole di entrambi i Comuni il gruppo sperimentale è costituito da un numero più consistente di allievi rispetto a quello di controllo. In particolare, a Collegno il 71% delle schede compilate nelle classi fa riferimento al programma sperimentale, mentre a Domodossola tale valore rappresenta il 93% dei test (Tab. 3)

Tab. 3 - Gruppo sperimentale e gruppo di controllo nelle due Direzioni Didattiche

Comune scuola	Tipo del gruppo		Pre e post test		Totale
			2014 pre-test	2015 post-test	
<b>Collegno (1)</b>	<b>controllo</b>	Conteggio	64	63	127
		%	29,00%	29,00%	<b>29,00%</b>
	<b>sperimentale</b>	Conteggio	157	154	311
		%	71,00%	71,00%	<b>71,00%</b>
	<b>Totale</b>	Conteggio	221	217	<b>438</b>
	%	100,00%	100,00%	<b>100,00%</b>	
<b>Domodossola (2)</b>	<b>controllo</b>	Conteggio	10	7	17
		%	8,20%	5,80%	<b>7,00%</b>
	<b>sperimentale</b>	Conteggio	112	113	225
		%	91,80%	94,20%	<b>93,00%</b>
	<b>Totale</b>	Conteggio	122	120	<b>242</b>
	%	100,00%	100,00%	<b>100,00%</b>	

## I risultati della sperimentazione

La Tab. 4 – riferita ai dati di Collegno – mostra come varino le medie delle principali variabili connesse alla sperimentazione, ottenute nel pre e post test, in funzione del gruppo di appartenenza. Sono altresì indicate le ore dedicate all’acquisizione dei concetti spaziali e temporali mediante l’utilizzo di attività svolte con didattica “tradizionale” (lezione frontale e attiva svolta con l’utilizzo di schede prese dai libri di testo) e la quantità di tempo rivolta a quelle sperimentali, con l’utilizzo dei robot Bee-Bot.

Tab. 4 - Valori medi di variabili per pre e post test e per gruppo sperimentale e di controllo (Collegno)

Tipo del gruppo	Pre e post test	Età anni	Punt. grezzo	Punt. std.	Rango percent	ore bee_bot	ore didat. tradiz.	ore totali	
contr.	2014 pre-test	Media	6,73	46,66	50,72	<b>50,61</b>			
		N	64	64	64	64			
		Dev. std.	0,88	6,39	7,09	24,55			
	2015 post-test	Media	7,31	50,51	52,37	<b>57,21</b>	<b>0,00</b>	37,87	37,87
		N	63	63	63	63	63	63	63
		Dev. std.	0,87	4,35	7,90	29,88	0,00	28,10	28,10
sper.	2014 pre-test	Media	6,14	41,22	45,99	<b>40,79</b>			
		N	157	157	157	157			
		Dev. std.	0,69	7,66	9,51	24,50			
	2015 post-test	Media	6,77	47,60	50,34	<b>51,58</b>	<b>29,39</b>	40,64	70,03
		N	154	154	154	154	154	154	154
		Dev. std.	0,67	4,98	7,82	24,86	18,97	23,41	35,23

In particolare, nella Direzione Didattica di Collegno il rango a cui si attestano gli allievi nel pre-test è il 51° e il 41° percentile, rispettivamente nel gruppo di controllo e in quello sperimentale. In questo caso il gruppo sperimentale parte “svantaggiato”, collocandosi dieci posizioni più in basso; inoltre, l’età media dei bambini è inferiore di circa mezzo anno (6,14 contro 6,73). Ricordiamo che l’età ha influenza solo sui dati grezzi ottenuti e non sui punteggi standardizzati del TCR che, come noto, sono normalizzati appunto sull’età.

Entrambi i gruppi svolgono ore di didattica “tradizionale” e quello di controllo dedica circa 29 ore ad acquisire i concetti spazio-temporali con l’ausilio dei robot. Stante questi dati, il gruppo di controllo al termine

dell'anno scolastico migliora le proprie performance nel test di circa 6 punti percentili (da 51 a 57), mentre il gruppo sperimentale sale di 11 (da 41 a 52).

Tab. 5 - Misure di associazione: gruppo sperimentale e di controllo (Collegno)

Tipo del gruppo		Eta	Eta quadrato
controllo	Età (anni) *		
	Pre e post test	0,323	0,104
	Punteggio grezzo * Pre e post test	0,334	0,112
	Punteggio std. *		
	Pre e post test	0,11	0,012
<b>Rango percentile * Pre e post test</b>		0,121	<b>0,015</b>
sperimentale	Età (anni) * Pre e post test	0,422	0,178
	Punteggio grezzo * Pre e post test	0,443	0,197
	Punteggio std. *		
	Pre e post test	0,243	0,059
	<b>Rango percentile * Pre e post test</b>	0,214	<b>0,046</b>

Contestualmente, le misure di associazione informano riguardo alla significatività della variazione di tali medie, passando dal pre al post test (Tab. 5). L'analisi della varianza e in particolare l'Eta quadrato (=0,015) indica che solo l'1,5% della variabilità del rango percentile è spiegato dal passaggio di categoria nel "pre-test – post-test", nel gruppo di controllo; mentre tale cambiamento assume una significatività maggiore, seppur sempre attestata su valori bassi, nel gruppo sperimentale (Eta quadrato = 0,046; variabilità spiegata pari al 4,6%), ossia quello in cui c'è stato l'intervento formativo con Bee-Bot. In altri termini, le attività svolte con la robotica hanno, comunque, triplicato la spiegazione della crescita nel rango percentile. Questi dati statistici mostrano il basso impatto della didattica tradizionale sulla conoscenza dei concetti di relazione spazio temporale mentre il supporto di strumenti digitali come la robotica forniscono un aumento significativo in tali conoscenze.

Andando ad analizzare i risultati del TCR compilato dagli allievi di Domodossola (Tab. 6), si osserva come i punteggi medi dei ranghi percentili siano più bassi rispetto a quelli rilevati a Collegno. Infatti a Domodossola, il rango a cui si collocano gli allievi ad inizio anno scolastico è il 35° percentile per il gruppo di controllo, mentre è il 31° per quello sperimentale. Ciò è dovuto probabilmente al fatto che nella Direzione Didattica di Collegno si era posta all'attenzione degli insegnanti (sulla base di una ricerca pilota del 2013; v. sezione 2) il problema delle carenze degli alunni in merito alla conoscenza dei concetti di relazione spazio-temporale; e ciò ha innescato buone pratiche. Questi valori dunque mostrano lacune diffuse

negli alunni piemontesi (in assenza di interventi mirati) evidenziate anche in numerose tesi di laurea elaborate su tale argomento.

Come a Collegno, anche in questo caso il secondo gruppo ha realizzato attività supplementari con la robotica per potenziare i concetti di relazione spazio-temporale (circa 20 ore nei mesi successivi al pre-test); entrambi i gruppi hanno, comunque, potuto usufruire di attività curriculari tradizionali sugli stessi concetti, per un monte ore complessivo sostanzialmente identico (circa 64-65 ore). A fine anno scolastico, il gruppo di controllo migliora la propria performance di 4 punti nel test TCR, salendo al 39° percentile. Il dato è migliore nel gruppo sperimentale, poiché gli allievi raggiungono in media la 44° posizione percentile, ottenendo un incremento di 13 punti rispetto ai risultati del pre-test.

Tab. 6 - Valori medi di variabili per pre e post test e per gruppo sperimentale e di controllo (Domodossola)

Tipo del gruppo	Pre e post test		Età anni	Punt. grezzo	Punt. Std.	Rango percent	ore bee_bot	ore didat tradiz	ore totali
contr.	2014 pre-test	Media	5,37	33,50	45,00	<b>34,60</b>			
		N	10	10	10	10			
		Dev. std.	0,30	11,92	8,94	22,70			
	2015 post-test	Media	5,96	38,86	43,14	<b>38,86</b>	<b>0,00</b>	65,00	65,00
		N	7	7	7	7	7	7	7
		Dev. std.	0,28	10,04	12,48	31,86	0,00	0,00	0,00
sper.	2014 pre-test	Media	6,01	37,17	42,18	<b>31,23</b>			
		N	112	112	112	112			
		Dev. std.	0,56	8,67	9,31	21,42			
	2015 post-test	Media	6,61	44,38	46,90	<b>44,21</b>	<b>19,88</b>	63,98	83,86
		N	113	113	113	113	113	113	113
		Dev. std.	0,58	8,45	11,76	26,91	16,93	30,38	47,04

Come evidenzia la Tab. 7, la proporzione di varianza della variabile “rango percentile”, spiegata dal fattore “pre e post test”, si attesta sullo 0,7% nel gruppo di controllo, mentre sale al 6,7% per quando riguarda il gruppo sperimentale. Dunque la didattica tradizionale ha un effetto basso sulla conoscenza dei concetti di relazione spazio temporale mentre l’uso della robotica ha portato un incremento degno di attenzione.

Tab. 7 - Misure di associazione; gruppo sperimentale e di controllo (Domodossola)

Tipo del gruppo		Eta	Eta quadrato
controllo	Età (anni) * Pre e post test	0,733	0,538
	Punteggio grezzo * Pre e post test	0,243	0,059
	Punteggio std. * Pre e post test	0,092	0,009
	<b>Rango percentile * Pre e post test</b>	0,083	<b>0,007</b>
	Età (anni) * Pre e post test	0,466	0,217
sperimentale	Punteggio grezzo * Pre e post test	0,39	0,152
	Punteggio std. * Pre e post test	0,218	0,048
	<b>Rango percentile * Pre e post test</b>	0,259	<b>0,067</b>

In conclusione, l'uso della robotica ha dimostrato il suo valore facendo passare il rango percentile, nel gruppo sperimentale, di +11 a Collegno e +13 a Domodossola; a differenza del gruppo di controllo che ha evidenziato +6 posizioni a Collegno e +4 a Domodossola. Si ritiene, dunque, che l'applicazione della robotica possa rappresentare un valido strumento di potenziamento dei concetti spaziali e temporali negli alunni della scuola dell'infanzia e della primaria<sup>10</sup>.

## Il robot come *medium*. Pensare e agire tecnologicamente

Il presente paragrafo è da intendersi come una sorta di *spin-off* dei precedenti, ossia come il tentativo di descrivere una tipologia di applicazione dei dati che sono stati sopra raccolti e analizzati. Nei passaggi precedenti sono stati presi in esame dati quantitativi e qualitativi ricavati da sperimentazioni atte a verificare la potenzialità della robotica educativa nell'educazione alle abilità spazio-temporali di base; dunque si è delineata una ricerca empirica che ha messo in mostra dei dati 'nudi'. Qui, invece, si dovrebbe immaginare di vedere quegli stessi risultati ottenuti (o meglio, le deduzioni che si sono

<sup>10</sup> Questi risultati vanno nella direzione di quanto riportato nello studio pilota di Di Lieto *et al.*, (2017).

ottenute da quei dati) per così dire ‘vestiti’ di un abito che, pur celandoli, in realtà li rafforza, li rende ancora più evidenti nella loro importanza. Risulterà chiaro, agli occhi di chi legge, un certo scarto tra i primi cinque paragrafi e quest’ultimo, poiché in effetti qui si tratta di vedere ‘all’opera’ i dati in un contesto differente, di costruzione significativa, in cui la robotica diventa una tecnologia con cui relazionarsi, con cui fare qualcosa e con cui *saper fare*, nell’ottica di applicare le competenze acquisite e renderle implicite nel processo ideativo e produttivo di un’attività come quella che verrà brevemente descritta.

Muovendo dai risultati analizzati nei paragrafi precedenti, nel corso degli ultimi sei anni di attività sul campo – sia con progetti nelle scuole sia come linee applicative di teorie sulla robotica e nel campo dell’apprendimento – ci si è domandati se fosse possibile avvicinare gli studenti a modalità di utilizzo dei robot che andassero al di là di quelle normalmente sperimentate in classe, come le diverse forme di *coding* e di applicazione della robotica in ambito di *Stem* e di *Steam*, nel tentativo di servirsi del robot come di un *medium*. Da questo punto di vista, cioè, consideriamo il robot alla stregua di uno strumento in grado di mettere gli studenti in contatto con il *mondo*, consentendo loro di poterlo esperire anche attraverso il suo corpo e la sua fisicità<sup>11</sup>. D’altra parte, la quotidianità presenta un continuum relazionale con le tecnologie mediatiche e con la cultura visuale (che rappresenta una delle sue manifestazioni più evidenti e diffuse), elementi che hanno una forte attrazione soprattutto sulle giovani generazioni; si sono così provate a immaginare delle forme di integrazione linguistica ed esperienziale tra la medialità del *visus* e la concretizzazione della logica procedurale che viene di norma applicata ed esplicitata con la robotica.

Anche solo a un’osservazione rapida, risulta chiaro che l’utente della quotidianità tecnologica (di cui le giovani generazioni sono parte significativa) sembra essere abituato a esprimersi attraverso media visuali, riconoscendo all’immagine un ruolo dominante nella società postmoderna, al punto da offuscare in parte la più tradizionale scrittura: è al materiale che ‘si vede’ che viene riconosciuta quell’aura di autenticità che, normalmente, veniva invece attribuita al testo scritto da leggere, come forma più elevata di esercizio critico<sup>12</sup>. D’altronde, è l’esistenza mediata della quotidianità

<sup>11</sup> Il riferimento qui è chiaramente a talune linee fenomenologiche di Merleau-Ponty (2003) e a una certa tendenza a considerare il *medium* e l’esperienza mediale come dotata di una materialità, di una fisicità (Malafouris, 2013; Parisi, 2019; Denicolai, Parisi, 2019).

<sup>12</sup> Senft e Baym, a questo proposito, sostengono che “social media viewers tend to consume visual material not by gazing (as one would a traditional film shown in a cinema), nor by glancing (as one might do with a television turned on in a room), but in a segmented and tactile manner: ‘grabbing’. To grab signifies multiple acts: to touch, to seize for a moment, to capture attention, and to leave open to interpretation (as in the saying, ‘up for grabs’),

dell'utente che si manifesta attraverso la produzione e la condivisione di oggetti visuali: si pensi, ad esempio, al ricorso alle *stories* di Instagram, di Facebook e di Messenger, all'ingente materiale iconografico diffuso e condiviso in rete, come i *selfie* e i meme, alla sempre crescente quantità di video su YouTube, fino alla relativamente recente scoperta, almeno in Italia, di TikTok, ossia di media e canali che sono in grado di mettere in mostra l'utente, soggetto e oggetto dell'azione, e di renderlo sempre e comunque parte integrante di un più complesso sistema mediale, una sorta di *dispositivo*, anche secondo la declinazione del termine offerta da Albera e Tortajada (2015) e ripresa da D'Aloia e Eugeni (2017). Si tratterebbe, cioè, dell'effetto di una mediazione radicale (Grusin, 2015), cioè a dire di un qualcosa che, con la sua trasparenza, consente all'individuo tecnologico di *essere*, di *avvenire*, di costruire azioni e di vivere esperienze.

Ora, l'ipotesi che sottende la riflessione e le nostre sperimentazioni in questo ambito è che sia possibile integrare simili linee di comportamento, di partecipazione e di azione sociale con le modalità di programmazione e di costruzione dell'esperienza con la robotica educativa, con l'obiettivo finale di far produrre oggetti mediali che siano risultato di un dialogo bilanciato delle due tecnologie: la robotica, appunto, e il linguaggio audiovisivo, considerato come uno degli elementi che contraddistingue il panorama visuale. Per cercare di controllare tale ipotesi, è stato proposto ad alcune classi (prevalentemente della scuola primaria, con alcune eccezioni di scuole secondarie di primo grado)<sup>13</sup> di ideare dei cortometraggi video con tematica curricolare e/o culturale che avessero come attori alcuni dei robot normalmente utilizzati nella robotica educativa, facendo sì che attraverso precise scelte linguistiche e registiche (cioè, ad esempio, inerenti ai piani e ai campi di inquadratura<sup>14</sup>, il che comporta anche una differente applicazione e verifica delle competenze spazio-temporali di cui si è detto nei paragrafi precedenti, delle logiche di sequenzialità e di co-sequenzialità, della rela-

raising questions of agency, permission, and power" (2015, p. 1598). È interessante, nella logica di una apertura a una relazione sinestetica con il robot, il fatto che gli autori parlino di un approccio anche tattile con l'immagine: relazione che ovviamente, sarebbe per l'appunto tale anche con il robot.

<sup>13</sup> Al momento della stesura di questo paragrafo, abbiamo lavorato con quindici classi di scuole primarie su territorio piemontese. Inoltre, quattro tesiste di Scienze della Formazione Primaria stanno conducendo una simile sperimentazione nell'ambito del loro percorso di tesi. Le scuole secondarie sono state invece coinvolte nel corso di iniziative organizzate dal Comune di Torino (cfr. Denicolai *et al.*, 2017a).

<sup>14</sup> Questo tipo di approccio richiede quindi anche una forma di avvicinamento a una competenza audiovisiva che oggi sembra essere sempre più necessaria, anche per abituare i giovani alla gestione dell'immagine e all'uso di quest'ultima come strumento di formalizzazione di un pensiero, secondo le modalità grammaticali e retoriche che un simile medium è in grado di supportare.

zione causale) gli eventuali fruitori dei video potessero comprendere i ruoli e, per così dire, l'espressività prossemica di tali particolari attori. Inoltre, gli studenti sono stati invitati a doppiare gli attori, fornendo ai robot le voci che rendono più esplicito lo svolgimento delle vicende raccontate e a occuparsi del montaggio video (almeno nella fase di scelta dei materiali e di sintassi degli stessi).

Ciò che è nato come un tentativo, in parte ludico, di dialogo tecnologico, si è poi gradualmente trasformato in una sorta di metodologia che fonde in sé la logica procedurale e una sua possibile declinazione individuabile nei passaggi che regolano la realizzazione di un prodotto audiovisivo, come mix di procedure atte a verificare la capacità del gruppo di studenti coinvolto a operare su più piani di astrazione. Da un lato, cioè, si chiede agli studenti di concentrarsi nell'interiorizzazione dei movimenti e degli schematismi che sono alla base del linguaggio di programmazione dei diversi robot, proponendo, di fatto, un esercizio che dal concreto conduce deduttivamente all'astrazione; dall'altro, invece, si chiede di immaginare i robot stessi come attanti greimasiani, ossia come tipologie fisse, astratte, di un sistema generativo di narrazione che si concretizzerà, poi, nel risultato video finale (Denicolai *et al.* 2017b) e che potrà essere confermata di un determinato modo di pensare e di ragionare. In questo modo, si procede su una linearità oppositiva e continuativa di astrazione e di concretizzazione che funge anche da relazione causale e dunque da costante verifica sia del processo linguistico sia di quello di programmazione, come è normale nell'approccio al *coding* e al pensiero computazionale. Lo schema di seguito prova a sintetizzare il processo descritto:

Ideazione → Programmazione → Video → Lettura

Con *Ideazione* si intende il processo ideativo della storia, dunque la fase che richiede uno sforzo creativo partecipativo e possibilmente la rielaborazione, dall'astratto al concreto, di una tematica scolastica o culturale. La *Programmazione* è il momento in cui gli studenti devono comprendere quali input dare ai robot per ottenere un determinato movimento. Parallelamente, è la fase in cui vengono impartite le indicazioni linguistiche della ripresa audiovisiva e si indagano i diversi significati delle inquadrature (anche partendo dall'esperienza di fruizione di materiali video). Il *Video* è l'integrazione pragmatica dei due linguaggi: si riprendono le azioni dei robot che devono essere programmati affinché compiano movimenti funzionali alla trasmissione di un determinato messaggio. La *Lettura*, infine, prevede la visione e l'analisi critica del prodotto ultimato. L'intero processo presuppone dunque anche una costruzione e un'organizzazione semiologica

del contenuto, oltre a un andamento circolare di astrazione e concretizzazione che fa sì che la mente sia stimolata a un continuo ragionamento su ciò che si sta compiendo. Ci sembra che questo approccio risponda alle indicazioni teoriche offerte, tra gli altri, da Wing, secondo cui

in computing, we work simultaneously with a least two, usually more, layers of abstraction: the layer of interest and the layer below; the layer of interest and the layer above [...]. In working with layers of abstraction, we necessarily keep in mind the relationship between each pair of layers, be it defined via an abstraction function, a simulation relation, a transformation or a more general kind of mapping [...]. And so the nuts and bolts in computational thinking are defining abstractions, working with multiple layers of abstraction and understanding the relationships among the different layers. Abstractions are the ‘mental’ tools of computing (2008, p. 3718).

Il concetto di pensare e agire tecnologicamente è quindi traducibile, secondo la nostra esperienza sul campo, anche come forma di integrazione linguistica, aspetto che consente, da un lato, di esperire modalità di lavoro e di costruzione logico-matematica di un oggetto; dall’altro, di allenare a processi di semiosi – anche mediali e visuali – che contribuiscano alla formazione di un pensiero creativo e divergente, anche nella direzione di saper applicare, nel caso, modalità di *problem solving* e di *creative problem solving*.

## Bibliografia

- Albera F., Tortajada M., eds. (2015), *Cine-Dispositives. Essays in Epistemology Across Media*, Amsterdam, AUP.
- Bettelheim B. (1978), *Un genitore quasi perfetto*, Milano, Feltrinelli.
- Commissione Europea/EACEA/Eurydice (2012), *Sviluppo delle competenze chiave a scuola in Europa: Sfide ed opportunità delle politiche educative. Rapporto Eurydice*, Lussemburgo, Ufficio delle pubblicazioni dell’Unione europea.  
[http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic\\_reports/145IT.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/145IT.pdf)
- D’Aloia A., Eugeni R., a cura di (2017), *Teorie del cinema. Il dibattito contemporaneo*, Milano, Cortina.
- Denicolai L., Grimaldi R., Palmieri S. (2017a), *Videos, Educational Robotics and Puppets: An Experimental Integration of Languages*, in Carmo M., ed., *Education and New Developments*, Lisbon, InScience Press, 590-594.
- Denicolai L., Grimaldi R., Palmieri S. (2017b), *Dal Logo alla robotica educativa: esperienze di pensiero computazionale e transmedialità*, in Trincherò R., Parola

- A., a cura di, *Educare ai processi e ai linguaggi dell'apprendimento*, Milano, FrancoAngeli, 128-145.
- Denicolai L., Parisi F. (2019), *Immagini che ci modellano: una lettura medianthropica ed enattivista*, in «Imago», 20, 165-180.
- Di Lieto M.C., Inguaggiato E., Castro E., Cecchi F., Cioni G., Dell'Omo M., ... Dario P. (2017), *Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study*, in «Computers in Human Behavior», 71, 16-23.
- Edmonston N.K., Thane N.L. (2010), *TCR. Test dei concetti di relazione spaziale temporale*, Trento, Erickson; ediz. orig. (1988), *Test of Relational Concepts*, Austin-Texas, Pro-Ed.
- Fondazione Agnelli (2014), *La valutazione della scuola. A che cosa serve e perché è necessaria all'Italia*, Bari, Laterza.
- Dowker A. (2004), *What Works for Children with Mathematical Difficulties?*, Research report, London, DfES.
- Gray T. (2010), *Insegnare e apprendere nel 2020*, in Bottani N., Poggi A.M., Mandrile C., a cura di, *Un giorno di scuola nel 2020. Un cambiamento è possibile?*, Bologna, Il Mulino, 89-102.
- Grimaldi R., a cura di (2005), *Metodi formali e risorse della Rete. Manuale di ricerca empirica*, Milano, Angeli.
- Grimaldi R., a cura di (2006), *Disuguaglianze digitali nella scuola. Gli usi didattici delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione in Piemonte*, Milano, Angeli.
- Grimaldi R., a cura di (2015), *A scuola con i robot: innovazione didattica, sviluppo delle competenze e inclusione sociale*, Bologna, Il Mulino.
- Grimaldi R., Grimaldi B.S., Marciànò G., Siega S., Palmieri S. (2012), *Robotica educativa e potenziamento delle abilità visuo-spaziali*, in *Didattica 2012. Informatica per la didattica*, AICA-Università di Bari, vol. 1, 1-10.
- Grusin R. (2015), *Radical mediation*, Cosenza, Pellegrino.
- Hattie J. (2009), *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*, London, Routledge.
- Hattie J., Yates G. (2014), *Visible Learning and the Science of How We Learn*, London, Routledge.
- Malafouris L. (2013), *How Things Shape the Mind: A Theory of Material Engagement*, Cambridge, The MIT Press.
- Merleau-Ponty M. (2003), *Fenomenologia della percezione*, Milano, Bompiani.
- Parisi F. (2019), *La tecnologia che siamo*, Torino, Codice.
- Senft T.M., Baym N.K. (2015), *What Does the Selfie Say? Investigating a Global Phenomenon*, in «International Journal of Communication», 9, 1588-1606.
- Williams P. (2008), *Independent Review of Mathematics Teaching in Early Years Settings and Primary Schools: final report*, London, DCSF.
- <http://publications.teachernet.gov.uk/eOrderingDownload/Williams%20Mathematics.pdf>

Wing J.M. (2008), *Computational Thinking and Thinking About Computing*, in «Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences», 366, 1881, 3717-3725.

# Tutoring nella programmazione robotica: prime esplorazioni con Cubetto nella scuola dell'infanzia

di Luisa Zecca e Gilda Bozzi

## Robotica educativa nella scuola dell'infanzia: linee di ricerca

La letteratura sulla robotica educativa nella scuola dell'infanzia ha avuto un notevole impulso negli ultimi due decenni, in particolare in area statunitense, da attribuire alla forte spinta delle politiche scolastiche verso la digitalizzazione dei contesti di formazione e all'educazione alle tecnologie digitali a partire dai bambini in età prescolare (Sapounidis e Demetriadis, 2016; Jung e Won, 2018; Anwar *et al.*, 2019; Çetin, e Demircan, 2020). Le direzioni di ricerca principali sono sostanzialmente due: la messa a punto e sperimentazione di dispositivi robotici e curricoli per l'insegnamento della robotica in area STEAM per verificarne l'efficacia (Bers, 2008; Janka, 2008; Virnes e Sutinen, 2009; Stoeckelmayr *et al.*, 2011; Sullivan *et al.*, 2013, 2017; Kazakoff *et al.*, 2013; Bers *et al.*, 2014; Caguana Anzoátegui *et al.*, 2017; González-González, 2019) e le strategie di programmazione e costruzione da parte dei bambini, oltre allo sviluppo di capacità di pensiero complesse, durante il processo di apprendimento in attività di *problem solving* robotico (Mioduser *et al.*, 2009; Mioduser e Levy, 2010; Levy e Mioduser, 2010; Fessakis *et al.*, 2013; Isnaini e Budiyanto, 2018). Mentre la prima area di studi rileva l'efficacia di specifici curricoli e dispositivi robotici in ambienti di apprendimento costruttivisti, la seconda indaga i processi di apprendimento dei bambini impegnati nell'interazione con i robot giocattoli.

Meno studiata è la qualità delle interazioni tra insegnanti, bambini e robot in attività di *problem solving*, oggetto dell'indagine esplorativa descritta nei prossimi paragrafi (Jung e Won, 2018). Le cause di questa lacuna possono essere attribuite a due ordini di motivi di natura diversa: fattori di contesto politico ed economico, che orientano la formazione verso un curriculum per la precoce digitalizzazione (anche per ampliare il mercato di produzio-

ne di dispositivi robotici per il gioco), e un fattore di natura didattico-metodologico, che presuppone come valido e opportuno un metodo didattico basato su tesi socio-costruttiviste come quelle proprie delle pionieristiche pratiche di robotica educativa di Papert (1980), le cui sperimentazioni con i bambini sono state assunte come modello didattico. Tale modello, descritto in *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, prevede che l'insegnante predisponga un ambiente, una situazione-problema, istruisca sul funzionamento del robot e del linguaggio di programmazione Logo e lasci i bambini esplorare in modo del tutto autonomo l'oggetto, per apprendere dalla propria esperienza diretta.

Inoltre, l'introduzione di dispositivi robotici nei contesti scolastici per l'infanzia ha avuto seguito anche nelle istituzioni europee, con lo scopo di alfabetizzare alla programmazione sin da piccoli e promuovere una specifica capacità di pensare e risolvere problemi di natura computazionale. Ad attività di programmazione *unplugged* (Lamagna, 2015) si è affiancato l'uso da parte degli insegnanti di giocattoli robotici disponibili per lo sviluppo simultaneo di un mercato specifico per bambini dai 3 ai 6 anni, tra i quali Bee-Bot, Ozobot, Kibo, Cubetto. Più in particolare, l'uso di robot didattici nella scuola dell'infanzia si sta largamente diffondendo con lo scopo di sviluppare, come da mandato istituzionale (Indicazioni Nazionali, 2018), il pensiero computazionale e la capacità di *problem solving*, il più delle volte presupponendo un'attrazione e un valore formativo intrinseco alla tecnologia e una naturale motivazione al gioco con tali dispositivi da parte dei bambini anche piccoli, per quanto non ancora dimostrati.

In Italia la competenza digitale è richiamata nel documento *Indicazioni nazionali e nuovi scenari*, in cui un intero paragrafo del capitolo sugli strumenti culturali per la cittadinanza è dedicato al *Pensiero computazionale* (MIUR, 2018, p. 13). L'obiettivo dell'insegnamento della programmazione e del *coding* è espresso nei termini dell'educazione ad «agire consapevolmente» una strategia che consenta di

apprendere ad affrontare le situazioni in modo analitico, scomponendole nei vari aspetti che le caratterizzano e pianificando per ognuno le soluzioni più idonee. Tali strategie sono indispensabili nella programmazione dei computer, dei robot, ecc. che hanno bisogno di istruzioni precise e strutturate per svolgere i compiti richiesti.

Da questa prospettiva, lo scopo – e il senso ultimo dell'introduzione di tecnologie robotiche – è quello di conoscere il funzionamento di tecnologie e saperne fare un uso creativo, per apprendere a risolvere problemi di natura scientifica allenando alcune funzioni cognitive (Minuto e Ravizza, 2008).

La prima direzione di ricerca sopra citata riguarda la sperimentazione e la valutazione di un curriculum specifico, adeguato a bambini dai 3 ai 6 anni (Bers, 2008; Janka, 2008; Virnes e Sutinen, 2009; Stoeckelmayr *et al.*, 2011; Bers *et al.*, 2014; Caguana Anzoátegui *et al.*, 2017; González-González, 2019). Da questa prospettiva la manipolazione di oggetti robotici incontra la curiosità dei bambini, che tramite l'esplorazione guidata sono stimolati alla concentrazione e alla comprensione di problemi di tipo logico, motricità fine e coordinamento oculo-manuale. Il coinvolgimento è sia cognitivo sia emotivo, fisico e sociale, poiché le attività si svolgono in contesti ludico-narrativi. Ad esempio, il TangibleK Curriculum (Bers *et al.*, 2014), su cui è disponibile un'ampia letteratura, proprio per le sue caratteristiche, supporta l'acquisizione per via esperienziale di concetti connessi alla programmazione e allo sviluppo di capacità di ragionamento. Si tratta di un curriculum di matrice costruzionista che si pone alcuni obiettivi generali, quali lo sviluppo della capacità di descrivere e rappresentare un problema, esplorare e pensare una molteplicità di possibili soluzioni ed essere sistematici nel portare avanti e prendere decisioni. Il curriculum prevede una sequenza di attività in cui i bambini utilizzano Kibo, un set di cubi che funziona tramite un linguaggio ibrido, tangibile e grafico-visuale.

La seconda direzione di ricerca studia la relazione tra funzioni psichiche superiori e capacità di programmare un computer o un robot (Castro *et al.*, 2019). Insegnare a programmare perseguirebbe l'obiettivo di fare acquisire capacità di pensiero di secondo ordine: «Computer programming is considered an important competence for the development of higher-order thinking in addition to algorithmic problem solving skills» (Fessakis *et al.*, 2013, p. 879). Secondo la prospettiva di Vygotskij (1974), le funzioni psichiche superiori hanno come caratteristica essenziale la volontarietà: si tratta di attenzione e memoria consapevolmente attivate durante un'esperienza di comprensione e analisi; capacità di pianificazione apprendimento intenzionale; e concettualizzazione e costruzione di ragionamenti logici. Tali funzioni sarebbero tipiche anche del pensiero computazionale. Nonostante attualmente non esista una definizione unanime di pensiero computazionale, dopo un esame sistematico di ciò che è oggi noto in letteratura Grover e Pea (2013) concludono che il pensiero computazionale sia un processo di pensiero che utilizza gli elementi di astrazione, generalizzazione, decomposizione, pensiero algoritmico e *debugging* (rilevamento e correzione degli errori). L'astrazione è intesa come l'abilità di rimuovere le caratteristiche o gli attributi di un oggetto o un'entità per ridurlo a un insieme di caratteristiche fondamentali (Wing, 2011). Mentre l'astrazione riduce la complessità nascondendo i dettagli irrilevanti, la generalizzazione riduce la complessità sostituendo più entità che svolgono funzioni simili con un unico costrutto

(Selby, 2012); ad esempio, i linguaggi di programmazione forniscono la generalizzazione attraverso le variabili e la parametrizzazione. La decomposizione è l'abilità di suddividere problemi complessi in problemi più semplici (Wing, 2008). Il pensiero algoritmico è un'abilità di *problem-solving* legata all'ideazione di una soluzione a un problema passo dopo passo e si differenzia dalla codifica, cioè le competenze tecniche necessarie per essere in grado di scrivere codici in un linguaggio di programmazione (Selby, 2012). Inoltre, sono anche considerati elementi importanti del pensiero computazionale le nozioni algoritmiche di sequenziamento (cioè la pianificazione di un algoritmo, che comporta l'inserimento di azioni nella sequenza corretta) e le nozioni algoritmiche di flusso di controllo (cioè l'ordine in cui vengono valutate le singole istruzioni o i singoli passi di un algoritmo) (Lu e Fletcher, 2009). Il *debug* è l'abilità di riconoscere quando le azioni non corrispondono alle istruzioni e quella di correggere gli errori (Bers *et al.*, 2014).

Dalle prime indagini osservative su esperienze di robotica emerge come la curiosità e l'attenzione implicate in laboratori con robot didattici siano strettamente correlate alla qualità dell'accompagnamento adulto o di pari più esperti, alla dimensione dei gruppi, allo scenario di gioco nel quale il robot viene inserito, al tempo di acquisizione delle conoscenze e delle competenze necessarie per fare funzionare e risolvere in modo autonomo i problemi che la programmazione comporta (Stoeckelmayr *et al.*, 2011; Fessakis *et al.*, 2013). Ciononostante, esistono pochi lavori di ricerca sulle strategie di *scaffolding* in attività di robotica educativa (Botički Pivalica e Seow, 2018; Sullivan e Bers, 2016), area nella quale si inserisce il nostro studio esplorativo. Tra questi segnaliamo le ricerche che hanno come oggetto d'indagine i pattern di interazione tra adulto (insegnante/educatore), robot e bambina/o finalizzati alla comprensione dei modelli di *problem solving* condiviso e alla formazione di insegnanti/educatori (Liu *et al.*, 2013; Jung e Won, 2018). Da questo studio si rileva che la guida o il supporto dell'insegnante sono determinanti per i bambini e che diverse strategie hanno effetti differenti sul comportamento del bambino. Fornire ai bambini regole concrete e una guida supporta la loro capacità di assemblare e giocare con i mattoni programmabili. Inoltre, ponendo domande ai bambini, gli insegnanti possono aiutare gli studenti a identificare problemi, proporre soluzioni e condividere le loro idee. Anche in un ambiente di apprendimento costruttivista il ruolo dell'insegnante rimane essenziale: infatti, offrendo strategie adeguate, il bambino può usare la sua immaginazione, identificare e risolvere i problemi. Il sostegno dell'insegnante è inoltre essenziale quando gli oggetti robotici non sono noti.

## Tutoring in processi di *problem solving* con bambini tra i 4 e i 5 anni

La cornice teorica in cui si colloca il nostro studio sulle qualità del tutoring durante il coinvolgimento di bambini e insegnante-ricercatore in attività di robotica educativa ha radici nella prospettiva culturale ed ecologica dello sviluppo (Vygotskij, 1979; Leontiev, 1981; Wertsch, 1985; Rogoff, 1990). Lo sviluppo umano può essere descritto come un processo di apprendimento dinamico che avviene nell'ambiente. Tale modello è costituito da quattro elementi: il processo, la persona, il contesto, il tempo (PPCT) (Bronfenbrenner e Capurso, 2010). Il processo evolutivo comprende la relazione dinamica tra la persona e il suo contesto; la persona viene identificata in relazione alla propria individualità cognitiva, emotiva e comportamentale; il contesto è concepito come sistema di relazione tra contesti micro, meso, eso e macro e il tempo è definito come cronosistema di riferimento delle dinamiche evolutive e storiche, essenziale per connotare fenomeni e studiarne le relazioni di continuità e discontinuità individuale e generazionale. In particolare, consideriamo ogni sessione di gioco presa in esame come un micro-contesto di attività, ruoli e interazioni tra un non esperto e un esperto del gioco. Da un punto di vista pedagogico-didattico lo studio delle interazioni tra bambini e insegnanti in contesti naturali di vita è stato approfondito, ad esempio, nell'ambito della pedagogia della comunicazione verbale e non verbale (Lumbelli, 1981), con lo scopo di dotare educatori e insegnanti di strumenti per comprendere e orientare in modo intenzionale la propria azione comunicativa nel percorso di insegnamento. L'obiettivo è quello di inserire i bambini in un determinato mondo socio-culturale garantendo al contesto stesso qualità imprescindibili, come descritte nel "Quality Framework" europeo per l'educazione dell'infanzia (Commissione Europea, 2014). Centrale è il concetto di feedback comunicativo con scopo formativo che contraddistingue il dialogo, strumento per la condivisione di significato nello sviluppo cognitivo e nell'apprendimento concettuale. L'interazione sociale influisce infatti sulla possibilità di apprendimento inteso come modifica di cognizioni, conoscenze e competenze, tramite una guida fornita dall'interazione con persone più esperte. Tale guida può essere definita come una "partecipazione guidata" che svolge funzioni di supporto. Ad esempio, la guida sociale insegna a ricordare volontariamente, comunicare, pianificare e decidere (Newson e Newson, 1975), potenzialmente promuovendo il passaggio da un'epistemologia di tipo egocentrico (irreversibilità del pensiero) pre-operatorio a un'epistemologia intersoggettiva (Wertsch, 1985; Daniel e Gagnon; 2012). In situazioni di gestione condivisa di attività di *problem solving*

l'interazione tra adulto (o persona più esperta) e bambino può consentire il passaggio dall'etero-regolazione all'auto-regolazione consapevole, la quale implica la comprensione dei mezzi per raggiungere un obiettivo. Un problema è inteso qui come una situazione che presenta un punto di partenza, un obiettivo – e quindi un punto di arrivo – e una serie di passaggi intermedi che potranno presentare diversi ostacoli sia cognitivi sia materiali nel momento in cui il soggetto, da un punto di partenza, vuole raggiungere un punto desiderato (o obiettivo) (Robertson, 2016), ma per farlo non possiede conoscenze e abilità sufficienti che gli permettano di rispondere al problema nell'immediato. In queste circostanze il bambino potrà ricorrere alle conoscenze possedute, ossia avviare una serie di processi cognitivi che gli permettano di pianificare azioni per raggiungere l'obiettivo, tramite strategie definibili come operazioni mentali e materiali che consentono di raggiungere o di non raggiungere uno stato desiderato. Tali strategie sono processi euristici di pensiero che possono essere appresi proprio durante il processo di partecipazione guidata. L'azione compiuta dal più esperto durante un'attività di *problem solving* condiviso viene denominata "tutoring" e svolge una funzione di *scaffolding* con queste caratteristiche: «recruitment, reduction of degrees of freedom, direction maintenance, frustration control, demonstration, marking critical features» (Wood *et al.*, 1976, p. 99). Il primo scopo del tutor consiste nell'attivare e ingaggiare il bambino al compito, per poi evidenziare in modo esplicito le caratteristiche del compito che sono rilevanti. Soprattutto nel caso in cui l'esito non fornisca al bambino o all'adulto il risultato desiderato, questa marcatura comunicativa fornisce informazioni sulla discrepanza tra ciò che il bambino ha prodotto e ciò che l'adulto avrebbe riconosciuto come una produzione corretta. Il compito del tutor, quindi, è quello di interpretare le discrepanze e fornire chiavi di lettura. Un'altra caratteristica del tutoring è il controllo della frustrazione, vale a dire la guida che orienta il ragionamento o il *modelling* di strategie che hanno lo scopo di ridurre lo stress dei bambini, anche se il rischio è quello di generare dipendenza. La terza caratteristica è quella della dimostrazione (o *modelling*) di soluzioni o strategie di soluzione nell'aspettativa che i *tutees* interiorizzino per poi imitare in una forma appropriata. Com'è facilmente comprensibile, nel processo di tutoring il ruolo della comunicazione per lo sviluppo cognitivo è determinante, in particolare nello sviluppo concettuale. Ad esempio, studi pionieristici negli anni '70 e '80 (Rogoff, 1990) hanno dimostrato il miglioramento di abilità di seriazione se un adulto impegna un bambino in un dialogo che chiede di specificare le proprie scelte o la logica (pensiero condiviso nella comunicazione intersoggettiva), mentre un'esposizione didattica della logica del processo non influisce sulle capacità. La personalizzazione dello *scaffolding* migliora le performance di co-

struzione di un puzzle, così come è stato evidenziato nei compiti di memoria quando gli adulti sostengono le attività tramite dialoghi, mentre nessun vantaggio emerge in compiti di pianificazione di soluzione di percorsi e labirinti, tranne nel caso di condivisione delle decisioni. In sintesi, sembrano condizioni favorevoli allo sviluppo concettuale quelle in cui la comunicazione è dialogica e sensibile, ossia modulata in modo da adeguarsi sistematicamente alle contingenze dei compiti, dei bisogni, delle competenze e delle potenzialità dei bambini.

## **Il contesto, le domande di ricerca, la metodologia**

### ***Il contesto***

Il contributo presenta una ricerca realizzata presso la scuola dell'infanzia "Bambini Bicocca" di Milano nel mese di dicembre 2018<sup>1</sup>, con lo scopo di indagare l'interazione tra bambino, adulto e il robot Cubetto in condizioni quasi-sperimentali. Le sessioni di gioco sono state 7, ciascuna delle quali ha coinvolto una ricercatrice-insegnante già conosciuta dai bambini in quanto conduttrice di laboratori durante l'anno scolastico 2017/2018, un'osservatrice e un bambino alla volta per ogni sessione di gioco. La ricerca si inserisce nell'ambito di una proposta integrata nel curriculum della scuola, la quale ha allestito un atelier scientifico dedicando uno spazio per il gioco con oggetti robotici, come dichiarato nel PTOF (Piano Triennale dell'Offerta Formativa). I robot giocattoli sono intesi come tecnologie progettate per essere costruite o manipolate dai bambini in ambienti di gioco altamente esplorativi, per sollecitare in loro alcune capacità fondamentali: osservare attentamente, coordinare le azioni in relazione agli oggetti e allo spazio, ragionare e descrivere usando differenti linguaggi e attraversando molti campi di esperienza, in particolare di ambito scientifico (logico-matematico, fisico, meccanico, elettronico, informatico). Il robot è infatti un mediatore didattico attivo che può consentire ai bambini di indagare facendo prove, per errori e ripensamenti, e che va incontro al desiderio di capire la logica di un oggetto e dare forma alla creatività del gioco e della progettazione.

L'indagine è uno studio di carattere esplorativo. Il campione è stato selezionato secondo il criterio del *purposive sampling* (Silverman e Gobo, 2004). Sono stati scelti dalle insegnanti stesse di classe i 7 bambini che nel-

<sup>1</sup> Si ringraziano la direzione della scuola dell'infanzia e le famiglie dei bambini che hanno autorizzato la ricerca.

le attività settimanali con i robot avevano mostrato curiosità e motivazione al gioco. Le sessioni indagate in questo studio, di cui riportiamo 4 casi, hanno coinvolto il kit di gioco Cubetto, per la prima volta messo a disposizione dei bambini della scuola.

## ***Le domande di ricerca e la metodologia***

Lo studio si pone l'obiettivo di rendere visibili le dimensioni qualitative del dialogo tra bambino e adulto nel processo di tutoring durante il gioco con Cubetto, rispondendo a tre domande guida.

1. Quali elementi specifici hanno caratterizzato il tutoring durante le sessioni di gioco?
2. Il tutoring ha facilitato la comprensione della modalità di funzionamento di Cubetto?
3. Durante le sessioni di gioco è visibile il passaggio dall'etero-regolazione all'auto-regolazione dei comportamenti dei bambini?

Ogni sessione di gioco è avvenuta in uno spazio noto ai bambini, ha avuto una durata variabile tra i 20 e i 50 minuti e ha attraversato alcune fasi, anche in modo iterato e ricorsivo, definibili in relazione all'intenzione della ricercatrice:

1. illustrazione ed esposizione del funzionamento di Cubetto: il ricercatore ha avuto lo scopo di istruire mostrando ogni singolo componente del kit, la sua funzione d'uso e il sistema di programmazione per muovere il cubo;
2. consegna di compiti definiti dall'adulto o dal bambino: il ricercatore ha proposto ai bambini problemi di programmazione con un progressivo livello di difficoltà oppure i bambini stessi hanno proposto problemi;
3. definizione di compiti da parte del bambino: il ricercatore ha chiesto al bambino di immaginare e risolvere un problema, con lo scopo di verificare lo stato di comprensione del funzionamento del robot, la presenza di richieste all'adulto di supporto e gli ostacoli più ricorrenti nella ricerca di soluzione ai problemi.

Le sessioni sono state integralmente video-registrate con tre videocamere che hanno ripreso il contesto da diverse angolazioni e successivamente trascritte e analizzate utilizzando un software specifico, ATLAS.ti, in supporto all'analisi condotta tramite categorie date, cioè quelle relative agli interventi dell'adulto e quelle emergenti dall'interazione con il bambino e il contesto di gioco. In ogni trascrizione è stata individuata una suddivisione per compiti: ogni compito si configura come la richiesta di programmare Cubetto perché si muova da un determinato punto di partenza per arrivare a

un punto di arrivo. Tale processo è avvenuto secondo un procedimento *top-down* e *bottom-up* tipico della Grounded Theory costruttivista (Charmaz, 2014). Per l'analisi degli interventi verbali dell'adulto sono state utilizzate categorie tratte da studi di pedagogia della comunicazione verbale (Lumbelli, 1981; Zecca, 2012), dunque da una prospettiva pragmatica che prende in esame la funzione comunicativa in uno specifico *frame* discorsivo e contestuale. Le categorie sono:

- *funzione di gestione*: indica gli interventi volti a esplicitare le consegne utili per la comprensione dell'attività da svolgere, controllare la condotta degli alunni (sollecitare a mantenere o focalizzare l'attenzione, ristabilire l'ordine o il silenzio, invitare a ripetere l'intervento quando non è stato sentito) e richiamare al rispetto delle regole, indispensabili per mantenere un comportamento corretto e facilitare lo scambio comunicativo;
- *funzione di moderazione del dialogo*: include gli interventi attraverso cui l'insegnante cerca di organizzare la comunicazione, gestendo il *turn-taking*, ponendo domande di riformulazione o chiarimento e facendo interventi di sintesi o sollecitazione a partecipare all'attività;
- *funzione di orientamento del ragionamento*: comprende gli interventi per indirizzare il ragionamento dei partecipanti in una determinata direzione, aggiungendo nuove informazioni, compiendo collegamenti, domande o confutazioni, suggerendo strategie di soluzione o mostrandole direttamente;
- *funzione di ragionamento*: indica gli interventi volti a rilanciare o sostenere il ragionamento e/o l'azione degli alunni su un determinato argomento. Le tipologie di interventi aventi funzione di ragionamento sono: le richieste di consenso o accordo, le richieste di spiegazione e argomentazione, gli interventi di rispecchiamento, riepilogo, problematizzazione o quelli in cui vengono esplicitate le strategie cognitive che dovrebbero attivare gli alunni;
- *funzione di valutazione*: comprende i feedback positivi o negativi dati agli alunni in seguito al loro intervento.

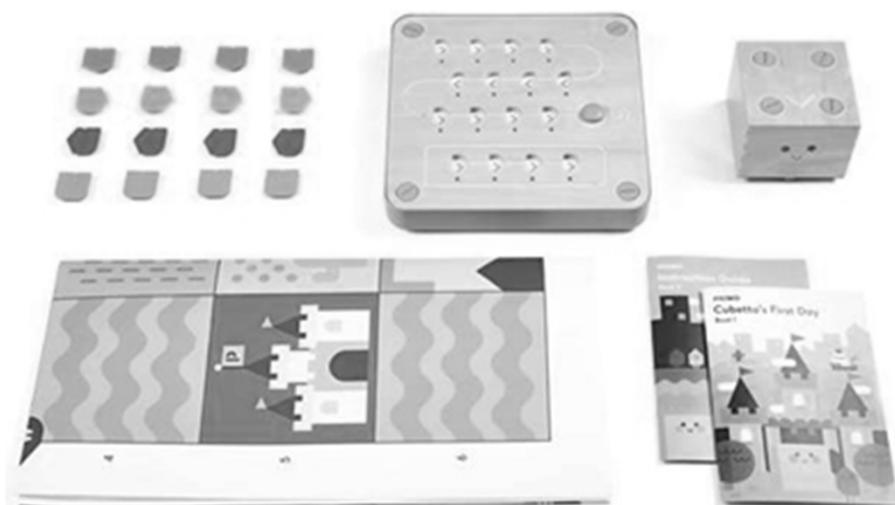


Fig. 1 - Kit Cubetto: tappeto, tavoletta per la programmazione, tasselli, Cubetto

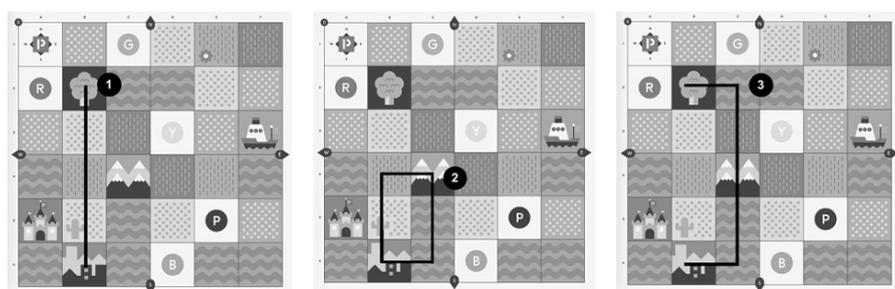


Fig. 2 - I compiti proposti dal ricercatore: compito 1, compito 2, compito 3

I compiti proposti all'inizio delle sessioni di gioco dall'adulto (Fig. 2) hanno chiesto al bambino di far muovere Cubetto da un punto A a un punto B. Durante l'esposizione dei compiti l'adulto indica anche con le dita i punti di partenza e arrivo per guidare la focalizzazione dell'attenzione. Tuttavia, il ricercatore non ha in mente una soluzione predeterminata: i bambini possono infatti scegliere le strategie e le soluzioni che ritengono opportune. La scelta di questi compiti deriva da un'ipotesi di progressiva difficoltà, poiché ai bambini è chiesto di: ricordare la funzione di ogni singolo tassello in relazione al colore e alla forma; ricordare la relazione tra il tassello e il movimento del robot in termini di misura e direzione; ricordare e quindi essere in grado di incastrare correttamente i tasselli; ricordare quale sia il pulsante di avvio e utilizzarlo in maniera appropriata; ricordare come ini-

ziare e concludere ogni programma; ricordarsi la sequenza di tasselli; comprendere e rappresentarsi la relazione tra l'intera sequenza sulla tavola di programmazione a incastro e il percorso di movimento del cubo mobile.

I dialoghi sono stati integralmente trascritti ed analizzati utilizzando le categorie descritte sopra per l'interpretazione degli interventi verbali e non verbali dell'adulto ricercatore. I risultati sono stati ottenuti incrociando l'analisi dei dialoghi tra adulto e bambino con l'analisi delle video-osservazioni che danno evidenza di aspetti non verbali (paraverbali, gesti, prossemica), movimenti e azioni dei soggetti coinvolti. In particolare, ci siamo concentrati sulle azioni dell'adulto e del bambino con i componenti del gioco con Cubetto e la direzione dello sguardo come indicatore della focalizzazione dell'attenzione. Anche in questo caso si è data una lettura pragmatica della comunicazione, mettendo in evidenza la funzione e lo scopo di un determinato comportamento; in caso di esitazione, ad esempio, lo sguardo del bambino verso l'adulto viene interpretato come richiesta di attenzione e supporto.



*Fig. 3 - Il setting*

## **Risultati**

I risultati riguardano quattro casi e sono presentati tramite una descrizione che prende in esame la singola sessione di gioco, focalizzando l'analisi sull'interazione tra ricercatrice (L.), bambina/o (A., E., D., G., di età tra i 3 e 5 anni) e set Cubetto (Fig. 1).

## ***Il caso di A.***

La sessione di gioco dura 43 minuti circa e presenta nove compiti, di cui i primi due hanno uno scopo espositivo, mentre negli altri sette A. interviene in modo preponderante. Nel compito 1 è osservabile un dialogo definibile come “sintonico strutturato”: L. descrive gli oggetti del kit Cubetto, con lo scopo di mostrare ad A. il suo funzionamento, e per questo lo coinvolge indicandogli di premere il tasto di avvio alla dimostrazione del movimento prodotto dal robot ad ogni tassello, o blocco, di programmazione. Lo spostamento del robot viene osservato da entrambi, L. e A., per tutto il tempo; l'intenzione di L. è quella di orientare l'attenzione del bambino affinché apprenda la strategia di verifica diretta della programmazione, quindi della corrispondenza tra la sequenza di tasselli inserita nella guida a incastro per la programmazione e il presunto spostamento del cubo mobile dal punto di partenza a quello di arrivo. Il compito 2 richiede l'uso di un tassello con funzione di rotazione; L. ipotizza che l'operazione della rappresentazione mentale di una rotazione sia più complessa, poiché implica l'interiorizzazione della direzionalità (destra/sinistra), quindi la concettualizzazione dei punti di riferimento. In questo compito L. simula il movimento del robot con la mano per mostrare la rotazione, con lo scopo di semplificare, mediando tramite il gesto, il passaggio dal ricordo del moto del robot al riconoscimento del tassello relativo. Nel compito 3 A. sceglie autonomamente i tasselli mentre simula mentalmente il percorso del robot, osservando passo passo il tappeto di gioco. A. alterna l'osservazione, accompagnata dal dialogo che descrive il movimento, alla scelta dei tasselli e al loro posizionamento sulla tavola a incastro. Il compito prevede che A. ricordi a quale rotazione corrisponda un particolare tassello. Queste prime prove hanno lo scopo di monitorare la comprensione da parte di A. della funzione dei tasselli. A. non esita a muoversi in autonomia, seguendo la propria strategia: simulazione mentale (osservazione, conteggio dei passi del robot, costruzione della sequenza passo dopo passo) e, mentre agisce, espressione verbale del suo ragionamento, che viene rispecchiato o riorientato dall'adulto, costantemente in dialogo, per confermare il ragionamento stesso. A. aspetta quindi il feedback dell'adulto. Il compito 4 aggiunge elementi di difficoltà. La dimostrazione avviene anche con la simulazione del corpo, in particolare della mano, che rappresenta il movimento del robot. Le esitazioni di A. sono riconducibili alla memorizzazione della rotazione destra/sinistra e all'associazione con il tassello corretto. Il compito 5 implica una serie di rotazioni a destra e a sinistra: il percorso prevede infatti una maggiore variazione di tipologie di movimenti del robot. Per facilitare la composizione del programma con i tasselli, l'adulto simula passo passo

le scelte del bambino, con lo scopo di evidenziare soprattutto le rotazioni. Il compito 6, al minuto 18.57, presenta – a differenza degli altri – un problema inventato dallo stesso A., il quale programma direttamente sulla tavoletta, mentre L. rispecchia confermando che quello che sta predisponendo corrisponde a quanto farà il robot. Mentre L. “rilegge” la sequenza dei tasselli in relazione al moto del robot, A. ascolta e si corregge: «Ho sbagliato». A. è interessato a costruire una sequenza per poi osservare il movimento del robot e testare che effettivamente si comporti come ha previsto. Nel compito 7, definito da A. «un’altra storia», il bambino ha compreso la funzione del tasto azzurro e dunque il test funziona: sembra avere interiorizzato la regola. Il compito 8 è una verifica per L.: A., infatti, non ha compreso ancora che il punto di vista è una variabile di cui tener conto per stabilire se si tratta di destra o di sinistra. Nel compito 9 L. indica con il dito il percorso che il robot dovrà fare e A., prendendo a modello una strategia di L., pensa tracciando il percorso sul tabellone con il dito. Nel ricostruire la sequenza di tasselli l’esitazione è correlata alla rotazione da connettere al punto di vista, alla direzione e al movimento corretto corrispondente. Come emerge dall’analisi, le decisioni di A. sono prevalentemente correlate a interventi dell’adulto con funzione di orientamento del ragionamento, quali domande chiuse, indicazioni di orientare l’attenzione verso un oggetto specifico e informazioni le quali descrivono comportamenti o caratteristiche che suggeriscono una guida alla ricerca di soluzioni. Sono evidenti 14 casi in cui A. chiede all’adulto aiuto su come fare (quali tasselli inserire e come costruire la sequenza) oltre a 6 richieste di spiegazione sulla funzione dei tasselli di rotazione, sul meccanismo di funzionamento del tasto di avvio e la connessione del movimento del robot con il programma costruito e, più frequenti, sulla corrispondenza dei tasselli alle rotazioni nella direzione di destra e di sinistra, a conferma della difficoltà cognitiva che comporta la rappresentazione mentale della relazione di rotazione nello spazio verso le due direzioni.

## ***Il caso di E.***

La seduta di gioco di E. dura circa 34 minuti. Durante i primi tre minuti L. espone il kit e il suo funzionamento; in particolare, mostra la funzionalità dei diversi tasselli, uno dopo l’altro, direzionando l’attenzione del bambino sul cubo in movimento – dopo avere descritto la direzione in cui si sarebbe mosso – e coinvolgendo E. nel dare l’avvio al robot. E. osserva con molta attenzione senza parlare, ma agendo sugli oggetti in dialogo sintonico con L. In questa prima fase L. si accerta che E. comprenda quanto sta dicendo e ne

monitora l'attenzione con domande quali: «Ok?» o «Ti ricordi?». L. avanza una domanda per sapere se E. riconosce la destra e la sinistra come punti per l'orientamento nello spazio, ottenendo esito positivo: E. sa riconoscere il lato destro e sinistro facendo riferimento alle proprie mani. L'ipotesi è che E. sia in grado di comprendere e utilizzare i tasselli di rotazione proprio per questa sua conoscenza. Nei minuti che seguono E. utilizza il tasto azzurro, che rappresenta la funzione di eseguire una sequenza predisposta in un particolare punto della tavola di programmazione, mostrando comprensione per un concetto più astratto. L'osservazione del comportamento del robot, come verifica diretta della sequenza di tasselli costruita insieme, consente di individuare due errori rispetto all'aspettativa del bambino e la correzione è subito agita; per entrambi i casi L. interviene suggerendo di ricominciare. Come nel caso precedente, l'atteggiamento di L. è orientato al contenimento di eventuali frustrazioni per non essere riusciti a trovare risposte consone al raggiungimento dell'obiettivo, sostenendo i bambini nel fare più prove e nell'esplorare le reazioni e i comportamenti del robot. La postura di L. («Cos'è successo?», «Vuoi riprovare?») è stata sufficiente per fare riconsiderare il numero di caselle che il robot deve percorrere e ricordarsi che, se non si tolgono i tasselli dalla curva del programma, questo rimane nella memoria del robot. Nel compito successivo E., sempre a seguito di un movimento compiuto dal robot in modo diverso dalle aspettative del bambino, dovrà riconsiderare la funzione del tassello di rotazione per evitare una tipica difficoltà di quest'età: non ricordare che il movimento rotatorio non implica uno spostamento in avanti. A differenza di A., a E. è sufficiente osservare il comportamento del robot in movimento per ricostruire un codice che sia congeniale alle sue attese. Questo è anche il motivo per cui il dialogo tra L. ed E. è sì sintonico, ma molto meno ricco di verbalizzazioni. E. non pone domande né richieste di aiuto specifico: è sostanzialmente in silenzio per tutto l'arco della sessione; L. rispecchia dunque la modalità di E. e il dialogo è sintonico-strutturato. In caso di difficoltà causa di ostacoli per il bambino, L. procede scomponendo il problema in fasi e ricostruendo la sequenza corretta tramite la simulazione gestuale del percorso, ossia indicando con il dito il percorso che il robot dovrà fare sul tappeto di gioco. Anche in questo caso l'intenzione di L. è fornire una possibile strategia ai bambini. Nel compito 3 il dialogo si intensifica: L. guida passo dopo passo simulando il percorso del robot, mentre E. sceglie i blocchi da inserire. Saranno necessari numerosi tentativi: l'ostacolo di E. è dettato dalla necessità di far fare più rotazioni a Cubetto non ricordando dove posizionare i tasselli nella linea della programmazione – i quali vanno incastrati uno accanto all'altro senza lasciare spazi vuoti. L. richiama quindi esplicitamente alcune strategie: controllare di volta in volta sul tappeto se il gesto che viene simulato corrisponde al tassello scelto e descrivere i movi-

menti del robot una volta dato l'avvio, e quindi controllare se il suo movimento corrisponde a quello previsto. Gli ultimi due compiti sono inventati da E., il quale utilizza le strategie suggerite senza accompagnare le sue azioni con la verbalizzazione, ma controllando la propria sequenza con lo sguardo rivolto al tappeto di gioco su cui si muove Cubetto. E. sta simulando mentalmente il percorso, passo dopo passo. Il dialogo è dunque sintonico-strutturato trasformativo, poiché negli ultimi compiti il bambino utilizza strategie interiorizzate per porre e risolvere in modo autonomo i problemi implicati.

## ***Il caso di G.***

La sessione è durata 41 minuti e ha avuto inizio con una dimostrazione pratica di come Cubetto si muove, di quanto si sposta a ogni singolo movimento. Al termine di questa fase introduttiva, G. ha affrontato una serie di problemi di programmazione. Il primo sotto-problema che G. affronta è capire quali tasselli dovrà inserire sulla tabella di programmazione per far sì che il robot arrivi al punto previsto. A tale scopo, G. rivolge lo sguardo allo scatolino posizionato al suo fianco in cui vi sono tutti i tasselli da inserire e decide di prendere un tassello verde e inserirlo sulla tabella di programmazione. Il primo compito viene proposto da G. e prevede l'utilizzo di numerosi blocchi di programmazione, quindi G. dovrà utilizzare immediatamente tutte le informazioni che le sono state date durante la spiegazione iniziale. G. non ha accettato il compito più semplice proposto da L. all'inizio della sessione e L. ha accolto la modifica di G. che però si arena e non sa più come procedere. Per più di un minuto L. e G. osservano il robot in silenzio. L. mostra nuovamente come programmare Cubetto. Attraverso le domande-stimolo L. cerca di creare dei collegamenti con quanto fatto in precedenza e associa la parola "dritto" ai tasselli verdi. In questa prima fase si riproduce un dialogo strutturato diretto, completamente guidato dall'adulto che con domande chiuse e scomponendo il problema focalizza l'attenzione di G., rispondendo con feedback di verifica costante. Il secondo compito scelto da L. è molto semplice: richiede l'utilizzo di pochi blocchi, con uno spostamento breve in una sola direzione. Questa scelta è determinata dall'intenzione di far sperimentare gradualmente la programmazione e raggiungere l'obiettivo. G. è in grado di contare mentalmente e già dal terzo compito è capace di comporre sequenze in modo corretto. L. interviene con feedback di conferma e non corregge in caso di errori, con l'intenzione di far riflettere G. a posteriori sui comportamenti del robot nel caso in cui non corrispondessero al piano. Al primo errore G. non sa dire quale parte della

sequenza sia sbagliata e quindi L. espone il problema. Una difficoltà comune a tutti i bambini coinvolti è quella di ricordare di ricomporre il codice di tasselli ogni volta che si pone un compito nuovo. G. ricorda le funzioni dei blocchi e alcune caratteristiche del funzionamento, quindi L. supporta e ascolta e non guida in modo direttivo, per lasciare a G. la propria sperimentazione; conoscendola, L. sa che G. può gestire eventuali frustrazioni. G. prefigura e simula il percorso del robot, guardando il tappeto di gioco, contando i passi e dichiarando la direzione; mentre pianifica, costruisce la sequenza del programma sulla tavola a incastro e poi verifica il movimento mentre il robot si sposta. L. sostiene con lo sguardo, tramite conferme non verbali o con il rispecchiamento, e propone compiti gradualmente più complessi poiché ha verificato che G. ha compreso la maggior parte delle funzionalità del robot.

### ***Il caso di D.***

La sessione di gioco con D. ha una durata di circa 34 minuti. Durante l'esposizione sul funzionamento del kit, punteggiata da domande da parte di L. che verificano la comprensione, L. si accerta della capacità di riconoscere l'orientamento a destra e a sinistra da parte di D. Al primo compito D. non riesce a individuare i tasselli utili per la costruzione di un codice minimamente funzionale a rispondere all'obiettivo di muovere il robot per quattro passi in avanti. Il robot è già stato posizionato da L., in modo da semplificare il problema. D. chiede subito: «Prima, quale devo cominciare?». L. risponde riorientando l'attenzione della bambina e invitandola a pensarci. Il dialogo si presenta altamente strutturato, con continua necessità di feedback da parte di L., e il processo è dunque fortemente etero-regolato, in modo simile al tipo di tutoring sperimentato da A. Il primo compito pone a D. la questione del numero dei tasselli: D. non ricorda quale tassello significa «avanti di un passo», ma sa contare, e lo fa anche con il gesto dell'indicare i riquadri in cui è suddiviso il tappeto di gioco. L. la guida passo passo e al termine del primo compito D. compie una generalizzazione, riflettendo sul numero complessivo dei tasselli utili alla soluzione. Per il secondo compito D. non accetta la proposta di L., poiché vuole immaginare lei stessa un problema, e ne propone uno simile a quello ipotizzato da L. stessa, che prevede l'uso unicamente del tassello verde. D. non ricorda che Cubetto tiene in memoria il percorso così come definito dai tasselli nel percorso predisposto per la composizione del codice e non riesce a memorizzare la misura dello spostamento del cubo. L. dirige dunque l'attenzione di D. orientando il suo ragionamento, esponendo nuovamente le informazioni date in precedenza e problematizzando le decisioni prese con lo scopo di far riflettere D. Da

questo momento in poi, a ogni decisione, D. fa seguire la richiesta di conferma a L. per essere rassicurata sulla sua scelta e verificare prima di fare eseguire il programma. Le esitazioni riguardano la rappresentazione della rotazione di Cubetto e del relativo tassello per programmarne il movimento. Durante il compito 3 L. orienta l'attenzione e le strategie di D., accertando costantemente che D. stia seguendo e la sua comprensione dei sottoproblemi che man mano si presentano. D. vuole proseguire il gioco proponendo il compito 4 a circa 14 minuti dall'inizio della sessione: «Adesso voglio fare un'altra cosa, che però non dello stesso (tipo)». D., proponendo compiti da lei pensati, mostra come il suo interesse sia quello di cimentarsi in un problema più difficile di quelli proposti da L.: pianifica infatti un percorso che implica l'utilizzo di un numero maggiore di tasselli, più di tre, e di percorsi con molte curve. L. cerca di dissuadere D., per evitare la frustrazione di non riuscire a costruire la sequenza corretta e dunque non arrivare all'obiettivo. Le difficoltà di conteggio della bambina inducono L. a semplificare il compito proposto da D., ristrutturando continuamente lo *scaffolding* e riconfigurando il piano del percorso attraverso la descrizione verbale dello stesso in termini di numeri di "passi" e direzioni, simulando con la mano il percorso del robot (codice gestuale). Il dialogo è strutturato direttivo. La scelta di questo stile dipende dalle informazioni che L. raccoglie nel processo di feedback continuo su alcune capacità di D. In particolare, verifica se D. è in grado di associare in modo corretto a ogni passo (dunque a ogni movimento percorso dal robot associato a un solo tassello) un numero progressivo. L. rispecchia quindi la strategia decisa da D., ma organizza il processo di soluzione (mettere a punto la sequenza di tasselli) orientando passo passo, dirigendo e correggendo D.: «[...] e quindi dopo va un altro dritto. Quindi vai, iniziamo a metterli, sempre dall'inizio da qui». Questo stile sollecita D. nell'esplicitare i dubbi: «non so dove va». I dubbi di D. sono: la direzione, la funzione del tassello in termini di associazione tra colore e direzione e colore e spostamento nello spazio da parte del robot; anche la rotazione è complessa da immaginare. D. chiede di poter fare tutto da sola («voglio che non mi aiuti»), senza la consapevolezza di quali siano le ragioni degli ostacoli che incontra e non avendo ancora appreso tutte le funzionalità di Cubetto. L. struttura allora il dialogo per esporre di nuovo D. alla dimostrazione della fase di pianificazione che precede la costruzione delle sequenze. D. è spinta soprattutto dal desiderio di vedere muovere il robot e dall'immaginare percorsi molto lunghi e tortuosi, senza avere ancora tutti gli strumenti per poter effettivamente programmare. Anche l'ultimo compito viene guidato e L. conduce in modo molto strutturato e direttivo. D. non riesce a comporre correttamente la sequenza: la difficoltà è soprattutto quella di associare ogni numero al singolo spostamento del robot.

## Discussione e conclusioni

L'analisi delle osservazioni descrittive incrociate con le tipologie di intervento dell'adulto e del bambino consentono di ipotizzare alcuni pattern che si ripetono o differiscono nei quattro casi e che ci orientano ad alcune prime generalizzazioni. Abbiamo individuato due tipologie di dialogo, simili nel caso di A. e di D. Il primo, definito "strutturato-sintonico direttivo", prevede l'attenzione congiunta sugli oggetti di gioco e l'alternarsi di azione e osservazione da parte di entrambi gli attori ed è accompagnato da uno scambio reciproco e sintonico costante. Il turno tra adulto e bambino si alterna continuamente e avviene condividendo l'attenzione sugli oggetti utilizzati e sul movimento del robot. L'adulto o il bambino decidono l'azione da compiere: l'adulto dirige la soluzione e l'azione tramite feedback positivi o negativi, lasciando al bambino il compito di utilizzare gli oggetti, ma suggerendo frequentemente le decisioni tramite informazioni o domande chiuse mirate. I bambini pongono per tutta la durata domande per verificare se hanno capito o su come agire. Lo scopo dell'interazione si modifica gradualmente e da totalmente illustrativo (modelling) assume la caratteristica di uno *scaffolding* orientativo. La verbalizzazione costante delle azioni che si compiono, inclusa la concomitante simulazione corporea del movimento del robot, suggerisce al bambino l'accompagnamento del ragionamento ad alta voce. La seconda tipologia di dialogo, simile per E. e per G., può essere definita "sintonico-strutturata orientativa trasformativa": condivide con la precedente la reciprocità nell'azione partecipata, ma prevede che negli ultimi compiti della sessione di gioco i bambini sappiano utilizzare a loro volta le strategie proposte dall'adulto, risolvendo autonomamente i problemi posti. Questo secondo tipo evidenzia il passaggio dall'etero-regolazione all'auto-regolazione.

Per concludere, lo studio evidenzia inoltre alcune condizioni ricorrenti che mettono in difficoltà i processi di ricerca di soluzione dei problemi con Cubetto, le quali possono incidere sul livello di attenzione e motivazione al gioco pur molto differenziate per ciascun bambino. Le principali difficoltà sono: memorizzare molte informazioni contemporaneamente, progettare e fare eseguire al robot sequenze con più rotazioni, ricordare i tasselli relativi alla rotazione destra-sinistra, rappresentare mentalmente il movimento degli oggetti nello spazio. Si tratta infatti di un gioco estremamente difficile, poiché, come già descritto nei paragrafi precedenti, implica l'attivazione di molte funzioni cognitive complesse e l'utilizzo di numerose informazioni in contemporanea. Un elemento interessante da prendere in esame è la scelta del tipo di compiti che i bambini compiono quando danno spazio alla loro immaginazione, poiché rende visibile il modo in cui stanno rielaborando

quanto percepiscono e la sfida cognitiva ed emotiva che intendono intraprendere in modo auto-motivato.

Da questo punto di vista sono da rimarcare alcune questioni di fondo. La prima riguarda la necessità di monitorare in modo più ravvicinato le metodologie di preparazione dell'ambiente e della comunicazione didattica nei contesti educativi reali, per poter promuovere una maggiore conoscenza sul tipo di sollecitazione dei dispositivi robotici in termini di apprendimento dei bambini. La conoscenza del loro approccio alle tecnologie e delle modalità di esplorazione che guidano le loro azioni, è funzionale alla comprensione e riprogettazione della didattica di attività di robotica educativa. La seconda questione interessa invece l'attenzione sul processo di partecipazione guidata e sulle sue implicazioni in termini educativi e didattici. Questo studio conferma i risultati dello studio di Sullivan e Bers (2016) sulla necessità di allestire spazi tranquilli, prevedendo un tempo disteso per le sessioni di gioco, coinvolgendo un numero limitato di bambini a cui lasciare la possibilità di ragionare, costruire e ri-costruire per risolvere o porre problemi tutte le volte di cui hanno bisogno. Il tutoring, per svolgere una reale funzione di *scaffolding*, è infatti il più possibile individualizzato e sintonico al fine di rispondere alla necessità di sostegno o lasciare il tempo per le sperimentazioni autonome e le domande dei bambini.

In prospettiva si ritiene che lo studio delle diverse tipologie di tutoring accostate agli stili di approccio al gioco con diverse tipologie di compito e di robot possa costituire materiale utile non solo per eventuali modellizzazioni, ma anche per progettare strumenti per l'osservazione a disposizione degli insegnanti e degli educatori.

## Bibliografia

- Anwar, S., Bascou, N.A., Menekse, M., e Kardgar, A. (2019), "A systematic review of studies on educational robotics", *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9, 2: 2.
- Bell T., Witten I.H., Fellows M., Adams R. and McKenzie J. (2015), *CS Unplugged: An Enrichment and Extension Programme for Primary Aged Students*. Testo disponibile al sito: <https://classic.csunplugged.org/books/> (consultato il 4/08/2020)
- Bers M.U. (2008), *Blocks to Robots Learning with Technology in the Early Childhood Classroom*, Teachers College Press, New York.
- Bers M.U., Flannery L., Kazakoff E.R. and Sullivan A. (2014), "Computational Thinking and Tinkering: Exploration of an Early Childhood Robotics Curriculum", *Computers & Education*, 72: 145-157.

- Botički I., Pivalica D. and Seow P. (2018, January), *The Use of Computational Thinking Concepts in Early Primary School*, in *Proceedings of the International Conference on Computational Thinking Education 2018*, The Education University of Hong Kong, Hong Kong: 8-13.
- Bronfenbrenner U. e Capurso M., a cura di (2010), *Rendere umani gli esseri umani. Bioecologia dello sviluppo*, Erickson, Trento.
- Caguana Anzoátegui L.G., Pereira M.I.A.R. and Solís Jarrín M. del C. (2017), *Cubetto for Preschoolers: Computer Programming Code to Code*, in *2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, IEEE, Piscataway, NJ. Testo disponibile al sito: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8259649/references#references> (consultato il 27/07/2020).
- Castro E., di Lieto M.C., Pecini C., Inguaggiato E., Cecchi F., Dario P., Cioni G. e Sgandurra G. (2019), “Robotica Educativa e potenziamento dei processi cognitivi esecutivi: dallo sviluppo tipico ai bisogni educativi speciali”, *Form@re*, 19, 1: 60-77.
- Charmaz, K. (2014), *Constructing grounded theory*, Sage, London.
- Çetin, M., Demircan, H. Ö. (2020), “Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: a systematic literature review”, *Early Child Development and Care*, 190, 9: 1323-1335.
- Commissione Europea (2014), *Proposal for Key Principles of a Quality Framework for Early Childhood Education and Care*, Report of the Working Group on Early Childhood Education and Care Under the Auspices of the European Commission. Testo disponibile al sito: [https://www.eurochild.org/fileadmin/public/05\\_Library/Thematic\\_priorities/04\\_Early\\_Years/European\\_Union/ecec-quality-framework\\_en.pdf](https://www.eurochild.org/fileadmin/public/05_Library/Thematic_priorities/04_Early_Years/European_Union/ecec-quality-framework_en.pdf) (consultato il 13/07/2020).
- Daniel M.-F. and Gagnon M. (2012), “Pupils’ Age and Philosophical Praxis: Two Factors that Influence the Development of Critical Thinking in Children”, *Childhood & Philosophy*, 8, 15: 105-130.
- Fessakis G., Gouli E. and Mavroudi E. (2013), “Problem Solving by 5-6 Years Old Kindergarten Children in a Computer Programming Environment: A Case Study”, *Computers & Education*, 63: 87-97.
- González-González C.S. (2019), “State of the Art in the Teaching of Computational Thinking and Programming in Childhood Education”, *Education in the Knowledge Society*, 20: 1-15.
- Grover S. and Pea R. (2013), “Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field”, *Educational Researcher*, 42, 1: 38-43.
- Isnaini, R., Budiyanto, C. (2018), “The Influence of Educational Robotics to Computational Thinking Skill”, in *Early Childhood Education*. In Conference: The 1st International Conference on Computer Science and Engineering Technology At: Kudus, Indonesia.
- Janka P. (2008), *Using a Programmable Toy at Preschool Age: Why and How?*, in Carpin S., Noda I., Pagello E., Reggiani M. and von Stryk O., eds, *Simulation*,

- Modeling, and Programming for Autonomous Robots*, SIMPAR 2008, Springer, Berlin-Heidelberg: 112-121.
- Jung S.E. and Won E. (2018), "Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children", *Sustainability*, 10, 4: 905.
- Kazakoff, E.R., Sullivan, A., e Bers, M. U. (2013), "The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood", *Early Childhood Education Journal*, 41, 4: 245-255.
- Lamagna E.A. (2015), "Algorithmic Thinking Unplugged", *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 30, 6: 45-52.
- Leontiev A.A. (1981), *Psychology and the Language Learning Process*, Pergamon, Oxford.
- Levy, S.T., Mioduser, D. (2010), "Approaching complexity through playful play: Kindergarten children's strategies in constructing an autonomous robot's behavior", *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15, 1: 21-43.
- Liu E.Z.F., Lin C.H., Liou P.Y., Feng H.C. and Hou H.T. (2013), "An Analysis of Teacher-Student Interaction Patterns in a Robotics Course for Kindergarten Children: A Pilot Study", *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12, 1: 9-18.
- Lu J.J. and Fletcher G.H. (2009, March), *Thinking About Computational Thinking*, in Fitzgerald S., Guzdial M., Lewandowski G. and Wolfman S., eds., *SIGCSE '09: Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, Association for Computing Machinery (ACM), New York: 260-264.
- Lumbelli L. (1981), *Pedagogia della comunicazione verbale*, Franco Angeli, Milano.
- Minuto M. e Ravizza R. (2008), *Migliorare i processi di apprendimento. Il metodo Feuerstein: dagli aspetti teorici alla vita quotidiana*, Erickson, Trento.
- Mioduser, D., Levy, S. T. (2010), "Making sense by building sense: Kindergarten children's construction and understanding of adaptive robot behaviors", *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15, 2: 99-127.
- Mioduser, D., Levy, S. T., Talis, V. (2009), "Episodes to scripts to rules: Concrete-abstractions in kindergarten children's explanations of a robot's behavior", *International Journal of Technology and Design Education*, 19, 1: 15-36.
- MIUR (2018), *Indicazioni nazionali e nuovi scenari*, documento a cura del Comitato Scientifico Nazionale per le Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione. Testo disponibile al sito: <http://www.indicazioninazionali.it/wp-content/uploads/2018/08/Indicazioni-nazionali-e-nuovi-scenari.pdf> (consultato il 24/09/2020).
- Newson J. and Newson E. (1975), "Intersubjectivity and the Transmission of Culture: On the Social Origins of Symbolic Functioning", *Bulletin of the British Psychological Society*, 28: 437-446.
- Papert S. (1980), *Mindstorms: Computers, Children, and Powerful ideas*, Basic Books, New York.
- Robertson S.I. (2016), *Problem Solving: Perspectives from Cognition and Neuroscience*, Psychology Press, New York.

- Rogoff B. (1990), *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context*, Oxford University Press, Oxford.
- Sapounidis, T., Demetriadis, S. (2016), Educational robots driven by tangible programming languages: A review on the field, *International Conference EduRobotics 2016*, Springer, Cham: 205-214.
- Selby C.C. (2012), *Promoting Computational Thinking with Programming*, in Knobelsdorf M. and Romeike R., eds., *WiPSCE '12: Proceedings of the 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, Association for Computing Machinery (ACM), New York: 74-77.
- Silverman, D., Gobo, G. (2004), *Come fare ricerca qualitativa: una guida pratica*, Carocci, Roma.
- Stoeckelmayr K., Tesar M. and Hofmann A. (2011), *Kindergarten Children Programming Robots: A First Attempt*, in Stelzer R. and Jafaradar K., eds., *Proceedings of the 2nd International Conference on Robotics in Education (RiE)*, INNOC - Austrian Society for Innovative Computer Sciences, Wien: 185-192.
- Sullivan A., Bers M.U. (2016), “Robotics in the Early Childhood Classroom: Learning Outcomes from an 8-Week Robotics Curriculum in Pre-kindergarten Through Second Grade”, *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 1: 3-20.
- Sullivan, A., Kazakoff, E. R., e Bers, M. U. (2013), “The wheels on the bot go round and round: Robotics curriculum in pre-kindergarten”, *Journal of Information Technology Education*, 12: 203-219.
- Sullivan, A., Strawhacker, A., Bers, M. U. (2017), “Dancing, drawing, and dramatic robots: Integrating robotics and the arts to teach foundational STEAM concepts to young children”, in *Robotics in STEM education*, Springer, Cham: 231-260.
- Virnes M. and Sutinen E. (2009, November), *Topobo in Kindergarten: Educational Robotics Promoting Dedicated Learning*, in Kong S.C., Ogata H., Arnseth H.C., Chan C.K.K., Hirashima T., Klett F. et al., eds., *Proceedings of the 17th International Conference on Computers in Education (ICCE)*, Asia-Pacific Society for Computers in Education, Taiwan: 690-697.
- Vygotskij L.S. (1974), *Storia dello sviluppo delle funzioni psichiche superiori ed altri scritti*, Giunti-Barbera, Firenze.
- Wertsch J.V. (1985), *Vygotsky and the Social Formation of Mind*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Wing J.M. (2008), “Computational Thinking and Thinking About Computing”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366, 1881: 3717-3725.
- Wing J.M. (2011), “Research Notebook: Computational Thinking - What and Why”, *The Link - The Magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science*. Testo disponibile al sito: <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (consultato il 7/09/2020)

Wood D., Bruner J.S. and Ross G. (1976), “The Role of Tutoring in Problem Solving”, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 2: 89-100.

Zecca L. (2012), *I pensieri del fare. Verso una didattica meta-riflessiva*, Junior-Spaggiari, Parma.



## **Sezione III**

# **Riflessioni su esperienze**



# Scrivere la pratica didattica: le ricerche degli insegnanti

di *Luisa Zecca*

Le ragioni che ci hanno guidato alla scelta di far dialogare il punto di vista di ricercatori accademici con quello di insegnanti-ricercatori (i “pratici”, come sono nominati nella letteratura internazionale e nazionale accademica) sono principalmente tre e le poniamo come assunti al discorso che segue, introduttivo di questa seconda parte:

1. le fonti di una scienza dell’educazione sono i problemi della pratica educativa (Dewey, 1929; Vinatier, 2009);
2. l’insegnante è un professionista della mediazione didattica (Damiano, 2013);
3. affinché l’esperienza possa generare sapere condivisibile con altri insegnanti e ricercatori, è necessario un metodo riconoscibile (Altet, 2010).

Il sapere sull’educazione e sulla didattica trova il proprio fondamento nella pratica così come si materializza nei contesti naturali di vita degli studenti, degli insegnanti e degli specialisti (atelieristi ed esperti), tra cui le scuole. Da questa prospettiva, i problemi professionali conferiscono rilevanza e significatività alla ricerca didattica.

Le esperienze presentate, pur nella loro diversità di approccio e di contesto, danno conto delle ragioni di una scelta: quella dell’uso di robot per la mediazione didattica. Il riferimento è alle Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari (2018), ma non solo: ogni esperienza descrive infatti con un alto grado di precisione le ragioni teoriche, di contesto e soggettive per cui è stato dato avvio e realizzazione a pratiche di robotica educativa. Procedere per casi, e per casi comparabili perché dotati di un modello narrativo comune, ci consente di non perdere la ricchezza, la “biodiversità” delle situazioni didattiche, mettendone in evidenza la pluralità delle intenzioni degli insegnanti e della loro lettura della classe, dei possibili bisogni e interessi di ciascun singolo allievo e al contempo di trovare continuità e discontinuità teorico-metodologiche. La molteplicità comparabile porta a ipotizzare che

anche nella pratica educativa, come nella ricerca accademica sulla robotica educativa, non è definibile “la” robotica educativa: gli oggetti robotici possono essere strumenti per la didattica che talvolta è didattica della robotica, talvolta è didattica con i robot; talvolta gli scopi dell’insegnamento sono mono-disciplinari, mentre in altri casi sono pluridisciplinari oppure finalizzati alla formazione di attitudini, se non di abilità, trasversali (sapere osservare con attenzione, collaborare, maturare un’attitudine scientifica, sostenere specifiche funzioni cognitive ecc.). La distinzione è utile al fine di poter generare analisi e confronti, scopo del Convegno IBR19, che ha dato voce agli insegnanti e ai ricercatori e dunque, per cominciare, ha dato luogo a un ascolto reciproco.

Perché la ricerca in educazione non può fare a meno del sapere degli insegnanti? E di quale professionalità insegnante parliamo?

Veniamo al secondo principio che dà ragione dei resoconti delle ricerche degli insegnanti. Vale la pena accennare brevemente al fatto che le competenze professionali degli insegnanti sono elencate e definite negli ordinamenti dei corsi di laurea della formazione iniziale nazionali e internazionali (ad oggi di nuovo sospesa per l’insegnamento alla scuola secondaria) e accennate nel contratto collettivo nazionale, oltre che (ma in modo implicito) nelle diverse tipologie di selezione in ingresso. Per queste ragioni rimane sospeso, nell’alveo del complesso contesto Scuola, anche il tema dell’insegnamento come semi-professione ad alta vocazionalità.

L’insegnamento può venire inteso, tra gli altri modi, come applicazione di metodi e tecniche generalmente messe a punto da esperti. Molte sono le metafore e gli studi sulla percezione e sulla rappresentazione delle figure di maestri e insegnanti nella storia dell’educazione e altrettante saranno da esplorare: insegnante tecnico, artigiano, riflessivo, educatore, informatore e formatore. Una caratteristica che accomuna le diverse tipologie è la natura strettamente relazionale del mestiere: in particolare, l’insegnante media tra quello che sa ed è, il mondo e i propri allievi, come ben descritto nelle teorie sulla trasposizione didattica di Chevallard.

La rappresentazione che mi preme mettere a tema qui è quella dell’insegnante-ricercatore, che vanta una lunga tradizione di ricerca nata negli anni ’60 in Europa, in particolare in Inghilterra (Elliott, 1991), che identifica nella ricerca-azione la sua epistemologia fondamentale (Asquini, 2018).

Perché gli esiti delle ricerche-azioni di insegnanti, o svolte in collaborazione con ricercatori accademici, sono indispensabili non solo alla pratica professionale, ma anche al sapere della pedagogia?

L'elevato tasso di problematicità delle pratiche educative implica per l'insegnante l'attivazione di processi di scelta che non attinge, se non raramente, da un sapere tecnico valido in ogni situazione, ossia un sapere di regole «risolutive definite in anticipo» (Mortari, 2009, p. 19), ma da un sapere di casi che fungono sì da generalizzatori dell'esperienza, ma intesi come strumenti per pensare a come risolvere un problema di progettazione o valutazione didattica; un sapere, dunque, inteso come un sapere strumentale alla decisione in situazioni mobili, non completamente definite bensì determinate da fattori imprevedibili, non noti in anticipo.

Il sapere che informa la pratica in azione non è quindi concepito come una teoria intesa come un sistema compiuto a uso della pratica: si tratta di un insieme polimorfo di parti di teorie, saperi episodici, saperi dell'esperienza. In questa direzione la ricerca-azione consente all'insegnante di progettare, illuminando con il pensiero e la concettualizzazione la pratica, e di riflettere sulla pratica delineando i contorni delle situazioni educative, focalizzandone alcune dimensioni e valutando gli effetti delle interazioni.

Come teoria dell'azione, l'insegnamento si serve del sapere della pratica e, al contempo, del sapere della ricerca accademica. In quanto teoria della decisione, è dettata da intenzionalità e riprogettazione continua, basata sull'interpretazione di situazioni in cui i comportamenti sono contestuali, costantemente in movimento nel tempo e nello spazio. La situazione didattica evolve mentre si realizza, così come evolve dinamicamente qualunque sistema vivente.

Inoltre, mentre produce sapere pratico in azione, l'insegnante è orientato da obiettivi plasmati da valori e considerazioni etiche, e questo, sia che avvenga in modo implicito o esplicito, vale per tutti, e ha una valenza particolare per chi insegna nella “scuola dell'obbligo”. Ciò che costitutivamente compete all'insegnante-ricercatore è l'attenzione a collocare la propria ricerca didattica all'interno di una cornice deontologica che ha anche a che fare con la capacità di individuare percorsi e strategie di insegnamento in sintonia con l'area di sviluppo potenziale dei propri allievi, per garantirne l'alfabetizzazione attraverso i sistemi simbolico-culturali di cui abbiamo conoscenza e per consentire a ciascun individuo, al di là delle proprie condizioni di nascita, di poter diventare cittadino democratico.

C'è dunque un piano etico e politico a cui gli insegnanti volgono il loro sguardo clinico, che risponde alla domanda di democratizzazione delle nostre comunità: come offrire e costruire strumenti per persone in età evolutiva perché possano esprimersi, maturare opinioni, potere possibilmente ragionare in modo critico, potere partecipare alla vita sociale non solo per interagire, ma anche e soprattutto per modificarla entro un sistema di valori

specifico (Meirieu, 2020)? Come insegnare a riconoscere la manipolazione, le trappole e gli inganni della comunicazione che, a diversi livelli, ci consente di convivere tra generazioni differenti?

L'insegnante professionista, dalla prospettiva con cui interpretiamo la professionalità, cioè non come applicazione ma come co-ricerca tra esperti con competenze complementari, pratica la ricerca come formazione lungo l'arco della propria carriera, sperimentando metodi più o meno efficaci per il proprio apprendimento.

Tra questi la nostra scelta segue la traiettoria dell'analisi delle pratiche che si colloca sulla scia di diverse tradizioni della ricerca-azione-formazione (Magnoler, 2012), tutte accomunate dalla necessità di utilizzare tracce dell'azione – altrimenti note come “documentazione pedagogica” – o strumenti con cui rilevare evidenze.

Consideriamo queste forme di ripresentazione dell'esperienza quali dispositivi integrativi (tra teorie e pratiche), fondati sull'assunto della complessità intrinseca di ogni situazione di insegnamento-apprendimento: quello che l'insegnante fa in classe è influenzato da molte variabili, tra cui il curriculum, il contesto ambientale e sociale, i valori soggettivi, le emozioni, il modo in cui gli studenti reagiscono alle interazioni alle proposte.

L'insegnante si trova a decidere dell'imprevisto e dell'inedito di quanto accade nella quotidianità della relazione; la documentazione, dunque, consente di osservare e ripensare quelle decisioni e quegli studenti, senza perderli di vista, e di riorientare i percorsi didattici anche a seconda di valutazioni sugli studenti e degli studenti.

La ricerca come ripensamento sui percorsi avviati può dirci quanto “abbiamo svolto del nostro programma” oppure quanto gli studenti abbiano appreso, poiché non c'è un nesso causale lineare tra insegnamento e apprendimento e poiché esistono tempi e ritmi individuali propri di ciascuno studente. Dunque, la ricerca degli insegnanti si muove tra *fronesis* ed episteme, tra rigore metodologico e narrazione, tra logica dell'indagine e politica. Certamente, per poter essere oggetto di dialogo, discussione, e talvolta essere capace di introdurre innovazioni nelle teorie dei ricercatori, deve assumere una forma comprensibile, che richiede quindi uno sforzo di riflessione critica accanto a un puntuale e sistematico sforzo di esplicitazione del senso e dello scopo delle azioni degli insegnanti (come le testimonianze mostrano), a cui dovrà affiancarsi, in modo sempre più consapevole, il racconto del processo dal punto di vista del bambino, dello studente e dell'allievo. In questa direzione va l'auspicio di proseguire nel cercare insieme, ognuno nel proprio contesto ma anche costituendo contesti ibridi, per dare sempre maggiore rilievo a quanto effettivamente dicono e pensano

gli studenti e a come a loro volta cercano e scoprono gli studenti stessi nell'interagire con i robot.

## Bibliografia

- Altet M. (2010), “La relation dialectique entre pratique et théorie dans une formation professionnalisante des enseignants en IUFM: d’une opposition à une nécessaire articulation”, *Education Sciences & Society*, 1, 1: 117-141.
- Asquini G., a cura di (2018), *La ricerca-formazione. Temi, esperienze e prospettive*, Franco Angeli, Milano.
- Damiano E. (2013), *La mediazione didattica. Per una teoria dell’insegnamento*, Franco Angeli, Milano.
- Dewey J. (1929), *The Sources of a Science of Education*, Liveright, New York.
- Elliot J. (1991), *Action Research for Educational Change*, Open University Press, Buckingham (UK).
- Magnoler P. (2012), *Ricerca e Formazione. La professionalizzazione degli insegnanti*, Pensa Multimedia, Lecce.
- Meirieu P. (2020), *Ce que l’école peut encore pour la démocratie*, Autrement, Paris.
- Vinatier I. (2009), *Pour une didactique professionnelle de l’enseignement*, Presses universitaires de Rennes, Rennes.

# Programmare per apprendere nella Scuola dell'infanzia: giocare con Cubetto a 5 anni

di *Martina Benvenuti e Augusto Chiocciariello*

## Introduzione

Negli ultimi anni, il pensiero computazionale è stato proposto come competenza chiave per tutti i cittadini dell'era digitale.

Imparare il pensiero computazionale significa imparare a pensare come un informatico - sviluppando un insieme specifico di abilità di risoluzione di problemi che possono essere applicate in qualsiasi settore per creare soluzioni eseguite da un 'computer' (macchina o umano) (Grover e Pea, 2018 - p. 35).

Il pensiero computazionale include concetti come logica, algoritmi, astrazione, generalizzazione, valutazione e automazione. Comprende anche pratiche come la creazione di artefatti computazionali e *debugging*. All'interno di questo contesto, si inserisce il concetto di programmazione/*coding*, che fornisce un laboratorio per l'insegnamento e l'apprendimento del pensiero computazionale rendendone concreti i concetti. Programmare può diventare uno strumento per apprendere, ad esempio come mezzo per esplorare altri domini di conoscenza o come linguaggio espressivo (attraverso la creazione di storie multimediali e/o videogiochi). Tuttavia, c'è un consenso generale sul fatto che il pensiero computazionale sia qualcosa di più ampio della programmazione e che quest'ultima non sia semplicemente sinonimo di *coding* (Bocconi *et al.*, 2016).

Il pensiero computazionale è un concetto introdotto da Janette Wing nel 2006. Nonostante il successo della proposta persistono dei dubbi sulla sua definizione e sulla sua valenza metacognitiva come metodo generale di risoluzione dei problemi. Il dibattito internazionale offre prospettive e spunti di riflessione interessanti. A tal proposito, significativa è la prospettiva di Peter Denning, uno degli accademici che più ha contribuito alla discussione

critica sul pensiero computazionale sia da un punto di vista epistemologico che didattico. Second Denning, il pensiero computazionale dovrebbe essere fondato su modelli e algoritmi computazionali con passaggi ben definiti. (Tedre e Denning, 2016). Un recente contributo di Curzon, Bell, Waite e Dorling (2019) fornisce un quadro esaustivo del dibattito sul pensiero computazionale, sulla sua definizione, introduzione nei curricula e valutazione.

Anche in Italia il dibattito sul pensiero computazionale sta spingendo il governo e il parlamento a legiferare per una sua introduzione nella scuola dell'obbligo. La legge 107<sup>1</sup> (2015) include il pensiero computazionale tra gli obiettivi educativi della scuola. Il Piano Nazionale Scuola Digitale<sup>2</sup> promuove una sperimentazione del *coding* nella scuola primaria e auspica una ridefinizione della competenza digitale e una revisione delle Indicazioni Nazionali per il curricolo. Un'introduzione generalizzata del pensiero computazionale e del *coding* nella scuola dell'obbligo pone quesiti sia sul come realizzare questo inserimento sia sul supporto e aggiornamento professionale degli insegnanti su larga scala. In questo contesto, l'Istituto per le Tecnologie Didattiche sta conducendo il progetto Programmare per Apprendere, finalizzato a definire e sperimentare percorsi verticali di introduzione del pensiero computazionale e della programmazione nella scuola primaria (Chiocciariello e Freina, 2019). All'interno di questo progetto abbiamo anche considerato un percorso di continuità tra l'ultimo anno della scuola dell'infanzia e il primo anno della scuola primaria.

In questo articolo verrà descritto il lavoro fatto con i bambini di 5 anni che frequentano la scuola dell'infanzia. L'articolo propone un quadro teorico di riferimento di come si possa “programmare” nella scuola dell'infanzia, per poi passare alla descrizione dell'esperienza e alla metodologia applicata. In conclusione, verrà proposta una descrizione dei risultati ottenuti e una riflessione sull'esperienza.

## **“Programmare” a 5 anni è possibile? Prospettive teoriche su pratiche e attività da svolgere**

Sappiamo che i bambini si affidano alle loro sensazioni per comprendere il mondo che li circonda e fanno esperienza toccando e manipolando oggetti (Piaget 1985; Karmiloff-Smith e Inhelder 1975). Oggi, tuttavia, i bambini non utilizzano solo strumenti e oggetti fisici, ma anche oggetti di-

<sup>1</sup> <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2015/07/15/15G00122/sg>

<sup>2</sup> <http://bit.ly/PNSDpdf>

gitali e virtuali o che presentano entrambe le caratteristiche. Diventa quindi opportuno considerare all'interno del contesto scolastico l'impiego di oggetti con queste caratteristiche, per favorire lo sviluppo cognitivo anche attraverso il pensiero computazionale e la programmazione. C'è un ampio consenso tra i ricercatori in didattica dell'informatica che per “programmare” è necessario che i bambini abbiano flessibilità e astrazione (Armoni, 2012). Flessibilità e astrazione sono due processi psicologici generali che svolgono ruoli particolarmente importanti nel pensiero concettuale e nella risoluzione dei problemi (Gelman e Kalish, 2006). La flessibilità si riferisce alla capacità di adattare le proprie strategie in base alla situazione che si presenta e, in caso, di generare strategie alternative per la risoluzione di un problema. L'astrazione invece, è il processo di rendere un artefatto più comprensibile attraverso la rimozione di dettagli superflui. L'astrazione è un'abilità fondamentale che consente agli individui di trovare somiglianze tra gli oggetti (Gentner e Lowenstein, 2002) ed è cruciale per la generalizzazione (Son, Smith e Goldstone, 2008). Nella prospettiva di Piaget flessibilità e astrazione aumentano in base allo sviluppo fisico del cervello (Piaget, 1985): dato un determinato problema un bambino che ha un determinato livello di flessibilità e astrazione mostrerà la stessa abilità di risoluzione anche in altri problemi. Lavori successivi hanno invece mostrato che i livelli di flessibilità e astrazione cambiano in base al problema da risolvere (Pascual-Leone, e Morra, 1991; Marchand, 2012). Altri ancora hanno mostrato perplessità rispetto a entrambe le spiegazioni (Smith, 1992).

I bambini in età prescolare passano dalla fase operatorio concreta a quella preoperatoria, il che significa che quelli più piccoli (3-4 anni) fanno affidamento quasi esclusivamente a simboli e rappresentazioni fisiche (oggetti manipolabili). Man mano che crescono (dai 5 anni in poi), riescono meglio a “mettersi nei panni degli altri” (cambio di prospettiva, flessibilità e astrazione) (Piaget 1985;). In quest'ottica è possibile introdurre attività di programmazione a bambini dai 5 ai 7 anni (Strawhacker e Bers, 2019). A tal proposito, il nostro approccio alla programmazione segue la tradizione costruzionista di Papert. Per costruire un linguaggio accessibile ai bambini, Papert propone una metafora antropomorfica. I bambini sono introdotti alla programmazione istruendo un robot tartaruga a muoversi. Il robot tartaruga ha una sua posizione e “guarda” in una direzione verso cui muoversi. Questa prospettiva permette al bambino di identificarsi con la tartaruga e connettere il compito di programmare a schemi di azione corporea ed esperienze senso motorie. Se qualcosa non funziona il bambino può “giocare alla tartaruga”. Può “infilarsi nelle scarpe” della tartaruga e eseguire le istruzioni per capire come procedere. Papert fa riferimento a questo modo di pro-

grammare come “body-syntonic”. Inoltre, introduce anche un altro tipo di sintonia “ego-syntonic”, che fa riferimento alla possibilità per la tartaruga di avere degli obiettivi da raggiungere. Per fare questo però il robot e il linguaggio di programmazione devono prevedere la possibilità di interagire con l’ambiente attraverso dei sensori (Papert, 1980). Poiché per bambini che frequentano la scuola dell’infanzia è problematico controllare il robot tartaruga con un linguaggio testuale, il gruppo di Papert aveva costruito e sperimentato i primi prototipi di ambienti di programmazione tangibili (Perlman, 1976). Seguendo questa prospettiva anche ricerche più recenti (Wyeth, 2008; Bers *et al.*, 2019) affrontano il tema della “programmazione tangibile” per bambini in età prescolare. Un linguaggio di programmazione tangibile, come qualsiasi altro tipo di linguaggio di programmazione, è semplicemente uno strumento per dire a un computer cosa fare. I bambini collegano e organizzano i pezzi del linguaggio tangibile per costruire programmi. Allontanandosi dallo schermo di un computer la manipolazione fisica facilita le possibilità di collaborare nella costruzione che ora avviene su un tavolo o per terra. Con un linguaggio di programmazione tangibile i componenti svolgono anche il ruolo di mediatori di processi collaborativi che aiutano a pianificare e discutere idee prima di provarle o a farle evolvere. I tasselli del linguaggio si possono tenere in mano, nascondere, scambiare oltre che connettere per ottenere l’effetto desiderato. Quindi un’interfaccia tangibile è più adatta a un lavoro collaborativo in piccolo gruppo di una equivalente sullo schermo di un computer (Horn e Bers, 2019).

Il robot tartaruga, nelle ricerche di Papert, ha sempre avuto sia una versione fisica che una virtuale sullo schermo. Anche con bambini che frequentano la scuola dell’infanzia, la programmazione su computer si può praticare con ambienti visivi iconici sugli schermi tattili dei tablet (per esempio utilizzando Scratch Jr<sup>3</sup>). Non abbiamo scartato questa possibilità come sviluppo futuro, abbiamo però preferito concentrarci su un giocattolo programmabile in maniera tangibile, che fosse semplice e robusto, e che potesse essere usato anche in autonomia da bambini di 5 anni. Per queste ragioni, in questa esperienza si è scelto di utilizzare il robot “Cubetto”, che offre l’opportunità ai bambini di poter fare esperienza di programmazione giocando da soli e in gruppo, manipolando un’interfaccia tangibile.

<sup>3</sup> <https://www.scratchjr.org/>

## Obiettivi dello studio

Una delle azioni del Piano Nazionale Scuola Digitale<sup>4</sup> del ministero (la 17) si pone l'obiettivo di "portare il pensiero logico-computazionale a tutta la scuola primaria" coinvolgendo anche la scuola dell'infanzia (p. 81). Il recente documento del comitato scientifico per le Indicazioni Nazionali Nuovi Scenari propone il suo inserimento in una futura revisione delle Indicazioni Nazionali<sup>5</sup>. L'obiettivo generale della ricerca, in linea con quelle internazionali (Bers *et al.*, 2019) e nazionali (Di Lieto *et al.*, 2017), è quello di valutare le potenzialità di integrazione all'interno della classe e della programmazione didattica di giocattoli programmabili in modo tangibile che possano essere manipolati. In questo modo, anche i bambini in età pre-scolare possono iniziare a fare esperienza del pensiero computazionale, favorendo così lo sviluppo delle competenze trasversali del XXI secolo<sup>6</sup>, fondamentali per i cosiddetti "lavori del futuro".

## Metodologia dell'esperienza

### *Descrizione del campione e materiali utilizzati*

La ricerca si è svolta in due scuole dell'infanzia dell'Istituto Comprensivo Maddalena Bertani<sup>7</sup> di Genova: "La Vita è Bella" e "Il Delfino". Sono stati coinvolti 42 bambini di cinque anni delle due scuole dell'infanzia (Tab. 1).

Tab. 1 - Descrizione del campione

<b>Nome della Scuola</b>	<b>Maschi</b>	<b>Femmine</b>	<b>Totale</b>
<b>Il Delfino</b>	11	7	18
<b>La Vita è Bella</b>	15	9	24

Per perseguire gli obiettivi della ricerca, si è scelto il robot giocattolo Cubetto, uno strumento che ha caratteristiche di semplicità di utilizzo e ro-

<sup>4</sup> <https://bit.ly/PNSDpdf>

<sup>5</sup> <http://bit.ly/NuoviScenari-pdf>

<sup>6</sup> <http://bit.ly/competenze21>

<sup>7</sup> <https://www.maddalena-bertani.edu.it/>

bustezza dei componenti. Il kit “Cubetto”<sup>8</sup> (Fig. 1), è formato da 4 componenti:

1. Il robot di legno Cubetto;
2. una scheda per programmare dove vengono inseriti i blocchi dei comandi per il robot;
3. 16 blocchi colorati che rappresentano i comandi: avanti (verde), destra (giallo), sinistra (rosso) e funzione (blu). Inoltre, per completezza dei movimenti, sono stati acquistati separatamente 4 blocchi indietro (viola), non presenti nella confezione principale di Cubetto;
4. un telo colorato diviso in blocchi da 15cm dove far muovere Cubetto, raffigurante paesaggi e oggetti.

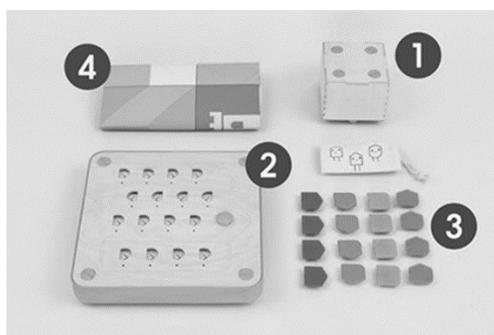


Fig. 1 - I componenti principali del robot Cubetto

### ***Tempi e modalità di svolgimento della ricerca***

Il lavoro di ricerca è iniziato nell'anno scolastico 2018/2019. Inoltre, prima dell'inizio dell'anno scolastico, in contemporanea con la progettazione delle attività didattiche dell'Istituto, i ricercatori hanno incontrato le insegnanti e la dirigente scolastica in una riunione preliminare per proporre e discutere le varie fasi del progetto. Successivamente, una volta concordate le modalità di svolgimento, si è prevista una fase di formazione delle insegnanti che avrebbero partecipato. Sono stati fatti 4 incontri di formazione da due ore ciascuno, per fare in modo che le insegnanti familiarizzassero con Cubetto e capissero i meccanismi di funzionamento. Dopo questa fase di formazione, si è concordato con le insegnanti un calendario di incontri

<sup>8</sup> <https://www.primotoys.com/>

svolti da gennaio fino a maggio, una volta a settimana a scuola con la presenza dei ricercatori. Ogni incontro della durata di un'ora (Tab. 2).

Tab. 2 - Numero di incontri divisi per mese e scuola

Nome della Scuola	Numero di incontri per mese A.A. 2018/2019					Numero totale incontri
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	
Il Delfino	3	4	4	4	4	19
La Vita è Bella	3	4	4	4	4	19

## **Ruolo del ricercatore e ruolo dell'insegnante**

Il ricercatore ha avuto un ruolo osservativo partecipante: ha predisposto il setting dell'esperimento, ha registrato con una telecamera l'attività intervenendo solo nel caso in cui fosse necessario (per esempio Cubetto non funzionava). Si è cercato di lasciare il più possibile autonomi i bambini e le insegnanti nello svolgimento delle attività, per fare in modo che Cubetto diventasse parte integrante del lavoro della classe. L'insegnante ha svolto le attività assieme ai bambini partecipando attivamente al suo svolgimento. Oltre agli incontri dove era presente il ricercatore, le insegnanti hanno avuto l'opportunità di utilizzarlo in classe.

## **Attività svolte e metodi didattici utilizzati**

L'obiettivo principale del progetto è quello di valutare le potenzialità di integrazione di giocattoli programmabili in modo tangibile all'interno del contesto classe. Le attività con Cubetto sono state integrate con il programma dell'anno scolastico in corso, anche in relazione ai traguardi per lo sviluppo della competenza previsti dalle Indicazioni Nazionali, in particolare: "*seguire correttamente un percorso sulla base di indicazioni verbali*" (Indicazioni Nazionali, 2012, p. 29).

I bambini hanno lavorato con Cubetto in piccoli gruppi e/o a coppie, avendo a disposizione più kit Cubetto per poter lavorare in parallelo. Nella fase di familiarizzazione con Cubetto i bambini hanno concordato con l'insegnante il contesto e il percorso da fare seguire al robot, esplorando le modalità di utilizzo dei vari pezzi del kit. Le attività con Cubetto si sono sviluppate in funzione

della padronanza di Cubetto da parte dei bambini. Per esempio, hanno animato la favola di cappuccetto rosso e del lupo con due Cubetti, creando con della carta colorata i costumi per i due personaggi che hanno usato per rivestire i robot cubetto (uno rappresentava il lupo l'altro cappuccetto rosso, mentre la nonna era rappresentata da un pupazzetto). Hanno poi concordato due percorsi uno corto per il lupo e l'altro lungo per cappuccetto rosso. Infine, hanno programmato i robot per eseguire il compito (Fig. 2).



*Fig. 2 - Bambini della scuola "Il Delfino" mentre programmano i percorsi di Cappuccetto rosso e il lupo.*

Inoltre, i bambini hanno usato cubetto come robot disegnatore aggiungendo dei pennarelli bloccati da elastici. Nella costruzione dei disegni è stata privilegiata una modalità creativa di sperimentazione di effetti esteticamente interessanti ottenuti con uno o più pennarelli di diverso colore, collegati in punti differenti di cubetto, che muovendosi tracciava linee su un grande foglio di carta posizionato sul pavimento (Fig. 3).



*Fig. 3 - Bambini della scuola "La vita è bella" programmano cubetto per disegnare*

Le modalità di posizionamento di cubetto sulla mappa (scelta del punto di partenza, dell'intero percorso e del punto di arrivo), sul foglio da disegno e la posizione dei bambini rispetto alla mappa, sono state concordate tra bambini e insegnanti. Le insegnanti hanno cercato di favorire un clima il più giocoso e familiare possibile per i bambini. Infine, è importante sottolineare che in entrambe le scuole dell'infanzia il tema filo conduttore delle attività erano i contesti narrativi (favole).

## **Modalità di documentazione dell'esperienza**

L'obiettivo principale della ricerca è quello di valutare le potenzialità di integrazione all'interno della classe del robot Cubetto (in linea con la programmazione didattica). Tutta l'esperienza è stata registrata attraverso una telecamera fissa con microfono ambientale che ha ripreso i bambini e le insegnanti durante i momenti di gioco con Cubetto. Inoltre, le attività sono state documentate attraverso le schede di rilevazione per insegnanti<sup>9</sup>. La scheda veniva compilata direttamente dall'insegnante al termine dell'attività svolta durante la settimana senza la presenza del ricercatore. La scheda prevedeva cinque sezioni descrittive che riguardavano: (1) Descrizione dell'attività svolta, (2) Reazione dei bambini alla presenza di Cubetto, (3) Aspetti rilevanti che hanno notato, (4) durata dell'attività, (5) strumenti utilizzati a supporto del gioco. Questo è servito a monitorare l'utilizzo di Cubetto nelle attività scolastiche quotidiane e a verificare l'effettiva efficacia di implementazione nel contesto classe. Invece, la scheda che ha compilato il ricercatore, oltre alle stesse sezioni di quella per le insegnanti, includeva anche il numero e la tipologia di tasselli di movimento utilizzati e l'indicazione di eventuali momenti rilevanti avvenuti durante l'attività (utile per la sbobinatura dei video). Infine, al termine dei mesi di sperimentazione, si sono svolte interviste singole a tutte le insegnanti, riguardanti l'esperienza vissuta. Questo per verificare l'efficacia dell'utilizzo dello strumento all'interno del contesto classe e la possibile implementazione a lungo termine. In una fase successiva, sono stati intervistati anche tutti i bambini che hanno partecipato al progetto.

<sup>9</sup> [https://www.itd.cnr.it/attach/Scheda\\_Osservazione\\_Insegnanti.pdf](https://www.itd.cnr.it/attach/Scheda_Osservazione_Insegnanti.pdf)

## Risultati e riflessione metodologica

Attraverso l'analisi dei video (compiti e situazioni), delle schede di rilevazione di insegnanti e ricercatori, e considerando le opinioni delle insegnanti nelle interviste è emerso come Cubetto possa essere integrato all'interno del contesto classe. In particolare, Cubetto è funzionale a far emergere una pianificazione di strategie di risoluzione del compito da parte dei bambini. Dal momento che le istruzioni sono direttamente eseguibili, questo permette loro di verificare ad ogni passo come il robot interpreta i comandi, facilitando il cambiamento di strategia in caso di errore. È importante sottolineare come in caso di errore, l'insegnante ha favorito una strategia riflessiva: *“sei sicuro di quello che stai facendo? Rifletti bene”* e non negativa, volta solamente a far notare l'errore: *“Hai sbagliato, riprova!”*

Costruendo un programma, i bambini lasciano traccia di come raggiungere un obiettivo, questa traccia può essere utilizzata per riflettere sul processo di esecuzione del compito. I bambini di 5 anni sanno come andare da un punto A ad un punto B, ma non è facile dare istruzioni a un altro bambino o a un robot sul come eseguire lo stesso compito. Nel dare istruzione a Cubetto su come seguire un percorso, i bambini hanno usato sia una strategia top-down che bottom-up. Nel primo caso procedevano passo-passo costruendo una singola sequenza di istruzioni per andare da A a B correggendo gli errori. Nel secondo caso invece, il percorso era costruito per pezzi aggiustando lungo la strada eventuali deviazioni da quello che si pensava il robot dovesse eseguire. Alla fine l'obiettivo era raggiunto, ma restava solo l'ultima sequenza di comandi e non una traccia dell'intero percorso seguito.

Considerando l'intera esperienza, è possibile affermare che il robot Cubetto è risultato facile da usare, sia per i bambini che per le insegnanti. I bambini scoprono in autonomia come funziona Cubetto, esplorando i pezzi del kit. Identificano la scheda per programmare come un telecomando per dare istruzioni al robot e imparano velocemente (attraverso il codice di colore) a usare i comandi destra-sinistra e avanti-indietro. Questo permette loro di giocare con cubetto anche senza il supporto di un adulto. L'unico componente che resta difficile da comprendere è il blocco funzione (di colore azzurro) che permette di costruire “procedure”, cioè pre-assemblare una sequenza di comandi che viene poi eseguita quando il blocco funzione è inserito in una sequenza di comandi. Il blocco “funzione” è stato utilizzato solo dalle insegnanti e non è stato integrato nelle attività.

In conclusione, è importante sottolineare come abbiamo curato una fase iniziale di formazione per le insegnanti coinvolte nel progetto, ma il loro coinvolgimento successivo ha avuto caratteristiche diverse. In un caso, le

attività con Cubetto sono state integrate nelle attività di classe e le insegnanti gestivano direttamente la sperimentazione di Cubetto con i ricercatori nel ruolo di osservatori, nell'altro caso le attività di classe e quelle con Cubetto sono state tenute separate, e la riuscita delle attività con Cubetto dipendeva prevalentemente dalla presenza dei ricercatori. Una differenza significativa osservata tra le due situazioni, analizzando i video, ha riguardato il livello di interesse (in termini di tempo) dei bambini rispetto alle attività proposte. Il livello di attenzione attiva non ha superato mediamente i 15-20 minuti, in una scuola rispetto ai 60 minuti medi dell'altra scuola. Poiché nelle scuole dell'infanzia di Genova le classi sono composte da bambini dai 3 ai 5 anni, volendo coinvolgere (in una prima fase) solo bambini di 5 anni questo richiedeva una partecipazione attiva di tutte le insegnanti della scuola. L'adesione generalizzata a un'innovazione della prassi didattica è un processo complesso che si è riusciti a costruire in una scuola, ma non nell'altra. Nonostante qualche difficoltà, in entrambe le scuole l'esperimento è stato giudicato positivamente e le insegnanti hanno deciso di proseguire l'esperienza con Cubetto.

## Bibliografia

- Armoni M. (2012), "Teaching CS in kindergarten: How early can the pipeline begin?", *ACM Inroads*, 3: 4, 18.
- Bocconi S., Chiocciariello A., Dettori, G., Ferrari A. and Engelhardt, K. (2016), "Developing Computational Thinking in Compulsory Education—Implications for policy and practice", *EUR 28295 EN*.
- Bers M. U., González-González C. and Armas-Torres, M. B. (2019), "Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms", *Computers & Education*, 138, 130-145.
- Chiocciariello A. and Freina L. (2019), "Programming to Learn in Primary Schools: Including Scratch Activities in the Curriculum", In Elbæk L., Majgaard G., Valente A., Khalid Md.S., ed., *The Proceedings of the 13th International Conference on Game Based Learning ECGBL 2019*, 143-150, Academic Conferences and Publishing International Limited.
- Curzon P., Bell T., Waite J. and Dorling M. (2019), "Computational Thinking" In Robins A.V. and Fincher A.C., ed., *The Cambridge Handbook of Computing Education Research*, 513-546, Cambridge University Press.
- Di Lieto M. C., Inguaggiato E., Castro E., Cecchi F., Cioni G., Dell'Omo M. Laschi C., Pecini C., Santerini G., Sgandurra G. and Dario P. (2017), "Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study", *Computers in human behavior*, 71, 16-23.

- Gelman S. A. and Kalish, C.W. (2006), "Conceptual development", *Handbook of child psychology*, 2, 688-733.
- Gentner D. and Loewenstein J. (2002), "Relational language and relational thought" In Amsel E. and Byrnes J.P., ed., *Language, Literacy, and Cognitive Development: The Development and Consequences of Symbolic Communication*, 87-120, Erlbaum.
- Grover S. e Pea R. (2018), "Computational Thinking: A competency whose time has come" In Sentence S., Barendsen E. and Carsten S., ed, *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*, 19-38, Bloomsbury.
- Horn M. e Bers M. (2019), "Tangible Computing" In Fincher S.A. and Robins A.V., ed., *The Cambridge Handbook of Computing Education Research*, 663-678, Cambridge University Press.
- Boda G. e Pierro G. (2012), "Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione", *Annali della Pubblica Istruzione*, 576-640, testo disponibile al sito: [http://www.indicazioninazionali.it/wp-content/uploads/2018/08/Indicazioni\\_Annali\\_Definitivo.pdf](http://www.indicazioninazionali.it/wp-content/uploads/2018/08/Indicazioni_Annali_Definitivo.pdf).
- Inhelder B. e Karmiloff-Smith A. (1975), "If you want to get ahead, get a theory" *Cognition*, 3:3, 195-212.
- Marchand H. (2012), "Contributions of Piagetian and post-Piagetian theories to education" *Educational Research Review*, 7:3, 165-176.
- Papert S. a cura di (1980), *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, Basic Books, New York.
- Pascual-Leone J. e Morra S. (1991), Horizontality of water level: A neo-Piagetian developmental review. In *Advances in child development and behavior* (Vol. 23, pp. 231-276). JAI.
- Perlman R. (1976), "Using Computer Technology to Provide a Creative Learning Environment for Preschool Children", Boston, 1 Maggio 1976, testo disponibile al sito: <http://hdl.handle.net/1721.1/5784>.
- Piaget J., a cura di (1985), *Equilibration of cognitive structures*, University of Chicago Press.
- Smith L. a cura di (1992), *Jean Piaget: critical assessment*, Routledge, New York.
- Son J.Y., Smith L.B. and Goldstone R.L. (2008), "Simplicity and generalization: Short-cutting abstraction in children's object categorizations", *Cognition*, 108:3, 626-638.
- Strawhacker A. and Bers M.U. (2019), "What they learn when they learn coding: Investigating cognitive domains and computer programming knowledge in young children", *Educational Technology Research and Development*, 67:3, 541-575.
- Tedre M. e Denning P.J. (2016), "The long quest for computational thinking", *Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 120-129.
- Wing J. M. (2006), "Computational thinking", *Communications of the ACM*, 49:3, 33-35.
- Wyeth P. (2008), "How young children learn to program with sensor, action, and logic blocks", *The Journal of the learning sciences*, 17:4, 517-550.

# Giochiamo con le Blue Bot: proposta laboratoriale per la scuola dell'infanzia

di *Milva Lucia Crimella*

## Introduzione

La proposta di approccio alla robotica, inserita nel progetto di continuità tra scuola dell'infanzia e scuola primaria, è stata rivolta ai bambini e alle bambine di 5 anni e alla classe I<sup>o</sup>, per la prima volta, nell'a. s. 2017/2018. L'idea di proporre le Blue Bot come “veri oggetti su cui riflettere” (Papert, 1993) e di condividere scelte e strategie operative, è nata in seguito alla mia partecipazione ad un corso di Alta Formazione presso l'Università Milano-Bicocca<sup>1</sup> dove venivano presentate alcune esperienze di robotica educativa nelle scuole lombarde. L'I.C. dove lavoro aveva attivato le azioni del Piano di Digitalizzazione Nazionale proponendo corsi di alfabetizzazione digitale e di formazione; era stato inoltre superato un bando per nuovi ambienti di apprendimento e per la realizzazione di un laboratorio linguistico. In seguito, visto l'esito positivo del progetto di approccio alla robotica e l'interesse per i nuovi ambienti di apprendimento, è stato vinto un ulteriore bando PNSD che è in fase di attuazione e prevede la riorganizzazione di ambienti digitali e l'acquisto di materiale robotico (Lego WeDo, Lego Mindstorms, Cubetto) per i diversi ordini di scuola. Il progetto descritto è relativo alla scuola dell'infanzia ed è stato concordato e predisposto durante una riunione di continuità tra scuola dell'infanzia e scuola primaria; è stato infine approvato dal Collegio Docenti. La proposta progettuale è in linea con il PTOF d'Istituto; nella parte relativa al Piano Digitale infatti leggiamo: «La

<sup>1</sup> Il bambino ricercatore. Formazione laboratoriale per i Poli Infanzia 0-6, Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione “Riccardo Massa” Università Milano-Bicocca a.a. 2016/2017

conoscenza di metodologie e tecniche di base della programmazione, dell'algorithmica e della rappresentazione dei dati è una risorsa concettuale particolarmente adatta per acquisire e saper usare competenze e abilità generali di *problem solving*» (PTOF d'Istituto 2016-2019, I.C. Ponte in Valtellina, Piano Digitale).

## Sfondo teorico di riferimento

Le docenti che hanno partecipato alla realizzazione del percorso propongono attività e azioni didattiche che si rifanno all'epistemologia costruttivista e all'attivismo pedagogico di J. Dewey e di M. Montessori (Nigris *et al.*, 2016, p. 24-27). Il costruttivismo, parte dal presupposto che la conoscenza del mondo e dei saperi è il risultato delle azioni conoscitive di un soggetto attivo che si adatta alle varie situazioni della realtà che incontra (Castiglioni e Faccio 2012, p.21). Noi insegnanti privilegiamo questo approccio in contrapposizione ad un tipo di proposta didattica trasmissiva che si può riassumere con l'indicazione: "Fate così...". Il costruttivismo può considerarsi un "paradigma trasversale" a diversi modelli teorici e in esso possiamo individuare tre dimensioni che si intrecciano tra loro: la prima è relativa al significato e alla costruzione che le persone attribuiscono alle loro esperienze. Il processo di apprendimento è un processo socialmente co-costruito e situato all'interno di un contesto socioculturale. La seconda dimensione è relativa alla relazione che pone in contatto i diversi attori del processo di apprendimento: la ricerca educativa ha dimostrato che una buona relazione è alla base di qualsiasi percorso di apprendimento. La terza dimensione è quella della narrazione che ci consente di costruire scenari di significato più ampi nei quali collocare le azioni educative e didattiche tenendo conto delle relazioni spazio-temporali e socioculturali (Castiglioni & Faccio, 2012 p. XVII-XIX). Noi insegnanti, nel nostro agire educativo e didattico, valorizziamo: (I) la dimensione ludica dell'apprendimento e l'importanza del gioco; (II) l'affermazione: "l'uomo nella vita ha bisogno di oggetti concreti sui quali riflettere per avvicinare la conoscenza alla realtà" (Papert, 1993); (III) il *learning by doing*; (IV) l'importanza delle attività laboratoriali (Dewey 1970; Bruner, 1992; Indicazioni Nazionali, 2012); (V) il lavoro di gruppo come attivatore di confronto e socializzazione delle scoperte e degli apprendimenti (Vygotskij e Mecacci, 1994, p. 347); (VI) il gruppo come una comunità di pratiche dove i bambini condividono le loro

idee, scoperte, dubbi, e teorie ingenuie (Wenger, 2006) (VII) l'apprendimento significativo e gratificante che permette di esplorare e sperimentare in un ambiente protetto e preparato ad hoc (Novak, 2012; Ausubel, 1978); (VIII) la gestione positiva dell'errore che facilita l'autocorrezione e l'apprendimento (Montessori, 2017).

## **Obiettivi d'apprendimento specifici dell'esperienza**

La progettazione per competenze è partita dalla rilevazione dei bisogni effettuata dalle insegnanti nel primo periodo scolastico. L'osservazione "nelle sue diverse modalità, rappresenta uno strumento fondamentale per conoscere e accompagnare il bambino in tutte le sue dimensioni di sviluppo, rispettandone l'originalità" (Indicazioni Nazionali per il curricolo, 2012, p. 24) e consente all'insegnante di fermare sulla carta situazioni ed eventi che contribuiscono ad individuare dati per predisporre azioni educative e didattiche rispondenti ai bisogni dei bambini e delle bambine reali, presenti a scuola. Lo strumento osservativo inoltre fornisce elementi utili per gli incontri con le famiglie, per la documentazione e per la valutazione. Dalle osservazioni (sistematiche ed occasionali effettuate con carta e matita) era emerso che una buona parte del gruppo dei grandi manifestava i seguenti bisogni:

- potenziare le capacità di esplorazione e sperimentazione;
- migliorare la capacità di ascolto;
- potenziare le competenze logiche e riflessive;
- implementare la capacità di orientarsi nello spazio.

Per rispondere ai bisogni rilevati le insegnanti hanno previsto una serie di obiettivi:

- sviluppare la capacità di collaborazione e di lavoro in gruppo;
- avvicinarsi con il gioco al mondo della robotica;
- rafforzare l'acquisizione dei concetti topologici;
- realizzare brevi sequenze per controllare le Blue Bot;
- potenziare le abilità comunicative per acquisire e utilizzare nuovi vocaboli;
- potenziare le abilità sociali confrontandosi con gli altri e superando alcuni aspetti dell'egocentrismo;
- esplorare e formulare ipotesi.

Tab. 1 - Campi d'esperienza

<b>Campo d'esperienza</b>	<b>Traguardo di competenza</b>	<b>Obiettivi</b>
Il sé e l'altro.	Il bambino gioca in modo costruttivo e creativo con gli altri, sa argomentare, confrontarsi sostenere le proprie ragioni con adulti e bambini.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Confrontarsi con gli altri superando alcuni aspetti dell'egocentrismo;</li> <li>▪ Sviluppare la capacità di collaborazione e di lavoro in gruppo.</li> </ul>
I discorsi e le parole.	Il bambino usa la lingua italiana, arricchisce e precisa il proprio lessico, comprende parole, discorsi, fa ipotesi sui significati.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Potenziare le abilità comunicative;</li> <li>▪ acquisire/utilizzare nuovi vocaboli.</li> </ul>
Immagini, suoni, colori.	Il bambino esplora le potenzialità offerte dalle tecnologie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Avvicinarsi con il gioco al mondo della robotica.</li> </ul>
La conoscenza del mondo.	Il bambino raggruppa e ordina oggetti, utilizza simboli per registrare, esegue misurazioni usando strumenti alla sua portata. Si interessa a macchine e strumenti tecnologici, sa scoprire funzioni e possibili usi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rafforzare l'acquisizione dei concetti topologici;</li> <li>▪ Esplorare e formulare ipotesi;</li> <li>▪ Realizzare brevi sequenze, anche grafiche, per programmare le Blue Bot.</li> </ul>

## Metodologia e scansione temporale dell'esperienza

Le attività laboratoriali sono state articolate in 4 incontri di due ore ciascuno e svolte presso la scuola dell'infanzia, in sezione e nel salone centrale. Gli incontri previsti erano 3, ma ne è stato aggiunto un altro in itinere per approfondire alcuni stimoli emersi. Sono stati coinvolti 20 bambini e bambine, due insegnanti della scuola dell'infanzia e l'insegnante laboratorista; gli incontri si sono svolti il lunedì mattina, a partire dalla metà di gennaio. *Incipit e I<sup>a</sup> fase*: l'insegnante laboratorista entra in sezione con un pacco che ha incuriosito, attivato una serie di ipotesi e ha aperto le attività di brainstorming e di scoperta.



Fig. 1 - Presentazione iniziale



Fig. 2 - Apertura del pacco

I bambini e le bambine sono curiosi, osservano la scatola e parlottano tra loro. Anche in passato hanno ricevuto pacchi, lettere o richieste di aiuto e in qualche modo “prevedono che qualche cosa succederà”. Una delle insegnanti apre la conversazione e la collega registra con carta e matita le parole e affermazioni dei bambini. INS: “Che cosa potrebbe esserci dentro il pacco?” I bambini e le bambine subito rispondono: “Un’arancia!” “Forse una storia, un libro”. “Un vaso per mettere dentro i fiori, annaffiarli con l’acqua”. “Magari ci sono dentro dei giochi” “Perché non apriamo la scatola?” INS: “Cosa vi sembrano?” I bambini aprono la scatola e toccano le scatole contenenti le Blue Bot; aprono velocemente anche queste scatole; osservano gli oggetti commentando ad alta voce: “Sono tre, magari è un gioco.” A. riesce ad accenderne una e chiede agli altri: “che cos’è?”. “Una rana, un gioco, una tartaruga”. “In verità queste volano”. Afferma G. “Farfalle, mosche, coccinelle, API!”<sup>2</sup> In questa fase si è dato spazio alla manipolazione e all’esplorazione diretta, sollecitando i presenti a descrivere in ogni sua parte “l’oggetto sconosciuto”. Emergono una serie di termini: fili colorati, pulsanti, cavi rossi e blu, batteria, frecce, vai in inglese e la definizione di “gioco telecomandato”. Nell’ottica di non anticipare risposte, le insegnanti accettano la definizione inesatta dell’oggetto svolgendo durante l’attività un ruolo di facilitatrici e mediatrici; si pongono in una posizione di *scaffolding* laddove sembra utile restituire ai bambini e alle bambine un supporto per favorire l’apprendimento. Gli spazi utilizzati sono interni alla sezione. L’aula è organizzata in centri d’interesse ben riconoscibili; nella fase di osservazione ed esplorazione i bambini e le bambine si muovono

<sup>2</sup> Parole dei bambini tratte dai protocolli osservativi e dalle audio registrazioni.

liberamente sul “tappetone città”, si siedono, si alzano, si confrontano, manipolano e giocano. Gli obiettivi di riferimento sono quelli inseriti nella tabella di progettazione. I materiali utilizzati sono: Blue Bot, carta di vario tipo, cartoncino, materiale riciclato e grafico-pittorico diversificato. Le docenti predispongono una rubrica di valutazione che accompagnerà tutte le fasi del percorso.



Fig. 3 - Blue Bot



Fig. 4 - Manipolazione e scoperta

*II<sup>a</sup> e III<sup>a</sup> fase:* l’insegnante laboratorista entra in sezione con il materiale già presentato ed esperito dai bambini e dalle bambine nella fase 1. Lo spazio utilizzato è lo spazio sezione, già precedentemente descritto; verso la fine dell’incontro l’intero gruppo viene invitato ad andare in salone, “dove c’è più spazio”<sup>3</sup>. L’incontro è stato organizzato come segue: un primo momento di *circle time* per ricordare, discutere e ripensare a ciò che è successo nell’incontro precedente. Un secondo momento invece prevede la proposta di attività di sperimentazione, gioco e ricerca di nuove ipotesi e strategie sul funzionamento e sull’utilizzo delle Blue Bot. In questa fase i bambini e le bambine sono suddivisi in tre piccoli gruppi e scelgono autonomamente in quale gruppo lavorare. Gli obiettivi di riferimento sono quelli inseriti nella tabella di progettazione. I materiali utilizzati sono: Blue Bot, carta di vario tipo, cartoncino colorato, materiale riciclato, materiale grafico-pittorico e rotoli di carta adesiva. L’insegnante laboratorista presenta gli artefatti iniziando a porre una domanda stimolo; accoglie e rilancia le proposte dei bambini e delle bambine partecipando e supportando le diverse attività.

L’incontro si chiude con un momento di *debriefing*, molto utile e gradito a tutti, per ripercorrere gli avvenimenti e le varie attività realizzate durante

<sup>3</sup> Richiesta espressa a gran voce da numerosi bambini e bambine

l'incontro. Si inizia, seduti in un grande cerchio, riprendendo i momenti di osservazione e di manipolazione delle Blue Bot, di esplorazione di elaborazione di ipotesi e ricordando quanto già emerso la volta prima. Ritornano i termini frecce, destra, avanti, indietro, sinistra, vai in inglese (GO) ai quali viene aggiunta la domanda stimolo, sempre ripresa da una delle definizioni date dai bambini nell'incontro precedente; quella di "gioco telecomandato". INS.: "Che cos'è un gioco telecomandato?". I bambini si interrogano, rispondono e confrontano le loro esperienze dirette e pregresse parlando di automobiline telecomandate, di bambole che camminano da sole e piangono quando si toglie il ciuccio; di cagnolini che camminano e di robot telecomandati. In seguito, sempre nel grande cerchio bambini e bambine manipolano le Blue Bot, le osservano, le toccano, le descrivono ad alta voce e scoprono che: "Si possono accendere e spegnere, scaricare." "Dentro ci sono dei fili colorati, dei cavi"; "sopra una scritta e frecce"; "Io i cavi li ho visti quando il mio papà carica la batteria. Questi così qua servono per farla comandare, devi schiacciare i pulsanti; se schiacci forse fa qualcosa". Dopo questo momento comune i bambini e le bambine, suddivisi in piccoli gruppi e alla luce dei criteri sopra esplicitati, scelgono autonomamente uno spazio dove sistemarsi e sperimentare le varie funzioni della Blue Bot. A questo momento di esplorazione e di gioco con le Blue Bot in piccoli gruppi, segue una discussione comune nella quale emergono nuove idee e riflessioni; due bambini affermano: "Abbiamo capito che è un ROBOT".

L'insegnante laboratorista accoglie e rilancia la frase, utilizzando questa affermazione come domanda stimolo e chiede al gruppo: INS.: "Secondo voi che cos'è un robot?" Le risposte sono diverse e passano dal "robot cameriere", al "robot del dottore" al "robot che taglia l'erba"; dopo una lunga discussione si arriva ad una definizione condivisa di robot; "allora" dicono in molti "il robot è una macchina che fa delle cose e che possiamo comandare". I bambini e le bambine si dividono in tre gruppi e sperimentano alcune problematiche e cercano possibili strategie risolutive. A scuola si sono abituati a giocare sul tappetone con le automobiline, con gli animali con le costruzioni avendo come riferimento la grafica del tappeto che rappresenta strade tortuose, parchi, case e giardini. Appare normale usare le Blue Bot come i giochi già sperimentati, ma, alla prova dei fatti, i gruppi incontrano alcuni problemi: le api robot non riescono a percorrere le strade del tappetone. I bambini e le bambine provano e riprovano, misurano a spanne e contano e ricontano "i passi giusti da fare", ma niente; le api «non girano anche se schiaccio la freccia giro». Più volte i bambini usano la mano per riorientare la Blue Bot;

discutono, si confrontano e arrivano alla conclusione che le api robot si muovono seguendo i comandi che noi diamo, “non con la voce, ma solo quando ... conto e schiaccio le frecce e poi GO”. Una bambina, in seguito, aggiunge: “Però non fa bene la curva, guarda gira dritta!”, “allora cambiamo gioco”. P. continua: “Oppure pensiamo a un’altra strada”.



*Fig. 5 - Blue Bot in movimento*



*Fig. 6 - Percorsi sul tappeto “città”*

Rispetto all’obiettivo previsto -esplorare e formulare ipotesi-, quanti ragionamenti e quante idee, anche ingenue sono state messe in circolo! Per quanto riguarda “la curva” sembra non ci siano soluzioni in vista; un bambino suggerisce: “facciamo come le api, camminiamo a passi e giriamo”. L’idea piace a tutti e l’insegnante laboratorista suggerisce di spostarsi in salone dove gli spazi sono ampi e ci si può muovere con maggior disinvoltura. I tre gruppi lavorano in modo diverso: il primo gruppo decide di proseguire con l’esplorazione e la programmazione dei “passi dell’ape”; il secondo gruppo accompagna la programmazione con i propri passi e i bambini e le bambine seguono il percorso delle Blue Bot. “...tre passi avanti e uno a destra. Proviamo prima a farlo noi.” Il terzo gruppo, dopo aver osservato il lavoro degli altri, decide, come il gruppo 2, di effettuare gli stessi percorsi dei robot. Dai vari dialoghi emergono affermazioni diverse: “Prima la programmo schiacciando tre volte la freccia per farle fare tre passi avanti e una volta a destra per farla girare...” “Proviamo anche a seguirla quando si muove.” “Anche io faccio tre passi avanti e poi giro a destra.” I bambini e le bambine accompagnano i passi delle Blue Bot, eseguendoli in prima persona. Sorge un altro problema: “Vedi che si gira solo un po’!” “Queste api non seguono i comandi alla lettera”. L’insegnante laboratorista, dopo aver osservato i gruppi di lavoro, si rende conto di quali siano le problematiche in atto e mostra più volte la procedura per azzerare il percorso memorizzato. Tre bambini/e sembrano aver colto l’importanza del reset.

“Quando abbiamo finito dobbiamo azzerare”. L’esplorazione e le prove con le Blue Bot in salone sono accompagnati da giochi motori spontanei che riproducono i passi dell’ape; anzi in più occasioni i bambini si affiancano al robot e ne accompagnano i passi. Nascono ulteriori discorsi: “Il tuo piede è più grande, fai i passi attaccati!” e si comincia a pensare all’idea di distanza da percorrere...Il tempo è passato velocemente ed è arrivata l’ora di prepararsi per il pranzo. L’insegnante laboratorista invita tutti a rientrare in sezione per un breve *debriefing* che ripercorra le attività svolte durante la mattinata con le relative osservazioni, impressioni e scoperte della classe.

*IV<sup>^</sup> e V<sup>^</sup> fase:* il terzo incontro si svolge in sezione e segue le modalità già utilizzate nei precedenti appuntamenti. Gli obiettivi di riferimento sono quelli inseriti nella tabella di progettazione. I materiali utilizzati sono: Blue Bot, carta di vario tipo, cartoncino colorato, materiale riciclato, materiale grafico-pittorico e rotoli di carta adesiva. Si inizia a lavorare in sezione e l’intero gruppo dialoga e si confronta in *circle time*; concorda le attività da realizzare e, in un secondo momento, i partecipanti si dividono in tre gruppi per procedere nei lavori. Come nei precedenti laboratori i bambini e le bambine scelgono autonomamente il gruppo di lavoro. Le domande stimolo proposte sono state: “Arrivati a questo punto, che cosa ci piacerebbe, che cosa possiamo fare con queste api robot?” Riprendendo l’idea di distanza emersa nell’incontro precedente, i tre gruppi, che vedono anche la presenza di un’insegnante, misurano sia a spanne sia con il righello la lunghezza del passo dell’ape e realizzano tre reticoli per la Blue Bot. I bambini e le bambine decidono di dare un nome ad ogni robot e iniziano ad ideare alcune “strade da far fare alle api”. Per rendere il gioco più interessante molti propongono di “fare una gara” per vedere quale sarà il gruppo che arriverà prima. L’insegnante laboratorista parlando con i bambini, “in alternativa all’arrivare per primi”, propone di contare il minor numero di passi delle api e la brevità del percorso. Tale proposta intendeva stimolare l’idea di un lavoro di squadra dove, oltre all’agonismo venissero potenziati il lavoro e la discussione sulle mosse e sul percorso da realizzare. L’input è stato “quanti e quali passi dovrò programmare se”. I bambini, inoltre, spontaneamente hanno disegnato e rappresentato vari aspetti della vita delle api e hanno posizionato i disegni sui reticoli inventando sfide e brevi storie. I materiali usati sono quelli già descritti sopra e vengono “abitati” lo spazio sezione e il salone. L’incontro è durato circa due ore.

*VI<sup>^</sup> fase:* in questo ultimo incontro aggiunto in itinere, (due ore) vengono ripercorse le diverse attività, scoperte ed esperienze vissute in preceden-

za. Dopo un primo momento, in sezione, di discussione in *circle time* i bambini, le bambine, le due insegnanti di riferimento e l'insegnante laboratorista si spostano in salone. Con i bambini viene realizzato un grande reticolo con i quadrati di 15 cm. di lato (il passo dell'ape); a turno i tre gruppi si sfidano posizionando disegni e raccontando storie. È un momento d'entusiasmo ed emotivamente intenso. I bambini si aiutano a programmare le Blue Bot, si scambiano suggerimenti, informazioni, contano e utilizzano gli indicatori spaziali. Lo spazio utilizzato è il salone e i materiali diversificati sono quelli già presentati negli altri incontri.



Fig. 7 - Realizzazione reticolo in movimento



Fig. 8 - Realizzazione reticolo in movimento



Fig. 9 - Realizzazione reticolo in movimento

## Modalità di documentazione e valutazione degli apprendimenti

L'intero percorso è stato documentato con foto, osservazioni carta e matita, audio registrazioni, trascrizioni, note e appunti sul diario di bordo. Tale ricchezza documentativa è stata importante per diversificare e testimoniare le attività svolte; le esperienze vissute a scuola sono spesso dense e articolate ed è necessario tenerne traccia scritta per evitare che parte delle scoperte, delle azioni, dei pensieri e dei percorsi vengano perduti. La documentazione fonda alcune delle sue ragioni sulla riflessione e rievocazione a posteriori delle esperienze ed è prevista e rivolta ad interlocutori diversi: ai bambini che si rivedono nell'agire pregresso e che ricostruiscono le loro conquiste e attività; alle insegnanti che rivedono il processo e possono analizzare e riprogettare; alle famiglie che "vedono con i loro occhi" che cosa i bambini/e vivono e apprendono; al contesto scuola che necessita di una documentazione per tenere memoria del proprio sviluppo educativo-didattico. Questa esperienza è stata documentata preparando materiali diversificati ed indirizzati ai diversi attori: i bambini e le famiglie hanno avuto una documentazione personalizzata inserita nel quaderno annuale; per la

scuola e per le insegnanti è stata redatta la documentazione educativa-didattica per competenze depositata a scuola. Per quanto riguarda la valutazione sono state predisposte: una rubrica osservativa con indicatori relativi agli obiettivi previsti; schede individuali e di gruppo nelle quali i bambini rispondevano alla consegna “Disegna il percorso che l’ape può fare per raggiungere...”; attività grafico-pittoriche libere e una scheda di autovalutazione dell’esperienza. La scheda di autovalutazione pensata per i bambini consisteva nelle risposte, verbalizzate in modo individuale e trascritte dalle insegnanti, alle domande: quale parte del laboratorio ti è /non ti è piaciuta? che cosa hai/ non hai provato a fare? che cosa sei riuscito/ o non sei riuscito/a a fare? Le insegnanti di sezione, che per la prima volta sperimentavano la Robotica Educativa, hanno riportato sul diario di bordo personale riflessioni e impressioni che sono state condivise e discusse in sede di valutazione del progetto. Nella griglia osservativa inserita sotto, potrebbe sembrare strana la presenza del descrittore “in un altro momento”. Questo è stato inserito in sostituzione del quantificatore “talvolta” perché le insegnanti di sezione e l’insegnante laboratorista avevano notato che durante gli incontri e le attività, a fronte dell’entusiasmo generale e della costante voglia di partecipare, alcuni bambini/e sembravano pensierosi e restii a fornire informazioni e riflessioni sull’esperienza vissuta. Durante la settimana poi succedeva di frequente che tali bambini e bambine raccontassero e disegnassero spontaneamente momenti relativi al laboratorio con le Blue Bot e che chiedessero alle insegnanti di sezione chiarimenti, informazioni, aspettando con entusiasmo l’arrivo dell’incontro successivo.

Tab. 2 - Griglia per l'osservazione in situazione

<i>Descrittori</i>	<i>In modo autonomo</i>	<i>Su invito dell'adulto</i>	<i>In un altro momento</i>
Manipola ed esplora l'artefatto sperimentandone l'uso			
Descrive l'oggetto e si mostra disponibile all'acquisizione di nuovi vocaboli			
Riproduce graficamente l'oggetto e/o l'esperienza vissuta			
Esplora e formula ipotesi su ciò che vede o che sta facendo			
Collabora e condivide le proprie ipotesi/idee/proposte/ riflessioni			
Motiva le proprie idee/ipotesi accettando e rispettando quelle degli altri			
Sperimenta e potenzia l'utilizzo dei riferimenti topologici			
Realizza brevi sequenze, anche grafiche dei percorsi delle Blue Bot			
Racconta ad amici e familiari l'esperienza vissuta			

## Risultati e riflessione metodologica

Il progetto è stato ben accolto e bambini e bambine hanno manifestato partecipazione, curiosità ed interesse. Tutti hanno compreso l'uso e lo scopo della pulsantiera sul dorso delle api; non tutti si sono dimostrati interessati alla programmazione del robot. Nonostante il lavoro a piccoli gruppi le Blue Bot erano poche in rapporto ai bambini e ciò ha causato, a volte, tem-

più di attesa lunghi; alcuni bambini/e si sono a momenti allontanati dalle attività del gruppo per poi ritornare autonomamente a “vedere che cosa stesse succedendo”. In questi momenti le insegnanti, dopo aver sollecitato i bambini/e a partecipare all’attività, hanno favorito i processi di scelta autonoma. Le metodologie proposte: brainstorming, esplorazione e ricerca, *learning by doing*, lavori a grande e piccolo gruppo, *problem solving*, il *debriefing* (proposto per ripercorrere le esperienze e per promuovere le attività di metacognizione) sono risultate efficaci ed hanno rispettato i tempi dei partecipanti. I bambini e le bambine hanno bisogno di tempi distesi; tempo per esplorare, per giocare, per pensare senza avere l’ansia e la pressione di dover raggiungere risultati nell’immediato. In più occasioni le insegnanti “si sono tenute” sotto controllo per non fornire anticipatamente spiegazioni e informazioni. Le domande poste nei momenti dedicati alla meta-cognizione avevano lo scopo di stimolare la ricostruzione dei ragionamenti sui processi e sulle strategie messe in atto: “Potresti raccontarmi come hai fatto a...? che cosa hai pensato/usato per...?”. Le fasi osservative, esplorative, di programmazione, le attività in gruppo ed individuali, le verbalizzazioni delle riflessioni e delle ipotesi, la discussione, le riflessioni metacognitive, la verbalizzazione delle scoperte e degli apprendimenti condivisi si sono ispirate alle 4 fasi dell’apprendimento di Pujol e Roca (1995)<sup>4</sup>. Le modalità proposte hanno permesso di far emergere il sapere pregresso. Un esempio: A., durante l’esplorazione delle Blue Bot, ha utilizzato la sua mano per misurare la distanza che la Blue Bot percorreva nei suoi spostamenti.

INS.: “Potresti dirci che cosa stai facendo?” Bambino: “Sto misurando a spanne e guardo sul tappeto della città la strada che deve fare l’ape”.

INS.: “Se ho capito bene...hai detto...misurare a spanne? Potresti spiegare meglio?” Bambino: “Il mio papà prima di misurare fa così e vede con la mano quanto è lunga la porta.” Lo scambio verbale è proseguito; la strategia di utilizzare la misurazione a spanne derivava da una serie di giochi a casa per individuare la diversa distanza tra oggetti e osservatore. Il bambino aveva riportato a scuola conoscenze ed esperienze pregresse frutto delle interrelazioni con i familiari e le aveva condivise con i pari, contribuendo così ad aggiungere una possibile strategia di misurazione del percorso. Un esempio riferibile alla affermazione di Piaget (2013) «Il bambino costruisce

<sup>4</sup> Pujol i Mongay Maite, Roca i Cunill Rùia, FASI: 1. Fare spontaneo 2. Prima organizzazione delle azioni spontanee 3. Strutturazione della spontaneità 4. Costruzione del codice (formalizzazione del sapere).

la propria conoscenza in base alla conoscenza che ha del mondo». Un altro aspetto interessante è stato quello relativo alla “gestione dell’errore” durante la programmazione. I bambini e le bambine dopo prove ed errori, lavorando insieme, sono arrivati alla programmazione dei percorsi corretti. Come team docenti abbiamo riconfermato la validità delle attività laboratoriali intendendo il laboratorio come uno spazio fisico e mentale dove sperimentare e dove far emergere preconoscenze, saperi ingenui, intesi come conoscenze o idee pregresse che favoriscono e/o deformano gli apprendimenti in via di acquisizione (Tombolato, 2016), strategie di risoluzione di problemi e possibili codificazioni di regole o leggi più generali. Sarebbe stato più “economico” per l’insegnante spiegare il funzionamento delle Blue Bot; ma una proposta trasmissiva del sapere e il risparmio di tempo non avrebbero dato spazio a tutto il fermento, all’ostinazione, alla costruzione di strategie, anche sbagliate per risolvere i diversi problemi sorti nel corso dell’esperienza. Come insegnante scelgo metodologie e strategie che rendono il bambino attore dei propri apprendimenti e cerco, nell’agire educativo-didattico di “tenermi sotto controllo” ponendo attenzione al clima del gruppo, alle idee in circolazione e valorizzando i feedback dei bambini. Riflettere in azione non è certo semplice, ma è una postura da assumere per avvicinarsi all’idea di professionista riflessivo proposto da Schon (2011).

## Conclusioni

L’esperienza di approccio alla robotica, pur breve, ha avuto riscontri positivi sia per i bambini e le bambine sia per le insegnanti. Aprire uno spazio alla robotica educativa ha permesso di esplorare in modo creativo un territorio sconosciuto e ha proposto una modalità didattica nuova. Penso che l’utilizzo della robotica educativa, grazie all’uso di strumenti reali da costruire (o già pronti), attivi la messa in campo di strategie manipolative, esplorative, osservative, riflessive e di stimolo alla costruzione di ipotesi, ragionamenti e soluzioni a problemi che di volta in volta vengono presentati e modulati nel rispetto dell’età dei bambini, delle bambine, dei ragazzi e delle ragazze. L’utilizzo della robotica presenta il valore aggiunto del reale protagonismo degli studenti/esse che programmano, prevedono, progettano e trovano soluzioni: è l’uomo che programma e imposta il robot e riflette sulle caratteristiche del problema e sulle possibili soluzioni. Di fronte al compito/sfida da realizzare i bambini e le bambine, prima di agire sul robot,

ipotizzano quanti passi, quale direzione prendere, come “disegnare la strada”, si confrontano, si parlano e mediano tra proposte diverse, cercando di valutare a priori quale sarà quella più efficace. Un altro momento interessante e pedagogicamente importante è stato quello delle riflessioni in gruppo dopo ogni incontro; il *debriefing* ha permesso una ricostruzione della successione degli eventi e dei processi messi in atto. Ricostruire la processualità e dare un nuovo significato all’errore ha favorito la presa di coscienza che ci possono essere più modi per raggiungere lo stesso obiettivo, nel rispetto dei diversi stili di apprendimento. Trovo l’uso della robotica educativa un’opportunità che va nella direzione di rispettare e catturare le potenzialità “di tutti e di ciascuno” proponendo soluzioni differenziate e creative e favorendo l’innovazione educativo-didattica.

## Bibliografia

- Ausbel D.P. (1978), *Educazione e processi cognitivi. Guida psicologica per gli insegnanti*, F. Angeli, Milano.
- Bruner J. (1992), *La ricerca del significato Per una psicologia culturale*, Bollati-Boringhieri, tradotto da E. Prodon Torino.
- Cambi F. (2009), *Manuale di storia della pedagogia*, GLF. Laterza & Figli Spa, Roma-Bari.
- Castiglioni M., Faccio E. (2012), *Costruttivismi in psicologia clinica. Teorie e metodi di ricerche* UTET, De Agostini Scuola SpA, Novara, 139.
- Indicazioni Nazionali per il curriculum 2012, Indicazioni e Nuovi Scenari 2018.
- Mecacci L. (1994), *Storia della psicologia del Novecento*, Bari, Laterza.
- Montessori M. (2017), *La mente del bambino*, Garzanti Elefanti Bestseller.
- Nigris E. Teruggi L. A. Zuccoli F. (2016), *Didattica generale*, Pearson Italia, Milano.
- Novak J. D. (2001), *L'apprendimento significativo*, Erickson, Trento.
- Papert S. (1993), *Mindstorms. Children, Computers and powerful ideas*, Basic Book, In. Publishers NY.
- Piaget J. (2013), *La rappresentazione del mondo del mondo del fanciullo*, tradotto da M. Viallaruel, Bollati Boringhieri, Torino.
- PTOF d'Istituto 2016-2019, Piano digitale, 1.
- Pujol i Mongay Maite, Roca i Cunill Rùia (1995), *Lavorare per progetti nella scuola materna*, La Nuova Italia, libreriauniversitaria.it.
- Schön D. (2011), *Formare il professionista riflessivo*, tradotto da Capperucci FrancoAngeli, Milano.
- Tombolato M. (2016), *Il costruito di ostacolo epistemologico per una interpretazione in chiave didattica del rapporto fra conoscenza ingenua e conoscenza*

*formale in fisica, Pedagogia più Didattica*, Edizioni Centro Studi Erickson, Trento 2, 1.  
Wenger E., (2006), *Comunità di pratica, Apprendimento, significato, identità*, Edizioni Cortina Raffaello.

# Sviluppare la competenza emotiva in ambito educativo attraverso i robot

di *Monica Tamburrini*

## Introduzione

Le recenti ricerche mostrano come l'empatia dei ragazzi intesa come un sentire insieme e l'averne coscienza che i sentimenti, le necessità e le intenzioni degli altri possono essere diverse dalle proprie è diminuita del 40% in trenta anni. (Time, September 19, 2016 *To raise kids with more empathy, we need to do everything wrong*).

Noi abbiamo voluto scommettere su come le emozioni possano giocare un ruolo fondamentale nell'esercizio di un'attenzione all'altro e di una cura delle relazioni, dello stare insieme. Portare a scuola le emozioni, metterle in gioco, sperimentarle in una didattica situazionale diventa una risorsa importante a scuola che si raffina con lo sviluppo cognitivo del bambino. Promuovere l'attenzione alla sfera emotiva all'interno dell'azione educativo-didattica, rende questa più efficace, più trascinante, più vicina alla persona, più profonda e più significativa. Il lavoro parte dalla possibilità che ci possa essere un'idea di educazione emotiva, quindi contrassegnata da finalità dichiarate che possono essere raggiunte attraverso attività mirate. Il senso del lavoro è quello di introdurre a scuola l'esercizio dell'empatia, attraverso la costruzione di un contesto classe accogliente ed inclusivo, che abbia alla base lavori e strategie sull'ascolto.

L'idea di collaborare e co-progettare un percorso di sperimentazione e ricerca con il Politecnico di Milano, con il Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria, Settore scientifico disciplinare Sistemi di Elaborazione delle Informazioni guidato dalla Prof.ssa Franca Garzotto, attraverso l'utilizzo di alcune tecnologie digitali innovative che, attraverso un approccio "*game-based*", possono aprire sia nuove prospettive nel tratta-

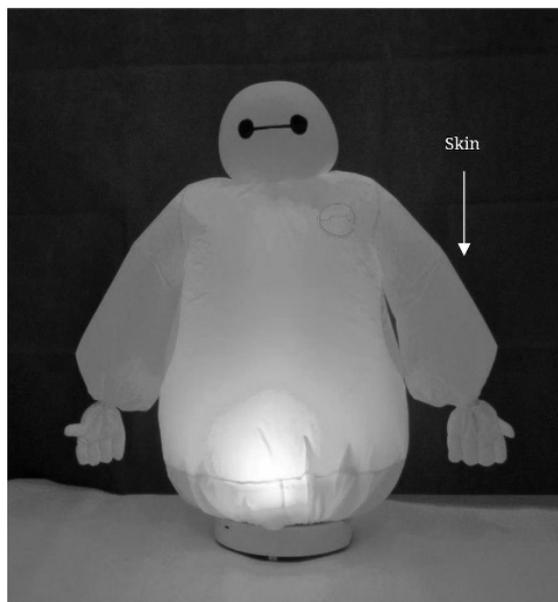
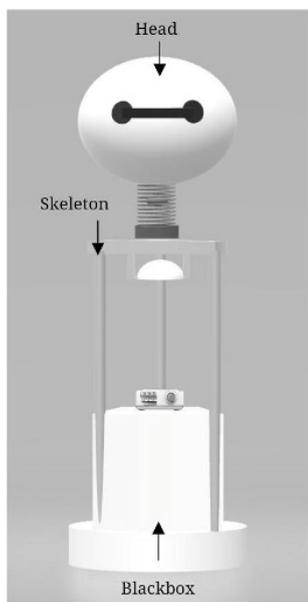
mento di bambini con gravi disabilità' cognitive, sia potenziare l'intelligenza emotiva nei percorsi di alfabetizzazione emotiva nelle scuole.

La collaborazione tra il Politecnico di Milano e l'Istituto Comprensivo Margherita Hack di Cernusco sul Naviglio è stata avviata firmando, prima, un accordo di collaborazione scientifica che ha permesso l'avvio della sperimentazione e, successivamente, condividendo e chiedendo l'autorizzazione alle famiglie dei bambini coinvolti. Il progetto si è svolto nella Scuola dell'infanzia Lazzati dell'IC Hack ed ha interessato quattro docenti, 18 bambini di quattro anni nel mese di Aprile 2018 per un totale di 6 incontri.

Il gruppo dei bambini è stato scelto per la varietà dei bisogni che ciascuno di loro presentava. Il lavoro intendeva verificare se l'utilizzo di robot, agganciandosi a scenari e grammatiche ludiche, potesse favorire ed implementare processi inclusivi. Alcuni degli alunni mostravano un alto grado di introversione e di timidezza, alcuni con la paura di sperimentarsi nelle situazioni sociali anche nei contesti della scuola legati alle routine e, quindi, conosciuti, altri esprimevano la preferenza a trascorrere il tempo da soli.

Così è arrivato Puffy, un Social Robot composto da un involucro, la parte con cui i bambini hanno interazione e lo scheletro, la parte interna del robot. È dotato di: sensori tattili e visivi, una base robotica, una luce intelligente, un altoparlante Bluetooth e un proiettore. Nel suo insieme presenta le seguenti caratteristiche:

- è mobile;
- ha un corpo gonfiabile e morbido; supporta l'interazione multimodale di bambini-robot;
- offre stimoli multisensoriali resi operativi da voce, musica, luci e proiezioni incorporate nel suo corpo, cambiamenti dinamici della sua struttura deformabile e movimenti nello spazio;
- memorizza le interazioni dei bambini, associate agli stimoli e ai comportamenti di Puffy, come dati strutturati con data e ora che possono essere successivamente analizzati.



*Figura 1 - Puffy prima di essere "vestito" Fig. 2 - Puffy pronto*

Nel campo delle ricerche svolte dal Politecnico il robot terapeutico deve soddisfare alcuni requisiti specifici:

- visivamente attraente;
- autonomo nel suo movimento;
- sicuro per i bambini che devono poterlo abbracciare e giocare;
- solido, sia in senso fisico che metaforico;
- robot offline e autonomo;
- configurabile e facilmente controllabile;
- capace di mostrare emozioni;
- capace di intrattenere i bambini nelle attività appropriate;
- capace di aiutare;
- essere configurabile e facilmente controllabile;
- deve mostrare emozioni;
- intrattenere i bambini nelle attività appropriate;
- aiutare e permettere di capire come agire sulle emozioni in termini di riconoscere, comprendere, esprimere e sui processi inclusivi nei bambini.

## Sfondo teorico

Educare alle emozioni comporta avviare gli alunni all'acquisizione di una serie di competenze complesse ed è proprio sullo sviluppo di queste che la nostra idea pedagogica punta attraverso gli *smart objects*.

La vera finalità è imparare a riconoscere, comprendere ed esprimere emozioni, stati d'animo e sentimenti aiutati dall'utilizzo di *smart objects* come potenziatori, mediatori e facilitatori di relazioni, tendendo a vivere l'affettività nel modo più autentico e positivo possibile. Gli *smart objects* vanno intesi non solo come maestri di potenziamento cognitivo, ma anche strumenti compensativi. Il loro utilizzo nella didattica situazionale conduce i bambini ad approcciare situazioni emotive che richiedono feedback riflessivi rispetto ai contesti/gioco proposti e sempre riferibili a situazioni familiari: un'attività di gioco, un'uscita al parco, un compito a scuola. Il loro uso in contesti aperti, dialogici ne permette un utilizzo non stereotipato e in grado di essere fruito con modalità diverse da ogni bambino. Ciò consente ai bambini di trovare delle strategie alternative di compenso rispetto a funzioni, abilità che potrebbero essere deficitarie e poco esplorate dal bambino stesso. L'"*empathy deficit*," è il problema principale che colpisce il mondo intero a livello sociale. È possibile racchiudere nel circuito dell'empatia di cui parla Cohen, una serie di attività cerebrali che agiscono in base a degli atteggiamenti empatici: dalla capacità di immaginazione a quella del giudizio, a quella del riconoscimento delle emozioni. Visto che conosciamo l'importanza e l'esistenza dell'empatia, la sappiamo usare? La sappiamo riconoscere nei nostri rapporti sociali e possiamo insegnarla ai bambini? Sicuramente: l'empatia con le sue regole specifiche, che interessano la vita del sentire, diventa un tramite essenziale per l'accesso alla realtà. Rappresenta la condizione di possibilità, di tutti quei sentimenti che caratterizzano il rapporto con l'altro. "Empatia vuol dire rendersi conto" (Stein, 2012). Vista attraverso i neuroni a specchio può determinare il nostro grado di socialità e quindi la nostra affinità di gruppo. Sempre più si rende necessaria un'alfabetizzazione emotiva a partire dai primi anni di vita del bambino puntando l'attenzione sull'empatia che permette un contatto "sensibile", spiegando come noi uomini riusciamo a sentire le espressioni umane, renderle tangibili e comprensibili. Boella (2005) afferma che comprendiamo unitamente il soggetto con tutte le sue espressioni. Quando percepiamo un senso di stanchezza, non lo vediamo direttamente, ma lo vediamo empaticamente, l'espressione ci dice che l'altro ha un'anima. Nel capire i senti-

menti dobbiamo lavorare a livello globale, in tutto questo la parte fisica ed esperienziale è molto importante e va a chiudere l'esperienza emotiva. Il bambino con gli *smart objects*, partendo dall'esperienza, può imparare a interagire meglio perchè gli *smart objects* sono meno minacciosi e più carismatici, con essi i tempi di reazione si accorciano e instaurare un dialogo diventa più facile. Dopo la diade primaria, l'oggetto è il primo interlocutore del bambino, esso manifesta e favorisce lo sviluppo dell'intersoggettività.

## Obiettivi d'apprendimento specifici dell'esperienza

Il focus della sperimentazione è stato di supportare i bambini in un percorso di educazione affettiva ed emotiva, avvicinandoli, attraverso il curriculum implicito a spazi di socialità e di confronto. Le attività, tutte svolte secondo un approccio situazionale per una didattica attiva, promuovono comportamenti pro-sociali attivando le *soft skill* come:

- 1) Conoscere le proprie emozioni attraverso l'autoconsapevolezza, in altre parole la capacità di riconoscere un'emozione e un sentimento nel momento in cui si presenta;
- 2) Controllare le emozioni e i sentimenti attraverso la capacità di calmarsi, di liberarsi dall'ansia, dalla tristezza o dall'irritabilità, capacità di ritardare la gratificazione e di reprimere gli impulsi;
- 3) Motivare di se stessi dominando le emozioni per raggiungere un obiettivo, concentrando l'attenzione nel trovare motivazione e controllo di sé e permettere il passaggio alla fase successiva della progettazione seguendo il proprio pensiero creativo che non può fare a meno della parte emozionale;
- 4) Riconoscere le emozioni altrui attraverso l'empatia;
- 5) Gestire le relazioni negoziando soluzioni e prevenendo i conflitti o risolvendo quelli già in atto;
- 6) Stabilire legami personali entrando in connessioni con gli altri, leggendo le emozioni delle espressioni facciali.

L'affettività può essere imparata a scuola e in essa vi è molto di cognizione e molto di pensiero, l'uso dei gesti, di molte espressioni facciali, delle parole, dei colori o anche delle musiche che esprimono emozioni, stati d'animo e sentimenti mettono in gioco delle competenze legate all'affettività ma anche più generali, cognitive, valoriali, comunicative che devono essere sviluppate a scuola. Tanti sono gli effetti positivi delle emozioni nella di-

dattica: creano desiderio di partecipazione attiva; generano coinvolgimento, impegno, fiducia; riproducono un clima classe collaborativo e disteso; aumentano l'interscambio costruttivo, creano un gruppo-classe, consentendo alle relazioni di svilupparsi in un clima favorevole.

Gli obiettivi di apprendimento legati all'esperienza proposta in classe hanno riguardato l'area della collaborazione e la capacità di assumere incarichi portandoli a termine. Inoltre, sono state proposte attività per promuovere ed attivare una comunicazione efficace capace di ascoltare l'altro e di rispettare i turni di parola. Gli studenti si sono adoperati per rielaborare creativamente l'attività proposta affrontando situazioni di *problem solving* anche con l'aiuto dei pari e dello stesso Puffy. Durante e al termine del lavoro sono stati utilizzati strumenti per l'autovalutazione e per iniziare una prima riflessione di tipo metacognitivo, su come ci si è sentiti e quale attività è risultata più semplice e più facile per sé. Tutte queste attività supportano i bambini in un percorso di conoscenza e di approfondimento del come mi piace imparare, cosa trovo di facile e cosa mi risulta difficile, quali attività prediligo e dove faccio più fatica. Pongono l'attenzione sul proprio processo di apprendimento e sull'importanza della collaborazione. Infine, affinano l'esercizio delle *life skills* sia da un punto di vista emotivo che relazionale e cognitivo.

## Metodologia dell'esperienza

I bambini sono stati divisi in quattro gruppi ciascuno dei quali è stato monitorato da una maestra. La principale metodologia utilizzata è stata lo *scaffolding* metacognitivo attivato dalle docenti come aiuto ad orientarsi e a riconoscersi nelle emozioni vissute e come strumento per domande generative, capaci di aprire ad altre dinamiche:

- Come sei riuscito a risolvere il problema?
- Quali cose hai sbagliato e come le hai corrette? Come mai?
- Che tipo di difficoltà hai incontrato?
- Come ti sei sentito quando stavi giocando?

Ciò ha inciso sulle possibilità esplorative dei bambini e sull'evidenza delle capacità del *problem solving*. La scelta di inserire il lavoro con Puffy in una didattica situazionale e laboratoriale ha permesso di poter lavorare sulla zona di sviluppo prossimale dei bambini, permettendo di attivare funzioni già presenti in loro ma non in forma matura, bisognose di esperienze e

di esposizione per poter maturare. Puffy ha un suo linguaggio legato a suoni, colori, pulsazioni e movimento. Dopo una prima fase esplorativa libera, i bambini sono stati avvicinati alla conoscenza del funzionamento di Puffy attraverso attività di *scaffolding* e di *debriefing*. Importante, in questa fase, è che gli alunni acquisiscano e siano capaci di utilizzare strumenti per poter decodificare ed interpretare il linguaggio di Puffy. L'obiettivo è fornire un linguaggio costruito e condiviso insieme ai bambini, ipotizzando che con gli *smart objects* si possa favorire una modalità di apprendimento più attiva e basata sulla sperimentazione e sull'utilizzo di "*objects to think with*" (Papert, 1993) e di feedback concreti (Piaget e Inhelder, 1966). Lavorare nel contesto del gruppo farà sì che la fase importante del feedback e della verifica dei comportamenti agiti dai singoli avvenga in un ambiente sociale. Andranno valutate: la capacità di mantenere l'attenzione (vigilanza), l'attenzione uditiva e visiva e, in un secondo momento, la capacità di cambiare set di risposta, inibendo risposte automatiche in favore di altre.

Sessioni di lavoro:

#### *Sessione 1 spazio Aula destrutturata*

Nella fase di familiarizzazione con Puffy, alcuni bambini interagiscono in maniera attiva con lui toccandolo, porgendogli domande entusiasti della reazione e della risposta del robot; altri si mostrano più diffidenti meno inclini all'interazione verbale con lo stesso, ma tutti hanno manifestato curiosità e lo sguardo è mantenuto costante per tutta la sessione. Nell'ultima fase della sessione, i bambini giocano con Puffy a "Strega comanda colore", permettendo un'ulteriore familiarizzazione con il robot. I bambini più diffidenti si sono mostrati disinibiti, alla ricerca di un continuo contatto fisico e verbale con il robot.

Alla fine del gioco, molti bambini cercano un contatto fisico sempre maggiore con il robot, che con semplici parole manifesta il suo disappunto riguardo azioni troppo invadenti da parte dei bambini. Ciò ha permesso alle maestre di stabilire assieme ai bambini alcune regole fondamentali da rispettare in presenza di Puffy tra cui: ascoltare gli altri, aspettare il proprio turno per poter parlare e fare domande a Puffy, non toccare il robot "troppo forte" ma solo attraverso carezze, non litigare tra di loro.

#### *Sessione 2 spazio Aula destrutturata*

I bambini sono coinvolti in un'attività di riconoscimento delle emozioni di Puffy che manifesta attraverso colori, movimenti, pulsazioni e suoni. I partecipanti sono chiamati a capire se il robot, in funzione dei diversi comportamenti, si possa sentire: felice, triste, spaventato o arrabbiato. Si è spie-

gato ai bambini la corrispondenza tra l'espressione di alcune faccine e le rispettive emozioni per procedere alla compilazione di una scheda. Per bambini di 4 anni, l'attività non è stata affatto semplice, ma tutti hanno risposto positivamente, chiedendo aiuto alle maestre per ultimare al meglio l'attività. Tutti hanno partecipato attivamente interagendo verbalmente con il robot a turno, rispettando quindi anche tutte le regole stabilite precedentemente. I partecipanti hanno mantenuto un livello di concentrazione molto alto durante tutta la sessione di lavoro.

#### *Sessione 3 spazio Aula destrutturata*

I bambini, sulla base delle regole comportamentali da assumere, devono creare una storia e raccontarla in modo da capire le reazioni e le emozioni suscitate in Puffy durante l'evolversi del racconto. Tutti partecipano attivamente alla creazione della storia e assegnano nel gruppo dei ruoli specifici, tra cui chi racconterà a Puffy l'intero racconto. Le maestre riscontrano che proprio i bambini più timidi hanno deciso di prendere la parola nel raccontare la storia creata.

#### *Sessione 4 spazio Aula destrutturata*

Si riprende il lavoro di drammatizzazione della fase precedente. I bambini raccontano a Puffy le loro storie e Puffy cambia colore in funzione delle emozioni suscitate dal racconto. Alla fine di ogni narrazione, che si conclude con la risoluzione di una situazione in cui si infrangono le regole, i bambini chiedono ripetutamente a Puffy se la storia gli sia piaciuta. Sono curiosi di sapere se anche il robot si sia divertito.

#### *Sessione 5 spazio Aula destrutturata*

Puffy racconta ai bambini una storia attraverso la CAA e proietta le immagini sul ventre e i bambini dinamicamente le interpretano. Racconta una storia in cui il robot affronta la paura del buio e riesce con coraggio ad affrontare la situazione. La maggior parte dei bambini partecipa alla costruzione della storia e in particolare Lisa riesce a riassumere con successo la narrazione capendo come Puffy abbia reagito e si sia comportato. In seguito, tutti i bambini raccontano un episodio di vita in cui hanno dovuto affrontare una paura e sono riusciti a sconfiggerla con coraggio.

#### *Sessione 6 spazio Aula destrutturata*

Nella prima parte i bambini giocano con Puffy al gioco del semaforo. Il robot è il semaforo: quando diventa rosso i bambini devono fermarsi e smettere di muoversi mimando l'emozione corrispondente al colore (ovvero rabbia) sia con il viso che con il corpo; quando Puffy diventa giallo i bambini rallentano e mimano l'emozione corrispondente concordata come

stupore; infine quando assume il colore verde tutti i bambini si muovono liberamente nella stanza mimando l'emozione la felicità. Tutti sono coinvolti e attivi durante. Alcuni non sono in grado di agire emozioni come la rabbia, così, impacciati, ridono assieme ad alcuni compagni. Successivamente, i bambini svolgono un gioco in cui devono affidarsi a un compagno e a Puffy. Un bambino, a turno, viene bendato e tenendo per mano sia Puffy che un compagno viene guidato nello spazio dell'aula seguendone i movimenti. I bambini si sono fidati dell'altro e tutti sono stati in ascolto di Puffy per capire la direzione giusta. In modo sorprendente, si sono offerti per farsi bendare per svolgere l'attività alcuni bambini che solitamente rifiutavano le proposte.

## **Modalità di documentazione e valutazione degli apprendimenti**

La Robotica Educativa lavora sul mantenimento attivo dell'informazione in memoria e non su un immagazzinamento passivo. Le attività proposte non sono mai a tempo, né viene mai valutata la velocità di esecuzione del compito. In questo caso al bambino vengono richieste abilità di decodifica: (il bambino vede l'output e deve immaginare cosa è successo), di continuo aggiustamento delle informazioni e di corretto utilizzo dei feedback (se una decodifica risulta errata, devono essere utilizzati i feedback per aggiornarla) a cui si unisce un lavoro cooperativo di *debriefing* sociale. Ogni insegnante ha compilato durante le sperimentazioni un documento di interazione con i robot precedentemente stilato da loro stesse. In questo documento è stato descritto dettagliatamente il comportamento di ogni partecipante e sono state riportate puntuali osservazioni dei comportamenti. Un ricco apparato documentativo accompagna e supporta la sperimentazione con schede di osservazioni, video, autobiografie cognitive ed elaborati realizzati dai bambini. Sono stati osservati con attenzione i bambini con disturbi del comportamento (deficit di attenzione, ADHD, disturbi emozionali, disturbo oppositivo provocatorio) che solitamente presentano difficoltà di autoregolazione, nella socializzazione, nell'elaborare le emozioni, nella motivazione, nell'impegno, nell'attenzione sostenuta nel tempo, nella pianificazione e soluzione di problemi, nell'autostima. Le attività con Puffy hanno rappresentato una fonte di regolazione del loro comportamento svincolata dalle interazioni con l'adulto regolatore e normatore. I tempi di risposta di Puffy,

la sua mimica, la sua prossimità, i suoi colori hanno funzionato da regolatore dell'attività, imponendo tempi e sequenze da rispettare, senza le quali non sarebbe stato possibile proseguire l'attività.



*Fig.3 - Interazione tra Puffy e bambini*



*Fig. 4 - Incontri*



*Fig.5 - Giochi sull'affidamento*

## Risultati e riflessione metodologica

L' alleanza educativa tra Università e Scuola, tra due diversi e complessi paradigmi ha dimostrato che si può accrescere e potenziare lo sviluppo di competenze di cittadinanza attiva, sociali e civiche, di consapevolezza ed espressione culturale. Il percorso ha posto al centro i bambini e le loro emozioni, utilizzando giochi e attività sugli stati d'animo. La didattica situazionale ha condotto i bambini a mettersi in gioco interessando non solo l'area del fare ma che del saper essere. Imparare ad imparare

Il robot è stato mezzo e non fine, uno strumento trasversale di inclusione e facilitatore dell'integrazione anche degli alunni BES. Puffy ha permesso di rendere concreta l'esperienza di situazioni reali che i bambini possono incontrare giocando al parco, a scuola, in palestra. Tra le strategie adottate si è scelta sempre in apertura e chiusura del lavoro quella del *circle time*, una metodologia dell'incontro e del confronto, del rispetto dei turni di parola e dell'importanza dell'ascolto dell'altro, del cercare di comprendere e di rispettare. non ci sono gerarchie, i bambini si sentono accolti e vengono utilizzate strategie partecipative, rispettosi dei tempi e delle attitudini. Non esiste il modo migliore, ma tanti modi di partecipare e di prendere parte al processo comunicativo. Le differenze creano prospettive diverse, punti di vista nuovi, non pensati a priori. Sguardi sbiechi che aprono su orizzonti inusuali e ci costringono a cambiare posizione, a metterci nelle scarpe di qualcun altro. Fili narrativi, trame capaci di intrecciare relazioni, pensieri reticolari intrecciati dalla presenza di Puffy che è stato, da subito, il vero connettore della relazione, propulsivo nello sviluppo di strategie di autoregolazione emotiva. La continua richiesta di interazione e di scambio ha permesso una dimensione dialogica, uno scambio di mani e di sguardi che si incontrano per creare relazioni. Nella dimensione narrativa Puffy ha svolto anche la funzione di rispecchiamento emotivo per i bambini aiutandoli a riconoscere e a dare un nome alle emozioni vissute, a costruire un vocabolario per parlare dei sentimenti e ad illustrare i diversi modi in cui le persone reagiscono all'ira, alla paura e alla tristezza. Puffy, con il suo linguaggio verbale povero e ricco di pause, ha costretto i bambini a confrontarsi con l'attesa e il silenzio. La capacità di attendere è quella che ti permette di considerare e di non essere compulsivo, grande esercizio di controllo.

## Conclusioni

All'interno del percorso proposto, i bambini sono stati supportati e guidati anche all'apprendimento ed utilizzo delle strategie di regolazione delle emozioni. I bambini con una bassa tolleranza alla frustrazione, con Puffy, immersi nella dimensione ludica e divertente dell'interazione con i pari hanno mascherato il bisogno di forte controllo dei propri comportamenti e pensieri. Tutto è stato riportato al gioco compreso sbagliare, disturbare, ricominciare. La loro autostima è, spesso, così bassa da essere in balia degli altri e dell'ambiente, su cui non possono avere il controllo. L'attività di metacognizione sul percorso svolto e sulle risposte date da Puffy li ha aiutati a gestire l'ansia e l'aggressività. Gli *smart objects* dimostrano di attivare le potenzialità dei bambini, afferiscono al gioco e ne seguono regole e sintassi. Il legame tra apprendimento e gioco, come importante dispositivo di cura del sé e degli altri, sviluppa la capacità di gestire situazioni complesse richiedendo capacità multitasking. Il gioco funziona in termini di engagement e propone esperienze mediate dalla corporeità permettendo attraverso il corpo di vivere esperienze nutrizionali sul piano emotivo, volitivo, ludico. La tecnologia, negli ambienti di apprendimento, diventa un moltiplicatore di relazioni. Il pensiero reticolare si fa fortemente connettivo e propulsivo. L'importanza delle emozioni nella relazione dell'apprendimento è data dal ruolo che le emozioni giocano nei processi cognitivi legati alla memoria: la forza dei ricordi dipende dal grado di attivazione emozionale indotto dall'apprendimento. Esperienze vissute con una partecipazione emotiva alta vengono catalogate nella nostra mente come importanti e hanno una buona probabilità di venire successivamente ricordate. Dal percorso sviluppato si evince che le emozioni possono essere un valido aiuto nella didattica e nella costruzione del clima di classe. Importante è una progettazione condivisa con i colleghi e le famiglie per creare reti, alleanze educative, sostegno alla genitorialità. I bambini, immersi in contesti ludici di apprendimento, arrivano con molta naturalezza all'utilizzo delle tecnologie che a scuola può rappresentare una straordinaria risorsa per il potenziamento delle diverse intelligenze e dei linguaggi dei bambini. Codici, modelli che incuriosiscono gli alunni e li ingaggiano motivandoli ed interessandoli. Puffy è stato accolto dai bambini, un diverso, un altro a cui hanno dato la loro mano e si sono affidati. Per raccogliere la documentazione dell'esperienza e la qualità della proposta si sono utilizzate autobiografie cognitive.

La lettura dei dati aggregati ha evidenziato che i bambini si sono sentiti all'altezza di quanto richiesto e si sono divertiti a sperimentare attività nuove. È necessario puntare su didattiche sempre più laboratoriali ed esperienziali, situazionali, capaci di far sentire i ragazzi al centro del proprio percorso e sviluppando un senso di auto-efficacia, di aver fiducia sulle proprie capacità di ottenere gli effetti voluti con la propria azione. La dimensione meta-cognitiva, che ha accompagnato l'intero percorso, ha carattere evolutivo, è un dispositivo cognitivo generativo dell'imparare ad imparare e dello sperimentarsi, di auto-assegnarsi compiti cognitivi e relazionali e di portarli a termine. È una dimensione che apre al cambiamento e alla resilienza.

## Bibliografia

- Baron-Cohen S. (2012), *La scienza del male. Alle origini della crudeltà*. Raffaello Cortina, Milano.
- Boella L. (2005), *Sentire l'altro. Conoscere e praticare l'empatia*, Raffaello Cortina, Milano.
- Papert S. (1993), *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*, Paperback, New York.
- Piaget J., e Inhelder B. (1966), *La psychologie de l'enfant*, Collection Que sais-je, 369, Presses Universitaires de France, Paris.
- Stein E. (2012), *Il problema dell'empatia*, Feltrinelli, Milano.
- Vygotskij L. (1980), *Il processo cognitivo*, Feltrinelli, Milano.

# **Un viaggio a Milano con Nerone, Guendalina, Riccio e Codina e le Bee-Bottine amiche dei cestini**

di *Teresa Maria Napoli*

## **Progetto di robotica educativa nella scuola dell'Infanzia dell'ICS Allende di Paderno Dugnano: il contesto**

Nel 2016 alcuni docenti del team innovazione digitale hanno partecipato ad un bando indetto dal PSND con i fondi strutturali europei, permettendo all'Istituto di arrivare tra i primi classificati e di allestire un atelier, innovando e rivisitando spazi dell'Istituto che sono stati destinati a laboratori con strumentazione digitale di ultima generazione per tutte le fasce di età, parte della quale utilizzata anche per questo progetto (tablet, penne 3D, Bee e Blue Bot, percorsi specifici per le Bee e Blue bot). A febbraio del 2019 il nuovo atelier digitale è stato inaugurato rappresentando una tappa importante della lunga storia dell'Istituto da sempre all'avanguardia rispetto all'uso di nuove tecnologie digitali, tra cui dispositivi robotici. Infatti, è dal 1998 che l'Istituto Comprensivo è in rete con l'Università degli Studi di Milano-Bicocca e fa parte della rete *Amico robot*, aprendo esperienze progettuali anche alla scuola dell'infanzia, permettendo un maggiore confronto e una ricchezza di stimoli, senza i quali non sarebbe stato possibile realizzare questo progetto. Esso, infatti, nasce come bozza a conclusione di un corso di formazione in collaborazione con il dipartimento di Scienze Umane per la Formazione, dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca. Un'importante innovazione che il progetto di robotica porta alla scuola dell'infanzia è la collaborazione con l'animatore digitale dell'Istituto Rosa Ritucci, docente della scuola secondaria di primo grado, che ha co-condotto il progetto accompagnando i bambini nell'esperienza del Festival della Robotica Educativa.

Il progetto si ascrive nell'ambito della Ricerca Azione (Kaneklin *et al.*, 2010), metodologia a cui si richiama il progetto educativo-didattico annuale 2019/2020 di questa scuola dell'infanzia e nella didattica EAS (Rivoltella, 2015, 2013).

## **Il coding, la robotica educativa e la psicomotricità neuro-funzionale**

Nelle *Indicazioni Nazionali* del 2012 e nelle *Indicazioni Nazionali e i Nuovi Scenari* del 2018 il *coding* e la robotica educativa sono presentati come metodologie potenzialmente funzionali allo sviluppo del “pensiero computazionale”, ossia come supporto al processo logico-creativo consentendo ai bambini di affrontare problemi di programmazione imparando a scomporre problemi complessi in parti più piccole e avvicinandosi al processo di programmazione step by step. I bambini imparano a zoomare ogni parte del problema e a cercare di risolverlo attraverso ipotesi, sperimentando in prima persona la verifica sul campo, guardando da vicino l'obiettivo che bisogna raggiungere. L'errore viene visto come possibilità di ricercare nuove soluzioni e risposte stimolando il processo logico e la riflessione, avviando meccanismi che supportano la ricerca e la consapevolezza di saper fare. Un altro aspetto saliente di questo progetto è l'interazione processuale tra la psicomotricità neurofunzionale (Simonetta, 2014a; 2014b), che pone alla base della metodologia l'aggiustamento spontaneo per attivare, attraverso il potenziamento delle funzioni psicomotorie, il sistema nervoso centrale (SNC), e la robotica educativa, come disciplina di eccellenza della programmazione e, quindi, dello sviluppo di pensiero computazionale.

Chi scrive ritiene che la psicomotricità neuro-funzionale possa avere influenza sul pensiero computazionale sollecitando funzioni motorie e cognitive in attività di informatica unplugged.

È doveroso qui richiamare il pensiero e il lavoro di Jean Piaget (1974), nella crescita del bambino nelle diverse fasi dell'età evolutiva, riprese e rivisitate in un'ottica della psicomotricità funzionale nel lavoro di Jean Le Boulch (1987; 1983) e dalla sua allieva Elena Simonetta (2014a; 2014b) nella metodologia della psicomotricità neurofunzionale. Questa innovativa metodologia ha l'intento di spiegare il fondamentale ruolo delle funzioni psicomotorie nei processi di crescita di ogni persona e l'importanza di stimolare a livello corporeo il funzionamento del Sistema Nervoso Centrale,

ruolo determinante nei processi di apprendimento fin dalla nascita. Infatti, in questo progetto il binomio tra le attività psicomotorie<sup>1</sup> e le attività di *coding*, grazie alla robotica educativa con l'utilizzo dei robot, Bee e Blue Bot, attraverso la loro programmazione, ha permesso ai bambini di osservare prima i movimenti del proprio corpo nello spazio e successivamente quello compiuto dai robot: traiettorie precedentemente sperimentate dai bambini stessi attraverso movimenti e spostamenti del corpo nello spazio poi fatte ripercorrere ai robot attraverso la loro programmazione. La biunivocità e addizionalità della psicomotricità neurofunzionale e della robotica ha permesso di potenziare le funzioni psicomotorie di questa fascia di età: la funzione di veglia, la funzione energetico-affettiva, la funzione transitivo-operativa inerente alla percezione spazio-temporale, fondamentali per giungere alla consapevolezza della propria lateralizzazione attraverso la funzione di interiorizzazione. Il passaggio dallo spazio egocentrico a quello euclideo è avvenuto attraverso le diverse attività di *coding* che si riportano in seguito, portando ciascun bambino alla consapevolezza della propria lateralizzazione e a primi concetti matematici.

## **Scopi educativi, obiettivi di apprendimento generali e *incipit***

Nel paragrafo 5.4 delle *Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari* si legge: «...Il pensiero computazionale ...si tratta di un'educazione al pensiero logico e analitico diretto alla soluzione di problemi. Impiegandolo in contesti di gioco educativo (per es. la robotica), dispiega al meglio le proprie potenzialità, perché l'alunno ne constata immediatamente le molteplici e concrete applicazioni». È proprio da questo paragrafo che si è partiti per agganciare la robotica al progetto educativo-didattico di scuola in modo tale che le attività educative fossero il più possibile mirate:

- ad introdurre il *coding* e la robotica educativa nella scuola dell'infanzia come supporto di attività già svolte abitualmente all'acquisizione di competenze e al rinforzo dei requisiti di questa fascia di età;

<sup>1</sup> Chi scrive è docente specialista nelle metodologie differenziate del sostegno e psicomotricista neurofunzionale.

- ad avvicinare i bambini al *coding* e alla robotica attraverso attività ludiche divertenti e stimolanti per l'acquisizione di strategie di *problem solving* attraverso diverse metodologie, tra cui il *learning by doing*;
- al rispetto dei tempi di crescita di ciascuno.

Da qui sono stati individuati obiettivi di apprendimento più specifici che possano:

- accrescere l'autonomia operativa grazie ad attività di motricità fine e globale;
- aumentare la propria autostima attraverso le relazioni sociali con il gruppo dei pari e con gli adulti di riferimento anche grazie all'utilizzo di marionette e successivamente di robot mediatori nella risoluzione dei problemi;
- sviluppare la curiosità e la motivazione attraverso attività che introducano i processi del *problem solving*, grazie anche all'utilizzo delle nuove tecnologie;
- migliorare le competenze psicomotorie a livello globale e segmentale del proprio corpo grazie a nuove esperienze sensoriali legate al mondo del digitale;
- aumentare la consapevolezza della propria lateralizzazione attraverso percorsi di *coding* svolti a livello psicomotorio, attraverso l'utilizzo dei robot;
- avvicinarsi al mondo della programmazione grazie all'utilizzo dei processi logici del *coding* e dei robot;
- sviluppare il senso di collaborazione grazie al lavoro di gruppo.

## **Le fasi salienti della progettazione e le metodologie applicate**

Tutte le attività hanno come minimo comune denominatore un rito iniziale e un rito finale. I bambini stando in piedi formano un cerchio e appoggiando la mano sulla spalla del compagno si salutano, dicendo: "Ciao, io sono...". Successivamente l'insegnante presenta l'attività in cui si dovranno rispettare di volta in volta alcune regole sociali, fondamentali per lavorare insieme in gruppo e divertirsi permettendo a tutti di stare bene e di non farsi male. Il rito iniziale ha l'obiettivo, inoltre, di dare ai bambini il tempo necessario per entrare nel gioco e permettere ad ognuno di interagire secondo proprie modalità. Successivamente si introducono i burattini, che

di volta in volta riprendono i passaggi salienti degli incontri precedenti e introducono l'attività leggendo una parte del libro di interesse all'argomento da andare a sviluppare. Il rito finale dà modo di prepararsi a concludere l'attività: dopo una breve ricognizione sull'attività svolta, fondamentale per stimolare la funzione psicomotoria di interiorizzazione, i bambini in cerchio dicono una parola da loro scelta, legata all'attività.

I libri e i personaggi hanno supportato l'intero percorso, introducendo gradatamente i robot: la Bee e la Blue bot, i quali a loro volta hanno introdotto materiali stimolo dell'atelier digitale, le penne 3D, permettendo ai bambini di sperimentare situazioni di gioco del tutto nuove. Hanno partecipato alle attività due gruppi di sedici bambini. Ogni gruppo è stato diviso in sottogruppi a seconda dell'attività svolta. Lo studio dei due gruppi è stato fatto insieme alle colleghe delle sezioni per valutare insieme il comportamento dei bambini, le loro difficoltà, il livello di sviluppo raggiunto in modo da avere gruppi abbastanza equilibrati e da poter inserire bambini con certificazione e bambini con bisogni educativi speciali in gruppi che potessero supportare più adeguatamente i loro bisogni e la loro crescita. All'interno dei due gruppi sono presenti sei bambini con B.E.S. e un bambino con certificazione.

### ***Prima fase: l'arrivo di Guendalina e Nerone e il libro "Pimpa va a Milano"***

Le attività sono state condotte dalla docente referente in collaborazione con l'animatore digitale. In questa prima fase sono state proposte esperienze di *coding* sviluppate a livello motorio potenziando soprattutto la coordinazione dinamica generale e segmentaria. In questa prima parte le docenti hanno lavorato insieme con ciascun gruppo, cercando di potenziare anche l'osservazione reciproca tra i bambini. Per esempio, se un bambino o un gruppo organizzava un percorso o eseguiva una sequenza motoria, agli altri bambini è stato richiesto di osservare i compagni, esprimere la loro opinione e cercare di eseguire il gioco proposto dal loro compagno.

Dopo la lettura della storia *Pimpa va a Milano*, è stato introdotto il brainstorming attraverso domande stimolo per guidare i bambini alla riflessione e permettendo il dialogo tra loro, dando ottimi spunti di riflessione anche alle educatrici. Dalla rilettura del brainstorming iniziale emerge soprattutto l'importanza di sapersi muovere per le strade, quindi per i bambini

diventa importante sapersi muovere, conoscere bene i concetti topologici (che a questa età i bambini conoscono) e saper distinguere la destra e la sinistra<sup>2</sup>, onde evitare di perdere la strada per ritornare a casa o andare dai nostri amici o sapersi muovere in una città.

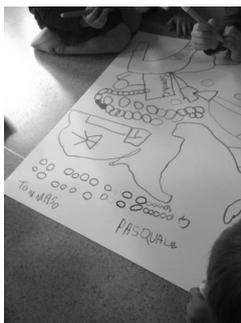


Fig.1 - La rielaborazione dei brainstorming

Si apre quindi un'importante fase di *orientering* a livello psicomotorio in cui i bambini sperimentano le varie strade che conduco ai monumenti, simulati con diversi materiali: corde, mattoncini e pennarelli disposti seguendo le indicazioni della mappa della città di Milano riportata sul libro *Pimpa va a Milano*. Si chiede ai bambini di utilizzare questi diversi materiali, sperimentandoli uno alla volta, per collegare i monumenti e camminarci sopra, dicendo ad alta voce se camminavano in avanti, indietro, vicino, lontano, sopra, sotto, a destra o a sinistra.



Fig.2 - La rielaborazione grafica al termine di ogni attività

<sup>2</sup> I concetti di destra e sinistra sono molto difficile da acquisire e i bambini lo imparano prima su se stessi e solo successivamente decentrato. Ecco perché diventa fondamentale coniugare la psicomotricità e la robotica educativa, che grazie ai robot e alle frecce direzionali, i bambini programmandoli rafforzano un fondamentale requisito all'apprendimento delle competenze della letto-scrittura e dei concetti matematici.

## **Seconda fase: le attività di costruzione. Le frecce direzionali, la mappa e Il Duomo di Milano**

In questa seconda fase ci si avvia alla costruzione della mappa di Milano, che servirà in futuro come percorso per i robot. La mappa verrà arricchita con i monumenti di Milano, scelti dai bambini, costruiti con materiale di riciclo.

Viene ripresentato il libro *Pimpa va a Milano* e si va ad osservare la mappa. Si decide di lavorare per sottogruppi e ogni gruppo ha compiti diversi: un gruppo si occupa di costruire la mappa con dei grandi fogli bianchi, l'altro gruppo si occupa di costruire le frecce da mettere sulla mappa. Per la loro costruzione i bambini decidono di usare il cartoncino colorato. Hanno a disposizione modelli di frecce che possono riprodurre seguendo la sagoma e ritagliarla, oppure costruire frecce seguendo un loro modello. L'attività viene ripresa successivamente, partendo dalle immagini dei monumenti. I bambini lavorano prima sulla LIM, imparando a digitare sull'immagine per salvarla e successivamente a piccoli gruppi ci si reca in laboratorio di informatica dove i bambini dopo aver inserito la pen-drive, cliccando sull'icona<sup>3</sup> dell'immagine, stampano le foto. Una volta stampate le immagini i bambini ritornano nell'aula e insieme incollano le immagini su due grandi fogli di carta bianchi, uniti da scotch di carta, seguendo e osservando la mappa del libro in modo da rispecchiare fedelmente dove posizionare i monumenti.

Successivamente i bambini hanno il compito di collegare le immagini dei monumenti con le frecce di cartone che hanno costruito tracciando tra loro dei collegamenti, sagomando con le frecce delle vere strade da percorrere. Infatti, i bambini decidono di costruire le strade esattamente come hanno costruito i percorsi a livello motorio, ossia costruendole solo con le frecce posizionate una dietro l'altra. I bambini prima di incollarle hanno la possibilità di seguire i percorsi con il loro corpo in modo da rendersi conto di come incollare le frecce, e come costruire le curve. A questo proposito, vengono lasciati appositamente spazi di riflessione per poter osservare se sia necessario la rivisitazione e la ripresa dell'attività, per esempio costruire

<sup>3</sup> I bambini in questa scuola hanno un approccio guidato alle tecnologie al secondo anno di scuola dell'infanzia. I bambini sanno già usare il mouse, sanno cos'è un'icona e sanno a cosa servono le cartelle.

frecce diverse, per raggiungere gli obiettivi. Questi spazi interstiziali di progettualità vengono contemplati all'interno degli E.A.S.

Nella fase successiva i bambini cominciano ad osservare il materiale a disposizione per costruire il Duomo di Milano. Nell'aula i bambini sono liberi di prendere il materiale che ritengono utile. Lasciare loro la libertà e l'autonomia di "aggiustarsi" alla situazione in atto, rispettando i loro tempi è contemplata nella metodologia della psicomotricità neurofunzionale. L'aggiustamento spontaneo richiede che l'adulto educatore lasci a disposizione i materiali necessari per costruire in gruppo, ma lasciare che i bambini in piena autonomia sperimentino prima il materiale in modo che essi possano riflettere insieme e proporre ipotesi. La sperimentazione in questo progetto è parte integrante della modalità di conduzione delle attività. Lasciare il tempo necessario ai bambini ed intervenire laddove si presenta la necessità di mediare è fondamentale per la costruzione di un gruppo che sappia dare fiducia a se stesso e agli altri. I bambini vengono supportati nel lavoro laddove si presenti la necessità.

### ***Terza fase: l'arrivo di Riccio e Codina. La costruzione del Castello Sforzesco, il Pennone, il Planetario, la chiesa di San Ambrogio***

La costruzione dei monumenti ha coinvolto i bambini per parecchio tempo. Le prime attività dei due gruppi sono state di ricerca e studio dei monumenti grazie a libri e immagini ricercate da internet che hanno prima visionato sul grande schermo della LIM in modo da osservare meglio i dettagli. Successivamente i bambini vengono divisi in piccoli gruppi in modo che ciascuno possa realizzare un monumento. Ogni gruppo a turno si reca nel laboratorio di informatica per ristampare su formato A3 l'immagine del monumento che dovrà costruire. L'immagine in grande dimensione è stata oggetto di studio nei gruppi, permettendo di sviluppare l'osservazione nel cogliere dettagli e particolari, sui quali i bambini hanno potuto fare ipotesi sulla loro realizzazione, sui materiali di riciclo da utilizzare tra quelli conosciuti e altri che vengono presentati dai personaggi, progettando il loro monumento prima graficamente insieme al proprio gruppo. Successivamente ogni gruppo ha presentato agli altri gruppi il progetto in *circle time* con l'aiuto delle insegnanti, mostrando il disegno. I bambini in grande gruppo

hanno avuto modo di cogliere i suggerimenti per realizzare quei dettagli colti precedentemente, come per esempio la cupola del castello Sforzesco. Proprio grazie al gruppo i bambini hanno avuto l'idea di utilizzare un tappo di un flacone liquido di un detersivo, colorarlo con gli uniposca e attaccarlo alla torre con gli stuzzicadenti inseriti tra il cartone e la fessura del tappo. Sulla torre i bambini hanno disegnato l'orologio. La costruzione dei monumenti è avvenuta passo per passo, rifacendo esperienze di *coding* e favorendo il pensiero computazionale. La costruzione in prima persona dei monumenti ha permesso di apprendere i loro nomi e le loro differenze, di fare esperienze come metodologie artistiche e la tecnica della carta pesta per rivestire i monumenti utilizzando pagine di quotidiani; sperimentare l'importanza dell'attesa, come i tempi di asciugatura della carta pesta; osservare la trasformazione dei materiali utilizzati, supportando ipotesi circa la preparazione dei colori da utilizzare per dipingere i monumenti del loro reale colore, considerato che la carta pesta assume un colore grigio scuro. I bambini hanno proposto di dipingerli prima di bianco, poi hanno cominciato a preparare diverse tonalità di marroni, utilizzando i colori primari e non barattoli di tempera già preparati. Per i bambini è stata una sorta di magia scoprire la preparazione del marrone attraverso la sperimentazione dei colori primari, la cui unione dà il marrone e l'aggiunta dei colori ausiliari, bianco e nero, dà la possibilità di avere un marrone chiaro o scuro. Inoltre, alcuni di essi sono giunti ad associare i colori del cibo al colore della terra, facendo dei collegamenti con il compost<sup>4</sup> che utilizziamo per il nostro orto.

### **Quarta fase: Riccio, Codina, Bee bot Blue Bot**

L'arrivo dei quattro personaggi e la loro valigia segna per i bambini l'arrivo di sorprese e novità. I personaggi racconteranno del loro incontro con le Bee Bot al Museo di Storia Naturale a Milano, mostrando ai bambini questo famoso monumento grazie al libro che ormai i bambini conoscono. Il libro viene utilizzato di volta in volta per far osservare particolari nuovi. In questa parte di progettazione viene aggiunto un elemento di diversità che dovrebbe stimolare nei bambini curiosità e suscitare interesse e far in modo che la motivazione rimanga alta: viene scelta tra i personaggi, una burattina

<sup>4</sup> Contenitore che i bambini hanno a disposizione in una parte del giardino adibita ad orto, in cui buttano gli avanzi di frutta e verdura osservando la loro decomposizione.

che non ha la bocca mobile come gli altri amici personaggi. Infatti, Codina, la scoiattolina, non ha la bocca mobile e parla a gesti. Gli elementi di diversità vengono solitamente colti subito dai bambini e suscita molta curiosità. Questo dovrebbe condurre i bambini a fare ipotesi e suscitare l'empatia e sviluppare il senso dell'aiuto e della collaborazione. La diversità non riguarda solo Codina, perché i personaggi presentano i robot, personaggi completamente diversi per forma e struttura. Nerone e Guendalina spiegano ai bambini i robot e scopriranno che per ridare voce a codina dovranno aiutare i robot a mettere ordine tra i rifiuti e far capire alle persone che essi vanno gettati in appositi contenitori/cestini e che dei libri, anche se vecchi, essendo ricchi di storie, bisogna averne cura, perché tornano sempre utili. Infatti, dovranno ritrovare un vecchio libro contenente una formula magica, sperando che il Mostro Inquinamento non l'abbia distrutto, perché se fosse così Codina non riacquisterà più la voce.

Durante questi EAS i bambini sperimentano il *coding* con i robot, imparando a programmarli sia con i tasti posizionali sia con il tablet in modo che le Bee e Blue Bot possano aiutare a disporre i cestini della raccolta differenziata in modo corretto e contribuire ad educare le persone dell'importanza di non gettare in giro per strada e nei parchi il pattume, aiutando il nostro pianeta a guarire e tornare alla sua splendida bellezza. Inoltre, i bambini si metteranno in gioco con alcune esperienze di gare competitive sia per verificare le competenze acquisite nella programmazione sia per attivare e potenziare la motivazione, sottesa alla prime due funzioni psicomotorie: la funzione di veglia e la funzione energetico-affettiva, attivando la formazione reticolare, che sottende tutti le funzioni psicomotorie.

### **Quinta fase: Nerone, Guendalina Riccio, Codina e le penne magiche. La costruzione dei cestini**

Dopo aver sperimentato e compreso come si programmano i robot anche con i tablet, le marionette aggiungono un nuovo tassello negli obiettivi di apprendimento sul *coding* e sulla robotica educativa di questo progetto: imparare ad utilizzare le penne 3D.

L'obiettivo è duplice:

- 1) costruire i cestini dei rifiuti diversificandoli per colore a seconda del materiale, grazie ai filamenti di diverso colore introdotti nelle penne 3D;

- 2) aiutare i robot a trasportare questi cestini dei rifiuti per collocarli vicino ai monumenti costruiti dai bambini.

Nella consueta valigia delle sorprese con cui arrivano le nostre marionette, Riccio e Codina presentano il primo oggetto di stimolo: la piccola linea guida della raccolta differenziata del comune di Paderno Dugnano. Questa viene visionata in ogni dettaglio con i bambini e confrontata grazie alla LIM con altre linee guida di altri comuni per far capire loro davvero l'importanza della raccolta differenziata, ancorando questa fase di lavoro a compiti di realtà, come richiesto dalle Indicazioni Nazionali.

I bambini hanno modo di osservare e comprendere che ad ogni colore del bidone corrisponde dove gettare determinati materiali. Durante un *circle time*, conversando tra di loro e con le insegnanti, i bambini sono arrivati alla conclusione che per combattere il Mostro Inquinamento è necessario non gettare i rifiuti per terra, nel mare, nei fiumi e nei prati.

Dopo questa importante fase di osservazione dei colori dei contenitori, le marionette condividono l'obiettivo di aiutare gli amici robot a costruire i diversi cestini in modo tale che possano essere da loro trasportati per poter andare a raccogliere i rifiuti. Dopo il lavoro del riordino i cestini verranno collocati vicino ai monumenti.

Comincia quindi, la fase della conoscenza delle “penne magiche”, così chiamate dai bambini non appena hanno cominciato a sperimentarne l'utilizzo. I bambini capiscono che bisogna premere un pulsante come tutti i meccanismi elettronici, aspettare che la luce da rossa diventi verde, che significa che la penna è calda e, quindi, è possibile caricare nel foro in alto i filamenti colorati. Imparano che le penne quando si scaricano vanno caricate con il carica batterie, proprio come i robot, i tablet, i computer. Ciò che davvero piace ai bambini è il vedere come i filamenti rigidi si sciogliono e si attaccano senza colla. Non solo, i bambini scoprono che il filamento delle penne diventa nuovamente rigido quando si raffredda e il materiale colorato non si stacca. Oltre a colorare i cestini, scoprono che con le penne è possibile fare delle sculture di varie forme, tra cui gli alberi verdi da mettere nel giardino vicino ai monumenti.



*Fig.3 - La costruzione dei cestini*

Dopo la costruzione dei cestini, i bambini sperimentano le modalità per far sì che i robot possano trasportarli per le vie della città. Dopo diversi tentativi, i bambini decidono quindi di utilizzare i treni Lego agganciati ai robot su cui verranno poi poggiati i cestini. Segue la fase di ri-programmazione dei robot che presenta notevoli difficoltà nelle svolte in quanto bisogna far attenzione a non far cadere i rifiuti.

Durante la sperimentazione, i bambini simulano la raccolta differenziata gettando sul tappeto piccoli oggetti di plastica, pezzetti di carta, ecc. per poi raccogliarli nuovamente e riporli nei cestini appositi, ripassando quindi la classificazione dei diversi materiali, rinforzando il concetto di ordine e riordino degli spazi, esercitandosi a programmare i robot.

### ***Sesta fase: la costruzione della nuova mappa e preparazione dello stand in vista della partecipazione al Festival della robotica educativa***

Le attività di *coding* sulle traiettorie e sulla programmazione della fase quattro vengono riviste insieme ai bambini poiché erano state videoregistrate. La ripresa di queste attività permette ai bambini di ricordare le difficoltà incontrate nello spostamento dei robot da loro programmati sulla mappa di carta bianca da loro costruita. Insieme ai bambini vengono riprese le attività di programmazione sulla vecchia mappa. I bambini si rendono conto che la carta camminandoci sopra si è sciupata, è piena di piegature e che le frecce costruite non vanno bene, perché sono in rilievo e nel passarci sopra i robot

si inceppano. Qualche bambino propone di usare il tappeto presente in classe sui cui è disegnata la città. Così viene sperimentato il tappeto in classe e i bambini provano a programmare i robot. Si rendono conto subito che le strade così come sono disegnate sul tappeto non vanno bene perché sono tutte dritte. Abbiamo provato a confrontare le strade disegnate da loro sulla mappa di carta bianca con il tappeto della classe e i bambini si sono accorti che le strade disegnate da loro su carta erano più larghe rispetto al tappeto in classe. Rispetto ai percorsi strutturati delle Bee Bot, la loro mappa riportava linee curve. Qualcuno di loro ha detto che le linee dovevano essere sempre dritte e che le curve dovevano essere disegnate dritte. Poiché molti non capivano cosa i loro compagni volessero dire, alcuni di loro hanno mostrato di loro iniziativa come avrebbero dovuto essere disegnate le strade prendendo un foglio A3. Dopo aver provato a disegnare la strada curva con linee diritte, aiutandosi con un pezzo di legno, i bambini hanno provato a vedere se una Bee Bot girasse in modo giusto. Dopo diversi tentativi di programmazione, i bambini sono riusciti a far girare in modo corretto la Bee Bot. Da queste esplorazioni hanno capito che ci voleva un tappeto nuovo, grande, rigido come quello della classe, ma che avrebbero dovuto disegnarlo loro. La volta successiva hanno trovato il tappeto nuovo completamente grigio e l'hanno confrontato con il tappeto di carta bianca su cui era disegnata la mappa della città. I bambini in "aggiustamento spontaneo" si sono tolti le scarpe e hanno cominciato a fare percorsi cercando di capire come poter ricostruire una nuova mappa più funzionale per far muovere i robot. Le ipotesi emerse erano focalizzate alla costruzione di strade larghe come il pezzo di legno utilizzato come unità di misura, perché era la misura giusta, secondo i bambini, per i robot. Entrambi i gruppi hanno avuto modo di sperimentare le stesse attività. Poiché il tappeto era grande e la costruzione della nuova mappa richiedeva diversi passaggi, si è deciso che ogni gruppo si occupasse di qualcosa, dando però ai bambini la possibilità di cambiare attività, in modo da sperimentare i diversi passaggi: la misurazione delle strade con i pezzi di legno, il loro tracciato, il disegno delle frecce direzionali, la posizione delle immagini dei monumenti seguendo il libro, la colorazione delle strade e delle frecce, la colorazione del tappeto verde, scelto dai bambini per far capire che i monumenti e le case erano immerse nel verde.

## **Settima fase: la lezione aperta ai genitori**

Le due lezioni aperte ai genitori e al territorio sono state organizzate per dare la possibilità a tutti i bambini di giocare insieme ai loro genitori e di mostrare le loro competenze acquisite. Per l'occasione è stato preparato un volantino di invito ed è stato preparato un video che raccontasse le diverse fasi del percorso. Questo video è stato prima visto con i bambini per vedere cosa ne pensassero e se ricordassero tutte le attività svolte. Questa ricognizione, grazie alla documentazione, ha permesso di ripercorrere insieme le varie fasi della progettazione, far ricordare ai bambini le attività svolte, le difficoltà incontrate e le strategie messe in atto, una sorta di ripasso anche per attivare i processi mnemonici e ricordare vocaboli, tecniche acquisite, cosa significa fare *coding*. Questo video ha avuto anche lo scopo di preparare i bambini alle possibili domande dei genitori, permettendo ai bambini di rispondere e solo in caso di difficoltà cercare di aiutarli a ricordare con domande stimolo o facendo ricordare l'attività svolta. Un'altra attività di ricognizione delle attività è stata quella di rivedere la raccolta di disegni delle rielaborazioni grafiche. Qui è stato proposto loro un gioco: ordinare secondo sequenze temporali i loro disegni. Il bambino che indovinava per primo sceglieva il disegno più rappresentativo, ovviamente non sapendo chi l'avesse disegnato. Poiché sono state molte le attività svolte ogni bambino ha avuto modo di inserire un suo disegno nel poster comune. Per l'occasione di incontro con le famiglie, i bambini hanno abbellito la stanza disegnando cartelloni raffiguranti i robot, le penne magiche, lo striscione scritto e disegnato dai bambini, che hanno in quel momento deciso il nome del progetto.



Fig. 4 - La lezione aperta ai genitori



Fig. 5 - La lezione aperta ai genitori

Per le lezioni aperte l'aula LIM è stata modificata: sono stati utilizzati solo tre tavoli, lasciando l'aula molto libera. Le sedie per la visione del video sono state disposte lungo il perimetro in fondo all'aula in modo che poi le sedie potessero essere spostate a conclusione della visione e riportate intorno ai tavoli. I bambini hanno mostrato ai genitori il rito iniziale, il breve *circle time* insieme ai personaggi che hanno ricordato come si sarebbe svolta l'attività e prima di cominciare, come sempre, hanno ricordato insieme alcune regole. I bambini con il supporto dei personaggi hanno presentato ai genitori i loro amici, i libri salienti che hanno fatto da filo conduttore al progetto. I genitori con i bambini hanno poi visto il video. Infine, in piccoli gruppi hanno mostrato ai genitori le attività salienti del progetto: la programmazione dei robot con le loro frecce direzionali e attraverso l'app del tablet.

### ***Ottava fase: preparazione all'uscita didattica a Milano. La partecipazione al "Festival della robotica educativa"***

Le attività salienti in questa fase sono di preparazione all'uscita didattica a Milano per partecipare al Festival della Robotica educativa e mostrare il percorso svolto. Alcune attività proposte sono di verifica della funzionalità delle costruzioni eseguite in questi mesi, delle competenze acquisite di programmazione dei robot e del funzionamento delle penne 3D. Ai bambini inoltre viene proposto di ripassare la programmazione dei robot sia sulla mappa della città che con i percorsi strutturati dei robot. Attraverso i processi osservativi e attraverso il confronto i bambini riflettono, facendo

emergere la consapevolezza di se stessi in un confronto continuo con gli altri, potenziando il processo di interiorizzazione, fondamentale per l'auto-costruzione dei propri apprendimenti. L'uscita didattica si dimostra sempre un'ottima verifica delle competenze acquisite e di quelle ancora in via di acquisizione, permettendo di fare anche una valutazione sintetica della progettazione, dei punti di forza e di debolezza delle attività proposte e messe in atto.



Fig. 6 - Festival della robotica educativa



Fig. 7 - Festival della robotica educativa

## **Risultati e riflessione metodologica: dall'osservazione alla valutazione del percorso**

Gli strumenti utilizzati per la valutazione degli apprendimenti, come le schede di autovalutazione somministrate ai bambini, è parte integrante del R.A.V.<sup>5</sup>

La valutazione di questo progetto è avvenuta su più livelli, ma lo strumento cardine da cui siamo partite per valutare è l'osservazione sistematica. Lo strumento utilizzato per l'osservazione è stata la videoregistrazione. Le osservazioni hanno un protocollo di domande a cui rispondere per poter monitorare in itinere la progettazione delle attività e l'azione educativa. Tra gli elementi osservati hanno avuto rilevanza comportamenti legati alla motivazione e alla curiosità, due variabili essenziali per il processo di insegnamento-apprendimento. L'osservazione delle interazioni tra la consegna proposta, il tipo di attività e la comunicazione agita dall'insegnante consen-

<sup>5</sup> Per maggiori approfondimenti si rimanda al sito:  
<http://www.invalsi.it/infanzia/index.php?action=rav>

tono di riflettere sull'adeguatezza della proposta. Altri due strumenti indispensabili a questo scopo sono stati il diario di bordo e l'agenda del docente perché hanno permesso di tenere traccia dei passaggi fondamentali per procedere da un'attività all'altra in modo sequenziale o se necessario tornare indietro e riprendere gli argomenti, fissare meglio alcuni concetti, inserendo attività diverse o riprendendo le stesse in modi differenti. Le video-registrazioni, fatte con un tablet abbastanza grande posto su un cavalletto posizionabile in maniera flessibile, hanno consentito di rivedere e analizzare il lavoro di gruppo di ogni attività in maniera precisa potendo tornare più volte sulle diverse sequenze dei video. Questo ha permesso di osservare i passaggi salienti e notare i punti di forza e di debolezza su cui era necessario ritornare. Per esempio, molti bambini non erano lateralizzati e, quindi, far capire la destra e la sinistra dando immediatamente i robot sarebbe stato prematuro per questi bambini. Aver introdotto la robotica educativa prima con la metodologia della neuro-psicomotricità ha permesso ai bambini di giocare con il *coding* attraverso il proprio corpo in modo da potenziare concetti topologici e interiorizzare concetti spazio-temporali. Dalle video-registrazioni è stato possibile verificare che facendo esperienza prima con il proprio corpo e poi con i robot l'acquisizione dei concetti di destra e sinistra e, quindi, l'acquisizione della lateralizzazione, diventa un gioco introspettivo, come quello che i bambini mettono in atto spontaneamente nel gioco simbolico. L'uso dei robot è stato funzionale solo in un secondo momento, quando è stato possibile per i bambini rappresentare mentalmente e graficamente il movimento del robot nello spazio e proiettare tale rappresentazione tramite programmazione tangibile. Programmando i robot non solo hanno preso consapevolezza della propria lateralizzazione prima sperimentata con il proprio corpo nello spazio, ma hanno cominciato a prendere consapevolezza del punto di vista esterno al loro nel rappresentare la direzione spaziale, funzionale al superamento di una visione ed un pensiero egocentrico.

## Conclusioni

Il progetto ha arricchito i bambini e gli adulti che vi hanno lavorato. L'animatore digitale è rimasta entusiasta dell'esperienza, considerato che le sue esperienze di robotica educativa erano legate esclusivamente alla scuola superiore. Nei confronti e rimandi reciproci delle attività è emerso come i

bambini dell'infanzia possano essere responsivi e autonomi nel portare avanti attività complesse. ricchezza esperienziale delle attività proposte ha permesso di toccare ambiti disciplinari richiamati dai diversi campi di esperienza e posizionarsi trasversalmente al progetto didattico di scuola, i cui argomenti si sono collegati fornendo ai bambini una visione d'insieme che ha permesso una chiarezza degli argomenti. La modalità con cui i bambini sono riusciti a dimostrare ai genitori come si programmano i robot, raccontare loro come si è giunti agli obiettivi, è stata una verifica d'eccellenza. Il festival della robotica educativa è stata un'ulteriore occasione per mettersi alla prova ed acquisire consapevolezza del percorso svolto, nonostante la sua complessità. La chiave del successo, nonostante le difficoltà emerse in itinere e la riprogettazione di alcune sue parti, probabilmente sta nell'aver progettato mantenendo sempre una certa flessibilità con un rigore nell'alternare l'esperienza a momenti di analisi delle pratiche tramite l'uso delle documentazioni. Non meno importante è stato lo studio della strutturazione di gruppi equilibrati, il cui lavoro nel tempo ha permesso a ciascun bambino di acquisire maggiore fiducia di se stesso, svolgere le attività con fiducia reciproca e collaborazione, nonostante a volte nascessero tra loro conflitti sulle ipotesi e/o competizione nel portare avanti un compito. Il ruolo dell'educatore è stato quello di mediare e mettere in comunicazione i bambini. Durante lo svolgersi del progetto il gruppo si è trasformato in una comunità scientifica.

In prospettiva immaginiamo di potere proseguire con percorsi di questa natura ampliandoli e coinvolgendo altre classi, fornendo alle colleghe una formazione di base in collaborazione con l'università. La finalità generale saliente di un progetto futuro di robotica educativa sarebbe quella di costruire innovazione nei processi creativi di adulti e bambini contribuendo al rafforzamento di buone pratiche educative già messe in atto e alla loro diffusione, in modo che tutti i docenti dell'Istituto Comprensivo possano apprendere dall'esperienza e ci si proietti verso la costruzione di una cultura dell'innovazione condivisa.

## Bibliografia

- Kaneklin C., Piccardo C., Scaratti G. (2010), *La Ricerca-azione. Cambiare per conoscere nei contesti organizzativi*, Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Le Boulch J. (1983), *El desarrollo psicomotor desde el nacimiento a los 6 años*, Ed. Doñate Madrid.

- Le Boulch J. (1987), *La educación psicomotriz en la escuela primaria*, Paidós, Barcelona.
- MIUR. Dipartimento per il sistema educativo di istruzione e formazione. Direzione Generale per gli ordinamenti scolastici e la valutazione del sistema nazionale di istruzione. Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari. DG ordinamenti, prg. 5.4, Il pensiero computazionale.
- Piaget J. (1974), *La nascita dell'intelligenza nel bambino*, Firenze.
- Rivoltella P.C. (2013), *Fare didattica con gli EAS. Episodi di apprendimento situato*, La Scuola.
- Rivoltella P.C. (2015), *Didattica inclusiva con gli EAS*, La Scuola.
- Simonetta E. (2014a), *Esame del movimento. L'approccio psicomotorio neuro-funzionale. Strumenti per il lavoro psico-sociale ed educativo*". Franco Angeli, Milano.
- Simonetta E. (2014b), *Il corpo che apprende. Per una teoria dei DSA*. Nimesis Frontiere della Psiche.
- Weber M. (1991), *L'etica protestante e lo spirito del capitalismo*. BUR Biblioteca Univ. Rizzoli.

# **La robotica educativa: un'esperienza di apprendimento per lo sviluppo di nuove forme di comunicazione, intrattenimento e socializzazione utili a contrastare il fenomeno del bullismo**

di *Luisa Dicitore*

## **Introduzione**

La Direzione Didattica di Bastia Umbra aderisce al progetto “Scuola Amica” dell’UNICEF ed ogni anno cerca di approfondire le diverse proposte educative con progetti e laboratori dedicati. Il progetto “No al bullismo con la Robotica Educativa” nasce dalla volontà di affrontare il tema del bullismo con i bambini della scuola dell’infanzia. Le ricerche e gli studi di pedagogia e criminologia hanno evidenziato come le esperienze precoci, che caratterizzano il periodo 0-6 anni, siano determinanti nella formazione di schemi di comportamento. Tali schemi, positivi e negativi, vengono assunti dal bambino attraverso il suo comportamento proprio in questa fascia d’età. Lo sviluppo dei bambini, infatti, ruota soprattutto intorno al soddisfacimento dei propri bisogni di base da parte dei genitori o di coloro che se ne prendono cura. Laddove questi bisogni non vengano soddisfatti in maniera adeguata, invece, si verrebbero a formare quelli che vengono definiti “*Schemi Maladattivi Precoci*” (*SMP*). Uno schema maladattivo precoce viene definito da Jeffrey Young (1999; Young *et al.*, 2003) come: “un tema o un aspetto generale e pervasivo: comprende ricordi, emozioni e cognizioni. È relativo a sé e alle proprie relazioni con gli altri. Insorge durante l’infanzia o l’adolescenza e viene elaborato nel corso della vita”.

Nello studio dei fattori che incidono sui comportamenti a rischio nell’adolescenza e nell’età adulta, risulta primaria l’interazione con l’ambiente in cui si familiarizza nei primi anni di vita, che condizionerà in modo decisivo, le esperienze future.

Il bambino fa esperienza a partire dal proprio ambiente di vita, apprendendo attraverso meccanismi di imitazione, modellamento e condizionamento.

Assorbe così le abitudini e gli stili di vita, dalle figure di accudimento e dagli scambi di interazione con i pari, e quindi anche naturalmente dall'ambiente scolastico.

Appare chiaramente che, per prevenire la devianza minorile, è necessario agire sulle primissime variabili dell'infanzia, ovvero la famiglia, la scuola ed i pari.

Nella prima infanzia il processo di concettualizzazione avviene attraverso due fondamentali meccanismi che si strutturano a partire dall'esperienza:

- la strutturazione formale degli eventi, cioè la costruzione di script (conoscenze procedurali);
- la rappresentazione mentale degli oggetti e delle loro caratteristiche, per arrivare infine alla costruzione di categorie, che associano oggetti funzionalmente simili, schematizzati nel frame (conoscenze dichiarative).

Il frame si riferisce ad oggetti concreti ed astratti, alle loro parti strutturali e alle relazioni tra esse

Lo script è un particolare tipo di schema che descrive eventi che ci sono familiari e che fornisce informazioni sul comportamento da avere in determinate circostanze, sui luoghi, sui tempi, sugli oggetti di un certo contesto.

Attraverso l'applicazione didattica di questi due modelli è più facile trasmettere la conoscenza e favorire un'acquisizione metacognitiva delle competenze. Lo scopo diretto è quello di consentire ad ogni bambino di conseguire capacità di autocontrollo cognitivo, di partecipazione personale all'acquisizione delle proprie conoscenze, di individuazione e di scelta delle strategie di apprendimento più adeguate; lo scopo ultimo è, però, di conseguenza, quello di migliorare, in generale, le capacità di apprendimento dei bambini e di dare un decisivo contributo al loro sviluppo cognitivo.

L'obiettivo educativo, attraverso le varie fasi del progetto, è quello di spingere il bambino, che parte con un proprio background culturale, a individuare e scegliere tra le molteplici prospettive offerte dalla realtà, il "comportamento" corretto. Si favorisce in tal modo, la possibilità di costruire schemi di comportamento in grado di evitare devianze (es. bullismo) in età più adulta. Ogni attività, progettata per sviluppare un apprendimento significativo, incoraggia il cambiamento del modo di agire dell'alunno attraverso il cambiamento dei suoi modelli di pensiero.

Il progetto parte dalla lettura del libro di Anna Lavatelli “Faccia di maiale”. La trama ci ha fatto da sfondo integratore. Sulla base del racconto i bambini hanno rielaborato la storia, con l’aiuto di una app hanno realizzato un cartoon. La fase successiva li ha visti coinvolti nella rielaborazione grafica della storia attraverso disegni e dialoghi in CAA (comunicazione aumentativa alternativa) e alla realizzazione di un libro. I bambini poi con gli stessi disegni e dialoghi hanno realizzato delle flashcard che sono state utilizzate per creare e rielaborare la storia con le BeeBot, opportunamente travestite da interpreti della storia. Una sorta di “Role playng” che ha visto le BeeBot trasformarsi in di attori meccanici che fungono da protagonisti insieme ai bambini, ciò ha dunque permesso ai bambini di esperire in forma di simulazione (realizzando per esempio “scenette” tratte dal libro) situazioni che potrebbero realmente incontrare nella vita quotidiana.

Il progetto, inserito nel nostro PTOF, rimanda alle otto competenze chiave europee di riferimento, in particolare alla competenza digitale che presuppone una didattica flessibile, integrata e laboratoriale di cui questo progetto è una esplicita rappresentazione e alle competenze sociali e civiche dove viene promossa la convivenza sociale e il rispetto della diversità.

Il percorso è stato prevalentemente sviluppato nello spazio dell’aula, i bambini venivano disposti in modo tale che tutti potessero osservare i movimenti della BeeBot e i loro compagni che programmavano. È stata utilizzata anche l’aula polifunzionale per le attività legate alla performance.

Per far sì che tutto fosse realizzabile è stato fondamentale concepire l’ambiente di apprendimento come “spazio d’azione” creato per stimolare e sostenere la costruzione di conoscenze, abilità, motivazioni, atteggiamenti. In tal modo lo scambio e la negoziazione tra i bambini hanno creato nuovi stimoli, nati dalle esplicitazioni delle argomentazioni sottese all’apprendimento e all’accoglienza di punti di vista diversi. In questo modo si è favorita, veramente, l’inclusione di tutti: stranieri, bambini con DSA, ecc. poiché lo spazio mentale è adatto ad ogni tipologia di intelligenza personale.

# Obiettivi, bisogni e competenze chiave europee

## Obiettivi

Tab. 1 - Obiettivi

<i>Obiettivi prioritari di riferimento</i>	<i>Obiettivi</i>
Prevenire comportamenti di prepotenza tra i bambini;	Rafforzare l'autostima e l'identità personale.
Sviluppare le competenze digitali e il pensiero computazionale;	Riconoscere le proprie emozioni ed esprimerle in modo adeguato.
Potenziare metodologie laboratoriali e attività di laboratorio;	Acquisire un linguaggio di programmazione.  Sviluppare la capacità di analizzare e risolvere problemi.  Recuperare la manualità come momento di apprendimento superando la consuetudine di separare teoria e pratica, regole ed esercizio.  Sviluppare autonomia operativa.  Sviluppare attenzione, concentrazione e motivazione.  Sviluppare curiosità e desiderio di partecipazione all'attività proposta.  Fare esperienza di lavoro di gruppo.  Favorire l'integrazione di alunni diversamente abili.  Promuovere interventi di collaborazione, tutoring e aiuto reciproco.  Stimolare il pensiero creativo.  Accrescere le capacità decisionali, il senso di responsabilità e l'autostima.

## **Bisogni**

*Tab. 2 - Bisogni*

<i>Bisogni formativi generali</i>	<i>Bisogni formativi specifici</i>
Favorire il confronto tra i bambini per sviluppare la sensibilità verso l'altro, la collaborazione e la solidarietà per mezzo del consapevole rispetto delle regole	Riconoscere e discriminare le emozioni proprie e degli altri
Valorizzare le potenzialità degli alunni, considerando i loro interessi e le loro attitudini e offrendo occasioni di ricerca e approfondimento	Comunicare con il corpo la propria affettività
	Favorire lo sviluppo del pensiero procedurale
	Stimolare il <i>Problem solving</i>
	Sviluppare la lateralità

## **Competenze chiave europee**

*Tab. 3 - Competenze chiave europee*

Imparare ad imparare
Competenze sociali e civiche
Comunicazione nella madrelingua o lingua di istruzione
Competenza matematica e competenze di base in scienza e tecnologia
Competenze digitali

## Proposte operative

Tab. 4 - Proposte operative

PROPOSTE OPERATIVE	APPRENDIMENTO
<p>È stato predisposto un vero e proprio laboratorio, un luogo del fare, dove i bambini, con modalità organizzative differenti hanno creato griglie, personaggi, scenografie, ecc.</p> <p>I bambini hanno appreso spontaneamente, hanno interagito con il loro ambiente, manipolando gli oggetti, osservando gli effetti dei loro interventi e costruendo le loro interpretazioni dei fenomeni e dei risultati delle loro manipolazioni, sviluppando appieno il concetto deweyano del "learning by doing".</p>	ATTIVO
<p>I bambini, grazie al lavoro svolto, hanno integrato le nuove conoscenze con le precedenti. Ciò ha permesso loro di riflettere in maniera significativa, sviluppando la capacità di distinguere i comportamenti sbagliati da quelli corretti.</p>	COSTRUTTIVO
<p>Grazie al continuo confronto con gli altri hanno sviluppato un processo di costruzione reciproca di conoscenze. Hanno appreso che insieme è più facile apprendere e risolvere le sfide e i problemi posti dalla vita.</p>	COLLABORATIVO
<p>I bambini sono stati coinvolti fattivamente nel conseguimento di obiettivi conosciuti e condivisi.</p> <p>Il "problema" del bullismo è stato reso interessante al punto da sollecitare gli alunni a farsene carico. In questo è stato fondamentale l'utilizzo sia delle BeeBot che di alcune App perché ci hanno permesso una ricostruzione dinamica e attiva di un problema sviscerandolo nelle sue particolari connotazioni</p>	INTENZIONALE
<p>Durante tutto il progetto è stata data una importanza assoluta alla dimensione dialogica. In tutte le fasi i bambini sono stati invitati a raccontare ciò che stavano facendo e quali erano l'emozioni che provavano.</p>	CONVERSAZIONALE

## Metodologia

Il lavoro svolto dai bambini ha generato un apprendimento "significativo", in quanto, così come affermato da David H. Jonassen (2006; 2004) siamo riusciti ad integrare all'interno dell'intero processo di apprendimento queste sette istanze fondamentali: attivo; costruttivo; collaborativo; intenzionale; conversazionale; contestualizzato; riflessivo.

Questa modalità di apprendimento ha favorito gli stili personali di ciascun bambino, ha generato una conoscenza significativa della realtà condi-

visa e accettata da tutti. Lo stesso Gardner (1987) parla di intelligenza partecipata e distribuita, intendendo con questo che un lavoro cooperativo possa agire su più intelligenze che si potenziano a vicenda attraverso lo scambio sociale e la comunicazione interpersonale.

Ci sembra opportuno, per meglio far comprendere come abbiamo lavorato, specificare le proposte didattiche formulate e i processi di apprendimento significativi generati

Nello specifico il progetto si è articolato in sette fasi analizzate nella tabella 5.

*Tab. 5 - Fasi del progetto*

<i>Fase</i>	<i>Tipologia di interventi</i>	<i>Azioni didattiche</i>	<i>N. lezioni e durata</i>	<i>Tipologia Feedback</i>
1°	Warm-up	Presentazione dei libri da leggere, analisi e verifica della comprensione, role-play e prima acquisizione delle sequenze	2 Lezioni 2 Ore	Coinvolgimento degli alunni
2°	Condivisione obiettivi	Riproduzione grafica e visualizzazione delle sequenze della storia, ipotesi di possibili variazioni per costruire il percorso da realizzare	2 Lezioni 1 Ora	Valorizzazione delle idee degli alunni
3°	Situazione operativa	Conosciamo i robot, familiarizziamo e scegliamo quello più adatto (osservazione ed esplorazione)	1 Lezione 1 Ora	Learning by doing; interazione tra pari; principio di motivazione
4°	Obiettivi sfidanti e situazione operativa	Formulazione delle ipotesi, sperimentazione, verifica, condivisione del robot, attività di gioco, realizzazione delle sequenze con le flash card e il robot scelto.	1 Lezione 1 Ora	Valorizzazione delle idee degli alunni
5°	Ricapitolazione percorso + situazione ludica	Conversazione sulle scoperte fatte e possibili applicazioni del piccolo robot.	1 Lezione 1 Ora	Valorizzazione delle idee degli alunni; learning by doing
6°	Situazione progettuale	Costruzione della mappa con la griglia 15x15, realizzazione dei personaggi e realizzazione del libro in simboli.	4 Lezioni 2 Ore	Valorizzazione delle idee degli alunni, condivisione e coinvolgimento.
7°	Situazione operativa	Assemblaggio dell'intero percorso, esecuzione di una performance con l'utilizzo del robot BeeBot, lettura e comprensione del libro in simboli	2 Lezioni 2 Ore	Learning by doing e peer to peer

La valutazione degli apprendimenti è avvenuta essenzialmente attraverso l'osservazione sistematica di tutto il lavoro. È stata creata un'apposita griglia che ha tracciato il lavoro di ciascun alunno (fig.1)

ALUNNO		ANNI 5		
		SI	NO	IN PARTE
CAPACITA' DI UTILIZZARE GLI STRUMENTI IN MODO AUTONOMO E PERTINENTE	Sa utilizzare e far funzionare un robot, nel rispetto delle norme di sicurezza.			
	Effettua scelte nell'utilizzo degli strumenti sapendole motivare			
	È in grado di elaborare in unplugged, attraverso l'utilizzo delle frecce il percorso del robot			
CAPACITA' DI RISOLVERE IN MODO ADEGUATO UN PROBLEMA	Sa inventare e rappresentare storie con protagonista un robot			
	Esegue percorsi integrando gli schemi motori statici e dinamici			
	Risolve in modo creativo problemi legati alle azioni da sviluppare			
CAPACITA' DI RICONOSCERE LE PROPRIE EMOZIONI E SAPERLE DESCRIVERE	Coordina i propri movimenti nell'ambito di coreografie di gruppo			
	Crea contenuti in diversi formati e linguaggi a seconda delle esigenze			
	Riconosce i suoi stati emotivi e ne riferisce i fattori determinanti			
CAPACITA' DI RICONOSCERE LE PROPRIE EMOZIONI E SAPERLE DESCRIVERE	Effettua scelte sapendole motivare			
	Esprime rappresenta e drammatizza vissuti emotivo-affettivi			

Fig. 1 - Griglia di osservazione

## Osservazione in itinere e finale

Si è registrato un feed-back in itinere positivo in tutti i bambini, mentre è emersa una differenza anche se minima, sugli effetti a medio e lungo termine soprattutto nella capacità di utilizzo degli strumenti tecnologici e nel riuscire a risolvere i problemi in modo adeguato.

Sulla base degli indicatori utilizzati abbiamo poi tracciato due grafici per osservare il lavoro in itinere e finale (fig. 2 e fig. 3).

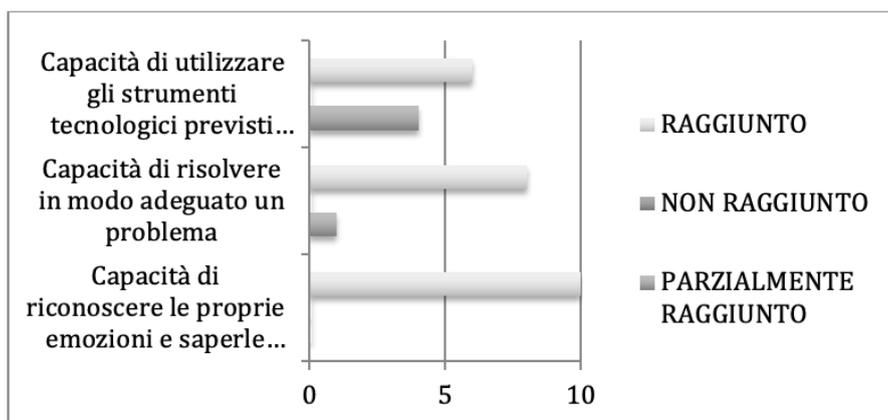


Fig. 2 - Osservazione in itinere

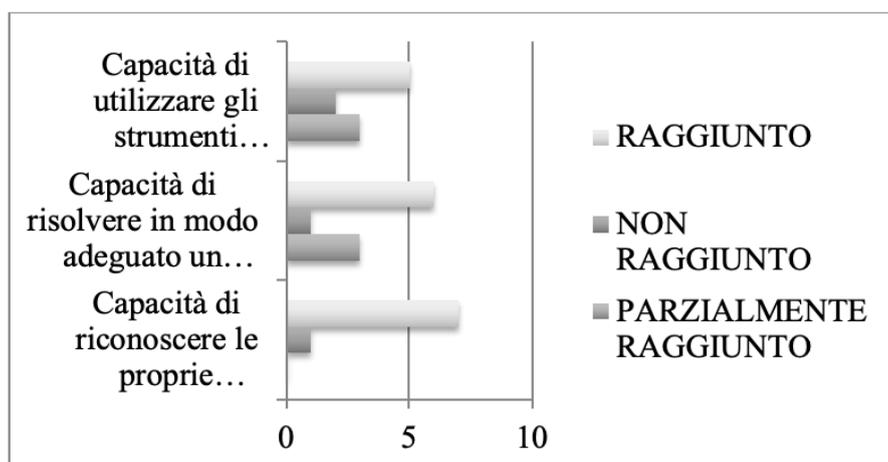


Fig. 3 - Osservazione finale

I bambini sono stati parte attiva di tutto il processo. L'uso integrato di più linguaggi, video, CAA, *coding* ha permesso ai bambini di lavorare su molteplici livelli cognitivi ed esperienziali, consentendo, a quasi tutti, di sviluppare competenze trasversali utilizzabili anche in contesti differenti da quelli scolastici. Nella scuola dell'infanzia, l'utilizzo della robotica non è mai fine a se stessa. Non ho mai pensato di insegnare la robotica ai miei alunni, ma ho sempre utilizzato la robotica come strumento in grado di aiu-

tare me e i miei alunni a costruire dei percorsi didattici innovativi. Ho cercato soprattutto di portare in evidenza che l'obiettivo può essere raggiunto con soluzioni diversificate a seconda degli alunni, tenuto conto dei loro punti di forza e delle loro criticità.

L'interazione con la BeeBot ha sviluppato nella maggior parte dei bambini alti livelli motivazionali. Attraverso la riproduzione dei movimenti del corpo per l'esecuzione della performance, i bambini hanno vissuto un'esperienza di apprendimento interattiva e coinvolgente. Rispetto ad altri strumenti didattici, attraverso le BeeBot, si sono potuti osservare meglio e più rapidamente anche le difficoltà di alcuni alunni e ciò mi ha permesso di intervenire in maniera più efficace ed empatica, ma soprattutto risolutiva.

Riporto l'esempio di A., un bambino che durante le classiche attività didattiche mostrava uno stato di ansia che non riusciva a gestire da solo. Durante le attività di robotica A. ha sentito sempre meno il peso dell'errore ed è riuscito ad acquisire quella sicurezza emotiva che gli ha permesso di partecipare al progetto in maniera sempre più attiva e costruttiva.

L'intero progetto ha consentito agli alunni di esprimersi liberamente promuovendo lo sviluppo della creatività e dell'immaginazione e nello stesso tempo ha dato loro la possibilità di interagire in gruppo, spiegando le loro idee, le loro opinioni e imparando a gestire il conflitto. È importante, inoltre, sottolineare l'importanza dell'ambiente di apprendimento (da ambiente>andare intorno), che si deve modulare a seconda dell'obiettivo che vogliamo raggiungere. Al fine di favorire un ambiente di apprendimento efficace:

- sono state valorizzate le esperienze e le conoscenze degli alunni;
- sono stati attuati interventi adeguati nei riguardi delle diversità;
- sono state realizzate attività didattiche in forma di laboratorio;
- è stata promossa la consapevolezza del proprio modo di apprendere;
- è stato incoraggiato l'apprendimento cooperativo;
- è stata favorita l'esplorazione e la scoperta.

Io, in qualità di docente, mi sono presa cura degli alunni, li ho coordinati, incoraggiati e soprattutto motivati. In questo l'utilizzo delle tecnologie mi ha permesso di creare un ambiente di apprendimento più stimolante ed inclusivo in grado di rispondere più facilmente ai bisogni degli alunni e di raggiungere l'obiettivo principale che era affrontare con bambini della scuola dell'infanzia il tema del bullismo.

La dimensione socioaffettiva che si è sviluppata, grazie a questa modalità di lavoro, ha potenziato lo sviluppo delle risorse personali e

l'acquisizione delle competenze sociali degli alunni. A livello individuale ho lavorato nel rafforzare lo sviluppo dei sentimenti di accettazione, di sicurezza e fiducia in sé e negli altri, delle capacità di risolvere i problemi interpersonali e di affrontare situazioni di stress emotivo. A livello di gruppo, invece, ho promosso comportamenti ed atteggiamenti di collaborazione, solidarietà, mutuo rispetto, tolleranza per le diversità, riconoscimento delle differenti modalità d'interazione

L' utilizzo di più canali comunicativi si è rivelato ottimale, il "sapere" e il "saper fare" si sono coniugati perfettamente permettendo a ciascun alunno di raggiungere gli obiettivi formativi e didattici prefissati.

Il nostro riferimento va anche a Gardner, che parla di intelligenza partecipata e distribuita, intendendo con questo la possibilità che un lavoro cooperativo possa agire su più intelligenze, che si potenziano a vicenda attraverso lo scambio sociale e la comunicazione interpersonale.

## Bibliografia

- Gardner H. (1987), *Forma Mentis. Saggio sulla pluralità dell'intelligenza*, Feltrinelli, Milano.
- Jonassen D. H., (2004), *Learning to solve problems: an instructional design guide*, Pfeiffer, San Francisco (CA).
- Jonassen D.H. (2006), *Modeling with technology; mindtools for conceptual change*. Pearson, Upper Saddle River, NJ.
- Young J.E. (1999), *Practitioner's resource series. Cognitive therapy for personality disorders: A schema-focused approach*, Professional Resource Press/Professional Resource Exchange.
- Young J.E., Klosko J.S., e Weishaar M.E. (2003), *Schema Therapy: A Practitioner's Guide*, New York, Guilford Press.

# In classe prima con Mind

di *Ida Paroli*

## Introduzione

Il percorso in classe prima con Mind nasce con l'idea di avvicinare i bambini alla robotica educativa. Il lavoro, centrato sulla scoperta, sulla ricerca e sulla sperimentazione pratica e concreta, ha permesso di realizzare una strategia di coinvolgimento degli alunni attraverso un'esperienza che affonda le radici in una visione d'apprendimento basata sugli interessi del bambino inteso come diretto attore nel suo processo di apprendimento.

Questo viaggio, come si vedrà, ha coinvolto i bambini in una serie di esperienze di scoperta, di ricerca, d'analisi e di riflessione che ha portato gli alunni a rapportarsi praticamente con i problemi e le situazioni concrete. Il robot Mind è stato sicuramente la guida ma i protagonisti indiscussi sono stati certamente le azioni, i dialoghi e le proposte dei bambini. Interpretando le più recenti indicazioni ministeriali, valorizzando la promozione di metodologie attive scaturite dagli stimoli e dalle idee del lavoro di Seymour Papert (1980) è nata l'idea di sviluppare un percorso in contesto educativo significativo per il bambino, situato all'interno del proprio ambiente di vita, vicino agli interessi e alle curiosità per favorire uno sviluppo della formazione dell'identità. È opportuno, però, sottolineare l'importanza dell'incontro con la classe per la definizione della proposta. Infatti, sono state proprio le curiosità, le conoscenze, le idee e le parole dei bambini che hanno orientato l'evoluzione del percorso.

## Sfondo teorico

La base teorica della proposta ha come fulcro pregnante e significativo la centralità del bambino inteso come diretto autore e creatore nei processi d'apprendimento. Si ritiene fondamentale, infatti, favorire delle esperienze vicine al contesto di vita dei bambini, replicabili e allo stesso tempo interessanti e utili per il percorso di vita e di crescita. Per fare ciò, come afferma Ausubel, (1968) è fondamentale «la motivazione del discente e la capacità dell'insegnante che promuove un'assimilazione attiva e autocritica, chiedendo agli alunni di riformulare nuove proposte, idee e progetti.» (Ausubel, 1968). In questo tipo di percorso, l'idea è di realizzare un'iniziale conoscenza e sperimentazione della robotica educativa a partire dai bambini, dalle loro idee ed interessi. Riprendendo quanto affermato da J. Dewey (1962) «è auspicabile che nell'insegnamento si creino delle situazioni interessanti e stimolanti in cui i bambini siano direttamente coinvolti, favoriscano un desiderio di scoperta e di spinta all'ideazione, al provare e al fare». L'attrazione che i robot generano nei bambini favorisce un trasporto nelle attività, sviluppa interesse e un desiderio di impegnarsi personalmente e nel gruppo per garantire la riuscita dell'idea e del progetto pensato e realizzato. Si crea, quindi, una sorta di spazio laboratoriale che supera i reali vincoli logistici di dotazione strumentale delle aule e un luogo di sperimentazione che sviluppa uno spirito di didattica simile a ciò che Malaguzzi (1995) definisce laboratoriale. In questo tipo di attività, il bambino si pone in diretta connessione con problemi reali, ipotizza situazioni e valuta possibili scenari in riferimento a quanto pensato, costruisce, prova ed eventualmente ritorna sui suoi passi. Questo chiaramente garantisce un potenziale sviluppo di abilità di *problem-solving*. Come affermano le Indicazioni Nazionali 2012 la scuola ha il duplice compito di favorire, insieme, «l'apprendimento e "il saper stare al mondo"». Per favorire questo è necessario pensare a una fruizione della tecnologia ed in particolare della robotica in modo attivo e non passivo valorizzando le idee e le proposte dei bambini. Questo traduce nella pratica la proposta di Papert ovvero preferire, a livello educativo e didattico, quelle tecnologie che stimolano la fantasia e l'immaginazione e rendono il bambino autore anziché passivo spettatore.

Il bambino inventa, ipotizza, crea e si mette in gioco cercando di comprenderne i meccanismi e il funzionamento del robot. Ciò permette l'identificazione tra il bambino e il robot poiché, come afferma Marciando (2017), «le attività di robotica stimolano i vissuti affettivi, permettono di

proiettare le emozioni sul robot e sviluppano un desiderio di intraprendere un percorso comune e vissuto personalmente». Questo ha rappresentato un valido supporto per l'attività soprattutto per garantire un'accoglienza dei bambini nella scuola primaria e un lavoro di routine costruendo un sapere comune costruito collettivamente.

## Obiettivi

L'utilizzo di metodologie e strumenti della robotica educativa ha rappresentato un valido elemento per sviluppare competenze e abilità spendibili nei diversi contesti di vita, allenare la mente, ideare nuove piste e porsi come meta lo sviluppo culturale e sociale del bambino. Per questo motivo le insegnanti hanno definito come obiettivo quello di permettere ai bambini, del primo anno della scuola primaria, di accostarsi ai robot per esplorarne funzioni e potenzialità. Infatti, come indicato nelle Indicazioni Nazionali 2012, viene auspicata l'importanza di una formazione finalizzata «a dovere scegliere e agire in modo consapevole, impegnarsi a elaborare idee e a promuovere azioni finalizzate al miglioramento continuo del proprio contesto di vita, a partire dalla vita quotidiana a scuola e dal personale coinvolgimento in routine consuetudinarie che possono riguardare (...) le prime forme di partecipazione alle decisioni e l'organizzazione del lavoro comune». Proprio per questo le attività di robotica si configurano come significative, per il carattere pratico e laboratoriale e per la capacità di sviluppare un pensiero logico. Tali attività avvicinano i bambini a problemi reali, li motivano ad ideare, costruire, formulare ipotesi e riflettere sui percorsi intrapresi. In linea con quanto affermato nel documento ministeriale Nuovi scenari, viene garantita un'educazione al pensiero logico e analitico diretto alla soluzione di problemi in situazioni di gioco. Questo consente di far emergere le potenzialità e le molteplici e concrete applicazioni. Ciò ha contribuito, nel nostro percorso, allo sviluppo di competenze matematiche, scientifiche e tecnologiche, ha incrementato lo spirito di iniziativa, e affinato le competenze linguistiche.

Chiaramente questo tipo di lavoro è stato supportato da una collaborazione e scambio tra pari poiché «individuare e risolvere problemi, prendere decisioni, stabilire priorità, assumere iniziative, pianificare e progettare, agire in modo flessibile e creativo non possono essere sviluppate che in un contesto in cui si collabora, si ricerca, si sperimenta, si progetta e si lavora»

(Nuovi scenari 2018). Sfruttando questi percorsi la scuola si pone come spazio d'incontro, di dialogo e di approfondimento culturale proponendo ai bambini un modello di ascolto e di rispetto, un tentativo di trovare risposte alle domande di senso, nel comune intento di rafforzare i presupposti della convivenza democratica garantendo la possibilità di lavorare con i compagni e arricchirsi reciprocamente. Soprattutto oggi, «imparare ad imparare, nella società delle informazioni, è la capacità di accedere ad esse sapendole adeguatamente selezionare, organizzare, mettere in relazione, utilizzare per gestire situazioni e risolvere problemi. Ne fanno parte l'autoregolazione, la capacità di governare i tempi del proprio lavoro, le priorità, l'organizzazione degli spazi e degli strumenti, l'autovalutazione rispetto ai propri limiti» (Nuovi scenari 2008). Questa riflessione unisce le raccomandazioni fornite dalle Indicazioni Nazionali e dai Nuovi Scenari e delinea il quadro delle finalità del lavoro pensato e svolto. In sintesi, i due macro-obiettivi specifici pensati nella proposta sono riassunti nel favorire un avvicinamento alla robotica educativa fin dalle prime classi della scuola primaria ed esplorare funzioni, potenzialità e programmi per elaborare semplici istruzioni per controllare il comportamento di un robot in un'ottica di scambio e collaborazione tra pari.

## **Metodologie e attività**

Il percorso ha coinvolto tredici bambini di classe prima della scuola primaria durante l'anno scolastico 2018/2019. La scuola si trova in un piccolo paese della provincia di Varese. Il gruppo, composto da bambini di età compresa tra i sei e sette anni, è eterogeneo per abilità relazionali e didattiche. Si presenta molto rispettoso delle regole stabilite nella classe e interessato alle attività che vengono proposte. Durante il lavoro sono state utilizzate, come metodologie la discussione, il lavoro di gruppo e il brainstorming. Il lavoro è avvenuto in aula, in atrio e in palestra. Tra i materiali utilizzati, spicca il robot Mind. È stato scelto proprio questo robot poiché, grazie alle caratteristiche strutturali, si presta come mediatore e guida per lo sviluppo di un percorso di crescita che guida i bambini nel mondo della scuola primaria e si pone come ponte e trampolino di lancio dei primi apprendimenti. Le attività sono state condotte principalmente in tre fasi.

Per maggior chiarezza espositiva si inserisce una tabella che descrive l'impianto strutturale della proposta (tab.1).

*Tab. 1 - Sviluppo percorso*

<i>Titolo attività</i>	<i>Tempi</i>	<i>Le attività dei bambini</i>
Primo incontro con Mind	Un incontro da un'ora	In classe i bambini, seduti in cerchio, incontrano per la prima volta il robot, lo osservano e lo disegnano. Viene proposto un brainstorming.
Il funzionamento di Mind	Due incontri della durata di un'ora ciascuno	In palestra i bambini, divisi in gruppo, provano ad accendere Mind ed esplorano il suo funzionamento.
Io e Mind	Due incontri della durata di un'ora ciascuno	I bambini vengono divisi in coppie con un ruolo specifico: un membro con la funzione di bambino-robot l'altro di programmatore.
Il tabellone giallo	Quattro incontri di un'ora ciascuno	I bambini provano a sperimentare diverse programmazioni svolgendo percorsi.
Programmiamo Mind usando il tabellone blu	Quattro incontri di un'ora ciascuno	I bambini, in palestra e in gruppo, programmano Mind per raggiungere oggetti.
Un nuovo spazio per Mind	Un incontro da un'ora	Riflessione in grande gruppo per utilizzare un tabellone simile a quelli sperimentati in precedenza
Mind e le parole	Quattro incontri da un'ora ciascuno	Ogni bambino realizza due carte una con disegno (inserita in un mazzo) una con la parola corrispondente (posizionate sul tabellone). Ogni bambino pesca una carta, legge la parola e programma correttamente il robot per raggiungere il disegno corretto.
Mind e le storie	Quattro incontri da un'ora ciascuno	I bambini realizzano personaggi e oggetti, li posizionano sul tabellone e programmano il robot esprimendo oralmente la storia conosciuta.

Il percorso è stato avviato con una prima presentazione del robot come guida dei bambini nel mondo della scuola primaria. Questa fase si è articolata in cinque incontri di un'ora ciascuno con cadenza settimanale nei mesi di settembre e ottobre. Per entrare nel vivo della proposta, ai bambini seduti in cerchio viene mostrato il robot e chiesto di disegnarlo e indicare tre parole per descriverlo tramite un brainstorming. Ai bambini viene fornita la possibilità di svolgere questa attività nei banchi o disposti a gruppi in palestra. Questo per rendere i bambini attivi fruitori e non passivi spettatori di una didattica creata dall'adulto, dove la motivazione, la voglia di scoprire e approfondire le proprie conoscenze diventa il motore d'avvio. Quest'idea si sposa perfettamente con la sperimentazione robotica in classe e con il dispositivo proposto in quanto molto accattivante, simpatico e curioso per i bambini. Ampio spazio a livello metodologico è stato fornito all'immaginazione, all'esplorazione concreta attraverso i sensi, alla scoperta e alla creazione di idee e ipotesi di funzionamento del robot. Fondamentale risulta «creare una palestra per i bambini per esercitare il loro spirito indagatore, che non si ferma all'esplorazione fisica dell'ambiente che li circonda, ma che con uguale curiosità e passione è in grado di avventurarsi tra le domande di senso». (Nigris, 2009). Dai disegni creati si evince un interesse e un'attenzione particolare alle funzionalità e modalità di costruzione del robot. Per valorizzare questo momento di effervescenza comunicativa è stato proposto ai bambini di accendere il robot ed esplorarne le funzionalità dedicando due incontri di un'ora ciascuno. I bambini divisi in gruppi in palestra, emozionati e impazienti, hanno acceso finalmente il robot, definito i primi comandi e assistito con grande gioia ai primi movimenti sul pavimento. Da soli hanno provato diverse combinazioni, hanno pensato di programmarlo prima per raggiungere un oggetto poi un compagno e infine hanno iniziato ad imitare i movimenti del robot. Questo per incrementare la curiosità, infatti, questa «è la forma più efficace di motivazione per rendere l'allievo attivo protagonista del processo educativo». (Borghi, 2005). A partire da questa proposta è stata lanciata l'attività successiva. Per favorire l'identificazione con il robot-personaggio i bambini in aula sono stati divisi in coppie con un ruolo specifico: un membro con la funzione di bambino-robot, con il compito di muoversi con gli stessi comandi dati a Mind, e l'altro con il ruolo di programmatore per far muovere Mind usando le frecce direzionali. Questo ha rappresentato un'idea e un confronto specifico tra i bambini e i robot. Dalle verbalizzazioni dei bambini emerge come siano chiare e nette le somiglianze e le differenze riscontrate tra il bambino

e l'amico robot. Qualcuno inizia a costruire una sorta di vissuto condiviso e un'identificazione. Grazie alla metodologia ludica e dinamica i bambini riescono in modo semplice ed emozionante a fare tutto questo.

«L'impulso del bambino a fare si esprime anzitutto nel gioco, nel movimento, nei gesti, nell'inventare» (Borghi, 2005).

Dopo aver creato questa vicinanza tra umano e robot i bambini, in aula divisi in piccoli gruppi, hanno esplorato le due tipologie di tabellone uno legato alle forme e l'altro ai numeri. I bambini hanno sperimentato i principi della programmazione muovendo il robot sui tabelloni. Durante gli otto incontri i bambini hanno imparato chiaramente aspetti prettamente disciplinari ma anche competenze interdisciplinari e sociali. La robotica educativa, infatti, si propone come metodo in grado non solo di sollecitare abilità sociali e obiettivi educativi, ma anche di promuovere efficaci risultati scolastici attraverso forme di cooperazione fra gli allievi che lavorano gruppo. Dalle osservazioni e dalle verbalizzazioni si percepisce la creazione di un senso di appartenenza e lo sviluppo di una squadra orientata a risolvere problemi con uno scopo comune. A livello contenutistico i bambini hanno potuto ripassare forme, numeri e lettere.

Vista la particolare propensione e prontezza dei bambini è stato proposto, attraverso la formazione di un cerchio in grande gruppo, un tabellone simile a quello usato in precedenza, privo di immagini e figure ma solo con una griglia di riferimento. Questo con lo scopo di ideare in modo creativo un tabellone con altri argomenti affrontati durante l'anno per poter garantire ai bambini un'esperienza autentica e significativa in termini di apprendimento vissuto e realizzato. «La condizione perché un'attività venga sentita come motivante è, infatti, che nasca o risponda a un bisogno ed interessi interni, a un desiderio di cambiamento o realizzazione delle potenzialità che l'individuo porta in sé» (Ricchiardi, 2005).

Tale attività ha infatti favorito un'ampia partecipazione dei soggetti coinvolti. Tutti hanno contribuito alla creazione dei prodotti, utilizzando i canali più congeniali scoprendo particolari abilità, propensioni ed interessi. È fondamentale come afferma Gardner (1991), favorire «opportunità di scoprire e coltivare i propri talenti attraverso programmi ricchi adatti a stimolare una varietà d'intelligenze».

Grazie alle diverse idee dei bambini, il gruppo ha realizzato un tabellone per la lettura delle parole e uno per raccontare storie. Attraverso la discussione, la libertà di espressione e la guida dell'insegnante il gruppo ha svolto un lavoro in aula a più mani a coppie e in piccoli gruppi.

Questi due lavori hanno sintetizzato il percorso stesso in quanto hanno riassunto tutte le competenze sviluppate durante lo svolgimento dell'attività. Infatti, il prodotto finale «diventa un catalizzatore importante delle energie del gruppo e un oggetto concreto (visibile, manipolabile, utilizzabile) che testimonia il lavoro svolto dagli studenti, lo documenta, lo valorizza» (Nigris, 2009).

Si può quindi affermare come in questo tipo di attività l'aula si trasforma in uno spazio misto tra laboratorio e teatro dove i protagonisti sono i bambini supportati dalla tecnologia robotica per realizzare i loro progetti. «L'aula come palcoscenico dell'azione narrativa, con i suoi spazi, i suoi tempi, le sue luci e le sue ombre, le quinte, il proscenio, il pubblico; l'aula come intreccio di linguaggi, occasione per affrontare quella frammentazione e divisione dei saperi» (Gamelli, 2011).

L'insegnante si è posto come facilitatore che ha accompagnato e guidato i bambini in questo percorso di scoperta. Durante questo tipo di lavoro il maestro mantiene «un ruolo defilato limitandosi a fornire il suo aiuto solo se richiesto (...) approfittando della situazione per ascoltare ed osservare le discussioni, le relazioni, porre domande stimolo e ricordare le norme di cooperazione» (Nigris, 2009).

La valenza di questa scelta è duplice, se da un lato garantisce la libera sperimentazione dei bambini e la possibilità di esprimere le idee e gli aspetti costruttivi, dall'altro permette di poter osservare le dinamiche che sorgono tra i membri, di valorizzare gli scambi e le modalità con cui si costruisce la conoscenza.

## **Documentazione e valutazione**

Per il carattere laboratoriale della proposta l'insegnante ha osservato le modalità d'interazione, l'impegno, la capacità di risoluzione di problemi, di elaborazione delle proposte e delle strategie documentando il lavoro attraverso osservazioni sistematiche corredate da protocolli osservativi, foto e video. Si è scelta una triplice valutazione: in itinere, finale e un'autovalutazione.

L'insegnante durante i momenti e le attività ha compilato un questionario per indagare e verbalizzare la predisposizione ad apprendere, il grado di partecipazione, la conoscenza maturata in termini di funzioni e comandi, la collaborazione e i contributi apportati, il rispetto delle regole di collaborazione reciproca e di ascolto. Dai risultati emerge una buona padronanza in

tutte le aree con un incremento delle prestazioni durante il proseguo delle attività. Come prodotto finale è stato valutato l'elaborato stesso in particolare il tabellone relativo alle parole e alle storie descritto nell'esecuzione delle attività. Per favorire lo spirito critico nei bambini e la capacità di riflessione è stata proposta una forma di autovalutazione dell'esperienza. Le insegnanti, inoltre, hanno proposto una forma di autovalutazione ai bambini. È stato chiesto di compilare una tabella in cui indicare il grado di impegno, partecipazione e collaborazione nelle diverse attività. Dall'analisi è emerso un buon grado di partecipazione affiancato da un ottimo risultato nel lavorare con i compagni. Per incrementare le conoscenze e le competenze apprese durante questo tipo di attività è stato ideato un brainstorming finale in cui ciascun bambino ha avuto la possibilità di scrivere una parola significativa nei confronti dell'attività.

## **Risultati e ricadute formative**

Il motore principale dell'intero percorso è stato l'interesse espresso dai bambini per il robot, per la costruzione e creazione di nuovi percorsi, tabelloni e storie. L'apprendimento per scoperta e sperimentazione si avvia da subito e dopo pochi minuti inizia a dare i suoi frutti. Fin dalla prima attività emerge curiosità, desiderio di ampliare la conoscenza del robot, delle sue principali funzioni fornendo un contributo attivo. Si delinea la visione di uno spazio «come officina del metodo euristico, nei quali quotidianamente si allenano l'intelligenza e la fantasia allo scopo di conquistare il doppio prestigioso traguardo deweyano dell'imparare a pensare e dell'imparare a creare» (Frabboni, 2004). Il primo incontro con il robot ha destato stupore ed entusiasmo nei bambini, ha acceso le molle dell'apprendimento grazie all'interesse e alla motivazione emersa. Il poter vedere, toccare e soprattutto disegnare l'oggetto ha permesso di fissarne le caratteristiche ma anche voler approfondire gli aspetti di funzionamento. «La naturale curiosità dei bambini li porta ad essere, per dirla con Malaguzzi, “bambini costruttori”, capaci di costruire oggetti, fantasie, immagini, pensieri, conoscenze, se solo si permette agli occhi, alle mani, al linguaggio, alla mente di lavorare» (Edwards e Gandini, 2014).

Tale attività è stata significativa per valorizzare lo sviluppo di ipotesi da parte dei bambini e soprattutto per dar vita alla prima fase di esplorazione relativo al funzionamento del robot. Questo si è calato nella pratica didatti-

ca grazie all'utilizzo della discussione e del lavoro di gruppo. La prima ha garantito uno scambio di contributi, un confronto attorno a problemi che nel corso dell'esplorazione e della ricerca sono emersi. «La discussione come ragionamento a più voci offre, dunque, la possibilità di collocare le conoscenze pregresse in un quadro sistematico in cui poter inserire nuovi concetti e nuovi saperi, di entrare in contatto con altre possibilità di operare, agire, pensare» (Nigris, 2009). In particolare, le attività in gruppo hanno smascherato, tra le sue varie potenzialità formative, la valorizzazione del confronto, dello scambio e della collaborazione. L'assegnazione di un compito da svolgere in gruppo comporta un importante cambiamento nelle norme tradizionali che regolano la classe. «Gli studenti sono infatti responsabili non solo per il proprio comportamento, ma per il comportamento di tutto il gruppo e di ciò che viene prodotto grazie agli sforzi del gruppo. Affinché il gruppo lavori bene, gli alunni devono abituarsi a chiedere l'opinione degli altri, devono dare agli altri l'opportunità di parlare e fornire significativi contributi allo sforzo del gruppo» (Ianes e Cramerotti, 2009). Emerge come l'alunno, in tale situazione, mantiene un ruolo attivo, partecipe e costruttore del processo di insegnamento-apprendimento. Questo ha permesso, seguendo le idee dei bambini, di cogliere le caratteristiche tecniche dello strumento robot ma soprattutto di inserire quest'ultimo nel contesto di classe e della quotidianità, valutando le potenzialità dello stesso, i punti di somiglianza e di differenza tra bambino e robot. Questo lavoro ha rappresentato un'importante occasione di analisi, scoperta, costruzione pratica individuale e di gruppo ma anche di un reale coinvolgimento nella costruzione di un percorso comune sociale, condiviso e inclusivo. Soprattutto la creazione del tabellone delle storie, la programmazione e il racconto hanno permesso di testare l'effettiva competenza raggiunta. Sono emerse conoscenze disciplinari specifiche: i bambini hanno interiorizzato algoritmi matematici, hanno applicato i concetti topologici, hanno imparato a leggere parole e semplici frasi rapportandosi direttamente con gli strumenti, le procedure, i problemi e le fasi di realizzazione del manufatto imparando a collaborare, a scambiare idee ed ipotesi. Ampia importanza è stata attribuita alla valorizzazione degli scambi tra bambini e alle idee espresse in ogni singolo momento. Il grande traguardo raggiunto è stato lo sviluppo di una capacità critica e riflessiva nei confronti delle attività svolte. Emerge, quindi, il valore della robotica educativa, come potente strumento didattico in quanto permette di realizzare attività poliedriche e sfaccettate a carattere interdisciplinare e cooperativo. I robot sono davvero delle valide risorse e

strumenti didattici poiché forniscono un supporto tangibile con cui operare per realizzare dei progetti, generano motivazione e si pongono come catalizzatori dinamici e coinvolgenti.

Questo aspetto non è legato semplicemente al discorso del gioco o della novità appena introdotta poiché, come emerso dalle attività condotte, si nota che perdura nel tempo. L'interesse espresso nelle fasi iniziali, infatti, si intensifica notevolmente nel proseguo dell'attività, nei passaggi interdisciplinari tra un'attività e l'altra e i contenuti proposti con questo tipo di metodologia risultano più facilmente assimilati e perdurano nel tempo.

## Conclusioni

L'esperienza è stata presentata partendo dall'universo teorico di riferimento inserendo riflessioni e spunti personali. Sono emersi alcuni elementi che hanno valorizzato la robotica educativa come strumento innovativo, inclusivo che valorizza la centralità del singolo.

Una valida strategia didattica è stata proprio il condurre i bambini alla scoperta e alla conoscenza del robot attraverso le proprie ipotesi, le idee e la creazione concreta di un artefatto didattico costruito interamente dal gruppo.

Attraverso lo scambio d'idee, d'ipotesi e attraverso la valorizzazione di un lavoro cooperativo e collaborativo i bambini hanno sviluppato diverse competenze.

L'aspetto innovativo di tale proposta è la modalità con cui queste esperienze sono state gestite e articolate, legandole ad attività concrete e coinvolgenti. A partire dalla prima attività, tutto è stato definito e costruito sulla base degli interessi, degli scambi e delle idee manifestati dai bambini definendo, quindi, una costruzione di conoscenza comune, partecipata e vissuta, intrecciata con elementi tratti dalla base teorica definita. Interessante è stato l'emergere di un intreccio di conoscenze, competenze ma soprattutto nuovi modi di agire, conoscere, pensare e ricordare in ottica condivisa. Da sottolineare, durante tutto il percorso, la singolare capacità dei bambini di formulare validi ragionamenti duraturi nel tempo. L'intero gruppo alla fine del progetto ha compreso come il percorso non sia stato un semplice processo comando/risposta ma la vera forza è stata rappresentata dalla costruzione di scelte condivise, di ragionamento e di negoziazione che hanno portato allo sviluppo di nuove competenze. Seguendo questa pista sarà possibi-

le replicare questa esperienza da altri gruppi aprendo un interessante scambio e confronto futuro.

## Bibliografia

- Ausubel D. P. (1968), *Educazione e processi cognitivi: guida psicologica per gli insegnanti*, Franco Angeli, Milano (trad. it.: Educational Psychology. A cognitive view, Holt, Rinearth and Winston, Inc, New York.
- Borghi B. (2005), *Come volare sulle radici*, Patron Editore, Bologna.
- Datteri E., Bozzi G., Zecca L. (2015), “Il gioco dello scienziato per l'apprendimento del metodo scientifico nella scuola primaria”, *Tecnologie Didattiche* 172-175.
- Dewey J. (1962), *Esperienza ed educazione*, La Nuova Italia, Firenze.
- Edwards C. P., Gandini L., George F. (1993), *I cento linguaggi dei bambini*, Edizioni Junior, Parma.
- Frabboni F. (2004), *Il laboratorio*, Laterza, Bari.
- Gamelli I. (2011), *Pedagogia del corpo*, Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Ianes D., Cramerotti S. (2009), *Il piano educativo individualizzato, Progetto di vita, Vol.1*, Erickson, Trento.
- Marcianò G. (2017), *Robot e scuola*, Hoepli, Milano.
- Nigris E. (2009), *Didattica Generale*, Guerini Scientifica, Milano.
- Papert S. (1980), *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*, Basic Books, New York, USA.
- Ricchiardi P. (2005), *Ricominciamo dal desiderio: ricerche percorsi per sviluppare la motivazione a scuola*, SEI, Società Editrice Internazionale, Torino.

# Tra di noi: la robotica educativa come stile di apprendimento 5-10 anni. Una “materia” per ripensare le altre materie

di *Carlotta Bizzarri*

## Introduzione: Il contesto

Il contributo analizza i risultati del progetto “*La robotica educativa entra a scuola e va in gara*”, realizzato nel triennio 2016-19 presso la scuola paritaria dell’infanzia e primaria Suor Luisa Martelli di Sammontana. La scuola è immersa nella campagna toscana, in un contesto produttivo conosciuto a livello nazionale, ma con connotati fortemente provinciali. Il bacino di utenza è di circa 160 bambini/e, provenienti da zone diverse del circondario e ciò garantisce un buono scambio socioculturale. Il sistema scolastico è caratterizzato dalla tradizione educativa della scuola cattolica e dall’attenzione alla crescita globale degli allievi in contatto con la natura e la cultura locale. All’inizio del progetto si evidenziava una scarsa attenzione all’innovazione. Infatti, benché fosse presente un’insegnante di tecnologia, la carenza di attrezzature e di un’aula dedicata non permetteva la realizzazione di attività didattiche integrate in chiave STEAM ed in linea con il rafforzamento delle competenze digitali e del pensiero computazionale de Le Indicazioni Nazionali sul Curriculum (MIUR, 2018). Per questo, dal 2014, nel piano di miglioramento della scuola, è stata individuata l’area “verso una scuola digitale”<sup>1</sup> con l’obiettivo di innovare l’impianto di insegnamento tradizionale favorendo la verticalità del curriculum, l’apprendimento attraverso LIM e tablet, lo scambio tra docenti prevalenti e specialisti, lo sviluppo di competenze digitali attraverso la Robotica Educativa (d’ora in poi RE). Una scelta fondata su due ragioni. Anzitutto il valore educativo della RE (vedi sfondo teorico), che permette allo studente di diventare protagonista del

<sup>1</sup> Dal Piano di miglioramento: “Incoraggiare l’impiego di strategie metodologiche differenziate e coinvolgenti e l’uso organizzato della tecnologia nella didattica” <https://tinyurl.com/y3c4v3ul>.

proprio processo di apprendimento nel momento in cui progetta, costruisce e programma robot (*Tab. 1- Obiettivi*). Quindi il ruolo didattico della RE come “disciplina funzionale alle discipline curriculari” (Scarandozzi *et al.*, 2015) che facilita lo sviluppo di conoscenze tecnico-scientifiche, ma anche di competenze digitali e trasversali in modo collaborativo e riflessivo (*Tab. 1- Finalità*).

Nel biennio 2014-2016 la dirigenza scolastica, con il coordinamento dell’insegnante di tecnologia, ha intrapreso una serie di azioni, infrastrutturali e formative, propedeutiche all’avvio del progetto di RE. La scuola si è dotata gradualmente di un nuovo cablaggio wifi, di un registro elettronico, di LIM e portatili in tutte le classi e di kit di robotica Bee bot e Lego wedo1.0, anche grazie al sostegno delle famiglie. Le docenti hanno frequentato un corso sulle nuove tecnologie per la didattica, con un focus particolare sulla RE. Gli alunni sono stati introdotti alla RE, attraverso dei laboratori sporadici realizzati a Firenze presso lo spazio multimediale Il\_Laboratorio con il supporto della spin-off Terza Cultura che da anni realizza il progetto Robot@school (Cigognini *et al.*, 2018).

Dall’a.s. 2016/17 il progetto “*La robotica educativa entra a scuola e va in gara*” è stato strutturato (*Tab. 1*) e inserito nel PTOF<sup>2</sup>, in quanto scelta educativa che parte dal bisogno di innovare il curricolo, attraverso la RE e la didattica per laboratori. Come ben si evince alla voce “scelte organizzative - progetti di potenziamento”: «Rispetto ad altri strumenti didattici, l’utilizzo dei robot può agire fortemente sulla motivazione dei ragazzi e favorire la socializzazione attiva: essere nella condizione di poter governare una macchina intelligente e di dover fare scelte in grado di determinarne il funzionamento può, infatti, essere uno stimolo molto potente alla partecipazione e al lavoro collaborativo».

Il progetto è stato realizzato in sinergia tra la docente di informatica e gli esperti della spin-off Terza Cultura con l’obiettivo di rendere l’attività un “laboratorio permanente”. Ovvero uno strumento di verticalità per l’apprendimento delle competenze digitali, garantendo il coinvolgimento di tutta la comunità scolastica dall’ultimo anno della scuola dell’infanzia alla 5° primaria, comprese le famiglie.

Dall’obiettivo generale si mutuano obiettivi specifici e molteplici finalità (scientifico-tecnologica, didattico metodologica, socio-relazionale) che vengono proposte, a ciascuna classe, mediante l’uso dei kit robotici Lego® WeDo con attività di difficoltà crescente, fino preparazione degli alunni di 5° alla gara First Lego League Junior.

<sup>2</sup> <https://tinyurl.com/y6l8dor5>

*Tab. 1 - Scheda del progetto "La robotica entra a scuola e va in gara"*

Obiettivi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ saper progettare strutture robotiche (elementi di logica), come i robot, in grado di muoversi e di interagire con l'ambiente;</li> <li>▪ saperle costruire fisicamente (manualità fine), utilizzando i kit Lego in dotazione (elemento principale di questo kit è il mattoncino intelligente che può essere collegato tramite bluetooth e porta usb al pc a diversi tipi di mattoncini speciali: motori, sensori ottici, sensori di movimento);</li> <li>▪ saper utilizzare correttamente i linguaggi di programmazione (software Lego® WeDo e Scratch) per controllarne il funzionamento.</li> </ul>
Destinatari	Alunni di tutte le classi della scuola Primaria.
Attività degli incontri	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ presentazione, osservazione, analisi-esplorazione della componentistica</li> <li>▪ familiarizzazione col linguaggio/software di programmazione;</li> <li>▪ costruzione e programmazione guidate di robot, seguendo istruzioni date;</li> <li>▪ invenzione autonoma di robot: scelta dei traguardi da raggiungere, formulazione di ipotesi, progettazione, realizzazione meccanica degli oggetti artificiali, programmazione;</li> <li>▪ collaudo e verifica dei robot realizzati;</li> <li>▪ osservazione, riflessione (sul comportamento dei robot – sui concetti scientifici e tecnologici) ed eventuale riprogettazione, sulla base degli errori riscontrati;</li> <li>▪ collaudo e verifica definitivi documentazione dell'esperienza</li> </ul>
Tempi di svolgimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 40 ore complessive all'anno per le classi dall'ultimo anno della scuola dell'infanzia alla 4° classe della scuola primaria</li> <li>▪ 25 ore annuali per la preparazione della classe 5° alla First Lego League Junior</li> </ul>
Modalità di verifica	In itinere effettuata dagli insegnanti e dagli esperti ricercatori spin off
Finalità	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) avvicinare gli studenti al mondo della ricerca;</li> <li>b) abituarli al metodo sperimentale;</li> <li>c) facilitare la lettura di fatti o fenomeni nell'area scientifica e in quella tecnologica attraverso la costruzione di modelli;</li> <li>d) stimolare le loro capacità di schematizzare, descrivere "problemi", utilizzare codici sintetici e condivisi;</li> <li>e) incoraggiare la ricerca di scelte razionali per risolvere i problemi e di ottimizzazione delle strategie in attività di progettazione/realizzazione;</li> <li>f) promuovere un atteggiamento attivo basato sull'osservazione e sulla scoperta e orientato al raggiungimento di una crescente riflessione, consapevolezza e auto-valutazione dei propri processi;</li> <li>g) rinforzare le capacità descrittive;</li> <li>h) potenziare la capacità di lavorare in gruppo, migliorando le competenze comunicative interpersonali e quelle colla-</li> </ol>

---

	borative e cooperative;
i)	aumentare la propria autostima attraverso la sdrammatizzazione dell'errore, riconsiderato semplicemente come uno dei momenti dell'apprendere (procedimento per prove e errori).
Strumenti	Bee-bot, Kit Lego® Education WeDo base e 2.0 e Inspiring set FLLJ

---

(Fonte: Piano triennale dell'offerta formativa scuola Suor Luisa Martelli di Sammontana)

## Lo sfondo teorico

I presupposti teorici, su cui si fonda il progetto, sono stati condivisi dalla scuola e dalla spin off per contestualizzare le attività realizzate e la loro valutazione.

Il punto di partenza è stata la definizione generale di robotica come “scienza di sintesi” tra il sapere scientifico e umanistico (Marcianò 2011), poiché, attorno ai recenti sviluppi dell’impiego dei robot nella vita quotidiana, concorrono molte discipline dall’informatica alla psicologia. Da questa si declina una definizione di Robotica Educativa, non tanto come nuova disciplina da introdurre nel curriculum (Scaradozzi *et al.*, 2014), ma come approccio transdisciplinare, tra pedagogia e tecnologia, che si fonda su *coding*, pensiero computazionale e creativo (C.Bizzarri, 2016). Tale approccio si concretizza nell’idea di RE come “gioco educativo” e soprattutto come “metodo” contestualizzato per età, livello scolastico e obiettivi (Marcianò 2011, 2018). Nel progetto (*Tab. 1*) i laboratori di RE sono stati proposti come “ambienti di apprendimento”, specifici per la scuola primaria, con l’intento di facilitare sia l’acquisizione delle competenze chiave europee<sup>3</sup> da parte degli alunni, sia la diffusione di “competenze digitali e cultura partecipativa” (Jenkins, 2010) nella comunità scolastica.

Fondamentale è il riferimento al costruzionismo (Papert, 1986). Infatti, grazie alle attività con Lego® WeDo, si predispongono situazioni materiali in cui gli studenti possono realizzare le proprie scoperte, costruendo attivamente le proprie conoscenze in linea con i presupposti dello sviluppo cognitivo (Piaget 1971, Vygotskij 1973), ma anche attivando percorsi intellettivi diversificati in linea delle intelligenze multiple di Gardner (1994).

Proprio per la vocazione transdisciplinare del progetto le definizioni di robot, che sottostanno alla nostra riflessione, sono tre. La prima, e più gene-

<sup>3</sup> Raccomandazione del Consiglio del 22 maggio 2018 relativa alle competenze chiave per l’apprendimento permanente, in Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea C189 del 4.6.2018, p. 1.

rica, è riferibile al robot come “oggetto tecnologico” ovvero «macchina elettromeccanica programmabile in grado di eseguire compiti in maniera autonoma». Per quanto riguarda la RE tre sono le tipologie di oggetti tecnologici utilizzati: i robot assemblati, robot in kit e automi autocostruiti.

Nel nostro caso Lego® WeDo è un robot in kit che permette di assemblare vari modelli. La seconda definizione, presa in esame, riguarda il robot come “oggetto culturale” ovvero «significato condiviso incorporato in una forma» (Griswold, 2005). Nell’immaginario collettivo, infatti, la rappresentazione sociale di robot corrisponde a quella di un automa che si comporta come un uno di noi e che «attrae e terrorizza allo stesso tempo perché non familiare» (Moscovici, 1989). In fine approdiamo alla terza: robot come “oggetto cognitivo” ovvero «oggetto con cui pensare» (Norman, 1995). Questo è il caso dell’uso dei robot in kit nelle attività didattiche, in quanto strumento per facilitare l’apprendimento delle competenze.

Un altro significativo apporto teorico proviene dall’applicazione alla RE dei tre teoremi costruzionisti, elaborati da Papert (1993) con il linguaggio di programmazione LOGO. Sotto questo profilo la RE è da considerarsi “un ambiente di apprendimento in cui si sperimentano attività di didattica innovativa” (Marcianò, 2011), basate su:

- 1) teorema gestione del movimento, robot ripetitivi, programmazione ricorsiva;
- 2) teorema sensori, robot obbedienti, controllo del robot stimolo-risposta;
- 3) teorema intelligenza artificiale, robot intelligenti e risoluzione di strategie risolutive.

La struttura integrata delle attività (*Tab. 3*), proposta nel nostro progetto, richiama e sviluppa questi tre assunti.

## **Obiettivi di apprendimento dell’esperienza**

Durante l’avvio del progetto (a.s. 2016) l’obiettivo generale è stato quello di “rendere la RE strumento di verticalità e di didattica attiva per l’apprendimento delle competenze digitali, coinvolgendo tutta la comunità scolastica”. In linea con Le Indicazioni Nazionali-Nuovi Scenari (MIUR 2018)” le finalità del progetto (*Tab. 1*) sono state declinate in tre tipi obiettivi di ricerca: didattici, metodologici e socio-relazionali. Il loro raggiungimento è stato rilevato dalla spin off, attraverso un approccio quali/quantitativo “per target ed obiettivi” che ha visto la somministrazione di molteplici strumenti a tre tipi di soggetti diversi: alunni/e, insegnanti e genitori (*Tab. 2*).

Tab. 2 - “Approccio quali-quantitativo per target ed obiettivi”

Obiettivi	Descrizione	Target	Strumenti	Tempi
<i>Didattici</i>	Basi di RE e Coding Rafforzamento delle competenze STEAM	Alunni/e (classi 2°-3°-4°-5°) Docenti	Questionari semistruzzurati Risultati prove INVALSI	Ex-ante Ex- post
<i>Metodologici</i>	Procedimento per prove ed errori Applicazione del me- todo scientifico <i>Learn- ing by doing</i>	Docenti Alunni/e (classi 2°-3°-4°-5°)	Questionari Interviste semi- strutturate (in- segnanti) Osservazione partecipante (classe 5°)	Ex- post In itinere
<i>Socio- relazionali</i>	Apprendimento colla- borativo, lavoro di gruppo, ridefinizione dei ruoli all'interno del gruppo classe, ap- proccio critico alla relazione uomo- macchina	Alunni/e (classi 2°-3°-4°-5°) Docenti Genitori	Questionari Osservazione partecipante (classe 5°) Analisi lavori alunni Interviste	Ex- ante In itinere Ex- post

## Metodologia

Le attività del progetto sono state svolte in continuità (2016/19) su tutte le classi sia a scuola sia nel laboratorio della spin off, basandosi sulla “struttura integrata a livelli di difficoltà crescenti” (Tab. 3). Tale impianto si compone di attività differenziate che, anno per anno, ripropongono, ad ogni classe, le competenze già apprese integrandole con conoscenze e abilità nuove, attraverso specifiche metodologie: il “pensare con le mani” tipico dell’approccio Lego Serious Play (Beltrami, 2017); il *collaborative learning* in piccoli gruppi, il *playful learning* (Resnick, 2008) e del *learning by design* (Bers, 2008).

Tab. 3 - “Struttura integrata a livelli di difficoltà crescenti”

Livello e classe	Attività RE	Disciplina correlata	Tempi	Materiali
Primi passi 5 anni	Costruzione percorso e programmazione con frecce del robot mouse	Psicomotricità	4h	Robot Mouse code &go
Si parte 1° primaria	Costruzione e funzionamento primo robot in kit	Informatica	6h	Lego Wedo 1.0
Blocchi su blocchi 2° primaria	Costruzione di 2 robot e basi di programmazione blocchi	Informatica	8h	Lego Wedo 1.0
Dai Blocchi al codice 3° primaria	Costruzione di 2 robot e coding con Scratch	Informatica	10h	Lego Wedo 1.0 e scratch
Sperimentando 4° primaria	Costruzione e programmazione di 2 robot per risoluzione problemi scientifici	Informatica Scienze Matematica	12h	Lego Wedo 2.0
Alla prova 5° primaria	Progettazione, costruzione e programmazione modelli FLLJ	Informatica Scienze Matematica	20h	Tutti più set FLLJ

Tale struttura concretizza l’idea di una nuova concezione di “laboratorio scolastico” (INDIRE), che supera la divisione tra lezione teorica e attività laboratoriale. Inoltre, si fonda sul modello “Robot@school” (Cigonini, *et al.*, 2019) che prevede il lavoro nel piccolo gruppo e la suddivisione delle attività in tre momenti: la costruzione, la programmazione e la progettazione del robot. A seconda del livello i tre momenti si calibrano in maniera diversa. In prima la costruzione è prevalente ed è condotta dall’insegnante, finché i bambini non riescono a seguire le istruzioni (Lego) autonomamente e la programmazione è funzionale a vedere in azione il robot. In quinta, invece, la progettazione del modello tecnico-scientifico è prevalente e la costruzione e programmazione sono condotte in autonomia dai gruppi, con la supervisione dell’insegnante.

Ogni anno il progetto di RE è integrato nel tema educativo dell’anno, scelto dalla scuola e sia le famiglie che l’Istituto sono coinvolte nel sostegno economico delle attività e nella divulgazione dei risultati durante un evento finale a scuola nonché nella gara FLLJ della classe 5°. Tali sinergie hanno attivato un sistema di aspettativa e di stimolo per cui la RE diventa parte integrante dello stile educativo e di apprendimento scolastico.

## **Modalità di documentazione e valutazione degli apprendimenti**

La ricerca ha previsto la seguente scansione delle attività di valutazione. Nel 2016/17 è avvenuta la rilevazione ex ante e il test strumenti. Nel a.s. 2017/18 si è proceduto alla validazione dei questionari (17 items per le classi 2°-3° e n.24 items per le classi 4°-5° n.12 items per i genitori e n.25 items per insegnanti) delle interviste, della griglia di osservazione per le attività FLLJ della classe 5 e della griglia di analisi dei lavori degli studenti (carta di identità del robot e progetti FLLJ). Nell'a.s. 2018/19 si è svolta la rilevazione in itinere (osservazione partecipante e analisi dei lavori) e la fase ex post con gli altri strumenti di rilevazione (*Tab. 3*). Sono stati coinvolti gli alunni/e delle classi 2°-3°-4°-5°, le insegnanti ed i genitori, su base volontaria. Si è delineato un campione così composto: 107 alunni/e (56,6% maschi e 43,4% femmine coinvolti fin dal 2015/16 nel progetto), 8 insegnanti (di cui 4 coinvolti dal 2015/16 e 4 dal 2017/18), 46 genitori (appartenenti in modo abbastanza omogeneo alle diverse classi).

L'analisi dei risultati, attraverso una lettura multidimensionale ed integrata, ha restituito un quadro articolato dell'impatto del progetto sui target diretti (alunni e insegnanti) ed indiretti (genitori). L'approfondimento di alcuni aspetti ci ha permesso di rispondere ai seguenti quesiti.

Il progetto, nel medio periodo, ha attivato uno stile di apprendimento negli alunni, diverso dal solito? Nello specifico la RE è stata un veicolo di cambiamento dello stile di apprendimento e di insegnamento attraverso la transdisciplinarietà? Nella percezione della relazione uomo-robot? Nella ridefinizione dei ruoli all'interno del gruppo classe attraverso la didattica laboratoriale e l'apprendimento collaborativo?

## **Risultati e riflessione metodologica**

La lettura dei risultati si è concentrata sugli obiettivi metodologici e socio relazionali, tenendo conto di un sostanziale raggiungimento degli obiettivi didattici (su cui non ci soffermeremo). Infatti, il rafforzamento delle competenze scientifico-tecnologiche degli allievi è ben confermato sia all'osservazione partecipante sia dai docenti che nelle interviste richiamano l'andamento delle prove Invalsi delle classi 5 che mostra, soprattutto in matematica, un netto miglioramento e un andamento superiore alla media regionale e nazionale negli ultimi due anni (*Tab 4*).

Tab.4 - Risultati prove INVALSI Scuola Martelli Sammontana

Anno	Matematica			Italiano		
	Media	Esiti	Differenza <sup>4</sup>	Media	Esiti	Differenza
2013-14	56,3	188,0	-8,8	61,4	201,9	-2,4
2014-15	57,7	204,8	-0,6	62,1	211,3	+1,3
2015-16	68,1	231,2	+10,5	66,6	205,8	-1,1
2016-17	55,1	203,8	-3,4	65,7	218,0	+5,9
2017-18	58,1	216,8	+3,9	62,2	202,2	-2,6
2018-19	69,0	221,7	+7,9	71,7	222,7	+6,5

L'entrata della RE a scuola, dal 2015-16, ha prodotto un effettivo potenziamento didattico in ambito STEAM e ha rappresentato per tutta la comunità educante una "necessaria" innovazione. Da un contesto in cui la tecnologia a scuola si limitava all'alfabetizzazione informatica ed all'azione della docente referente a uno scenario in cui allievi, insegnanti e genitori si confrontano con la robotica. Da qui emerge il primo risultato ovvero che il robot si è configurato come "oggetto cognitivo" che ha facilitato la lettura dei fenomeni scientifici attraverso la costruzione dei modelli (Tab. 1- Finalità a.b.c). Tale risultato è però propedeutico al risultato più interessante ovvero che la RE è stata percepita e, di fatto, si è strutturata come "materia per riflettere su altre materie" da una parte permettendo il raggiungimento di alcune finalità (Tab. 1- Finalità h,i), dall'altra non riuscendo ad assumere il ruolo di metodologia transdisciplinare.

### **Il robot da oggetto culturale a oggetto cognitivo**

Contrariamente alle attese, gli alunni ed i genitori all'inizio del progetto, già possedevano un'idea radicata di robotica e robot, infatti il 91,7% di entrambi i target ha dichiarato (ex-ante) di aver già sentito parlare di robotica e di robot. Dall'analisi delle carte di identità del robot, somministrate ex-ante agli alunni/e, emerge l'idea di robot come "oggetto culturale" (Griswold, 2005). Il robot assume il significato condiviso di "tecnologia avanzata" ed è rappresentato nella forma dell'umanoide (nel 95% dei disegni) che si muove, parla e compie azioni fantascientifiche (salvare il mondo, vedere il futuro). Inoltre, è definito, nei questionari, per lo più "come un uomo di metallo" o "come un androide che può essere comandato" e non è individuato come uno strumento di uso quotidiano (67,4%). Sembra non esistere la consapevolezza del fatto che strumenti come gli elettrodomestici possono essere robot. Una rappresentazione sociale, forte nell'immaginario,

<sup>4</sup> Differenza nei risultati (punteggio percentuale) rispetto a scuole con background familiare simile.

che si è scontrata con la pratica. Infatti, dall'inizio delle attività con i robot in kit Lego® WeDo nei bambini non è emerso lo stupore legato all'oggetto tecnologico in sé, ma alle azioni che potesse eseguire e alle forme che potesse assumere. Le osservazioni in itinere hanno evidenziato la trasformazione dell'atteggiamento degli alunni/e da "spettatori" curiosi nel vedere i robot in azione a "smanettoni" desiderosi di montare, smontare e provare, corroborando la tesi che le attività di RE con Lego indirizzano fortemente l'approccio "tinker" dell'imparare facendo (Bizzarri, 2011). Tale approccio è stato veicolo del cambiamento nell'idea di robot che, nell'immaginario dei ragazzi, che è passato da "oggetto culturale" a vero e proprio "artefatto cognitivo" (Norman, 1995) collegato alle conoscenze e competenze apprese.

Infatti, nel questionario ex post, il 77,8% del campione fornisce una definizione generale corretta di robot ed il 61,1% ne identifica correttamente le parti principali. Anche nella percezione delle insegnanti e dei genitori il progetto ha favorito l'apprendimento di conoscenze di robotica e *coding*, ma maggiormente ha reso consapevoli i ragazzi della differenza tra uomo e robot.

Dall'analisi delle carte di identità del robot (ex-post) emerge che la definizione di robot si è spostata verso quella più competente di "macchina elettromeccanica" (65%) che senza programmazione non può funzionare e che può avere diverse forme, sebbene quella umanoide rimanga prevalente. Un dispositivo che realizza attività in contesti definiti (domestici – industriali – sottomarini) e con funzioni molto specifiche (pulizie, spostamento oggetti, gestione rifiuti) ed a supporto dell'uomo. Esaustiva la spiegazione di un bambino della classe 4° *"Se sono programmati bene, i robot sanno fare le cose dell'uomo"*.

Approfondendo il tema delle differenze uomo-robot, tuttavia, i contorni si sfumano ed emergono riflessioni interessanti in risposta alla domanda: "I robot sono macchine intelligenti?". La maggioranza (61,1%) nei questionari li ritiene non intelligenti, marcando in modo evidente le differenze nei loro: *"sono programmati da noi"*; *"funzionano con comandi, non con volontà"*; *"non hanno una mente per pensare"*; *"non pensano bene"*. Invece il 38,9% li ritiene intelligenti evidenziando il collegamento con l'uomo: *"ci aiutano"*; *"capiscono i nostri comandi"*; *"sanno fare cose che noi non facciamo"*; *"sanno fare tanto sbagliando il meno possibile"*.

## **RE, materia per riflettere sulle altre materie**

L'osservazione in itinere delle classi e le interviste semi-strutturate alle insegnanti hanno fatto emergere che l'iniziale volontà del progetto di rendere la RE una metodologia "transdisciplinare", si sia man mano modificata, generando un risultato, diverso dalle aspettative. La RE si è configurata come una "materia a sè stante", come si è evinto dalla pragmatica comunicativa dei ragazzi e degli insegnanti nel riferirsi esclusivamente alle attività in laboratorio. Ad esempio con le espressioni: «*si va a robotica*» (alunno 3°), «*quando si fa robotica?*» (alunna 5°), «*quest'anno si fa robotica in CLIL*» (insegnante di inglese); «*cosa fate a robotica quest'anno?*» (insegnante di 2°). Una "materia" che, nella percezione dei genitori, rappresenta un valore aggiunto al percorso didattico. Infatti, a fronte all'affermazione se il progetto differenziasse la propria scuola dalle altre, la maggioranza del campione (37 su 46) si è detto pienamente d'accordo, una minoranza d'accordo (9 su 46) e nessuno in disaccordo. Le motivazioni a supporto di questa convinzione sono aggregabili in tre categorie: 1) «è una materia non presente nelle altre scuole» (13 su 46); 2) «amplia le conoscenze informatiche e scientifiche utili nel futuro» (12 su 46); 3) «offre un approccio innovativo, concreto e creativo all'insegnamento tradizionale» (20 su 46). Le risposte molto dettagliate, in cui ricorre spesso la parola materia (17 su 46), mostrano come i genitori condividano l'intento del progetto e l'abbiano fatto proprio. Ad esempio: «altre scuole non pensano a questa materia come forma di educazione (mamma infanzia); «Un modo diverso per ampliare il proprio bagaglio di conoscenze, percorrendo nuove strade, attraverso il *coding* ed imparare i concetti base di altre materie come scienze, matematica» (papà classe 2°); «Esercita i bambini ad una programmazione logica, ad un lavoro di gruppo, a comprendere nuovi stimoli per future prospettive di studio» (mamma classe 5°).

Preso atto che la RE è stata percepita come "materia" è stato chiesto agli alunni se fare robotica fosse diverso dal fare un'altra materia ed il campione si è spaccato in due: per il 44,4% no per il 55,6% sì. Tuttavia, è ciò che differenzia la RE che fa riflettere. Per il 43,1% degli alunni la nota distintiva della materia è "creare qualcosa di nuovo", quindi è la relazione con l'oggetto cognitivo, con il robot non in quanto strumento tecnologico, ma in quanto "creazione" delle proprie mani e della propria mente. Risulta molto significativa anche la relazione che si instaura con i compagni durante il laboratorio. Infatti, per il 36,1% è il lavoro di gruppo la nota distintiva, mentre per il 13,9% è la risoluzione dei problemi condivisa che crea un valore aggiunto.

Ponendo l'attenzione delle insegnanti su questa evidenza, durante le interviste semi-strutturate, si è attivata da parte loro una meta-riflessione su come il progetto abbia fatto emergere la carenza del lavoro di gruppo nelle attività didattiche curriculari, la necessità di lavorare sull'ascolto e di incrementare la didattica laboratoriale per poter potenziare le attitudini degli allievi. Quasi tutti gli insegnanti (6 su 8) hanno riscontrato come, durante le attività del progetto, abbiano potuto osservare comportamenti dei singoli alunni non riscontrati nello svolgimento delle materie curriculari. In particolare modo la messa in atto di capacità collaborative (7 su 8) e di strategie di risoluzioni di problemi (5 su 8), ma anche difficoltà di seguire le istruzioni in un contesto di apprendimento diverso da quello quotidiano (4 su 8), difficoltà nel gestire i conflitti (3 su 8) e l'approccio diverso all'errore (5 su 8). Come sottolinea l'insegnante di 3°: «Il concetto di algoritmo come "procedura in grado di risolvere un problema", indipendentemente dagli elementi in nostro possesso, ha sviluppato nei bambini la ricerca di pianificazioni generiche in grado di risolvere situazioni problematiche utilizzando sempre uno schema dato. L'errore viene vissuto dai bambini non come momento di frustrazione ma come passaggio di verifica in grado di rivelare una soluzione efficace».

Dal focus di ricerca condotto con la classe 5°, che nell'a.s. 2018/19 ha partecipato alla FLLJ con tema "Mission Moon", emergono con maggiore chiarezza le condizioni (vincoli e opportunità) per cui la RE si è configurata come "materia che fa riflettere su altre materie" più che come metodologia transdisciplinare.

Il primo vincolo di contesto è stato l'identificazione del progetto con la preparazione alla gara da cui è derivato il coinvolgimento diretto dell'insegnante referente e dell'esperto, mentre indiretto degli altri docenti che hanno svolto un ruolo di supporto, senza però sentirsi realmente coinvolti. Ciò è stato riscontrabile anche nei percorsi delle classi dalla 1° alla 4° ed è adducibile ai seguenti fattori. Anzitutto alla mancanza di una formazione approfondita del corpo docente riguardo ai vari impieghi di Lego WeDO nella didattica. Quindi alla mancanza di un piano di attività di transfert delle competenze, apprese dai bambini attraverso la RE, su altre aree disciplinari. Di conseguenza il progetto ha assunto connotati molto netti e più incentrati sulle finalità tecnologiche e meno su quelle più "trasversali" (Tab. 1- *Finalità d.f.g.*), come emerge dall'osservazione partecipante. Nello specifico solo due alunne su 25 hanno mostrato, il giorno della gara, di aver fatto proprio uno stile di apprendimento attivo, basato sulla rielaborazione dell'esperienza. Sono state le uniche a prendere l'iniziativa di presentare il modello robotico e raccontare il loro progetto scientifico ai passanti, nel tipico stile da "science fair".

Tale risultato è anche riconducibile al secondo vincolo ovvero il modello tripartito di attività laboratoriali (costruzione- programmazione - progettazione del robot) della struttura integrata (Tab. 3). Perché se, da un lato, la ripetizione del modello, anno dopo anno, garantisce il raggiungimento e consolidamento delle competenze di RE (Tab. 1 - Obiettivi), dall'altro ha come conseguenza un'eccessiva staticità e specializzazione delle attività. In 5° la divisione dei ruoli all'interno di ogni squadra (costruttore, progettista, programmatore), decisa all'inizio dell'anno, è rimasta invariata fino alla fine ed è fortemente dipesa da ciò che ai bambini/e era piaciuto di più o in cui erano riusciti negli anni precedenti. Nella maggioranza dei casi (18 su 25) i ragazzi/e non hanno cambiato il loro ruolo nel corso dell'anno e si sono focalizzati su un aspetto specifico del progetto scientifico e tecnico.

Tuttavia, la suddivisione dei ruoli all'interno delle squadre nella classe 5° ha condotto anche verso quella che è stata l'opportunità più rilevante della RE "come materia": lo sviluppo dell'apprendimento collaborativo e del lavoro nel piccolo gruppo, ben poco utilizzato nella didattica quotidiana.

Infatti, la presa di ruolo di ciascun componente della squadra è avvenuta attraverso una fase di formazione del gruppo che potremmo definire "dal litigio al ruolo" e che sottolinea la poca familiarità degli alunni con il lavoro di gruppo. Poiché lo scontro e il disaccordo tra i membri delle squadre sui rispettivi compiti è durato qualche settimana ed è stato acceso, tuttavia si è concluso con la negoziazione e l'individuazione di ruoli chiave che non sono stati messi più in discussione. Il percorso "dal litigio al ruolo" ha permesso anche di rafforzare il gruppo intorno agli obiettivi della gara e non solo.

Come esprime Mia: «collaborando è migliorato il rapporto tra noi anche al di fuori della squadra». Per 18 alunni su 21 il lavoro di squadra è stato l'elemento caratterizzante dell'attività, con la convinzione che, come sostiene Guido: «se non si lavorava in squadra, non si arrivava in fondo!». Un lavoro di squadra con specifiche peculiarità: ruoli precisi, produttività, orientamento a obiettivo comune e piccolo gruppo. Elemento chiave anche secondo le tre insegnanti della classe 5°. Secondo loro il modello del piccolo gruppo ha permesso di osservare l'intelligenza sociale e interpersonale degli alunni "in atto", durante la risoluzione del problema e la condivisione con gli altri. Aspetti difficilmente stimolati nelle altre situazioni didattiche. Il lavoro in piccoli gruppi è stato ritenuto un sistema da replicare sia per gli insegnanti che per i genitori. Il punto di vista dei genitori di 5° è quasi unanime (95%) nel ritenere che FLLJ sia stata un'occasione per mettersi nei panni dell'altro e sviluppare capacità collaborative: facendo qualcosa per

gli altri, condividendo decisioni, interagendo con le idee altrui, vedendo le cose da prospettive diverse e usando le proprie potenzialità per un obiettivo comune.

In sintesi, la RE “come materia per riflettere su altre materie” è un risultato e un punto di partenza. Un risultato perché ha facilitato la creazione di un ambiente di apprendimento innovativo, incentrato sul robot come oggetto cognitivo, sulla verticalità e sul piccolo gruppo, rispondendo alle esigenze che hanno motivato l’avvio del progetto. Un punto di partenza per un cambiamento dello stile di apprendimento, in chiave realmente transdisciplinare, che presupporrebbe una revisione degli obiettivi didattici e degli strumenti di valutazione del progetto, una condivisione più ampia di intenti da parte del corpo docente e lo sviluppo di una didattica laboratoriale estesa a tutte le materie.

## Conclusioni

Il progetto, pur nella sua complessità, ha prodotto nel triennio una macro-evidenza: l’identificazione della scuola nel territorio come “la scuola dove si fa robotica” grazie all’attivazione di tutta la comunità educante. Ciò è avvenuto attraverso il coinvolgimento totale gli alunni (93,4% stimato dai genitori), la condivisione ed il racconto del progetto in famiglia, l’alta soddisfazione dei ragazzi/e nello svolgimento delle attività (84,4%) e la creazione di un sistema di aspettative rivolto al percorso dell’anno successivo e alla partecipazione in 5° alla gara. Infatti, a giugno 2019 è unanime la volontà di docenti e famiglie a continuare il progetto nel triennio successivo, perché, come ha affermato Guido di 5°: «la robotica è tra di noi, è parte della nostra scuola e della nostra vita!». Ad ulteriore conferma di ciò, a seguito della sospensione scolastica per il Covid-19, la scuola sta progettando il riavvio delle attività a Settembre 2020 proprio con un percorso didattico e socioeducativo per il recupero delle competenze di base attraverso la RE.

## Bibliografia

- Beltrami G. (2017), *Legò Serious Play: pensare con le mani*, Feltrinelli, Milano.
- Bizzarri C. (2016), *Il Dado è tratto in* Di Bari C. e Mariani A., a cura di, *Media Education 0-6. Le tecnologie digitali nella prima infanzia tra critica e creatività*, Anicia, Roma.

- Cigognini E., Miotti B. e Bizzarri C. (2018), “*I laboratori di robotica educativa per una didattica attiva. Il caso delle scuole di Firenze aderenti all’offerta formativa di Le Chiavi della Città*”, *Form@re Open Journal per la formazione in rete*, 19, 1: 149-164.
- Gardner H. (1994), *Intelligenze multiple*, Anabasi, Roma.
- Griswold W. (2005), *Sociologia della cultura*, Il Mulino, Bologna.
- Jenkins H., Ferri P. (a cura di) (2010), *Culture partecipative e competenze digitali. Media education per il XXI secolo*, Guerini e Associati, Bologna.
- Marcianò G. (2017), *Robot&Scuola*, Hoepli, Milano.
- Marcianò G. (2009), “Una Rete di scuole per la RoboCup jr italiana” *Rassegna dell’Istruzione*, 52-54.
- MIUR (2018), *Indicazioni Nazionali sul curriculum - Nuovi Scenari*, Roma.
- Moscovici S. (1989), *Le rappresentazioni sociali*, Il Mulino, Bologna.
- Norman D. (1995), *Le cose che ci fanno intelligenti*, Feltrinelli, Milano.
- Papert S. (1993), *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*, Paperback, New York.
- Papert S. (1986), *Constructionism: A new opportunity for science education-a proposal to the national science foundation*. MIT Media Laboratory, Cambridge, MA.
- Piaget J. (1971), *L’epistemologia genetica*, Laterza, Bari.
- Resnick M. (2008), "New Pathways into robotics: strategies for broadening participation" *Journal of Science Education and Technology*, February 2008.
- Scaradozzi D., Sorbi L., Pedale A., Valzano M. e Vergine C. (2015), “Teaching-Robotics at the Primary School: An Innovative Approach”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838-3846.
- Bers M. (2008), *Blocks to robots*, London teachers College Press, London.
- Vygotskij L. (1973), *Lo sviluppo psichico del bambino*, Editori Riuniti, Roma.

# Lacio Drom. La robotica educativa e il circo: convivialità delle differenze

di *Ilaria Vitali*

## Introduzione

«Lacio Drom, professoressa!».

Inizia così l'esperienza di robotica educativa in una scuola secondaria di primo grado dell'entroterra versiliese, a vocazione rurale. Inizia con l'augurio in idioma Rom ("buon viaggio!") di una mamma che accompagna il figlio al laboratorio pomeridiano progettato allo scopo di raggiungere i ragazzi a rischio dispersione scolastica, per coinvolgerli e motivarli.

Il laboratorio di robotica educativa (LRE) era uno dei moduli del progetto PON/FSE, presentato per favorire il raggiungimento di uno degli obiettivi prioritari del PTOF relativo alla «prevenzione e contrasto della dispersione scolastica, di ogni forma di discriminazione e potenziamento dell'inclusione» (PTOF, paragrafo 4.1).

Il laboratorio, pertanto, aveva lo specifico compito di promuovere il benessere scolastico e favorire l'inclusione, offrendo occasioni per sperimentare una positiva relazione con se stessi, con i pari e con la scuola in generale, attraverso un approccio educativo personalizzato in grado di appassionare gli studenti, affinché diventino protagonisti di un proficuo percorso scolastico e del cammino della vita in generale.

I ragazzi coinvolti sono stati venti, tra i tredici e i quindici anni, frequentanti la scuola secondaria di primo grado, provenienti da un contesto socio-culturale povero di stimoli e condizionato da stereotipi e pregiudizi. Alcune famiglie erano inserite in percorsi di assistenza sociale.

## Sfondo teorico

Ho progettato il laboratorio di robotica educativa utilizzando lo strumento dello “sfondo integratore”, in questo caso il circo, ritenendo che questo costruito pedagogico fosse il più adatto a coinvolgere ragazzi demotivati. Lo sfondo, infatti, si configura come un “contenitore motivazionale” particolarmente flessibile e che non avverte l’impellente necessità di un controllo sui risultati cognitivi raggiunti. L’attenzione, piuttosto, è rivolta al clima relazionale e sociale che s’instaura nel rapporto formativo, tenendo conto della realtà scolastica e delle risorse materiali a disposizione. Come messo in luce da alcuni autori, lo sfondo ha la «forte potenzialità di integrare i soggetti in situazione di difficoltà» (Canevaro, 1997, pp. 22-27; Zanelli, 1986) per cui si presta alla creazione di un contesto educativo inclusivo per ragazzi e per ordini di scuola diversi dall’infanzia, dove solitamente è applicato. La mia esperienza è stata sostenuta dall’esempio di scuole<sup>1</sup> secondarie di primo grado che hanno inserito lo sfondo nella programmazione della propria attività. Le stesse “Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari” affrontano il tema della cittadinanza presentandolo come «vero sfondo integratore» per tutto il primo ciclo d’istruzione.

La proposta, inoltre, aveva carattere laboratoriale, per la caratteristica di identificare l’allievo come protagonista del percorso educativo, al quale è riconosciuta la possibilità di incidere sulla realtà attraverso un dialogo continuo, modificando continuamente le proprie strategie di «modellamento della realtà stessa» (Zanelli, 1986). Ho ritenuto, quindi, che lo sfondo integratore s’inserisse perfettamente in questi aspetti e li valorizzasse.

Ho scelto di presentare il circo, come «sfondo integratore metaforico» (Zanelli, 1986) attraverso il quale interagire con i ragazzi e capovolgere il loro punto di vista: da fenomeni da baraccone, per loro stessa affermazione, ad artisti, protagonisti indiscussi di uno spettacolo motivante. Il riferimento è stato un particolare tipo di circo, quello sociale, che è luogo d’incontro e di relazioni, che dà possibilità agli “strani” di esprimersi e di allenare le proprie capacità, in un ambiente in cui la diversità è una ricchezza. In particolare, la pedagogia del circo sociale si basa sul presupposto che Klein definisce «la trasformazione in attivo»: riuscire gradualmente a padroneggiare oggetti e azioni, favorisce «l’integrazione del sé», del senso di autonomia e dell’iniziativa soggettiva. Il circo è spettacolo: vivere le emozioni legate all’esprimersi e all’esporsi, con i compagni e con il pubblico, dà ai ragazzi l’opportunità di sperimentare un percorso di gestione delle emozioni che

<sup>1</sup> IC Rosmini (RM), Istituto di Istruzione Superiore "V. Floriani" (MB) e IC Montecastrilli (TE)

spesso, in altre situazioni e contesti, viene sacrificato, se non addirittura eluso.

La robotica educativa, inserita nello sfondo integratore, è stata utilizzata come mediatore, cioè «come strumento d'apprendimento motivante, trasversale, cooperativo, interdisciplinare e di inclusione» (Piano Nazionale per la Scuola Digitale, 2015). La motivazione a imparare non è imposta dall'esterno mediante premi, gratificazioni o punizioni, ma nasce dall'attività, che diventa così uno stimolo interno a chi opera e giudica da solo il risultato del suo impegno. L'apprendimento “significativo”, generato da attività coinvolgenti e motivanti, genera l'interesse per la scuola e per lo studio che durerà per tutta la vita, realizzando il tanto auspicato *lifelong learning*, così importante anche in contesti di dispersione scolastica. La robotica educativa trova il suo spazio naturale nella didattica laboratoriale, luogo dell'informale, i «terzi spazi» (Potter e McDougall, 2017) dove non s'insegna ma si apprende, e si apprende di più attraverso pratiche di *peer-education* che non in una prospettiva classica di educazione verticale. Inoltre, la robotica educativa lavora per *problem-solving*, una competenza che permette ai soggetti di fronteggiare con maggiore efficacia lo stress e le frustrazioni, anche scolastiche, rivelandosi un ottimo alleato per il contrasto alla demotivazione.

Nella progettazione, inoltre, si è rivelata di fondamentale importanza, la previsione e la strutturazione di un lavoro di regia mirato a sostenere i processi di autonomia degli studenti. In quest'ottica, l'intero percorso è stato improntato sull'ascolto attivo, una tecnica di comunicazione utilizzata soprattutto nell'ambito del *counseling*. Questo metodo è «uno stile comunicativo di tipo assertivo, utile a promuovere sia la capacità di esprimere in modo corretto ed efficace le proprie emozioni o argomentazioni, sia quella di saper ascoltare e percepire le ragioni e i sentimenti degli altri, stabilendo con gli interlocutori quel contatto autentico che può diventare base per relazioni arricchenti ed efficaci» (Gordon, 2015).

## **Obiettivi d'apprendimento specifici dell'esperienza**

Da tempo la scuola italiana è chiamata «a dare supporti adeguati affinché ogni persona sviluppi un'identità consapevole ed aperta e a realizzare percorsi formativi sempre più rispondenti alle inclinazioni personali degli studenti» (Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari, 2018). Tra le sue finalità troviamo quella di offrire occasioni di apprendimento e di favorire l'autonomia di pensiero. E la scuola realizza appieno la sua funzione pubblica solo impegnandosi per il successo scolastico di tutti gli studenti.

Nel processo d'apprendimento si rivela fondamentale valorizzare l'esperienza e le conoscenze degli alunni, per ancorarvi nuovi contenuti, favorire l'esplorazione e la scoperta, promuovere il gusto della ricerca. In questa prospettiva, la problematizzazione svolge una funzione insostituibile: sollecita gli alunni a sollevare domande, a mettere in discussione le conoscenze già elaborate, a trovare appropriate piste d'indagine, a cercare soluzioni originali.

Ma un ruolo altamente significativo è svolto anche dalla dimensione sociale, ecco perché risulta efficace l'uso delle nuove tecnologie che permettono di operare insieme per costruire nuove conoscenze.

Così, a partire da queste riflessioni, il percorso elaborato prevedeva di:

- far acquisire ai ragazzi un nuovo punto di vista sull'esperienza scolastica: da scuola vissuta come luogo inospitale ad ambiente accogliente e stimolante;
- far loro scoprire la potenzialità dell'uso delle domande nell'affrontare nuove situazioni (*problem solving*);
- progettare con gli studenti semplici attività con i robot;
- creare tra loro relazioni positive.

## Metodologia dell'esperienza

Le attività del LRE si sono svolte nell'arco delle trenta ore previste dal PON, di pomeriggio, nei locali della scuola, che ha fornito tutti gli spazi utili (aula di informatica, cortile, auditorium), i materiali di cancelleria e cinque kit Lego Mindstorm. Il percorso si è articolato in tre fasi, l'ultima delle quali prevedeva la presentazione di quanto realizzato.

La prima parte del percorso (dieci ore) si è concentrata su attività propeedeutiche per la formazione del gruppo, attraverso tecniche di ascolto attivo. Un esercizio utile è stato quello di leggere brevi storie di Asimov introducendo delle pause durante le quali chiedevo ad ogni ragazzo di raccontare al compagno vicino quello che aveva ascoltato. Mentre lavoravano, giravo tra loro osservando lo stile delle conversazioni e gli atteggiamenti non verbali per iniziare a conoscerli un poco. Un'altra tecnica usata è stata quella dell'uso dei soli gesti per esprimere, rispetto ad una proposta, l'accordo (alzare due mani), il disaccordo (alzare una mano) e il dubbio (alzare una matita/penna). Questa strategia ha permesso loro di ascoltarsi maggiormente ed è stata apprezzata soprattutto dai più timidi che così si sono sentiti di avere "voce". Ogni incontro aveva un momento iniziale dedicato all'espressione dei propri vissuti, ansie, preoccupazioni e disagi che, se non comunicati ed elaborati, potevano passare attraverso un successivo compor-

tamento negativo. Ascoltando e osservando i ragazzi, mi sono accorta che spesso si mostravano insofferenti alle situazioni prettamente d'aula e quindi ho utilizzato, dove possibile, attività informatiche unplugged utili per proporre contenuti didattici senza vincolare i ragazzi ad un computer o ad un tavolino. Si è giocato, ad esempio, ad interpretare robot con capacità limitata (come muovere solo le mani) cui dovevano essere impartiti ordini: anche il compito di preparare un panino è risultato meno semplice di quanto fosse apparso inizialmente e questo ha acceso la loro curiosità. Queste strategie hanno aiutato i ragazzi a conoscersi meglio in poco tempo, presupposto importante per un buon lavoro di gruppo.

La seconda fase (sedici ore) ha visto i ragazzi progettare il loro circo e suddividersi per gruppi di interesse. Procedendo sempre a domande è stato chiesto: «Circo è?». I ragazzi hanno descritto uno spettacolo con animali ammaestrati, acrobati e clown. Ho presentato quindi alcuni brevi filmati del *Cirque du Soleil* per proporre la svolta contemporanea del circo in cui anche la danza e la musica fanno pienamente parte dello spettacolo. I ragazzi si sono entusiasmati di fronte alla bellezza delle performance e l'apertura ad un circo più fantasioso ha permesso a ciascuno di loro di trovare la modalità in cui esprimersi. Sono nati i gruppi: *Dance* (appassionati di musica), *Art* (amanti dei murali), *Clown Storytelling* (estimatori degli scherzi), *Domatori* (amanti del comando) e *Acrobati* (amanti delle sfide).

E come integrare i robot nel circo? I ragazzi non hanno avuto difficoltà a trovare ruoli per i robot ma programmarli è stato più complicato: sviluppare un comportamento coerente con quanto immaginato (come ad esempio riuscire a replicare una capriola) poteva non essere possibile in termini di tempo, di possibilità o di competenze. I ragazzi, compresa la problematica, sono partiti da quello che riuscivano a programmare per far muovere i loro robot: i domatori hanno trasformato il robot in una tigre che avanzava o indietreggiava a comando, gli acrobati hanno realizzato un funambolo che camminava a due metri di altezza con rete di protezione, i clown hanno fatto ripetere ai robot le barzellette, i danzatori hanno studiato una semplice coreografia da ballare con il robot, infine gli artisti hanno programmato il robot affinché firmasse con la sigla *art* il murale realizzato sul fogliomuro.

Pronti i robot, lo spettacolo ha preso vita, nella terza e ultima parte del laboratorio (quattro ore). Il tempo a disposizione per la messa in scena non era molto, per cui i ragazzi sono stati guidati a stendere una lista degli aspetti che ritenevano fondamentali: ambientazione, musica e scaletta. Il gruppo *Art* ha ideato una locandina (*Fig. 1*) e ha realizzato la scenografia con un tendone gioco, il gruppo *Dance* ha creato la colonna sonora e tutti gli altri hanno scritto semplici frasi per introdurre ogni esibizione.



Fig. 1- Locandina dello spettacolo

La presenza del pubblico è stata uno dei fattori che ha maggiormente sorpreso i ragazzi. Tra gli spettatori c'erano i loro genitori, incuriositi dall'interesse che avevano visto crescere nei propri figli e desiderosi di scoprire che cosa fosse successo in quella scuola vissuta dai ragazzi come inutile e faticosa, ma che da un po' di tempo invece frequentavano con più motivazione e che ora li vedeva protagonisti e "programmatori di artisti circensi".

Il momento finale è stato suddiviso in due parti: la prima, di una ventina di minuti, dedicata ad illustrare al pubblico il lavoro svolto così da prepararlo a coglierne le complicazioni, le sfide e le conquiste che i ragazzi avevano sostenuto e vinto; la seconda parte, cioè lo spettacolo vero e proprio di circa trenta minuti, con le esibizioni degli "artisti".

## Modalità di documentazione e valutazione degli apprendimenti e/o del percorso didattico

Una delle fasi di un laboratorio di robotica educativa efficace è la parte dedicata al *debriefing* dell'esperienza (il feedback per l'informatica), tuttavia le ore a disposizione del PON erano terminate. È stato allora che ho proposto ai ragazzi di vederci ancora una volta, oltre il numero degli incontri previsti, per valutare il lavoro svolto e consapevolizzare il percorso affrontato.

Una delle risposte più importanti dell'esperienza, per me, è stata proprio l'unanime ed entusiasta adesione a questa richiesta. Sapevo che per i ragazzi venire ancora una volta sarebbe stato particolarmente impegnativo, visto che eravamo a fine scuola e, soprattutto, perché riguardava un'attività prettamente valutativa.

I ragazzi sono tornati un pomeriggio per un incontro di due ore. Avevo preparato una presentazione in cui le finalità del progetto erano esplicitate attraverso una domanda per stimolare una breve discussione: ho preferito un dibattito piuttosto che una prova scritta di verifica e di autovalutazione.

Il punto focale, a mio avviso, era la promozione di un nuovo punto di vista sulla scuola: «Siete stati bene a scuola?». I ragazzi hanno affermato che, pur nella fatica di alcuni momenti, era stato interessante venire al laboratorio (“a scuola”). Era stato anche strano aver voglia di imparare ma la curiosità verso i robot e lo stimolo a perseguire le ambizioni emerse li avevano spronati a non abbandonare il percorso.

Ho poi chiesto loro: «Quanto contano le domande per capire una situazione?». I ragazzi hanno raccontato di quanto spesso si abbia la tentazione e l’ansia di dover/voler trovare velocemente delle soluzioni e come ciò faccia perdere di vista il problema stesso. Hanno colto quanto l’uso delle domande riduca questo rischio nonostante si siano trovati in difficoltà ad entrare in questa mentalità sentendola come una perdita di tempo rispetto al dedicarsi immediatamente alla soluzione. La riflessione finale di uno di loro è stata molto significativa: era contento per essere riuscito a non andare fuori tema all’ultima prova scritta di italiano, perché si era soffermato sul titolo riuscendo a coglierlo come “richiesta-problema” intorno al quale raccogliere le domande che da esso scaturivano senza, quindi, perdere di vista quanto chiesto. La scoperta di poter trasferire questo approccio in un ambito diverso dal laboratorio è stata vissuta dal ragazzo come un successo e riconosciuta anche dai compagni.

Un altro obiettivo era la realizzazione di semplici attività con i robot e l’acquisizione di alcuni concetti basilari del *coding*. Ho proposto al gruppo una serie di definizioni, i ragazzi dovevano riconoscere quando si erano imbattuti in quelle situazioni. Ad ogni riconoscimento veniva esplicitato il termine tecnico appropriato. Ad esempio: «È un procedimento che risolve un determinato problema attraverso un numero finito di istruzioni elementari, chiare e non ambigue», i ragazzi hanno risposto che questo è la programmazione dei robot. Ho allora presentato il termine “algoritmo” e gli studenti si sono accorti che anche per l’attività unplugged sul panino avevano formulato un algoritmo, non era quindi una cosa così difficile!

A conclusione del *debriefing*, ho chiesto se ritenessero che discutere tra loro fosse stata una modalità efficace per realizzare il circo robotico. I ragazzi hanno risposto che era stato fondamentale ma che è più facile programmare un robot che ascoltare in modo attivo i compagni, soprattutto senza giudicarli. Hanno sottolineato come il lavoro di gruppo sia stata una risorsa per la risoluzione di problemi complessi, ma che serve una buona coordinazione per superare la svogliatezza e la paura di non farcela. Quello

che li aveva aiutati era stato il poter contare sui compagni: quando uno di loro sembrava cedere la spugna veniva stimolato a continuare. Ho colto qui l'occasione di sottolineare ai ragazzi quanto sia importante saper costruire relazioni tra pari che aiutino a crescere e a superare le difficoltà.

## Risultati e riflessione metodologica

«Prof, perché perde tanto tempo con noi? Siamo solo fenomeni da baraccone». L'affermazione, emersa alla fine della prima fase del laboratorio, è apparsa, inizialmente, come un giudizio spiazzante e inappellabile su loro stessi. Utilizzando l'ascolto attivo per migliorare la percezione di sé, prestando attenzione alle loro domande ed esplicitando con chiarezza le finalità, è stato tuttavia possibile chiedere ai ragazzi di darsi un'opportunità.

Lo sfondo integratore del circo è stato la molla che li ha portati a sentire il loro lavoro come una possibilità di riscatto, trasformando il *baraccone* in uno *spettacolo di artisti*.

La proposta del circo era la mia scelta progettuale, il titolo, invece, è arrivato dai ragazzi. Durante un incontro, al termine della preparazione dello spettacolo, hanno ripensato a quell'augurio iniziale e l'hanno sentito, da quel momento, come la sintesi del lavoro svolto: un vero e proprio viaggio, arrivato a destinazione (lo spettacolo, appunto). È nato così il circo "Lacio Drom", il primo e unico spettacolo al mondo per l'interazione artisti umani e robotici.

La fase del progetto più stimolante e più combattuta è stata indubbiamente quella della realizzazione dello spettacolo: concretizzare le idee emerse, interagire con i robot, lavorare sul *coding* e sulla messa in scena dello show finale, ha fatto salire la motivazione dei ragazzi.

La sfida è stata quella di tenere alta questa energia, la soluzione è stata la flessibilità. La progettazione è stata infatti rimodulata man mano che emergevano, da parte dei ragazzi, criticità e/o punti di forza: usando, ad esempio, più attività unplugged rispetto alla teorizzazione, oppure valorizzando maggiormente la spiccata manualità di alcuni studenti già abituati a costruire semplici manufatti.

«L'apprendimento è una costruzione piuttosto che una trasmissione di conoscenze ed è reso più efficiente quando è parte di un'attività, come la costruzione di un prodotto significativo» (Papert, 1980). I ragazzi sono stati artefici del loro processo di apprendimento, ciascuno nella modalità che meglio si confaceva alle proprie caratteristiche e specificità, attingendo, inoltre, al proprio bagaglio di esperienze.

“Imparare facendo”, dunque, ma il semplice fare non basta, altrimenti si memorizzano solo attività meccaniche. Per comprendere deve intervenire la riflessione, il pensiero: le azioni debbono essere interiorizzate, eseguite mentalmente. Al fare si deve accompagnare il pensiero: quindi *learning by doing*, ma anche *learning by thinking*. I ragazzi, costruendo i robot, hanno dovuto elaborare diverse ipotesi, procedendo per prove ed errori, secondo il ragionamento scientifico, rispondendo a problemi realistici: per riuscire a far stare i robot sul palcoscenico, ad esempio, era necessario eseguire calcoli matematici e applicare formule che, a quel punto, sono diventate necessarie e interessanti.

E poi, “imparare facendo e coinvolgendo”: il lavoro coi robot ha fatto nascere nei ragazzi la necessità della narrazione, della condivisione delle esperienze, delle ipotesi, degli errori e dei progressi.

Si sono, inoltre, resi conto della specificità del linguaggio informatico e quindi della necessità di conoscere i termini tecnici per rendere il processo di comunicazione più univoco e rapido: le parti di un robot non erano più “pezzi” ma “attuatori” o “rotori”.

La robotica educativa ha quindi dimostrato la sua validità come strumento di ausilio alle varie discipline, dall’area matematica-scientifica, a quella umanistica (esempio l’utilizzo dei linguaggi formali e informali), a quella artistica (per la creatività che la costruzione e l’utilizzo dei robot stimolano).

Mi piace, inoltre, sottolineare nuovamente quanto emerso dai ragazzi durante il *debriefing*: l’efficacia della cura dell’aspetto emotivo (l’entusiasmo, il divertimento, la stanchezza, la sfiducia e la curiosità) per il successo del percorso formativo-didattico e per il rafforzamento dell’autostima.

L’organizzazione del laboratorio è stata prevista e realizzata nei due mesi finali dell’anno scolastico. Questa tempistica ha relativizzato la possibilità di ricadute positive, in ambito disciplinare, di quanto acquisito all’interno del laboratorio. Questa criticità è emersa anche dalla relazione conclusiva della docente-tutor presente al laboratorio. Nel successivo confronto con l’Istituto, ho proposto di realizzare questo tipo di laboratori nel primo periodo dell’anno scolastico e possibilmente ad inizio corso di studi. In tal modo alcuni obiettivi, in particolare quelli riferibili all’inclusione e al contrasto dell’abbandono scolastico, hanno maggiore possibilità di essere raggiunti e mantenuti nel tempo. Sicuramente anche il trasferimento, in ambito più prettamente didattico, delle abilità e delle competenze acquisite, risulterebbe più evidente con una scansione temporale anticipata e diluita.

Il LRE potrebbe rappresentare una scelta fondamentale per supportare il successo formativo degli alunni. Come già accennato, ne andrebbe prevista una diversa durata e collocazione temporale, dandogli una dimensione di

stabilità e ripetibilità nel corso dei vari anni scolastici. In tal modo si potrebbero ipotizzare percorsi in sinergia e continuità con i contenuti didattici, le abilità e le competenze previste per i vari ambiti disciplinari. Sarebbe anche possibile stabilire processi e metodi di valutazione della ricaduta didattica delle esperienze effettuate nel laboratorio.

Nel pensare al LRE e al suo utilizzo nel percorso scolastico, inoltre, va sempre tenuto presente che esso è frutto di scelte metodologiche, contenutistiche e strumentali che non possono essere improvvisate. Perché sia veramente efficace, la sua strutturazione richiede la conoscenza e la padronanza di contenuti didattici, pedagogici e informatici che nascono da un'accurata preparazione della persona chiamata a realizzarlo.

## Conclusioni

Sperimentare l'ambientazione del circo, è stata, se vogliamo, anche una sorta di scommessa. I ragazzi hanno scelto di passare i loro pomeriggi al laboratorio, piuttosto che nella piazzetta del paese o in giro, come facevano d'abitudine. Hanno ideato e realizzato lo spettacolo, occupandosi di montaggio, programmazione e performance personale. Attraverso la programmazione dei robot e l'interazione con essi, hanno ricreato l'ambientazione del circo, quale luogo di espressione artistica multiforme, interagendo in veste di artisti e co-protagonisti.

La positiva ricaduta del laboratorio come emersa dal *debriefing* mi spinge a dire che questa scommessa si è dimostrata una strategia efficace.

Lo sfondo teorico del circo sociale è stata la scelta che ha consentito a ogni ragazzo di sentirsi accolto, la creazione e la programmazione dei robot sono state le attività che hanno fatto emergere e valorizzato la creatività di ciascuno, aiutandolo a controllare ogni passaggio e a non disperdere l'attenzione.

Questa esperienza di laboratorio ha tutte le potenzialità per diventare una modalità di realizzazione di un LRE, sia in contesti simili a quello in cui si è sviluppata, sia in ambiti di valorizzazione delle eccellenze, in cui i ragazzi indagano situazioni sempre più complesse.

Si aprono anche nuove opportunità: i futuri sviluppi del binomio circo sociale/robotica educativa sono ancora da esplorare, a partire dalla sua evoluzione in versione, per così dire, 2.0.

Si potrebbe pensare ad un salto di qualità, con un potenziamento tecnologico attraverso l'uso di robot più evoluti e con programmazioni più articolate, per realizzare uno spettacolo circense più accattivante e coinvolgente. Sarebbe inoltre sicuramente interessante e stimolante prevedere la parteci-

pazione di veri artisti per far vivere concretamente ai ragazzi l'atmosfera e le sfide che un circo ancora propone.

Robotica e circo dunque, binomio strano, ma sicuramente efficace e divertente.

E allora e ancora, «Lacio Drom, professoressa!».

## Bibliografia

- Asimov I. (1991), *Tutti i racconti. Volume primo*, Arnoldo Mondadori Editore.
- Beucci M., Colasanti A.R. (2010), *La demotivazione scolastica come sintomo di un sè scoraggiato*, Il Mulino, Bologna.
- Canevaro A., Lippi G. e Zanelli P. (1988), *Una scuola uno sfondo. Sfondo integratore, organizzazione didattica e complessità*, Bologna, Nicola Milano Editore.
- Cornoldi C. (1995), *Metacognizione e Apprendimento*, Il Mulino, Bologna.
- De Beni R., Moè A. (2000), *Motivazione e apprendimento*, Il Mulino, Bologna.
- Dal Gallo F., Alves De Macedo, C. (2008), *Il Circo Sociale. Escola Picolino, Arte-educazione e Inclusione Sociale*, Semples, Macerata.
- Gordon T. (2013), *Insegnanti efficaci*, Giunti Editore, Firenze.
- Gordon T. (2015), *Relazioni efficaci, Come costruirle, come non pregiudicarle*, La Meridiana, Molfetta.
- Martello M. (2004), *Intelligenza emotiva e mediazione*, Milano, Giuffrè Editore.
- MIUR *Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari*, 2018.
- MIUR *Piano Nazionale per la Scuola Digitale*, 2015.
- Novak J.D., Gowin D.B. (1989), *Imparando ad imparare (t.o. Learning how to learn)*, Torino, SEI Frontiere.
- Papert S. (1980), *Mindstorms. Bambini computer e creatività*, Emme, Milano.
- Papert S. (1986), *Constructionism: A new opportunity for elementary science education*, NSF Grant Application.
- Potter J., McDougall. J. (2017), *Digital Media, Culture and Education. Theorising Third Space Literacies*, Palgrave Macmillan, London.
- Stipek D.J. (1996), *La motivazione nell'apprendimento scolastico*, SEI Frontiere Torino.
- Zanelli P. (1986), *Uno sfondo per integrare. Esperienze di programmazione di situazioni educative*, Cappelli Editore, Padova.

# Dieci anni di First Lego League Italia

di *Alessandro Efrem Colombi e Alfonso Benevento*

## Introduzione

Il progetto di cui proponiamo a seguire una sintesi retrospettiva, il concorso internazionale denominato First Lego League (FLL), rappresenta da oltre due decadi una sorta di standard *de facto* tra i concorsi scientifici destinati al contesto scolastico e formativo. Non soltanto rispetto a iniziative simili, e in generale per tutte le attività legate alla robotica educativa<sup>1</sup> in ambito internazionale, ma anche relativamente ai concorsi orientati alla promozione tecnico-scientifica e pensati per studenti delle scuole primarie e secondarie di entrambi i gradi. Quanto segue riferisce in particolare all'esperienza italiana svolta nel novero di tale progetto internazionale, una "sintesi personale" delle sette edizioni organizzate a partire dal 2012. Le competizioni svolte in Italia sino ad oggi hanno avuto luogo grazie al coordinamento della Fondazione del Museo Civico di Rovereto, istituzione che nel 2012 assunse appunto la titolarità della sezione nazionale del progetto First Lego League (a seguire FLL). Tale iniziativa, inaugurata nel 1998 negli Stati Uniti, ha coinvolto complessivamente oltre 320.000 bambini e ragazzi tra i nove e i sedici anni, provenienti da 98 nazioni, organizzati in più di 40.000 squadre.

Il capitolo italiano del progetto<sup>2</sup> ha preso dunque avvio nel 2012, e a partire da quel momento e sino ad oggi è stato coordinato, gestito e promosso, grazie alle energie e alla passione di una squadra che, pur facendo riferimento al Museo Civico di Rovereto, ha richiesto l'impegno di molteplici soggetti, differenti per competenze, ambiti di riferimento, provenienza.

<sup>1</sup> Järvinen, E.M. (1998). The Lego/Logo Learning Environment in Technology Education: An Experiment in a Finnish Context. Volume 9 Issue 2 (spring 1998). - <https://tinyurl.com/y454gtew> (ultima consultazione: 22/10/2020)

<sup>2</sup> Indirizzo ufficiale del progetto FLL per il nostro Paese, curato dalla Fondazione Museo Civico di Rovereto: [http://fll-italia.it/fll\\_home.jsp](http://fll-italia.it/fll_home.jsp)

Soggetti quali insegnanti d'ogni ordine scolastico e docenti universitari, amministratori, tecnici ministeriali e professionisti, genitori e animatori culturali, solo per citarne alcuni. Perciò il nostro racconto punta a descrivere i primi anni di FLL Italia cercando di riassumere il senso complessivo dell'iniziativa, puntando a restituire almeno in parte l'entusiasmo che ci ha contagiato in quanto giudici della sezione "Core Values"<sup>3</sup>. Giudici di questa atipica competizione-cooperativa, iniziativa unica nel suo genere e che, pur essendo rimasta sostanzialmente tale, ha partecipato ad ispirare molteplici proposte più o meno simili, orientate alla promozione delle conoscenze tecnico-scientifiche delle nuove generazioni. Un concorso nato con l'obiettivo primario di stimolare, attraverso la soluzione di problemi concreti (Schank 1995); (Roberts, 2012) e di rilevanza globale, creatività, consapevolezza e competenze tecnico-scientifiche di bambini e ragazzi di tutto il mondo.

## Alle basi di un'idea

L'idea di promuovere l'entusiasmo per la cultura scientifica tra i giovani costituisce il baricentro stesso del progetto FLL, ed è la medesima da cui prese avvio a suo tempo l'organizzazione che ne promosse nel 1998 la nascita, ovvero la fondazione *FIRST*<sup>4</sup> (*For Inspiration and Recognition of Science and Technology*) nata nel 1989 negli USA. Il progetto, ideato e sostenuto ancora oggi in prima persona dal vulcanico inventore e imprenditore Dean Kamen, rimanda in forma implicita a un ampio spettro di teorie e modelli orientati all'innovazione didattica, formativa, educativa, all'imparare facendo di chiaro stampo anglosassone<sup>5</sup>. In accordo con tale approccio, il principio di fondo cui s'ispira FIRST, esplicitato anche dai termini stessi cui riferisce l'acronimo, è legato in modo specifico e prima d'ogni altro obiettivo, alla promozione diretta ed attiva della cultura scientifica (Papert, 1986). In particolare, alle azioni orientate a stimolare in modo coinvolgente, innovativo, divertente, collaborativo, e soprattutto significativo, interessi e competenze applicate, sia scientifiche, sia tecnologiche, delle giovani generazioni<sup>6</sup>. Un progetto ampio e complesso, di promozione

<sup>3</sup> I valori fondamentali, o Core Values, come descritti dalla relativa pagina:

<https://tinyurl.com/y2crwsq9>

<sup>4</sup> <https://tinyurl.com/y5cujmxd>

<sup>5</sup> Riassunto anche nella breve descrizione disponibile sul sito ufficiale FIRST: <https://tinyurl.com/y5zm4x9e>

<sup>6</sup> Divertente perché i partecipanti giocano, coinvolgente perché parte di una sfida globale, innovativa perché orientata a progettare e sviluppare concretamente soluzioni realmente

e innovazione educativa, che inizia molto prima del diffondersi dell'interesse per l'ambito STEM/STEAM che nel frattempo ha contagiato il mondo della scuola a livello globale. Una crescente diffusione, quella riconducibile ad esempio all'ambito della robotica educativa, ottenuta anche grazie al crescente successo del progetto FLL e al fatto di collaborare davvero all'evoluzione costruttiva dei processi formativi e di sviluppo delle competenze, individuali e di gruppo<sup>7</sup>. Tanto in ambito scolastico e formativo, quanto rispetto al contesto lavorativo e pensando sia al presente, sia a quello che immaginiamo per il futuro professionale delle giovani generazioni. Obiettivi legati all'applicazione e alla promozione della cultura scientifica, al miglioramento generale della sua immagine così come percepita appunto da bambini e ragazzi contemporanei<sup>8</sup>. Nel progetto è facile riconoscere una deriva immediatamente riferibile al pragmatismo di scuola nord americana, da cui discende una specifica declinazione ulteriore verso un modello di apprendimento attivo e autodiretto. Modello basato sullo stile di quanto proposto ad esempio da John Dewey<sup>9</sup>, ma che potremmo ricondurre anche al pensiero di Maria Montessori<sup>10</sup>. Dettaglio non trascurabile visto l'attrito prodottosi tra questi due colossi del dibattito pedagogico rispetto alle visioni teoriche e alle relative proposte e modelli da esse emergenti. Non avendo però né lo spazio per, né l'intenzione di, concentrarci su questioni teoriche a grana tanto fine, vorremmo sintetizzare l'approccio del progetto FLL come orientato all'agire in senso pratico, ad *immaginare, progettare, risolvere, fare* (Schön *et al.*, 2014). Attraverso modalità cooperative, grazie ad attività pratiche che sappiano coordinare con efficacia pensieri e azioni in molteplici contesti applicativi e in grado di valorizzare al massimo tutti i partecipanti e le rispettive sensibilità ancor prima che com-

efficaci, significativa per il fatto di riferire da sempre a problemi reali, di grande attualità e altrettanto valore, tanto per il genere umano quanto per l'intero pianeta.

<sup>7</sup> Il progetto prevede che la partecipazione avvenga unicamente "a squadre" e promuove quindi tutta una serie di logiche legate al lavoro di gruppo e alla collaborazione attiva di tutti i membri del team. Oltre ai molteplici residui formativi facilmente immaginabili e legati prima di tutto al contesto tecnologico, emergono inoltre numerose possibilità di crescita personale e condivisa, afferenti ad esempio alla scelta dei ruoli, alle attività "laterali" legate a reporting, comunicazione, logistica, fattori chiave nel successo del progetto di ogni squadra, tanto e a volte ancor più delle stesse soluzioni tecnico-progettuali.

<sup>8</sup> <https://tinyurl.com/yy83a468> (ultima consultazione: 29/7/2020)

<sup>9</sup> Il valore del "fare", dell'azione autonoma, dell'uso di strumenti reali e realmente in grado di stimolare l'immaginazione e l'apprendimento attivo compaiono più volte quali vere e proprie basi concettuali dell'opera di Dewey, da "Il mio credo pedagogico" sino ad "Esperienza e educazione" coprendo praticamente l'intero arco della sua produzione.

<sup>10</sup> "Il punto di partenza del Metodo Montessori è, naturalmente, l'imparare facendo e il lavorare coinvolgendo tutti i sensi. Questi punti fissi sono importanti anche nell'insegnamento orientato all'azione, ne rappresentano il punto di partenza" (Wicke, 2009).

petenze. Tali risultano essere infatti i principi fondamentali alla base del percorso proposto dal progetto FLL. Metodi che non risultano tra i più diffusi nella quotidianità scolastica; non certo per scarsa volontà o incompetenza dei docenti, ma per problemi oggettivi legati all'ideazione, al coordinamento e all'attivazione e gestione di percorsi la cui natura di fondo contrasta purtroppo con gli schemi operativi più consueti e con le attività didattiche tradizionali. Non si tratta neppure della mancanza di "qualcosa", quanto piuttosto della *necessità* di *qualcosa* di decisamente *altro*. Qualcosa che risulta molto complesso sviluppare con le classiche carta e penna, persino con una scintillante dotazione tecnologica di ultima generazione. Calcolatori, sensori, motori, oltre ovviamente ai classici cubetti, grandi tavoli componibili, appunti raccolti nei modi e con mezzi i più disparati, discussioni, e persino qualche litigio, rappresentano infatti solo una parte degli elementi fondamentali dell'alchimia FLL<sup>11</sup>. Elementi realmente molto diversi tra loro, non certo gestibili aggiungendo semplicemente qualche scatola Lego e una serie di strumenti più o meno *tecnologici* ad una classe e/o a un'organizzazione didattica tradizionali. Qualcosa di più simile a un atelier scientifico-tecnologico che non a una classe scolastica, un ambiente che potremmo descrivere come intrinsecamente organizzato ispirandosi anche al cosiddetto metodo Montessori.<sup>12</sup> Un luogo adatto al progetto FLL dovrà quindi prevedere un'organizzazione attentamente codificata, oltre che altrettanto chiaramente condivisa quanto a processi ed obiettivi, tra tutti i partecipanti.<sup>13</sup> Non più una *semplice* classe (Tzuo, 2007) ma un laboratorio dove sperimentare soluzioni innovative, concrete e realmente *inedite*; l'unione di una serie di contesti operativi differenti<sup>14</sup> che dovranno comun-

<sup>11</sup> Creatività, cooperazione, utilizzo di strumenti tecnologici e applicazione della manualità fine, soluzioni legate a necessità logistiche e di gestione del tempo, sono alcuni di quelli che potremmo definire "ingredienti fondamentali" della ricetta FLL.

<sup>12</sup> Sia l'attitudine rispetto al lavoro manuale, sia la specifica "preparazione dell'ambiente", raccontano di come l'intera esperienza FLL risulti naturalmente riferibile ad alcuni dei capisaldi del cosiddetto metodo Montessori (Shortridge, 2007), e per quanto non esplicitato direttamente nella documentazione a parere non solo di chi scrive l'ispirazione montessoriana del progetto è chiaramente percepibile da numerosi punti di vista, non ultimo e condiviso in questi termini forse soltanto dall'approccio di Dewey, rispetto alla forte azione responsabilizzante attribuita per statuto alle scelte delle squadre e dei rispettivi membri delle stesse.

<sup>13</sup> Senza una chiara suddivisione di ruoli ed azioni risulta infatti praticamente impossibile aspirare ad ottenere un buon risultato nel concorso FLL. Gli stessi spazi dedicati al progetto, così come le finestre temporali e il loro coordinamento con i tempi ufficiali della scuola, richiedono infatti un intenso impegno specifico, da condividere tra alunni, insegnanti, genitori ed ovviamente amministrazione scolastica.

<sup>14</sup> Oltre alle necessità legate alle risorse tecnologiche e agli spazi ove fruirne, vanno inoltre considerate anche problematiche quali ad esempio quelle riferibili a luoghi d'incontro

que risultare perfettamente ordinati e coordinati tra loro. Contesti attentamente strutturati rispetto agli spazi, alle singole risorse presenti al loro interno, all'organizzazione dei materiali oltre che dei rapporti e delle relazioni. Rapporti e relazioni da riferirsi appunto sia ai materiali veri e propri (dai computer ai cubetti, dai quaderni alle cosiddette LIM, ecc.) e alla loro disponibilità, sia rispetto ai singoli partecipanti e ai vari gruppi e sottogruppi che potranno concretamente afferire al progetto in modi e con identità anche molto differenti tra loro<sup>15</sup>. In estrema sintesi, oltre che per non annoiare troppo il lettore, dato che ogni informazione risulta facilmente reperibile on-line<sup>16</sup>, FLL attinge a tutto il panorama dell'attivismo, per varie ragioni e scopi, oltre che in modo esplicito e diremmo quasi inevitabile, agli scenari passati e presenti di costruttivismo (Ültanır, 2012), costruzionismo (Harel e Papert, 1991), e di quanto sulla loro scorta è avvenuto negli ultimi decenni. Il fatto che Seymour Papert fosse divenuto Lego Professor (1989) presso il MIT poco dopo la nascita dello stesso Medialab (1985), partecipa a chiarire quanto appena accennato<sup>17</sup>, ma proprio come per l'incontro-scontro Dewey-Montessori (Russell, 1995); (Knoll, 1996); (Thayer-Bacon, 2012) cui si faceva riferimento poc'anzi, potrebbe introdurre riflessioni *ulteriori* e di portata considerevole, non riassumibili in una trattazione semplice quale la presente punta ad essere. Perché, dalle idee di Papert (Papert, 1980, trad. it. 1986) potremmo tornare sino a quanto proposto ad esempio da Vygotskij, dato che la stimolazione della *soglia prossimale* (Vygotskij, 1965, 1980, 1997), (Chaiklin, 2003) e il successivo approccio al cosiddetto *scaffolding*

esterni alle scuole dei partecipanti, che permettano una più agevole gestione della logistica, sovente molto complessa, cui riferiscono le squadre partecipanti. Diverse classi, età, istituti di provenienza, descrivono infatti una delle peculiarità del concorso FLL e indicano una complessa ed articolata serie di azioni necessarie alla gestione dell'intero percorso.

<sup>15</sup> Da gruppi legati a singole classi, sino a team di studenti provenienti da più classi: esistono squadre FLL composte soltanto da "amici" e semplici conoscenti, soggetti che pur essendo ovviamente iscritti ad una scuola non hanno alcuna frequentazione scolastica condivisa, magari per il fatto d'abitare in luoghi completamente diversi. Dettaglio che invita inoltre a sottolineare il valore imprescindibile della famiglia e di un gruppo di supporto attivo, rispetto al necessario, e molto intenso/specifico/impegnativo, sostegno di cui i giovani partecipanti necessiteranno per molti mesi, anche oltre il termine dell'anno scolastico per i partecipanti alle finali!

<sup>16</sup> Riferimenti al dettaglio delle rispettive schede di valutazione (tecnica, scientifica, core values, arbitri): <https://tinyurl.com/yyahaoqg> - <https://tinyurl.com/y63touok> - <https://tinyurl.com/y5wsxo69> - <https://tinyurl.com/y4fnc8j>

<sup>17</sup> La "Lego Professorship for Learning Research" attivata nel 1989 presso il MIT, trasformata in "Lego Papert Professorship" in seguito al pensionamento dell'autore nel 1996. Fondamentale annotare come la relazione con la Lego Foundation prenda avvio già nel 1985, anno di fondazione dello stesso MIT Medialab, oltre al fatto che "Lego Mindstorm" il primo prodotto legato alla robotica educativa dell'azienda danese provenga direttamente dall'omonimo volume dell'autore apparso nel 1980.

(Nordlof, 2014); (Chetty, 2015) risultano praticamente alla base di ogni azione dei partecipanti al concorso FLL. Perché oltre alla solida struttura metodologica<sup>18</sup> a sostenerne l'operato, all'inegabile impronta anglosassone/nordamericana, il progetto pone semplicemente in essere alcune tra le migliori visioni *universalisti*<sup>19</sup> (Palmer *et al.*, 2001) a sostegno dell'idea stessa d'innovazione educativa.

## Obiettivi e strumenti dell'esperienza FLL

Rispetto agli obiettivi generali del progetto FLL risulterà ovviamente molto utile considerare prima di tutto quanto indicato dai materiali proposti dal sito del progetto e disponibili praticamente in tutte lingue ufficiali parlate nel mondo. Tali risorse risultano infatti estremamente chiare, prima di tutto molto pratiche e orientate alla sintesi, oltre che proposte con un impianto prima di tutto operativo e mirante appunto al concreto, nello stile pragmatista nordamericano cui s'accennava in precedenza. Le competizioni si sviluppano su 4 prove distinte, così suddivise: gara di robotica, progetto tecnico, progetto scientifico, *core values*.

Non troviamo nessun materiale riempitivo o di contorno, alcun tipo di retorica autocelebrativa, ma piuttosto una serie di ricerche che coprono oltre un decennio dell'attività complessiva del gruppo di lavoro internazionale<sup>20</sup>. Avremo quindi a disposizione soprattutto linee guida operative, schede di progetto contenenti la descrizione delle procedure previste nella gara e numerose attività pratiche. Materiale orientato quindi all'immediata applicazione didattica e, di contro, praticamente nessuna retorica o teorizzazione pedagogica. Puntando in questa sede ad aggiungere alcune riflessioni a quelli che compaiono soprattutto in quanto semplici schemi e tabelle applicative di vario tipo, risorse diverse in quanto destinate alle differenti anime del progetto, diventa molto importante chiarire come e perché gli obiettivi d'apprendimento del concorso FLL risultino, e non certo solo a parere di chi scrive, importanti, innovativi, d'estrema rilevanza non soltanto in rife-

<sup>18</sup> Si veda nota 15.

<sup>19</sup> Nei documenti ufficiali non compare alcuna citazione specifica ad autori o scuole di pensiero; non certo per leggerezza o mancanza di rispetto, neppure per l'inegabile fattore "stelle e strisce" alla base del progetto, ma per una scelta esplicita, orientata a valorizzare l'anima multiculturale del progetto e il fatto che, oltre a Dewey, Piaget, Maria Montessori e Vygotskij avrebbe altrettanto senso citare ad esempio anche Confucio o Jiddu Krishnamurti (Palmer *et al.*, 2001).

<sup>20</sup> Un'ampia serie di ricerche di differente tipologia a descrivere altrettanti aspetti: <https://tinyurl.com/y4o8lzhc>

rimento al contesto scolastico. Importanti oltre che perfettamente allineati con quanto proposto ad esempio dal documento “Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari” pubblicato nel febbraio 2018 dalla Direzione Generale Ordinamenti del MIUR.

Individuare e risolvere problemi, prendere decisioni, stabilire priorità, assumere iniziative, pianificare e progettare, agire in modo flessibile e creativo, fanno parte dello spirito di iniziativa e imprenditorialità. È evidente che tali competenze non possono essere sviluppate che in un contesto in cui si collabora, si ricerca, si sperimenta, si progetta e si lavora (Ackermann,1996).

Obiettivi che andrebbero necessariamente considerati da numerosi, differenti, *molteplici* punti di vista, anche in considerazione di quest’ultimo aspetto e visto l’impatto che il programma ha dimostrato di avere sui partecipanti. Uno dei più interessanti riferisce ad esempio all’aumento della propensione alla scelta di studi tecnico scientifici al momento dell’iscrizione all’università da parte di chi ha partecipato alla competizione<sup>21</sup>. FLL promuove sicuramente e con notevole successo la cultura tecnica e scientifica<sup>22</sup> presso le giovani generazioni, in termini *pratici, operativi, di sviluppo progettuale*.<sup>23</sup> Il progetto stimola però, e forse ancor prima e più di ogni altra cosa, anche le competenze collaborative e di scambio attivo (sia efficace, sia efficiente) di/tra tutti i partecipanti, compresi quindi genitori, insegnanti, sostenitori della squadra<sup>24</sup>. E nel farlo promuove con particolare enfasi anche una competenza decisamente nuova per il panorama formativo nazionale, la cosiddetta professionalità gentile o *gracious professionalism*.<sup>25</sup> Ciò s’aggiunge al fatto che nessun *individuo* potrà mai fregiarsi d’aver vinto il concorso FLL, perché solo in gruppo vi si può prender parte e soltanto lavorando bene in quanto squadra si potrà realmente aspirare a qualificarsi, ancor prima che a vincere! Le quattro aree fondamentali di riferimento (robotica, tecnica, scientifica, *core-values*), rimandano ad altrettanti ambiti specifici di valutazione<sup>26</sup>, differenti tra loro sia per le modalità, sia per il

<sup>21</sup> <https://tinyurl.com/yyobfyc8>

<sup>22</sup> Ackermann, E. (1996). *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. Routledge.

<sup>23</sup> Sin dalla prima edizione il concorso FLL ha sempre proposto ai partecipanti sfide legate a diversi obiettivi concreti e di estrema attualità: dall’invecchiamento della popolazione, alla gestione dei rifiuti, sino alla ricerca spaziale e all’evoluzione dei modelli di urbanizzazione.

<sup>24</sup> <https://tinyurl.com/yx8wno7a> (consultato il 29/07/2020)

<sup>25</sup> <https://tinyurl.com/y3xkn6z2> (consultato il 29/07/2020)

<sup>26</sup> Le giurie valutano ciascuna un solo ambito del percorso e sono descritte dall’omonimo valore di cui andranno appunto a pesare singolarmente le varie dimensioni così come

contesto di svolgimento che risulta infatti differente per ciascuna prova. Oltre ai momenti ufficiali di valutazione, tutti i giudici hanno inoltre libertà d'integrare i propri pareri osservando le restanti fasi della competizione in cui non sono direttamente coinvolti; soprattutto la competizione robotica, che essendo suddivisa in più fasi propone numerosi momenti per osservare in diretta lo spirito di squadra, l'attitudine collaborativa e la professionalità gentile cui si accennava poc'anzi. Citando ancora una volta il documento "Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari" vorremmo perciò concludere annotando la perfetta aderenza degli obiettivi del progetto FLL con le raccomandazioni del medesimo rispetto a progettazione didattica e ambienti di apprendimento:

L'integrazione delle discipline per spiegare la complessità della realtà, la costruzione di conoscenze e abilità attraverso l'analisi di problemi e la gestione di situazioni complesse, la cooperazione e l'apprendimento sociale, la sperimentazione, l'indagine, la contestualizzazione nell'esperienza, la laboratorialità, sono tutti fattori imprescindibili per sviluppare competenze, apprendimenti stabili e significativi, dotati di significato e di valore per la cittadinanza.<sup>27</sup>

## Documentazione, valutazione... premiazione

Il modello valutativo proposto dal progetto FLL risulta essere per sua stessa natura perfettamente trasparente, orientato all'immediata comprensibilità sia da parte di soggetti più maturi e quindi auspicabilmente più esperti, sia da parte dei partecipanti provenienti dalla scuola primaria (Cocek, 2010). L'approccio prevede infatti una chiara ed articolata serie di voci<sup>28</sup>, una gamma di saperi e competenze differenziate che i giudici dei rispettivi ambiti di riferimento andranno appunto a saggiare durante lo svolgersi dei vari momenti della competizione. La valutazione avviene quindi in forma diretta, in una serie d'incontri e dove le squadre, a turno, dovranno dar prova di abilità, conoscenze, competenze, molto diversificate. Saper motivare con chiarezza una specifica scelta tecnica o progettuale, il *perché* s'è scelto di programmare il proprio robot in un modo piuttosto che in un altro, farà quindi il paio con la necessità di saper ad esempio sostenere efficacemente la scelta di fondo da cui si è partiti, il *come* e il *perché* del progetto alla base della specifica *soluzione* proposta. Tutto dovrà emergere chiaramente in

esprese dalla singola squadra per tramite di ogni singolo membro, oltre che ovviamente in quanto team.

<sup>27</sup> <https://tinyurl.com/y4orlteh>

<sup>28</sup> Si veda nota 15

quanto prodotto di un'azione collaborativa, una strategia e un lavoro progettati, sviluppati ed agiti rigorosamente *in-gruppo*. Anche il modello documentativo risulta strutturato in forma particolarmente solida e coerente, sia rispetto alle necessità valutative, sia relativamente al fatto di doverlo comunque ricondurre alle logiche di un concorso a premi. FLL rimane infatti prima di tutto una competizione, per quanto *coopettiva*, basata sullo sviluppo di un progetto scientifico, d'una serie di attività di promozione e innovazione educativa e formativa, ma che in ogni caso andrà a concludersi con l'attribuzione di un'articolata serie di premi, trofei, oltre che di riconoscimenti a livello nazionale e internazionale. Tutto quanto accade, in ogni momento delle diverse tappe del percorso, viene quindi accuratamente documentato attraverso apposite schede<sup>29</sup>, differenziate sulla base delle competenze, raccolte e compilate dai giudici dei rispettivi ambiti (tecnico, scientifico, core-values). Il valore di una scelta tecnica, progettuale o costruttiva, andrà quindi correlato alla valutazione del progetto informatico vero e proprio, il *come* si è scelto di programmare il robot affinché riesca a svolgere con successo la propria missione. I risultati delle valutazioni tecniche e scientifiche, andranno poi combinate con quelle della gara robotica vera e propria, per collegarsi poi agli esiti emergenti dalla prova considerata più importante dagli organizzatori, quella dei *Core Values*. Anche rispetto ai processi documentativi e valutativi, è doveroso ribadirlo a conclusione d'una sintesi non certo esaustiva, ogni ulteriore dettaglio e qualsiasi aspetto tecnico del processo documentativo è disponibile presso il sito del progetto.

## Risultati e riflessioni

Il complesso della proposta FLL descrive un mosaico progettuale, un molteplice insieme d'azioni e processi di tipo creativo preparatorio, operativo, in ambito logistico e organizzativo. In tal senso, le nostre brevi considerazioni a riguardo non potranno quindi che riferire ad un altrettanto complesso ed articolato insieme di risultati, unito a stimoli e riflessioni di tipo metodologico, oltre che ad alcuni spunti a livello didattico e pedagogico. Il concorso indica infatti numerose opportunità legate ad esempio alla possibilità di considerare il piano burocratico e amministrativo del sistema scuola nel suo insieme, descrivendo esperienze lontane dai modelli tradizionali di "fare scuola". Anche in questo caso a diversi livelli e rispetto tanto alla quotidianità didattica, quanto alle relazioni con i genitori, con il territorio, con il settore professionale e l'universo d'impresa in generale. Il progetto

<sup>29</sup> <https://tinyurl.com/yyahaoqg>

FLL obbliga in un certo senso tutti i partecipanti, insegnanti, alunni, genitori, oltre a contesti professionali e territoriali di riferimento, ad un profondo, radicale rinnovamento delle proprie competenze in senso tanto generale, quanto specifico e legato alla tematica della singola edizione considerata. Esperienze legate ai più tradizionali obiettivi formativi e d'apprendimento, riferibili alla capacità di lavorare in team, alle abilità legate al reperimento di risorse per i numerosi viaggi e spostamenti; sino alla gestione della comunicazione con attori e soggetti differenti, non sempre geograficamente vicini. I partecipanti devono infatti superare una serie di sfide differenziate, chiare, concrete, e che dovranno risultar sempre perfettamente comprensibili rispetto alle motivazioni per cui sono state scelte. Confronti che andranno ben oltre la semplice costruzione di un robot, o il suo successivo utilizzo in una gara ad alta tensione tecnologica. Sfide che, considerate in relazione tra loro e perciò realmente in quanto *sistema* (Savery, 2006), sono in grado di superare complessivamente anche il valore attribuibile alla *soluzione* proposta per lo specifico problema tecnico-scientifico. Che permettono di andare oltre l'aver saputo affrontare in prima persona (e in quanto gruppo) questioni di portata globale, di rilevanza tangibile e considerate urgenti per l'intero pianeta quali quelle scelte per le varie edizioni del concorso FLL<sup>30</sup>. Alla base di tutto ciò, vorremmo aggiungere ancora una volta *prima e soprattutto*, rimane comunque lo straordinario processo collaborativo legato all'intero dipanarsi delle azioni previste dal progetto First Lego League. Un modello di *cooperazione per e nella competizione*, che non ha precedenti nel sistema formativo in quanto tale, che fatica a trovare possibili pietre di paragone anche nel contesto della ricerca, dello sport e del tempo libero. Ragazzi, insegnanti, genitori, devono infatti saper collaborare e agire sinergicamente, con modalità che al di fuori del circuito FLL risultano ancora quasi del tutto sconosciute, nonostante vengano considerate fondamentali e d'assoluta priorità, sia nel contesto formativo, sia nel mondo del lavoro. Se il concorso FLL è in grado di produrre importanti, tangibili ricadute formative, come abbiamo potuto constatare direttamente nel corso di quasi un decennio di collaborazione, lo fa prima di tutto in direzione di promuovere una migliore e più strutturata competenza collaborativa, una migliore attitudine al lavoro di gruppo a tutti i livelli cui è possibile riferirlo. Da quello dell'ideazione e squisitamente creativo, progettuale, strategico, sino a quello logistico ed organizzativo. I ragazzi che scelgono di partecipare al progetto FLL devono saper agire, più spesso imparare in corso d'opera, molteplici abilità: dalla definizione di possibili modelli per la soluzione dello specifico problema legato alla proposta concorsuale, e che cam-

<sup>30</sup> <https://tinyurl.com/y622y9ve>

bia ogni anno pur mantenendo come accennato rilevanza globale, sino alla produzione di poster, volantini e materiale comunicativo e divulgativo di varia natura. Il team, la squadra partecipante, dovrà quindi operare, spesso simultaneamente, in contesti quali l'ingegneria, l'informatica, la scienza applicata, passando per lo sviluppo di contenuti legati alla grafica e alla comunicazione tradizionali così come al Web e ai cosiddetti social.

## Conclusioni

Il nostro breve racconto non prevede particolari considerazioni conclusive ad integrarne i contenuti, sia per la natura stessa del concorso FLL, attivo<sup>31</sup> e in costante evoluzione, sia per il fatto che, come abbiamo più volte avuto modo di ribadire, l'intero apparato progettuale, dalle tabelle di valutazione destinate alla giuria, sino ai risultati delle ricerche legate all'impatto a breve, medio e lungo termine dell'iniziativa, sono reperibili online. Perciò useremo queste ultime righe per sottolineare la nostra riconoscenza al gruppo di lavoro della Fondazione Museo Civico di Rovereto, in particolare all'indirizzo di Franco Finotti e Nello Fava, per aver personalmente creduto e direttamente promosso l'avvio dell'esperienza FLL nel nostro Paese. Nel farlo teniamo inoltre a formulare l'auspicio che l'iniziativa possa continuare a crescere e svilupparsi come accaduto sin ora, coinvolgendo sempre più giovani in quest'avventura scientifico-tecnologica. Una sfida orientata al futuro, a risolvere problemi veri con soluzioni creative, inedite, ma rigorosamente praticabili e realmente innovative. Vorremmo soprattutto stimolare un'ultima volta i lettori affinché visitino il sito italiano e quello internazionale, così da completare, grazie a materiali, esperienze, ricerche, quanto rapidamente descritto in queste pagine. Per concludere, un ultimo auspicio: l'augurio che sempre più bambini e bambine, ragazzi e ragazze, non solo nel nostro Paese, possano confrontarsi con sfide complesse e di rilevanza globale quali quelle proposte (anche) dal concorso FLL. Per il nostro presente e il loro futuro, per il futuro del pianeta e dell'umanità, perché innovazione scientifica e tecnologica risultino sempre orientate a prospettive tangibili, condivise e sostenibili, di progresso.

<sup>31</sup> <https://tinyurl.com/y2uzwkhk>

## Bibliografia

- Ackermann E. (1996), *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. Routledge.
- Chaiklin S. (2003). *The zone of proximal development in Vygotsky's analysis of learning and instruction*. *Vygotsky's educational theory in cultural context*, 1, 2: 39-64.
- Chetty J. (2015). *The notion of Lego© Mindstorms as a powerful pedagogical tool: Scaffolding learners through computational thinking and computer programming*. *The Independent Journal of Teaching and Learning*, 10, 1: 69-84.
- Coczek C. (2010). *Lego Mindstorms and Critical Thinking Skills in the Elementary Classroom* (Doctoral dissertation).
- Harel I.E., e Papert, S.E. (1991), *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Järvinen E.M. (1998), *The Lego/Logo Learning Environment in Technology Education: An Experiment in a Finnish Context*. Volume 9 Issue 2 (spring 1998). <https://tinyurl.com/y454gtew>
- Knoll M. (1996), *John Dewey über Maria Montessori: ein unbekannter Brief*. na.
- Nordlof J. (2014), "Vygotsky, scaffolding, and the role of theory in writing center work", *The Writing Center Journal*, 45-64.
- Palmer J., Bresler L., e Cooper D. (2001), *Fifty major thinkers on education: From Confucius to Dewey*, Psychology Press.
- Papert S. (1980), *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, Basic Books, New York.
- Papert S. (1986), *Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education*, a proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts.
- Roberts, J.W. (2012), *Beyond learning by doing: Theoretical currents in experiential education*, Routledge.
- Russell D. (1995), *When Dewey meets Montessori: Reconstructing experience*, *Teaching Education*, 7, 2: 111-115.
- Savery J.R. (2006), *Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions*, *Journal of Problem-based Learning*.
- Schank R.C. (1995), *What we learn when we learn by doing*, Northwestern University.
- Schön S., Ebner M., e Kumar S. (2014), *The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching*, *eLearning Papers*, 39, 14-25.
- Shortridge P.D. (2007), *Maria Montessori and educational forces in America*, *Montessori Life*, 19, 1: 34.
- Thayer-Bacon B. (2012), *Maria Montessori, John Dewey, and William H. Kilpatrick*, *Education and Culture*, 28, 1: 3-20.
- Tzuo P.W. (2007), *The tension between teacher control and children's freedom in a child-centered classroom: Resolving the practical dilemma through a closer look at the related theories*, *Early Childhood Education Journal*, 35, 1: 33-39.

- Ültanır E. (2012), *An epistemological glance at the constructivist approach: Constructivist learning in Dewey, Piaget, and Montessori*, International Journal of Instruction, 5, 2.
- Vygotskij L.S., Rieber R. W., e Minick N. (1997), *The history of the development of higher mental functions*, Plenum Press.
- Vygotskij L.S. (1965), *Thought and language* (Vol. 29). MIT press.
- Vygotskij L.S., e Cole M. (1980), *Il processo cognitivo*, Boringhieri, Torino.
- Wicke R.E. (2009), *Aktiv und Kreativ Lernen. Projektorientiertes Spracharbeit im Unterricht*, Deutsch Als Fremdsprache, Ismaning, Huber

# Robotizziamo la Secondaria? Presupposti psico-pedagogici dell'uso didattico dei robot

di *Simonetta Siega, Giovanni Fasoli, Paola Ferraris*

## Introduzione

Il progetto “Robotizziamo la Secondaria” nasce da un’esperienza di didattica laboratoriale con i robot, sperimentata in classe 3<sup>^</sup> del Liceo Scientifico “G. Spezia” di Domodossola, utilizzando la metodologia LRE (Laboratorio di Robotica Educativa). A Domodossola è presente un C.T.I, Centro Territoriale per l’Inclusione<sup>1</sup>, che propone e offre alle scuole del territorio laboratori di Robotica Educativa, anche in prospettiva sperimentale, con lo scopo di rendere queste attività delle buone pratiche da condividere con altre istituzioni scolastiche.

La robotica è presente da molto tempo nelle scuole, ma non sempre utilizzata quale strumento che rende lo studente operativo e protagonista del proprio apprendimento.

Il Laboratorio di Robotica Educativa è un ambiente di apprendimento dove è possibile fondere il “sapere” con il “saper fare”, per imparare ad imparare.

Le modificazioni socio-tecnologiche di questi anni veloci innescano un cambio di paradigma nelle forme della comunicazione e delle relazioni, dovuto alla *new-media communication*, che può essere configurata come una *new-media revolution* e che determina un contesto storico esistenziale mutato, all’interno del quale le tecnologie digitali lasciano traccia di passaggio sui nostri cervelli. I social media hanno modificato e rivoluzionato il modo di comunicare in tutti i settori, dalla politica alla pubblicità fino ai rapporti interpersonali: non si può fare a meno di misurarsi con la possibili-

<sup>1</sup> Decreto istitutivo [http://www.circolo2domo.edu.it/images/cti/decreto\\_cti.pdf](http://www.circolo2domo.edu.it/images/cti/decreto_cti.pdf)

tà di nuovi stili comunicativi e quindi allora anche didattici. Questo tipo di comunicazione didattica pone la sfida su “come” si comunica e non solo su “cosa” si comunica. Colpisce come, negli studenti, la “modificazione dei comportamenti” non si collochi solo sul livello della “postura” ma anche della “struttura” stessa dell’apprendere a partire da mutamenti appunto strutturali (non genetici ma sinaptici). La Robotica Educativa abita questo “contesto di cambio di paradigma” ed occupa lo spazio e la direzione, di una “didattica attiva/attivante” nel mondo che cambia.

Con questo progetto si è avviato un nuovo modo di intendere il concetto di programmazione e di informatica, scoprendo un nuovo format di approccio disciplinare.

## **Il presupposto metodologico didattico**

«Nulla nasce dal nulla. Genesi 1.1. *In principio Dio creò il cielo e la terra.* Con le dovute varianti, all’umano è lasciato solo di immaginare, progettare, collaudare, correggere, migliorare artefatti derivanti da qualcosa che comunque esisteva prima di lui. Materia ma anche idee che nel tempo si sono migliorate e affinate, per rispondere sempre più ai bisogni» (Marcianò, 2017 p. VII).

A scuola, spesso, il laboratorio nasce quando gli spazi lo consentono e c’è una motivazione speciale rispetto ad un’attività da parte delle insegnanti. Nasce come luogo fisico, come spazio che valorizza l’esperienza educativa e offre sollecitazioni e opportunità per specifici apprendimenti. Nei casi più favorevoli, un’insegnante è specificatamente incaricata del laboratorio e quindi di mantenerlo ben predisposto e di curare una documentazione permanente sulle esperienze in modo che tutti gli insegnanti della scuola se ne possano avvantaggiare. Già nel 1899 il pedagogista e filosofo John Dewey nel suo libro “Scuola e Società” sosteneva: «Quando natura e società vivranno nell’aula scolastica, quando le forme e gli strumenti didattici saranno subordinati alla sostanza dell’esperienza, allora sarà possibile operare questa identificazione, e la cultura diventerà la parola d’ordine della democrazia». Condividendo queste parole possiamo definire il laboratorio indispensabile nelle attività scolastiche dove poter utilizzare un metodo che ha come obiettivo principale lo sviluppo delle competenze. *L.R.E., Laboratorio di Robotica Educativa*, nasce dall’esigenza di proporre agli studenti le conoscenze in modo attivo e collaborativo, svolgendo compiti attraverso

l'esperienza diretta. Non è il laboratorio di informatica presente in molte scuole dove si possono usare *anche* i robot; l'aula arredata con banchi sedie e *device* dove svolgere il puro addestramento informatico. E' un luogo vivace e dinamico in cui, attraverso la ricerca, il confronto e la capacità di *problem solving*, lo studente arriva all'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze, interiorizzando e sviluppando anche le capacità sociali e civiche; un luogo che non necessariamente deve essere fisso ma può spostarsi in base alle esigenze (se spostato i banchi e mi creo uno spazio centrale lo posso fare in classe; se necessario di ampi spazi per muovere gli automi posso utilizzare i corridoi o, se libera, la palestra) sviluppando negli studenti quello spirito d'iniziativa e di metacognizione che vediamo sottolineati sia nelle indicazioni nazionali sia nelle competenze chiave di cittadinanza europee. Un laboratorio che diventa una scelta metodologica e didattica, sperimentato per anni nella scuola del primo ciclo (grazie al C.T.I.), coinvolgendo attivamente docenti e studenti in uno scambio intersoggettivo, coniugando le competenze dei docenti con le conoscenze degli studenti. Un metodo che prevede l'uscita dalla ristrettezza e ripetitività dell'insegnamento e apprendimento tradizionali, spesso frutto della lezione frontale. Il docente non è più il trasmettitore di conoscenze ma il *conduttore* di un laboratorio cognitivo e formativo, dove il processo diventa prioritario rispetto al risultato.

Un laboratorio che utilizzi il metodo LRE può essere creato ovunque, anche in classe. I banchi e le sedie non sono indispensabili: le menti pensanti che interagiscono per programmare e risolvere i problemi posti, sono la vera forza. Ogni studente può raggiungere gli obiettivi proposti utilizzando i propri tempi, le modalità utili ed il confronto diretto e significativo con i compagni. L'insegnante "conduttore" di laboratorio ha il compito di *verbalizzare e prendere coscienza di ciò che si è fatto*. Programmare un robot a voce alta aiuta lo studente prima, i compagni poi, nel mettere in ordine i pensieri oltre agli step della programmazione. Nel piccolo gruppo ognuno impara ad imparare dagli altri. L'errore o anche solo un'imprecisione nell'esecuzione di un percorso invita lo studente a ripensare la propria programmazione per migliorarla, metacognitivamente. Ed in questo ripensare insieme agli step programmati per capire l'errore, i ragazzi insieme crescono nella loro consapevolezza e responsabilità di un apprendimento più costruttivo. Il percorso metacognitivo permette di conoscerci, di capire quali modalità di apprendimento siano più efficaci, quali strategie invitino ad un apprendimento permanente, alla fiducia in sé stessi e nelle proprie capacità nel proporre ed attuare soluzioni creative diverse. La sfida

che ha portato gli autori a documentare in questo contributo, l'esperienza realizzata in una classe 3<sup>^</sup> del Liceo Scientifico, utilizzando una metodologia LRE proposta e sperimentata da tempo nelle scuole del primo ciclo, è dovuta anche al prendere coscienza di come, dal punto di vista logistico. Il laboratorio della scuola secondaria è quasi sempre un locale a sé stante, appositamente costruito e corredato per produrre apprendimenti specialistici; dal punto di vista formativo, invece, si caratterizza per l'oggetto della sua azione, vale a dire per l'attività che vi si svolge, che investe il soggetto operante. Nell'attività qui descritta l'insegnante, con gli studenti della sua classe, ha saputo coniugare le attività disciplinari previste nel monte ore e nella programmazione di Matematica con un laboratorio LRE. Quindi non si parla di un addestramento all'uso di una macchina (robot) per svolgere delle azioni ma di impararne l'uso per applicarla nel percorso di raggiungimento delle competenze, valorizzando il processo logico-cognitivo che si sviluppa insieme. La scuola diventa più complessa ogni giorno; questo laboratorio ha proposto agli studenti una situazione di grande autonomia, pur nella problematicità di trovare soluzioni autonome e sviluppare la propria capacità critica e le proprie strategie risolutive, nonostante le difficoltà incontrate. Il metodo si è dimostrato vincente anche nella struttura scolastica del liceo, creando inclusione nel gruppo classe e percorsi individualizzati dove ogni studente viene guidato a trovare le strategie d'apprendimento più adatte al percorso formativo che sta sviluppando. La Riforma della Secondaria Superiore (Nuovi Licei, Nuovi Istituti Tecnici e Nuovi Istituti Professionali) parla di didattica laboratoriale anche con la riformulazione dei percorsi delle diverse articolazioni ed opzioni di scuola superiori, proponendo "Sapere e Saper Fare" in una ricongiunzione tra teoria e prassi nel processo di insegnamento. Un esempio che indica come poter raggiungere tutto questo. Noi abbiamo affiancato il concetto di "digitale del fare" e grazie al poter prendere in mano i robot ed organizzarli per la lezione di matematica, l'apprendimento diventa più concreto.

## **Obiettivi previsti**

La nostra proposta implica come presupposto il fatto di comprendere le funzioni che svolgono i componenti dei Kit robotici nella realizzazione delle strutture portanti, della meccanica del movimento, della conoscenza delle caratteristiche dei sensori. Inizialmente agli studenti, euristicamente, è stato

chiesto di scoprire le potenzialità tecniche degli Oggetti Programmabili utilizzati (Blue Bot, semplice automa programmabile<sup>2</sup>) evidenziando l'importanza di utilizzare tutte le funzioni, per rendere la programmazione da un lato più dinamica e dall'altro più stimolante e divertente. Si tratta di una breve parentesi pratica che ha permesso a tutta la classe di iniziare l'esperienza di *coding* in modo molto immediato. Vanno sottolineati i legami disciplinari, concettuali e operativi, tra Meccanica, Fisica, Informatica, per affrontare il percorso didattico: si sono cercati alcuni temi, con lo scopo di approfondire, argomenti caratterizzanti, in modo trasversale varie discipline (una delle tematiche più interessanti è stato lo studio della parabola e della programmazione con equazioni di secondo grado). Importante e significativo l'innescò di strategie *problem solving*: saper organizzare i dati di un problema mediante schemi o grafici e tradurre gli algoritmi con linguaggi di programmazione; saper individuare problematiche hardware e software in caso di funzionamento non corretto di un robot; capacità di collaborazione e di lavoro in gruppo.

Tra gli obiettivi, in riferimento alle competenze da perseguire, si sono posti, in fase di programmazione progettuale, i seguenti:

- comprendere le funzioni che svolgono i componenti dei Kit robotici nella realizzazione delle strutture portanti, della meccanica del movimento (la velocità, l'accelerazione e la potenza, caratteristiche distintive di ogni macchina, sono le grandezze che dovranno essere considerate dallo studente, che, nell'intento di far muovere l'Oggetto Programmabile secondo un percorso da lui ipotizzato, dovrà inizialmente valutare (da un punto di vista fisico, la legge del moto);
- recuperare la manualità come momento di apprendimento superando la consuetudine di separare teoria matematica/fisica e pratica, regole ed esercizio;
- sviluppare autonomia operativa;
- saper gestire e coordinare di lavoro di gruppo, favorendo lo spirito collaborativo e, talvolta, anche quello competitivo;
- stimolare capacità decisionali e l'autostima;
- sviluppare la capacità alla ricerca di connessioni tra tematiche inerenti le discipline scientifiche;
- saper organizzare i dati di un problema da risolvere mediante schemi o grafici e tradurre gli algoritmi con linguaggi di programmazione;

<sup>2</sup> <https://tinyurl.com/y6qy4sta>

- saper individuare problematiche hardware e software in caso di funzionamento non corretto di un robot (strategie *problem solving*).

Il laboratorio è la modalità di lavoro che meglio incoraggia la ricerca e la progettualità, in quanto coinvolge gli studenti nel pensare, realizzare, valutare attività vissute in modo condiviso e partecipato con altri, e può essere attivata sia nei diversi spazi interni alla scuola sia valorizzando il territorio come risorsa per l'apprendimento. Nello specifico, la metodologia LRE, sperimentata da anni in contesti di ricerca azione, ha dimostrato come il robot a scuola sia uno strumento di supporto al raggiungimento delle competenze previste nelle Indicazioni Nazionali per il 1° Ciclo (2012) e nel curriculum della Riforma Scuola Secondaria superiore (2010) (ad esempio utilizzare il linguaggio e i metodi propri della matematica per organizzare e valutare adeguatamente informazioni qualitative e quantitative; individuare le strategie appropriate per la risoluzione di semplici problemi di natura scientifico-matematico; rilevare, analizzare ed interpretare dati riguardanti fenomeni reali sviluppando deduzioni e ragionamenti e fornendone adeguate rappresentazioni grafiche anche con l'ausilio di strumenti informatici). La realizzazione di attività didattiche in laboratorio, per favorire l'operatività e allo stesso tempo il dialogo e la riflessione su quello che si fa, è molto formativa.

## Metodo applicato all'esperienza

In classe 3<sup>^</sup> liceo scientifico, attraverso semplici linguaggi di programmazione, specifici dei dispositivi messi in dotazione, è stato possibile realizzare un'applicazione ragionata di competenze matematiche al mondo del *coding* e della robotica educativa. I kit utilizzato è il seguente: Scribbler 3 (S3) prodotto dalla ditta Parallax, uno strumento interessante per studenti che iniziano il viaggio alla scoperta di discipline tecnico scientifiche e non, per attività e progetti entusiasmanti con i robot! Le caratteristiche del robot sono interessanti (fig.1):

- completamente assemblato con un guscio resistente;
- 8 modalità pre-programmate consentono l'interazione immediata con S3;
- sensori integrati per seguire la linea, cercare la luce, evitare oggetti e rilevare l'ostacolo;
- vano porta penna per lasciare traccia del percorso fatto dal robot;

- l'altoparlante riproduce note musicali ed effetti sonori generati da robot;
- pneumatici con o-ring in silicone offrono una buona trazione senza lasciare segni;
- batteria S3 Li-Po e cavo di programmazione / ricarica inclusi.

Robusto, facile da usare, intuitivo nella configurazione, con linguaggio di programmazione che permette di inserire algoritmi visualizzati in linguaggio GUI (blocchi interdipendenti con testo leggibile) rappresentati nella sequenza logica del diagramma di flusso.

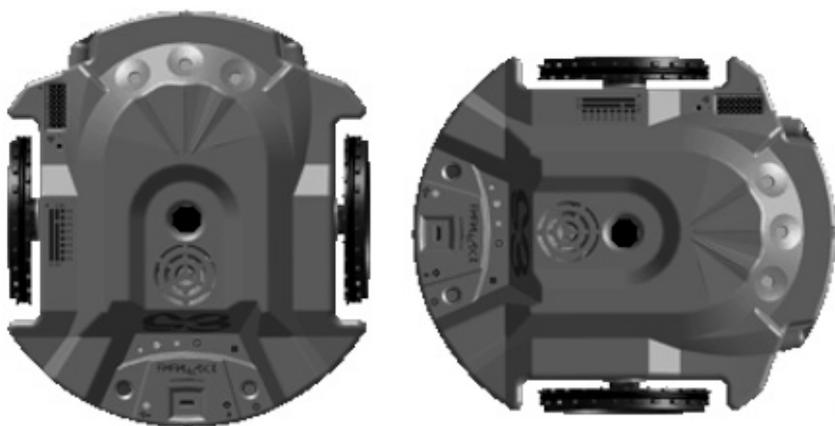


Fig. 1 - Scribbler 3 - Parallax

Gli studenti si sono avvicinati all'esperienza con grande interesse ed in modo graduale, nel massimo rispetto dei tempi di apprendimento soggettivi. Con attività sempre più complesse, proposte dal docente, si è chiesto di scrivere sequenze di istruzioni da inserire nel robot S3. La classe, suddivisa in gruppi misti, ha permesso una condivisione di osservazioni, di punti di forza e di debolezza e la realizzazione di un'esperienza inclusiva.

Agli studenti sono stati assegnati i seguenti compiti matematici:

*Problema 1:* Utilizzando le funzioni elementari, rappresentare figure geometriche regolari, con numeri di lati via via crescente e dedurre un sintetico algoritmo. Rappresentare la circonferenza (intesa come poligono di n lati, con n tendente ad infinito).

*Problema 2:* Analizzare il problema della ricerca della tangente ad una curva in un punto assegnato: si tratta del problema fondamentale del calcolo differenziale. Partendo dall'osservazione della posizione tangente come posizione limite di una secante, si arriva a visualizzare la curva come involuppo dello stesso vettore tangente, facilitando la rappresentazione grafica.

*Problema 3:* Rappresentare graficamente una parabola, come involuppo delle tangenti.

Si è richiesto agli studenti di affrontare il compito analizzando con attenzione il problema proposto; riflettendo sulle possibili strategie risolutive nella consapevolezza che, di solito, un problema può essere svolto con procedimenti molto differenti.

Questo tipo di attività specifica utilizzando i robot come sussidio alternativo al testo scritto e alla LIM, è stata proposta per la prima volta. Il risultato rivela un successo da riprendere e ripetere. Gli studenti, abituati ad esperienze in *flipped classroom*, facendo test intermedi, controllando la coerenza del comportamento della macchina (l'azione atta ad individuare precocemente eventuali errori) ma soprattutto utilizzando intelligentemente i calcoli e formulando continuamente congetture che giustificano i vari passaggi, hanno dimostrato la loro autonomia anche nella buona pratica di condividere per collaborare. I docenti hanno condiviso la riflessione inerente l'uso del diagramma di flusso integrati nella programmazione di alcuni robot in possesso. Si tratta di uno schema logico che rappresenta un processo di lavoro, dove vengono utilizzate delle forme per definire i diversi passaggi logici e delle frecce di collegamento per rappresentare un determinato processo e la sequenza tra attività. Il diagramma di flusso si rivela una grande risorsa dal punto di vista della progettazione ma se pensiamo al valore della robotica educativa rispetto alla robotica in quanto tale cogliamo che la risorsa vera è rappresentata dal'umanizzazione della macchina, che sempre dalla realtà viene peraltro messa nelle condizioni di dover affrontare le infinite variabili dell'imprevisto (ritorno del *problem solving*). Quando dal diagramma di flusso la progettazione passa al robot e viene quindi caricata, viene caricato il pensiero dell'uomo che ha realizzato quel progetto. Concretamente possiamo dire che il diagramma di flusso rappresenta la riflessività nel senso che il soggetto è obbligato a mettersi a pensare alle "conseguenze delle proprie azioni".

## La valutazione degli apprendimenti proposti

La verifica degli apprendimenti e la documentazione del percorso è avvenuta in itinere. Al termine di ogni step, per ogni gruppo, viene redatta una scheda di osservazione, riportante gli obiettivi, il livello in percentuale, dell'apprendimento raggiunto.

Per la valutazione si terrà conto dei livelli di partenza e dell'impegno dimostrato, nonché della capacità di lavorare in gruppo.

Tab. 1 - Scheda di osservazione e valutazione

Obiettivi	Verifica		
	Strumenti	Condizioni	Criterio
<p><b>Obiettivo 1</b> Sviluppare l'interesse e la partecipazione attiva dei ragazzi attraverso l'attuazione di un piccolo percorso, che permetta di conoscere le potenzialità della macchina. Aumentare la propria autostima attraverso la sdrammatizzazione dell'errore, considerandolo semplicemente come un momento fondamentale dell'apprendimento</p>	<p>Prova pratica: eseguire un percorso utilizzando, in modo sequenziale ciascun componente macchina: si inizia con semplici passaggi di moto, per arrivare ad utilizzare sensori e altre componenti meccaniche</p>	<p>Lo studente dopo una riflessione individuale a partire dalle indicazioni impartite dal docente, condivide nel gruppo (massimo 4 compagni) le proprie osservazioni e si dà avvio alla costruzione del percorso.</p>	<p>L'obiettivo si considera conseguito se il 95% degli studenti del gruppo è in grado di eseguire correttamente il percorso, senza interruzioni o correzioni.</p>
<p><b>Obiettivo 2</b> Stimolare la capacità di schematizzare, descrivere "problemi", utilizzare codici sintetici e condizi</p>	<p>Prova pratica: uno studente del gruppo deve fornire le corrette indicazioni ai compagni durante l'esecuzione di un percorso prestabilito, nel quale è stato inserito l'uso dei sensori di contatto, luce, temperatura e ultrasuono.</p>	<p>Lo studente commenta gli spostamenti durante l'esecuzione del percorso, seguendo le indicazioni su carta</p>	<p>L'obiettivo è conseguito se il 90% degli studenti del gruppo è in grado di condurre i compagni alla realizzazione dello schema di moto, con un margine di 6 errori/correzioni in corso</p>
<p><b>Obiettivo 3</b> Facilitare la lettura di</p>	<p>Prova scritta/ricerca: Il docen-</p>		<p>L'obiettivo è conseguito se il 90% degli</p>

fatti o fenomeni nell'area scientifica e in quella tecnologica attraverso la costruzione di modelli	te indica problemi, la cui soluzione è visualizzabile dal moto del robot (particolarmente interessante la ricerca della tangente al grafico di una curva). Per esempio, lo studente fa riprodurre al robot graficamente (grazie alla possibilità di lasciare traccia dei suoi movimenti) la curva del grafico della tangente	studenti riesce a presentare la soluzione del problema trovato, sa elaborare una sintesi e condurre il gruppo a riprodurre l'attività
	Prova scritta: realizzazione di uno schema o di un flowchart del problema di cui all'obiettivo 3	L'utilizzo del robot per la simulazione
		L'obiettivo è conseguito se il 70% degli studenti del gruppo è in grado di applicare il diagramma di flusso

*Scheda osservazione/valutazione, rielaborata dal libro di Calvani A., Menichetti L. (2015) Come fare un progetto didattico. Gli errori da evitare. Roma: Carocci (pp. 58-62).*

## Riflessione sui risultati raggiunti

Dal punto di vista operativo, la nuova metodologia di intervento, pur determinando uno studio preliminare più attento degli obiettivi da parte del docente coinvolto, ha sicuramente fornito agli studenti un preciso esempio di approccio operativo, nell'ottica di una matematica applicata alla ricerca della modellizzazione.

La sezione riflessiva si è concentrata sia alla trattazione dell'aspetto teorico, ma soprattutto, allo studio del flow chart.

Il diagramma di flusso è uno schema logico che rappresenta un processo di lavoro, in cui vengono utilizzate forme geometriche per definire i diversi passaggi logici e frecce di collegamento per rappresentare un determinato processo o la sequenze logiche tra attività: si rivela una grande risorsa dal punto di vista della progettazione, ma, pensando al valore della robotica

educativa rispetto alla robotica in quanto tale, si coglie come la risorsa vera sia, in realtà, rappresentata dal l'umanizzazione della macchina. Permette cioè di trasformare il pensiero dell'uomo in attuazione della programmazione della macchina in quanto ogni icona raccoglie un singolo step da trasmettere al robot; ma la singola icona è la rappresentazione grafica di quanto l'uomo pensa e vuole realizzare.

Quando dal diagramma di flusso la progettazione passa all'oggetto programmabile e viene caricata, ciò che passa è il pensiero dell'uomo che ha realizzato il progetto.

Concretamente potremmo in qualche modo ipotizzare che il diagramma di flusso rappresenti la riflessività, vale a dire la possibilità di "immaginare in anteprima" le conseguenze delle proprie azioni. La programmazione richiede questo continuo confronto e questa continua attenzione all'effetto che una scelta possa determinare e alla modificazione che può portare all'interno del campo delle interazioni: si potrebbe interpretare come appello alla personale capacità di rispondere.

Infatti: se quello che si programma va a finire nell'azione e se l'oggetto programmabile fa esattamente quello che gli viene insegnato, tutto schematizzato nel diagramma di flusso, emerge palesemente il ruolo fondamentale di una scelta. Si tratta di un appello al programmatore, che deve rispondere di quello che segue e che è la conseguenza di ciò che ha pensato, scelto, voluto e determinato all'interno del diagramma (identificabile come un simulatore di volo). Tutto questo permette alla tecnologia, attraverso il focus dell'azione educativa, di divenire generativa: non si guida ad usare bene la tecnologia indicando il modo più semplice per fuggire da essa, ma attraversandola con consapevolezza. Appunto affinando l'azione educativa.

La programmazione richiede continuo confronto e continua attenzione all'effetto che può fare una scelta e alla modificazione che può portare all'interno del campo delle interazioni, compresa la variabile incognita dell'imprevisto.

Si attiva un appello alla mia capacità di rispondere. Se quello che programmo va a finire nell'azione, e se l'oggetto programmabile fa esattamente quello che io ho segnato nel diagramma di flusso ne esce il ruolo fondamentale della mia scelta. Si tratta di un appello a me. Io devo rispondere di quello che poi avviene e che è la conseguenza di quello che ho pensato, scelto, voluto e determinato all'interno del diagramma che è come un simulatore di volo. Tutto questo permette alla tecnologia, attraverso il focus dell'azione educativa, di divenire generativa. La robotica educativa non

porta ad usare bene la tecnologia insegnando a fuggire la tecnologia, ma attraversando la tecnologia. Appunto attraverso l'azione educativa svolta in classe durante un laboratorio di robotica educativa.

## Conclusioni

Le osservazioni sopra citate sono da inserire in un contesto riflessivo ancora più ampio. Innanzitutto, c'è da sottolineare un cambio di paradigma nella teorizzazione dei media. Negli anni '60 erano stati pensati essenzialmente come mezzi, negli anni '80 vengono ripensati come ambienti. Oggi i media si possono pensare come un tessuto connettivo, come un qualcosa che si è effettivamente integrato ed inserito nelle nostre vite e che riteniamo essere il modo principale attraverso il quale noi comunichiamo, produciamo contenuti culturali, costruiamo ed esprimiamo ciò che noi siamo.

In questo senso il tema della "robotica educativa" si inserisce in una visione di più ampio respiro che intercetta a livello psicologico ed educativo tematiche scottanti come per esempio la costruzione dell'immagine di sé (*identity work*) in un contesto che è radicalmente cambiato dallo sviluppo della tecnologia ed offre assieme a nuovi rischi anche nuove possibilità.

Le implicazioni della *digital revolution* convergono senza possibilità di essere ignorate nel "caso serio" della didattica come "forma" di comunicazione del messaggio. Che non può trasformare alcuni snodi fondamentali che vengono schematizzati qui di seguito.

Colpisce negli studenti la modificazione dei comportamenti legati al modo di stare in aula, alla capacità reattiva, all'interesse, alle motivazioni. Gli atteggiamenti, infatti, sono insieme il presupposto ed il derivato esistenziale, ciò che si colloca sul livello dello "stare nello spazio e nel tempo" (che potremmo definire con un termine unico ma polisemantico "postura").

A livello strutturale il cambiamento non interessa solo il versante di comportamenti, atteggiamenti o posture esistenziali. Presuppone altri funzionamenti in riferimento ai mutamenti antropologici strutturali non genetici ma sinaptici. Siamo sul livello delle riconessioni neuronali.

A partire da questo assume un senso diverso anche il discorso sugli interventi fatti in classe. Non sono interventi e basta, ma sono interventi alla luce di un contesto modificato di comportamenti, atteggiamenti e funzionamenti, che conducono, sulla linea del *We can change*, messo in atto dall'educatore riflessivo post-digitale.

Successivamente a questa esperienza condivisa nelle altre classi, altri studenti del Liceo hanno voluto sperimentare un processo simile di ricerca azione, introducendo nuovi robot: Moway e Lego EV3. Nuove esperienze per documentare diversi successi acquisiti.

## Bibliografia

- A.A.V.V. "Atti sezione Robotica Educativa per il I e il II ciclo di istruzione" - DIDAMATICA (2013), AICA - POLITECNICO DI TORINO Quaderno Didattico numero 4.
- A.A.V.V. "Robotica Educativa: Metodo Per La Didattica Laboratoriale" 2013 BRICKS –AICA / SIE-L Focus| ISSN: 2239-6187.
- Boyd D. (2014), *It's complicated. La vita sociale degli adolescenti*, Castelvecchi
- Cerri F., Marciànò G. (2018), "Robol@b" – Scienze e tecnologie applicate alla robotica Laboratori orientativi e multidisciplinari per indirizzi tecnologici e scientifici, Hoepli.
- Fasoli G. - Rossi L. (2018), *Digital people. Tracce di antropologia digitale. Tra clinical model e development model*, libreriauniversitaria.it, Padova.
- Fasoli G. (2016), *Educatore riflessivo. Tra on-line e on-life*, libreriauniversitaria.it, Padova.
- Ferri P. (2011), *Nativi digitali*, Mondadori.
- Marciànò G. (2017), *Robot & scuola. Guida per la progettazione, la realizzazione e la conduzione di un Laboratorio di Robotica Educativa (LRE)*, Hoepli.
- Riva, G. (2008), *Psicologia dei nuovi media*, Il Mulino, Bologna.
- Rivoltella P.C - Rossi P.G. (2019), *Tecnologie per l'educazione*, Pearson, Milano.
- Siega S. *Robot & Scuola - Guida per la progettazione, la realizzazione e la conduzione di un Laboratorio di Robotica Educativa (LRE)* - Appendice A. Quaderno didattico per LRE n. 1 Bee-Bot 2017 Editore Ulrico Hoepli - ISBN 978-88-203-7918.

# Coding e Robotica educativa per lo sviluppo delle competenze nella Scuola Secondaria di primo grado

di *Elena Liliana Vitti*

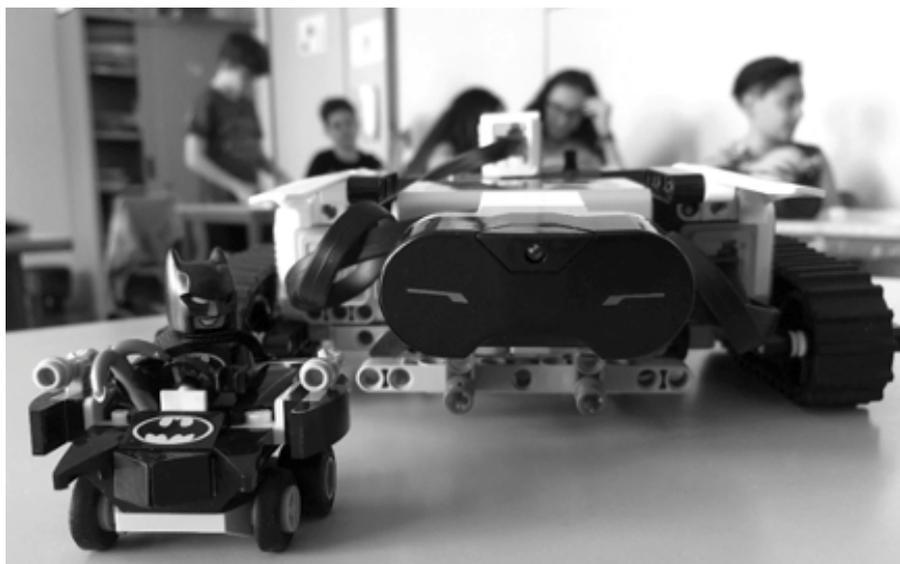
## Introduzione

Il progetto proposto è stato sviluppato nell'ambito del lavoro di ricerca (Tesi di Laurea) della Dott.ssa Elena L. Vitti, Laureanda in Scienze dell'Educazione presso l'Università degli Studi di Torino, e sperimentato nelle sue varie fasi in 4 classi seconde delle Scuole Secondarie di primo grado degli Istituti Comprensivi Settimo I e Settimo II presso i quali la Prof.ssa Vitti ha ricoperto una supplenza annuale per la Cattedra di Tecnologia per l'a.a.2017-2018. Poiché si tratta di un progetto di ricerca-azione, l'Unità di Apprendimento (UdA) ha subito successive implementazioni. La seconda versione del progetto ha vinto il premio internazionale LEGO® Education Teacher Award 2018<sup>1</sup> ed è stata presentata durante la STEM Education Conference (5-7 giugno 2018) presso la Tufts University di Boston. La versione proposta in questo articolo è da considerarsi un'ulteriore implementazione.

Durante la sperimentazione è stato utilizzato il robot LEGO® Mindstorms EV3 con il relativo software di programmazione per componenti. Futuri sviluppi del progetto prevedono l'utilizzo di altri robot in commercio, come ad esempio mBot, programmabili anche attraverso il software open source Scratch.

<sup>1</sup> Il premio LEGO® Education Teacher Award, organizzato da LEGO® Danimarca con il supporto di MEDIA DIRECT Srl (distributore ufficiale LEGO® Education Italia, ha come scopo quello di premiare i migliori insegnanti STEM che utilizzano prodotti LEGO® Education in modi innovativi per supportare l'apprendimento e la comprensione da parte degli studenti di materie come scienze, tecnologia, ingegneria e matematica. Nel 2018 il concorso è stato esteso a livello internazionale dando anche agli insegnanti italiani la possibilità di partecipare per la prima volta.

Mindstorms EV3 è un set ideato dalla LEGO® Education che permette di ideare, progettare, assemblare e programmare un robot con i mattoncini LEGO® Technic.



*Fig. 1 - Robot LEGO® Education MINDSTORMS EV3*

I kit base contengono: mattoncini LEGO® Technic, mattoncino programmabile, motori, sensori e cavi per i collegamenti. LEGO® propone una serie di configurazioni base alle quali si aggiungono numerose creazioni messe a disposizione dagli utenti. Gli studenti nella fase di montaggio possono seguire le istruzioni fornite dal docente oppure progettare il proprio robot in maniera autonoma.

I vari kit a disposizione forniscono moltissimi componenti utili all'insegnamento delle materie STEM (Sciences, Technologies, Engineering, Arts, Mathematics). Sono inoltre disponibili interessanti set di espansione che permettono di approfondire determinati argomenti: energie rinnovabili, sfida spaziale, macchine idrauliche, ecc.

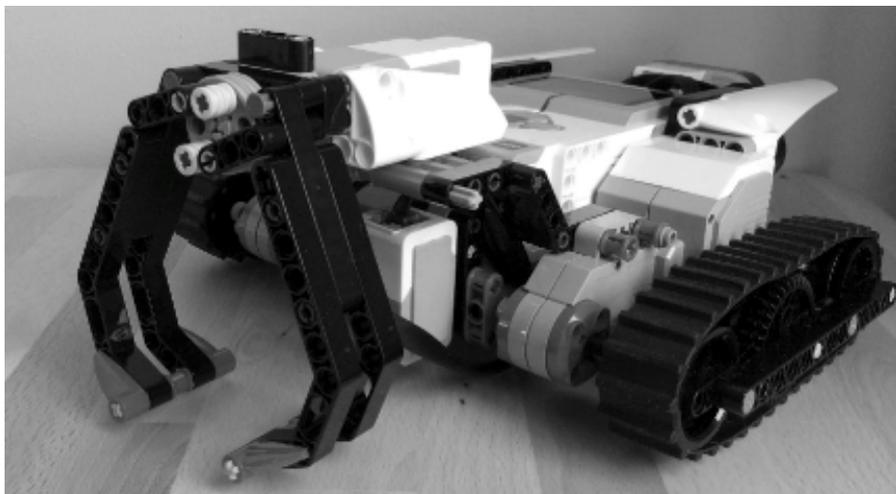


Fig. 2 - Arturo: Configurazione del robot LEGO® Mindstorms EV3 utilizzata nel progetto.

La programmazione avviene prevalentemente tramite il software fornito dalla LEGO® Education anche se è possibile acquistare i set che permettono di unire LEGO® Mindstorms a Raspberry Pi ed Arduino.

Durante le attività svolte in classe è stata utilizzata una configurazione standard del robot decisa dalla docente e rimasta invariata per tutto il periodo della sperimentazione.

Il robot, denominato “Arturo” presenta: due motori grandi, responsabili della trazione tramite ruote cingolate; un motore medio, adibito al funzionamento delle pinze; un sensore di colore nella parte anteriore, collocato in modo da rilevare i colori/intensità di luce del pavimento (quindi rivolto verso il basso); un sensore ad infrarossi posizionato sul retro, che permette di rilevare la distanza degli oggetti.

Ogni classe ha lavorato prevalentemente nella propria aula quindi l’ambiente di apprendimento non è risultato del tutto omogeneo. Per quanto riguarda la scuola Gobetti, una sola classe era dotata di LIM mentre in entrambe è stato possibile utilizzare i *device* degli studenti (tablet e pc portatili). Gli studenti della scuola Nicoli avevano a disposizione solo gli strumenti forniti dalla docente: un tablet ed un robot.

Per permettere a tutti gli studenti di poter sperimentare la fase di costruzione è stata organizzata, prima dell’inizio delle attività, un’uscita didattica presso la Biblioteca Archimede di Settimo Torinese, nella quale gli studenti in gruppi di 3-4, dopo un’introduzione alla robotica, hanno potuto costruire, programmare e provare i robot in un tabellone gara.



*Fig. 3 - Laboratorio LEIS della Biblioteca Archimede di Settimo Torinese*

L'attività proposta dal laboratorio LEIS della biblioteca, della durata di 4 ore, prevedeva una breve introduzione alla robotica (utilizzo dei robot in ambiente biomedico, missioni spaziali, ecc.), montaggio del robot, spiegazione dei primi rudimenti di programmazione per componenti con il software fornito dalla LEGO®, sfide sul tabellone di gara.

## **Progetto di ricerca**

Secondo la classificazione delle forme di ricerca di Coggi-Ricchiardi (2005, p. 28) il progetto proposto può essere identificato come ricerca qualitativa con intervento (ricerca-azione).

Tab. 1 - *Classificazione delle forme di ricerca*

	<i>Ricerca osservativa</i>	<i>Ricerca con intervento</i>
Ricerca quantitativa	1. Inchiesta 2. Ricerca con osservazione sistematica 3. Ricerca valutativa	1. Esperimento 2. Quasi-esperimento 3. Esperimento su caso singolo
Ricerca qualitativa	1. Ricerca etnografica 2. Studio di caso 3. Ricerca valutativa	<b>1. Ricerca-azione</b>

Fonte: Coggi, Ricchiardi (2005, p.28)

La ricerca-azione cerca di saldare la scissione che esiste tra ricerca educativa e pratica pedagogico-didattica. Questo tipo di ricerca, più flessibile dell'esperimento, permette di adattarsi meglio ai singoli contesti coinvolgendo direttamente gli educatori (insegnanti o formatori) che gestiscono quotidianamente i processi formativi sotto esame. Infatti, spesso sono gli operatori del settore che, una volta individuata una specifica situazione da risolvere, coinvolgono i ricercatori al fine di individuare una strategia di soluzione del problema emerso. (Cfr. Coggi, Ricchiardi, 2005, pp. 68-69).

Nel nostro caso ci troviamo nella particolare situazione che vede la Dott.ssa Vitti coinvolta sia come operatrice del settore, professoressa di Tecnologia nella Scuola Secondaria di primo grado, sia come ricercatrice, laureanda in Scienze dell'educazione.

Il processo di ricerca ha seguito le fasi illustrate nella fig.4:

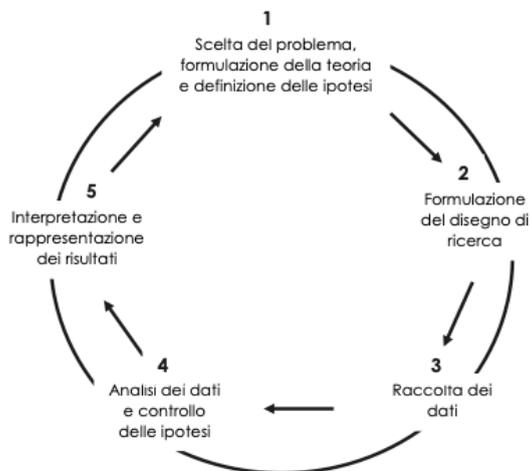


Fig. 4 - Le fasi del processo di ricerca.

Fonte: Bailey, 1985, p. 25; Corbetta, 2003, p. 16; Bryman, 1988, p.20; adattamento di M.A. Gallina, in Grimaldi (a cura di), 2005, p. 65.

## Obiettivi didattici

Nella definizione degli obiettivi didattici è stato fatto riferimento al contesto scolastico italiano ed al quadro normativo vigente, nazionale ed europeo, partendo dalle competenze chiave per l'apprendimento permanente raccomandate dal Parlamento Europeo (2006/962/CE). In particolare, sono state individuate come principali: comunicare nella madrelingua; competenza matematica e competenza di base in scienze e tecnologia; competenza digitale; competenze civiche e sociali; spirito di iniziativa ed imprenditorialità.

La trasversalità del progetto ha coinvolto prevalentemente le materie scientifiche (STEM) attraverso la proposta di attività che hanno introdotto contenuti interdisciplinari di tecnologia, *coding*, robotica, fisica e matematica.

Al fine di inserire a pieno titolo le attività proposte nei programmi curricolari delle scuole che hanno ospitato il progetto, sono stati presi in considerazione i traguardi di competenza e gli obiettivi di apprendimento per della materia Tecnologia, definiti nelle Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione (D.M. MIUR n.254/2012 e nota MIUR n.3645/2018).

Sono stati scelti obiettivi sia di tipo curricolare sia di tipo sociale, favorendo al massimo pratiche inclusive ed attività trasversali.

Tab. 2 - Obiettivi didattici dell'Unità di Apprendimento (UdA)

Obiettivi didattici UdA
<b>1. Promuovere un modello di apprendimento per scoperta di tipo induttivo</b>
<b>2. Promuovere l'inclusività scolastica</b>
<b>3. Trasmettere le seguenti conoscenze:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Conoscere il linguaggio specifico della materia;</li><li>▪ Conoscere il vocabolario specifico della materia nelle lingue straniere curricolari;</li><li>▪ Conoscere il linguaggio di programmazione per componenti proposto;</li><li>▪ Conoscere le fasi di una procedura;</li><li>▪ Conoscere il significato di «gruppo» e di «comunità».</li></ul>
<b>4. Promuovere lo sviluppo delle seguenti abilità:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Utilizzare il PC, periferiche e programmi applicativi;</li><li>▪ Utilizzare materiali digitali per l'apprendimento;</li><li>▪ Elaborare contenuti digitali interattivi utilizzando la programmazione per componenti;</li><li>▪ Saper cercare, raccogliere e trattare le informazioni utili in modo critico e sistematico;</li><li>▪ Conoscere e saper applicare a contesti utili all'apprendimento le nuove tecnologie;</li><li>▪ Partecipare all'attività di gruppo confrontandosi con gli altri, valutando le varie soluzioni proposte, assumendo e portando a termine ruoli e compiti;</li><li>▪ Confrontarsi con gli altri ascoltando e rispettando il punto di vista altrui;</li><li>▪ Discutere ed argomentare in gruppo i criteri e le motivazioni delle scelte mettendo in luce fatti, rischi, opportunità.</li></ul>
<b>5. Sviluppare prevalentemente le seguenti competenze chiave per l'apprendimento permanente:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Competenza matematica e competenze di base in scienza e tecnologia;</li><li>▪ Competenza digitale;</li><li>▪ Comunicare nelle lingue straniere;</li><li>▪ Spirito di iniziativa ed imprenditorialità.</li></ul>
<b>6. Perseguire i seguenti traguardi ed obiettivi di apprendimento:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ipotizzare le possibili conseguenze di una decisione o di una scelta di tipo tecnologico, riconoscendo in ogni innovazione opportunità e rischi.</li><li>▪ Accostarsi a nuove applicazioni informatiche esplorandone le funzioni e le potenzialità;</li><li>▪ Utilizzare semplici procedure per eseguire prove sperimentali nei vari settori della tecnologia;</li><li>▪ Effettuare stime di grandezze fisiche riferite a materiali ed oggetti dell'ambiente scolastico;</li><li>▪ Valutare le conseguenze di scelte e decisioni relative a situazioni problematiche;</li><li>▪ Smontare e rimontare semplici oggetti, apparecchiature elettroniche o altri dispositivi comuni;</li><li>▪ Programmare ambienti informatici ed elaborare semplici istruzioni per controllare il comportamento di un robot.</li></ul>

La metodologia proposta, la struttura delle lezioni, le tecniche di conduzione e la costante collaborazione fra docenti curricolari e di sostegno hanno favorito l'inclusione didattica. Inoltre, la flessibilità della proposta ha

permesso di adattare le diverse attività programmate, dove necessario, alle esigenze specifiche di ogni gruppo classe.

In caso di presenza di un insegnante di sostegno assegnato alla classe, sono state utilizzate strategie di *co-teaching*, attuate con l'intervento simultaneo di due docenti che prendono in carico l'intero gruppo classe, personalizzando ed individualizzando la didattica in base alle esigenze cognitive e sociali di ogni singolo studente.

Nonostante un buon clima di collaborazione tra docenti delle varie discipline, l'effettiva applicazione del progetto ha coinvolto prevalentemente la Prof.ssa Vitti e, dove presenti, gli insegnanti di sostegno. Questo limite, dettato principalmente dalla struttura organizzativa delle scuole coinvolte (orario dei docenti, poca flessibilità della macchina burocratica, lunghi tempi di approvazione di progetti didattici), potrebbe in futuro essere superato individuando nuove strategie didattiche più flessibili (compresenza di professori delle diverse materie coinvolte, progetti in orario extrascolastico, maggiore collaborazione con strutture educative informali presenti sul territorio, ecc.).

## **Metodologia**

Il progetto si fonda su tre elementi: l'approccio hacker, la metodologia *tinkering* basata sul *Think-Make-Improve* e l'ambiente di apprendimento cooperativo strutturato con metodologia didattica di *Cooperative Learning* (Johnson *et al.*, 1994).

### ***Approccio hacker***

L'approccio hacker, sul quale si fonda il movimento maker, si basa sull'ottimizzazione del prodotto attraverso la modifica di *software* e *hardware* (Cfr. Guasti 2017, p. 15). Smontare oggetti, analizzare il loro meccanismo e rimontarli permette di acquisire le conoscenze necessarie per ideare manufatti nuovi, più interessanti e funzionali.

Nel progetto proposto gli studenti hanno potuto sviluppare soluzioni innovative ai problemi dati apportando di volta in volta modifiche sia al software sia al robot. Per quanto riguarda la programmazione, le modifiche apportate al codice dagli utenti sono alla base della maggior parte dei laboratori di robotica proposti ai bambini.

Le alterazioni della parte hardware (aggiunta di motori, sensori, attrezzi come pinze o ganci, ecc.) sono state possibili grazie al robot LEGO® Mindstorms utilizzato nel progetto. Questo, infatti, seguendo la mentalità LEGO® basata sulla costruzione creativa, può essere non solo modificato partendo da una base come quella da noi proposta (modello Rover) ma anche costruito da zero secondo un progetto ideato dagli studenti.

Dati i tempi e gli obiettivi del progetto le attività proposte permettevano ai ragazzi di modificare il robot partendo da una base comune. Non si esclude, per successive sperimentazioni, la possibilità di dare maggiore spazio alla creatività degli studenti consentendo di progettare da zero il loro robot.

### ***Think-Make-Improve***

La metodologia *Think-Make-Improve* permette di ideare una soluzione al problema posto, verificare la propria proposta attraverso un feedback immediato ed utilizzare i dati raccolti per migliorare il progetto.

L'insegnante assume il ruolo di facilitatore del processo di apprendimento, tramite il quale gli studenti possano costruire nuove competenze, attraverso un procedimento induttivo che metta alla prova conoscenze e abilità nuove e pregresse.

Se l'educazione è basata sull'esperienza e l'esperienza educativa viene concepita come un processo sociale, la situazione cambia radicalmente. L'insegnante perde la sua posizione esterna di padrone o di dittatore per assumere quella di direttore di attività associate. (Dewey, 1938, p.25).

Le attività dell'unità di apprendimento si basano sul ciclo *Think-Make-Improve*, attraverso cui si accresce la consapevolezza che studiando, provando e sbagliando si può arrivare al risultato voluto. Il ciclo serve a realizzare un prodotto a partire da una situazione problema. L'utilità di questo approccio consiste nella consapevolezza che in qualunque prodotto finito (sia questo un oggetto o un codice) possono esserci sempre spazi di miglioramento, ripartendo dal progetto (Cfr. Guasti, Niewint-Gori, 2017, p. 91).

Il ciclo *Think-Make-Improve* si compone di tre stadi che nel progetto proposto si articolano nella seguente maniera:

*Think*: è la fase del *problem setting* e riguarda tutti gli aspetti di organizzazione ed avvio delle attività. Gli studenti analizzano il problema, confrontano le singole opinioni e provano a scegliere una soluzione condivisa.

*Make*: è la fase in cui avvengono tutti i processi di creazione e di mediazione tra gli studenti sull'oggetto (codice, programma, ecc.) da realizzare effettivamente. Gli studenti provano a disegnare le soluzioni proposte, nel nostro caso attraverso algoritmi e digrammi di flusso, in modo da poter effettuare una prima valutazione utile a decidere quale soluzione proporre.

*Improve*: è la verifica della funzionalità del modello. Gli studenti traducono il progetto scelto nel linguaggio di programmazione del robot e lo provano, ottenendo un feedback immediato utile a valutare la bontà della loro proposta. Qualora il gruppo ritenga che il prodotto non sia soddisfacente il processo ricomincia da capo. Gli errori in questo contesto diventano spunti utili per la riprogettazione ed il miglioramento della propria performance. Si passa quindi dall'idea tradizionalmente negativa dell'errore ad una visione più aperta che individua nell'errore stesso una valida occasione per progredire e migliorare.

In questo contesto, in cui gli studenti assumono un atteggiamento riflessivo e riconoscono il fallimento come opportunità di miglioramento del proprio progetto, si potrà perciò verificare un apprendimento autentico, i cui capisaldi sono: il rafforzamento della motivazione degli studenti, la maggiore persistenza di fronte alla sfida, l'aumento del desiderio di sperimentazione, la tolleranza del fallimento e la promozione dello spirito di iniziativa ed imprenditorialità.

Andrea Benassi (2017, pp. 87-90) individua sei fasi nelle quali articolare il metodo *Think-Make-Improve* nelle attività didattiche. Nella seguente tabella possiamo vedere come sono state declinate nel progetto proposto.

Tab. 3 - Fasi dell'approccio TMI

<i>Fasi dell'approccio TMI applicato alla didattica</i>	<i>Fasi del progetto proposto</i>
Formulare il problema	→ Il gruppo analizza il problema
Ipotesizzare possibili soluzioni attraverso disegni e schizzi	→ Il gruppo scrive un algoritmo / disegna un diagramma di flusso
Scegliere tra queste soluzioni quella considerata migliore	→ Il gruppo sceglie l'algoritmo /diagramma di flusso che meglio risponde al quesito
Realizzare l'oggetto corrispondente alla soluzione adottata	→ il gruppo trasferisce in linguaggio di programmazione per blocchi la soluzione ritenuta migliore
Analizzare e testare l'oggetto prodotto per decidere i miglioramenti da apportare	→ il gruppo testa il programma con l'utilizzo del robot individuando eventuali errori
Disegnare una nuova soluzione che incorpori i miglioramenti da apportare	→ il gruppo, sulla base del feedback ottenuto, elabora una nuova soluzione migliorata

Fonte: A.Benassi, 2017, pp. 87-90, rielaborata ed integrata.

## ***Cooperative Learning***

Il Cooperative Learning «è un metodo didattico che utilizza piccoli gruppi in cui gli studenti lavorano insieme per migliorare reciprocamente il loro apprendimento» (Johnson, Johnson, Holubec, 1994, p.19).

Un ambiente di apprendimento strutturato in forma cooperativa permette di sviluppare al massimo lo spirito di iniziativa ed imprenditorialità. I membri del gruppo imparano a: sostenere un ruolo di guida, prendere decisioni, creare un clima di fiducia, comunicare, gestire i conflitti ed essere motivati ad utilizzare le abilità richieste.

L'impegno cooperativo non è solo funzionale allo scopo che si vuole raggiungere, ma estende anche il rapporto umano: induce, cioè, a prendere in esame il punto di vista degli altri, a valutare le loro qualità o i loro limiti, ad apprezzare le doti o a esprimere dissenso per qualche aspetto del loro comportamento. In altre parole, spinge a conoscere e accettare gli altri. (Comoglio, Cardoso, 1996, p. 62)

Gli studenti imparano a rispettare le opinioni altrui mettendo in discussione ed ampliando le proprie. Il confronto con gli altri permette di imparare ad argomentare in gruppo le proprie idee mettendo in luce fatti, rischi, opportunità.

I vantaggi educativi del progetto proposto perciò vanno ben oltre la semplice acquisizione di conoscenze e abilità. Attraverso questa metodologia lo studente sviluppa competenze trasversali sia di tipo curricolare che di tipo sociale.

Nei gruppi di apprendimento cooperativo gli studenti devono imparare sia i contenuti delle materie scolastiche sia le abilità interpersonali e di piccolo gruppo necessarie per funzionare bene come parte di un gruppo. (Johnson *et al.*, 1994, p.28)

In un gruppo cooperativo ogni membro è responsabile sia del suo apprendimento che di quello dei compagni di gruppo. La responsabilità individuale serve a far capire che non si può sfruttare il lavoro altrui, né oziare, né vivere alle spalle del gruppo: tutti devono contribuire con le loro risorse e il loro impegno. [...] Facendo parte di un gruppo ogni studente comprende che il rapporto di collaborazione che lo unisce agli altri componenti è tale per cui non può esistere successo individuale senza successo collettivo. Il fallimento del singolo è il fallimento del gruppo. (Johnson *et al.*, 1994, p.94).

## Struttura delle lezioni

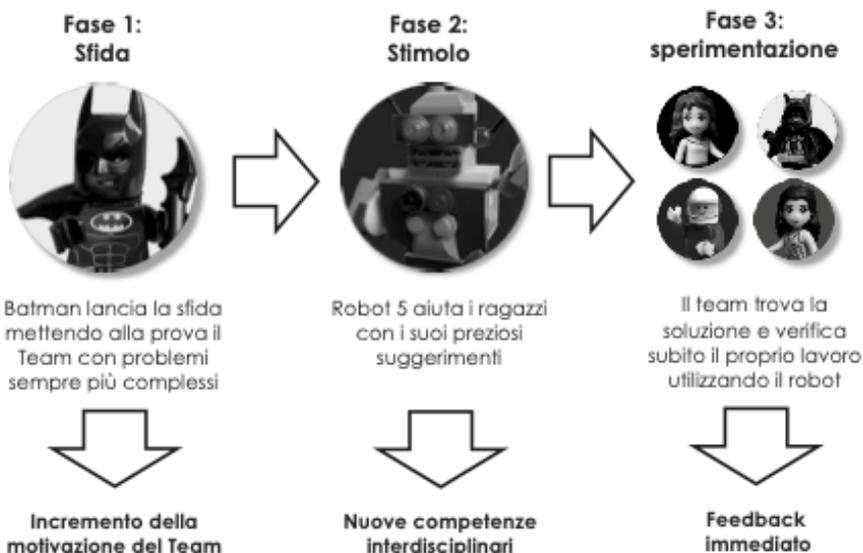
Uno degli aspetti più innovativi dell'approccio proposto riguarda la struttura delle lezioni.

L'unità di apprendimento prevede 8 lezioni di 60 minuti; la prima è introduttiva, l'ultima di valutazione, mentre le altre seguono un modello composto da tre fasi:

*Fase 1. Presentazione della sfida:* Il docente lancia una sfida mettendo alla prova i gruppi con problemi sempre più complessi. La presentazione del lavoro tramite sfide permette di mantenere alta la motivazione degli studenti aumentando il desiderio di sperimentazione, la persistenza di fronte ai problemi, la tolleranza del fallimento e lo spirito di iniziativa ed imprenditorialità.

*Fase 2. Stimolo:* Ogni lezione prevede l'introduzione di contenuti interdisciplinari (robotica, *coding*, matematica e fisica) utili alla risoluzione del problema. Partendo da regole generiche, il docente spiega alla classe concetti chiave, invitando i ragazzi a sperimentarli attraverso applicazioni concrete.

*Fase 3. Sperimentazione:* Gli studenti trovano la soluzione e possono verificarla immediatamente utilizzando il robot. Divisi in gruppi (metodologia *cooperative learning*), accettano la sfida e propongono una soluzione condivisa, controllando in tempo reale la validità delle loro ipotesi formulate ed utilizzando i dati raccolti per migliorare il loro progetto.



*Fig. 5 - Fasi delle lezioni*

Partendo dall'ipotesi formulata nella consegna, i gruppi dovranno ripercorrere le varie fasi di una ricerca empirica, con una procedura formale e con un metodo logico che utilizzi i robot per controllare le ipotesi. Gli studenti, diventati ricercatori, dovranno ideare un esperimento, progettare l'applicazione con l'utilizzo del programma per blocchi e metterlo alla prova usando il robot.

Il feedback ricevuto permetterà al gruppo di lavoro di verificare positivamente o di confutare l'ipotesi.

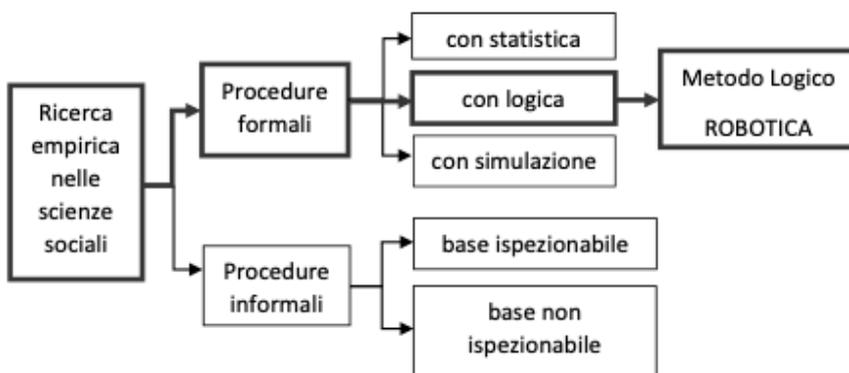


Fig. 6 - Individuazione della strategia di ricerca  
 Fonte: figura ripresa da Grimaldi 2005, pag. 20, ed adattata.

In questo caso il metodo logico permette agli studenti di formulare regole generali attraverso un processo induttivo che: parte da una sfida che rappresenta una situazione concreta (fase 1), utilizza conoscenze pregresse e nuove come base per la formulazione di ipotesi (fase 2) e verifica le ipotesi utilizzando esperimenti nei quali il robot diventa uno strumento fondamentale (fase 3). Come illustrato nell'esempio riportato in seguito, gli studenti, oltre a confermare i concetti appresi durante la fase 2, potranno ipotizzare nuove regole da verificare, a loro volta, con un'ulteriore fase di sperimentazione, creando così un processo di apprendimento incrementale.

### *Esempio di lezione*



Fig. 7 - Esempio di lezione, fase 1: Batman lancia la sfida

## Fase 2: Stimolo

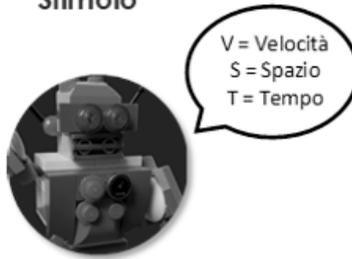


Fig. 8 - Esempio di lezione, fase 2: Robot 5 spiega i concetti teorici utili alla risoluzione del problema

In questo caso sono previste due prove: la prima consiste nell'attivare i motori del robot a velocità 35 per 1 secondo, nel secondo caso invece i motori saranno attivati a velocità 70 nello stesso intervallo di tempo.

A parità di tempo di accensione, come vediamo dai risultati, nella prima prova il robot percorre 10 cm mentre nella seconda 20 cm. Possiamo dunque dedurre dai risultati che l'ipotesi sia verificata negativamente e formulare dunque una nuova ipotesi: "Due robot con i motori accesi per 1 secondo ma con velocità diverse percorreranno distanze diverse." Inoltre, osservando i risultati si potrebbe approfondire l'ipotesi aggiungendo altre informazioni da verificare: "Due robot con i motori accesi per 1 secondo ma con velocità diverse percorreranno distanze diverse. La distanza percorsa cresce in maniera proporzionale al tempo di attivazione dei motori. In particolare, se raddoppio la velocità la distanza percorsa sarà pari al doppio."

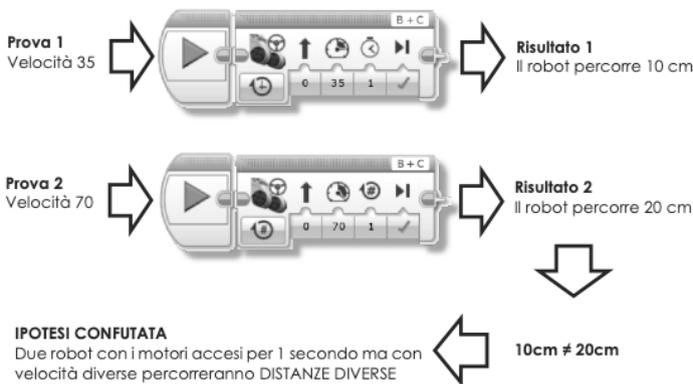


Fig. 7 - Esperimento: programma software LEGO Mindstorms EV3

## Strumenti di verifica e valutazione

La valutazione dei risultati ottenuti dagli allievi è avvenuta durante tutto il percorso: ex ante (ad inizio attività, per verificare il livello di partenza), in itinere (autovalutazione dei gruppi attraverso i feedback), valutazione finale (autovalutazione individuale, valutazione finale sia individuale sia di gruppo), Focus group docente-studenti (condivisione dei feedback ed elaborazione condivisa delle conclusioni finali).

Tab. 4 - Strumenti di verifica e valutazione

Quando?	EX ANTE	IN ITINERE	EX POST		
<b>Chi valuta?</b>	Docente	Studenti divisi in gruppi	Studenti	Docente e studenti	Docente
<b>Chi viene valutato?</b>	Valutazione individuale	Gruppi di lavoro	Valutazione individuale	Gruppi di lavoro	Val. individuale
<b>Tipo di valutazione</b>	Valutazione scritta	Autovalutazione	Autovalutazione	Condivisione e critica dei risultati	Val. scritta
<b>Strumento di valutazione</b>	Test semi-strutturato	Feedback fornito dal robot e dal docente	Questionario di autovalutazione guidata	Focus-group	Test

La valutazione iniziale è stata svolta attraverso un test semi-strutturato volto a verificare le competenze base di *coding* (algoritmi e programmazione per blocchi).

Durante le attività i gruppi hanno potuto procedere all'autovalutazione del proprio lavoro applicando la metodologia "Think-Make-Improve" grazie ai feedback immediati forniti sia dal robot sia dalle correzioni dell'insegnante (algoritmi, digrammi di flusso, programmi).

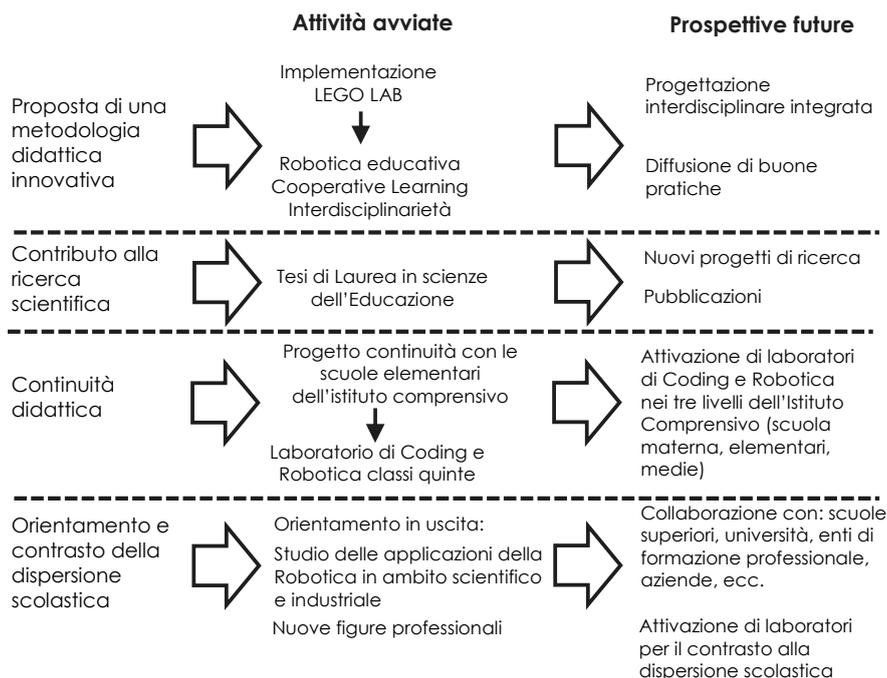
In conclusione, alla fine del percorso, sono state proposte tre tipologie di valutazione:

1. autovalutazione individuale: questionario di autovalutazione guidata;
2. condivisione e critica dei risultati: Focus-group guidato dal Docente;
3. valutazione individuale: test scritto con domande aperte, semi-chiuse e chiuse.

## Valutazione del progetto

Il contributo alla comunità di insegnamento riguarda prevalentemente quattro aspetti fondamentali:

Tab. 5 - Contributi alla comunità d'insegnamento



1. la proposta di una metodologia di insegnamento innovativa che possa dare luogo a nuovi progetti interdisciplinari grazie alla collaborazione di docenti appartenenti a diversi settori in modo da poter creare un circolo virtuoso nel quale sviluppare e diffondere buone pratiche;
2. il contributo alla ricerca scientifica, dato che il progetto si inserisce nella Tesi di Laurea in Scienze dell'Educazione della Prof.ssa Vitti;
3. il contributo ai progetti di continuità didattica sperimentati per il momento attraverso laboratori di continuità nelle classi quinte delle scuole dell'Istituto Comprensivo Settimo I di cui fa parte la scuola media Gobetti nella quale è stato attivato il LEGO LAB;

4. il contributo ai progetti di orientamento in uscita e di contrasto alla dispersione scolastica che potranno essere avviati sulla base dei risultati ottenuti in questo primo anno di sperimentazione.

Il processo di autovalutazione è stato implementato con l'ausilio della SWOT Analysis (che permette di evidenziare i principali punti di forza (Strengths), debolezze (Weaknesses), opportunità (Opportunities) e rischi (Threats)).

Tab. 6 - SWOT Analysis

<p style="text-align: center;"><b>PUNTI DI FORZA</b></p> <p><i>Impatto sull'apprendimento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento della motivazioni</li> <li>▪ Feedback immediato</li> <li>▪ Correzione progressiva degli errori</li> <li>▪ Assimilazione dei contenuti attraverso l'esperienza</li> <li>▪ Applicazioni concrete: compiti di realtà</li> <li>▪ Competenze interdisciplinari</li> </ul> <p><i>Utilizzo di strategie inclusive per studenti con BES (Bisogni Educativi Speciali)</i></p> <p><i>Riproducibilità e trasferibilità del percorso</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>DEBOLEZZE</b></p> <p><i>Essendo un progetto in fase di avvio si possono individuare le seguenti debolezze sulle quali intervenire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Scarsa partecipazione dei docenti delle altre discipline</li> <li>▪ Esperienza ridotta nell'ambito della continuità didattica</li> <li>▪ Scarsa disponibilità di risorse economiche da investire sul progetto</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>OPPORTUNITÀ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Possibilità di avviare progetti di continuità didattica</li> <li>▪ Possibilità di avviare progetti di contrasto alla dispersione scolastica</li> <li>▪ Possibilità di veicolare contenuti interdisciplinari</li> <li>▪ Diffusione di buone pratiche</li> <li>▪ Possibilità di avviare nuovi progetti di ricerca</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>RISCHI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'utilizzo della robotica e delle tecnologie informatiche dipende dalla capacità del singolo insegnante</li> <li>▪ L'interdisciplinarietà delle attività proposte dipende in parte dall'effettica collaborazione dei docenti del consiglio di classe</li> <li>▪ L'utilizzo delle tecnologie proposte dipende dalle attrezzature a disposizione della scuola</li> </ul>

## Bibliografia

- Benassi A. (2017), *Scheda B - Attività didattiche incentrate sul "Think-Make-Improve": il modello canadese*, in: Guasti L., Rosa A. (2017), *Maker@scuola*, Firenze, Assopiù Editore, 87-90.
- Benotti L. (a cura di) (2018), *Ciencias de la computación para el aula - Manual para docentes*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Fundación Sadosky.
- Bergmann J., and Sams A. (2012), *Flip YOUR Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*, USA, International Society for Technology in Education.
- Biblioteca Archimede Settimo Torinese <http://www.bibliotecarchimede.it/> data ultima consultazione: 09/01/2018

- Bogliolo A. (2016), *Coding in your classroom, now!*, Giunti Scuola.
- Coggi C., Notti A. M. (2002), *Docimologia*, Pensa MultiMedia, Lecce.
- Coggi C., Ricchiardi P. (2005), *Progettare la ricerca empirica in educazione*, Carocci, Roma.
- Comoglio M., Cardoso M.A. (1996), *Insegnare e apprendere in gruppo. Il Cooperative Learning*, LAS, Roma
- Decreto Ministeriale MIUR n.254 del 16/11/2012 - Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione.
- Decreto Ministeriale MIUR n.851 del 27/10/2015 - Piano Nazionale per la Scuola Digitale.
- Dewey J. (1938), *Experience and Education*, Kappa Delta Pi, Trad. ita.: *Esperienza e educazione*, La Nuova Italia, Firenze.
- Direttiva 27 dicembre 2012 - Strumenti d'intervento per alunni con Bisogni Educativi Speciali e Organizzazione Territoriale per l'Inclusione Scolastica.
- Distributore ufficiale LEGO® Education Italia <https://www.campustore.it/> data ultima consultazione: 09/01/2018
- Grimaldi R. (a cura di) (2005), *Metodi formali e risorse della rete*, Franco Angeli, Milano.
- Grimaldi R. (a cura di) (2017), *A scuola con i robot. Innovazione didattica, sviluppo delle competenze e inclusione sociale*, Il Mulino, Bologna.
- Grimaldi R., Denicolai L., Palmieri S. (2017), *Dal Logo alla robotica educativa: esperienze di pensiero computazionale e transmedialità*, 128-145, in Trincherò R., Parola A. (a cura di), *Educare ai processi e ai linguaggi di apprendimento*, FrancoAngeli, Milano.
- Guasti L., Niewint-Gori J. (2017), *Applicazione della stampante 3D in classe*, in: Guasti L., Rosa A. (2017), *Maker@scuola*, Firenze, Assopiù Editore, 91-106.
- Guasti L., Rosa A. (2017), *Maker@scuola*, Firenze, Assopiù Editore.
- Intervista Prof.ssa Elena Vitti durante la Tufts STEM Education Conference <https://www.youtube.com/watch?v=nQ4txTjVNHU> data ultima consultazione: 09/01/2018
- Johnson D., Johnson R., Johnson Holubec E. (1994), *The nuts and bolts of cooperative learnign*, David W. Johnson Interaction Book Company; ed. ita.: (1996, 2015), *Apprendimento cooperativo in classe*, Edizioni Centro Studi Erikson, Trento.
- Legge 104/1992 - Legge-quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate.
- Legge 170/2010 - Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico.
- LEGO® Education <https://education.lego.com/en-us/shop/mindstorms-ev3> data ultima consultazione: 09/01/2018
- LEGO® Education Teacher Award 2018 <https://education.lego.com/en-us/events/2018-teacher-award-us> data ultima consultazione: 09/01/2018
- Nota MIUR n.3645/2018 - Indicazioni nazionali e nuovi scenari.
- Nota MIUR n.4274/2009 - Linee guida per l'integrazione scolastica degli alunni con disabilità.

Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006  
relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente (2006/962/CE)  
Regolamento LEGO® Education Teacher Award 2018  
<https://www.campustore.it/teacher-award> data ultima consultazione: 09/01/2018  
Robastro D. (2014), *La ricerca empirica in educazione*, FrancoAngeli.  
Rychen D.S. (2003), *A Frame of Reference for Defining and Selecting Key Competencies in an International Context*, in *Contributions to the second DeSeCo symposium*, Geneva, Switzerland, 11-13 February 2002, 109-116.  
Rychen D.S., Salganik L.H. (2003), *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*, Cambridge, Hogrefe & Huber Publishers.  
Rychen, D.S., Salganik, L.H. (2001), *Defining and selecting key competencies*, Ashland, Hogrefe & Huber Publishers.  
Trincherò R. (2002), *Manuale di ricerca educativa*, FrancoAngeli, Milano.  
Tufts STEM Education Conference <http://tuftsstemedconference.org/summer2018/> data ultima consultazione: 09/01/2018

## Gli autori

### **Alfonso Benevento**

*Giornalista, direttore responsabile del periodico etutorweb.it.*

Esperto in sicurezza informatica nella gestione e configurazione dei sistemi, lo sviluppo di software, l'audit, la progettazione e implementazione di ISMS, la formazione, la ricerca, fino alle problematiche ICT relative alla Business Continuity. Giudice della First Lego League Italia (FLL-Italia). Redattore per le riviste: Nuova Armonia - ed.Rai; RAS Rassegna dell'Autonomia Scolastica. Pubblicazioni: "Bulli e cyberbulli ora basta" EPC editore 2017; "PA in viaggio" Aracne editore 2019; "Il Cinema da Sapienza, il rinascimento digitale del cinema italiano" FrancoAngeli editore - 2020.

E-mail: [benevento@etutorweb.it](mailto:benevento@etutorweb.it)

### **Martina Benvenuti**

*Dipartimento di Psicologia, Università di Bologna.*

Si occupa di psicologia dello sviluppo e svolge attività di ricerca in tecnologie didattiche e robotica educativa. I suoi temi di ricerca riguardano anche l'utilizzo e l'influenza delle tecnologie nell'arco di vita, dai bambini agli anziani. Collabora con l'Istituto per le Tecnologie Didattiche (ITD) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), con cui ha svolto il progetto "Programmare per apprendere nella scuola primaria".

E-mail: [martina.benvenuti2@unibo.it](mailto:martina.benvenuti2@unibo.it)

### **Carlotta Bizzarri**

*Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali, Università degli Studi di Firenze.*

Ph.D in Telematica e Società dell'Informazione, i suoi interessi di ricerca vertono sulla robotica educativa, sulla *media education*, sui *media and communication studies*, sugli effetti sociali delle tecnologie digitali, sulla sociologia dei processi culturali.

E-mail: [carlotta.bizzarri@unifi.it](mailto:carlotta.bizzarri@unifi.it)

### **Gilda Bozzi**

*Associazione Yunik aps.*

Gli interessi di ricerca vertono sugli aspetti epistemologici della robotica educativa, sulle applicazioni della robotica educativa nell'educazione dell'infanzia, sulle applicazioni del Metodo Feuerstein in robotica educativa, sulla formazione degli insegnanti, sul ruolo dei robot per il potenziamento delle competenze cognitive e metacognitive. Collabora con il Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "R. Massa", Università degli Studi di Milano-Bicocca e fa parte del RobotiCSS Lab, Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali.

E-mail: [gilda.bozzi@unimib.it](mailto:gilda.bozzi@unimib.it)

### **Sandro Brignone**

*Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione, Università di Torino.*

Si occupa di simulazione dei fenomeni sociali attraverso i modelli ad agenti, di analisi di Big Data e dell'applicazione dei social robot nei contesti educativi e di cura; lavora nell'ambito delle attività del Laboratorio di simulazione del comportamento e robotica educativa "Luciano Gallino".

E-mail: [sandro.brignone@unito.it](mailto:sandro.brignone@unito.it)

### **Ludovica Broglia**

*Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Università di Modena e Reggio Emilia.*

Gli interessi di ricerca sono rivolti alle narrazioni autobiografiche infantili, ovvero alla struttura dei racconti tramite i quali bambini e adolescenti analizzano eventi personali positivi e negativi/stressanti (quali la malattia e l'ospedalizzazione). Svolge attività di ricerca sull'utilizzo dei robot educativi (kit di apprendimento) e dei robot interattivi (*social robots*) quali strumenti innovativi che facilitano la comprensione e la rielaborazione del vissuto emotivo.

E-mail: [ludovica.broglia@unimore.it](mailto:ludovica.broglia@unimore.it)

### **Federico Cabitza**

*Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione, Università degli Studi di Milano-Bicocca.*

Si occupa di intelligenza artificiale, con particolare riferimento al ruolo dei sistemi di apprendimento automatico a supporto dei processi decisionali in ambito medico.

E-mail: [federico.cabitza@unimib.it](mailto:federico.cabitza@unimib.it)

### **Augusto Chiocciariello**

*Istituto per le Tecnologie Didattiche (ITD) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) – area della ricerca di Genova.*

Svolge attività di ricerca nell'educazione scientifica e in tecnologie didattiche dal 1980 a partire dalla sua tesi di laurea sull'uso del computer nella didattica della Fisica. Dal 1982 al 1986 ha lavorato all'Università della California a Irvine e dal 1989 è all'Istituto per le Tecnologie Didattiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Coordina il progetto "Programmare per apprendere nella scuola primaria".

E-mail: [augusto@itd.cnr.it](mailto:augusto@itd.cnr.it)

### **Alessandro Efrem Colombi**

*Facoltà di Scienze della Formazione, Libera Università di Bolzano.*

Si occupa delle relazioni tra apprendimento e tecnologia, dell'uso dei media in ambito educativo e formativo, delle tecnologie orientate ai processi inclusivi e d'integrazione. Attivo da tre decenni nell'ambito del pensiero computazionale e della robotica educativa, è promotore di un modello sistemico ed ecologico allo studio dei media e del paradigma digitale. Attivo come imprenditore sociale a partire dal 1999, ha promosso numerose iniziative di creazione e sviluppo d'impresa orientate agli studenti del contesto educativo, formativo e della comunicazione.

E-mail: [acolombi@unibz.it](mailto:acolombi@unibz.it)

### **Valentina Conti**

*Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Università degli studi di Modena e Reggio Emilia*

Dottore di ricerca in Critica Letteraria e Letterature Compare. Le aree di interesse e di ricerca scientifica vertono principalmente su: (i) la narratologia interculturale; (ii) i nuovi fenomeni di serializzazione e di rimediazione dei testi; (iii) la nascita e lo sviluppo del transmedia e del digital storytelling; la recente conversione a ruolo attivo del lettore e della fandom, e la produzione di fanfiction; (iv) le teorie e usi della narrazione come strumento di sostegno in campo terapeutico, nello specifico per soggetti affetti da sindrome dello spettro autistico e da demenze, anche attraverso l'utilizzo di immagini (visual storytelling), dei nuovi sistemi tecnologici (digital storytelling e IoT) e della robotica educativa.

E-mail: [valconti@unimore.it](mailto:valconti@unimore.it)

### **Milva Lucia Crimella**

*Scuola primaria, I.C. di Ponte in Valtellina.*

Insegnante di Scuola Primaria e Pedagogista; si occupa di formazione docenti con particolare riferimento all'utilizzo di metodologie didattiche innovative che propone e sperimenta in ambito scolastico e formativo. Si occupa inoltre di attività e progetti riguardanti i metodi biografici e narrativi, intesi come strumenti di lavoro che amplificano la postura riflessiva e la crescita personale e professionale dei docenti.

E-mail: [crimellamilva1@gmail.com](mailto:crimellamilva1@gmail.com)

### **Edoardo Datteri**

*Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "R. Massa", Università degli Studi di Milano-Bicocca.*

Si occupa di fondamenti delle scienze cognitive, con particolare riferimento al ruolo dei robot, dei sistemi bionici e delle simulazioni come strumenti per lo studio della cognizione e dei meccanismi neurali. Ha collaborato con l'Advanced Robotics Technology and Systems Laboratory della Scuola Superiore Sant'Anna, con l'Università di Pisa, e con l'Università di Napoli "Federico II". Coordina il RobotiCSS Lab, Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.

E-mail: [edoardo.datteri@unimib.it](mailto:edoardo.datteri@unimib.it)

### **Lorenzo Denicolai**

*Dipartimento di Management, Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione, Dipartimento di Lingue e Letterature Straniere e Culture Moderne, Università di Torino.*

Si interessa della relazione uomo-tecnologia dal punto di vista dei media studies, di media audiovisivi e di robotica educativa. Coordina una ricerca di pragmatica della comunicazione con l'audiovisivo con persone afasiche. Lavora nell'ambito delle attività del Laboratorio di simulazione di simulazione del comportamento e robotica educativa "Luciano Gallino" e del centro interdipartimentale di ricerca Cinedumedia.

E-mail: [lorenzo.denicolai@unito.it](mailto:lorenzo.denicolai@unito.it)

### **Margherita Di Stasio**

*Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa (Indire)*

Si occupa di sviluppo professionale docenti, valutazione e innovazione della didattica e della formazione con le nuove tecnologie. Un particolare interesse è dato dalla filosofia analitica come base per la didattica dei linguaggi, le prospettive di computational thinking, le pratiche di coding anche in ottica mediaeducativa.

E-mail: [m.distasio@indire.it](mailto:m.distasio@indire.it)

### **Luisa Dicitore**

*Direzione Didattica Bastia Umbra.*

Nella sua pratica d'insegnante ama mettere a confronto le metodologie didattiche innovative tra di loro convinta che concorrono a realizzare in "tutti" gli allievi apprendimenti significativi ed efficaci.

E-mail: [luisadicitore@gmail.com](mailto:luisadicitore@gmail.com)

### **Roberta Fadda**

*Dipartimento di Pedagogia, Psicologia, Filosofia, Università degli Studi di Cagliari.*

I principali interessi di ricerca riguardano lo sviluppo della Teoria della Mente nelle persone con sviluppo tipico e con Disturbo dello Spettro Autistico, con un focus particolare sui precursori che emergono nel corso della prima infanzia; i fattori di rischio e di protezione dell'inclusione scolastica degli alunni e delle alunne con Disturbo dello Spettro Autistico secondo una prospettiva life-span.

E-mail: [robafadda@unica.it](mailto:robafadda@unica.it)

## **Giovanni Fasoli**

*Opera Famiglia di Nazareth*

Bachelor in Filosofia e Teologia, counsellor, psicologo clinico, docente universitario ed educatore sociale. Insegna Psicologia dell'adolescenza, Pedagogia della realtà virtuale, cyber-psicologia e *new-media communication* presso lo IUSVE. Gli ambiti di ricerca vertono sugli aspetti psicologici, clinici ed educativi della digital-generation. Tra le sue pubblicazioni: *Educatore riflessivo*. Tra on-line e on-life (2016), *WebLife*. *Finestre sul cyber-spazio* (2017), *Digital People*. *Tracce di antropologia digitale*. *Tra clinical model e development model* (con L. Rossi, 2018), *Cyber-bullismo*. *Adolescenti scuola famiglia* (2019).

E-mail: [g.fasoli@iusve.it](mailto:g.fasoli@iusve.it)

## **Paola Ferraris**

*Liceo "Giorgio Spezia" di Domodossola.*

Gli interessi professionali si concentrano sulla didattica della matematica e della fisica e da 4 anni nell'impegno in percorsi di formazione sulle tematiche digitali. Collabora in #Sbullizziamoci, progetto di peer education, ed è formatrice e supervisore per le certificazioni ICDL.

E-mail: [paola.ferraris@spezialab.net](mailto:paola.ferraris@spezialab.net)

## **Renato Grimaldi**

*Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione, Università di Torino.*

Lavora nell'ambito delle attività del Laboratorio di simulazione di simulazione del comportamento e robotica educativa "Luciano Gallino" di cui è coordinatore scientifico.

E-mail: [renato.grimaldi@unito.it](mailto:renato.grimaldi@unito.it)

## **Chiara Merisio**

*Associazione Yunik aps.*

Pedagogista, i suoi interessi di ricerca vertono sugli aspetti epistemologici della robotica educativa, sui problemi e strategie di risoluzione nella programmazione robotica, sul ruolo dei robot come mezzi di potenziamento delle competenze cognitive e metacognitive, sulla formazione professionale, sull'applicazione della robotica educativa per il potenziamento di competenze in caso di bisogni educativi speciali.

E-mail: [cm.chiara.merisio@gmail.com](mailto:cm.chiara.merisio@gmail.com)

**Beatrice Miotti**

*Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa (Indire).*

Tecnologa in Indire dal 2014, si occupa principalmente di tecnologie applicate alla didattica, in particolare in ricerche relative alla robotica educativa ed al coding.

E-mail: [b.miotti@indire.it](mailto:b.miotti@indire.it)

**Sara Mittiga**

*Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Università di Modena e Reggio Emilia*

I suoi interessi di ricerca vertono sulla narratologia, sulle Digital Humanities, sulla robotica educativa, sulla medicina narrativa, sul *transmedia storytelling*.

E-mail: [sara.mittiga@unimore.it](mailto:sara.mittiga@unimore.it)

**Teresa Maria Napoli**

*Scuola Primaria, I.C.S. Luigi Cadorna di Milano.*

Come psicomotricista e specialista delle metodologie differenziate del sostegno, è interessata alle interazioni tra psicomotricità e robotica educativa. Entrambi permettono di contestualizzare le esperienze di vita, potenziando le funzioni psicomotorie attraverso il corpo, che incidono positivamente sull'apprendimento di ogni persona, soprattutto laddove si presentano disabilità o BES.

E-mail: [teresamarianapoli@gmail.com](mailto:teresamarianapoli@gmail.com)

**Giovanni Nulli**

*Istituto Nazionale di Documentazione, Innovazione e Ricerca Educativa (Indire).*

Ricercatore Indire dal 2014, si occupa di didattica laboratoriale con le tecnologie in rapporto al curriculum attraverso progetti di sperimentazione in classe. In particolare, si occupa di coding e robotica educativa applicata al curriculum.

E-mail: [g.nulli@indire.it](mailto:g.nulli@indire.it)

### **Stefania Operto**

*Università degli Studi di Genova, Dipartimento di Scienze della Formazione.*

Sociologa, studia da anni i temi legati a tecnologia e società con particolare riferimento agli aspetti riferiti all'interazione e alla relazione uomo-macchina.

E-mail: [stefania@operto.net](mailto:stefania@operto.net)

### **Silvia Palmieri**

*Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione, Università di Torino.*

Si occupa di social robot nella cura e nell'educazione nell'ambito delle attività del Laboratorio di simulazione del comportamento e robotica educativa "Luciano Gallino".

E-mail: [silvia.palmieri@unito.it](mailto:silvia.palmieri@unito.it)

### **Ida Paroli**

*Scuola Primaria I.C.S. G. A. Frattini (VA).*

Insegnante di Scuola Primaria interessata al ruolo del gioco nella didattica e all'utilizzo della robotica educativa in classe.

E-mail: [idadparoli@gmail.com](mailto:idadparoli@gmail.com)

### **Simonetta Siega**

*Componente Equipe Formativa Territoriale #PNSD-Piemonte, in esonero ministeriale.*

Responsabile del CTI (Centro Territoriale per l'Inclusione) di Domodossola; ricercatrice Scientifica e Formatrice della Rete Nazionale di Scuole per la ROBOCUP JR ITALIA [www.robocupjr.it](http://www.robocupjr.it); componente dei Nuclei Esterni di Valutazione (Gruppo NEV INVALSI); co-autore di testi per la formazione docenti e libri di testo per case editrici nazionali: "Robot & Scuola. Guida per la progettazione, la realizzazione e la conduzione di un Laboratorio di Robotica Educativa (LRE)", Milano, Editore Ulrico Hoepli; "Tecno Atelier - Creatività e Tecnologia (Laboratorio Coding Robotica)" - SEI editrice 2018 - testo per la Scuola secondaria di I grado - disciplina Tecnologia (classi 1-2-3); Trainer Senior di 2° Livello PAS, Metodo Feuerstein.

E-mail: [siega.eft@istruzioneepiemonte.it](mailto:siega.eft@istruzioneepiemonte.it)

### **Monica Tamburrini**

*Istituto Comprensivo Margherita Hack di Cernusco sul Naviglio (MI) e Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione “R. Massa”, Università degli Studi di Milano-Bicocca.*

Appassionata di robotica educativa e storytelling, da anni interessata alle metodologie di progettazione di robotica educativa ed utilizzo dei robot fin dalla tenera età.

E-mail: [monica.tamburrini@unimib.it](mailto:monica.tamburrini@unimib.it)

### **Cristina Torre**

Educatrice/pedagogista con interessi di ricerca e professionali riguardanti la robotica educativa.

E-mail: [c.torre1@campus.unimib.it](mailto:c.torre1@campus.unimib.it)

### **Ilaria Vitali**

*Ingegnere Software Senior e EdTech Specialist freelance.*

Interessata nelle straordinarie possibilità d'impiego della Robotica Educativa a 360° anche a sostegno di percorsi di inclusione di ragazze e ragazzi con importanti disagi cognitivi, in progetti di Robot-PetTherapy con anziani nelle case di cura e nei centri ospedalieri per giovani pazienti, nella formazione soprattutto della terza età e in laboratori museali sul mondo dell'artigianato artistico del XXI secolo chiamati “Opere d'ingegno”.

E-mail: [ilaria.vitali@tim.it](mailto:ilaria.vitali@tim.it)

### **Elena Liliana Vitti**

*I.C. Pacinotti di Torino.*

Architetto, Dottore di ricerca in Ambiente e Territorio, Insegnante ed Educatrice. Lavora come docente di Tecnologia nella Scuola secondaria di 1° grado. Si occupa di ricerca educativa, in collaborazione con il Centro di Ricerca Cinedumedia dell'Università degli Studi di Torino, negli ambiti: didattica innovativa, robotica educativa, STEAM, progettazione di ambienti di apprendimento, media education e inclusività didattica. Socia del Mupin (Museo Piemontese dell'Informatica). Impegnata in progetti di divulgazione scientifica e formazione docenti. Vincitrice del LEGO Education Teacher Award 2018 e dello STEM Alliance LEGO Education 2019.

E-mail: [vitti@pacinotti.torino.it](mailto:vitti@pacinotti.torino.it)

**Luisa Zecca**

*Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione “R. Massa”, Università degli Studi di Milano-Bicocca.*

Insegna mediazione didattica e progettazione e valutazione di interventi e servizi educativi. Si occupa di metodologie partecipative e di ricerca-formazione con un focus particolare su scuola e cittadinanza democratica. Coordina l'unità italiana di C4S (<http://www.communities-for-sciences.eu>). Ha collaborato con il Centro Internazionale Loris Malaguzzi di Reggio Emilia. Fa parte del RobotiCSS Lab, Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.

E-mail: [luisa.zecca@unimib.it](mailto:luisa.zecca@unimib.it)

Questo   
LIBRO

 ti è piaciuto?

---

**Comunicaci il tuo giudizio su:**  
[www.francoangeli.it/latuaopinione.asp](http://www.francoangeli.it/latuaopinione.asp)



**VUOI RICEVERE GLI AGGIORNAMENTI  
SULLE NOSTRE NOVITÀ  
NELLE AREE CHE TI INTERESSANO?**



SEGUICI IN RETE



SOTTOSCRIVI  
I NOSTRI FEED RSS



ISCRIVITI  
ALLE NOSTRE NEWSLETTER

---

**FrancoAngeli**

La passione per le conoscenze

Copyright © 2021 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy. ISBN 9788835122098

# Vi aspettiamo su:

**[www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it)**

per scaricare (gratuitamente) i cataloghi delle nostre pubblicazioni

DIVISI PER ARGOMENTI E CENTINAIA DI VOCI: PER FACILITARE  
LE VOSTRE RICERCHE.



**Management, finanza,  
marketing, operations, HR**

**Psicologia e psicoterapia:  
teorie e tecniche**

**Didattica, scienze  
della formazione**

**Economia,  
economia aziendale**

**Sociologia**

**Antropologia**

**Comunicazione e media**

**Medicina, sanità**



**Architettura, design,  
territorio**

**Informatica, ingegneria**

**Scienze**

**Filosofia, letteratura,  
linguistica, storia**

**Politica, diritto**

**Psicologia, benessere,  
autoaiuto**

**Efficacia personale**

**Politiche  
e servizi sociali**



**FrancoAngeli**

La passione per le conoscenze

Copyright © 2021 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy. ISBN 9788835122098

Che cos'è la *robotica educativa*? In che modo si inserisce nei curricula e nel ventaglio degli interventi psico-educativi e sociali dell'educazione formale e non formale, e nel contesto ospedaliero? Come formare "con" e "alle" tecnologie robotiche e per quali competenze specifiche? Quale ruolo hanno i robot nel migliorare e facilitare apprendimenti in età evolutiva?

Il testo è destinato a ricercatori, insegnanti, educatori, operatori socio-sanitari e formatori impegnati in differenti ambiti di ricerca e presenta lo stato dell'arte su concetti chiave e risultati di ricerche ed esperienze realizzate in questi ultimi anni con bambine/i, ragazze/i e insegnanti dalla scuola dell'infanzia alla scuola secondaria di secondo grado.

Le sezioni II e III del volume ospitano gli interventi di insegnanti presentati al Convegno "Interazione bambino-robot 2019" (IBR19), organizzato dal RobotiCSS Lab – Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali del Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "R. Massa", Università degli Studi di Milano-Bicocca, e dall'Associazione Yunik e svoltosi il 12-13 giugno 2019.

**Gilda Bozzi - Associazione Yunik.** Gli interessi di ricerca vertono sugli aspetti epistemologici della robotica educativa, sulle applicazioni della robotica educativa nell'educazione dell'infanzia, sulle applicazioni del Metodo Feuerstein in robotica educati-va, sulla formazione degli insegnanti, sul ruolo dei robot per il potenziamento delle competenze cognitive e metacognitive. Collabora con il Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "R. Massa", Università degli Studi di Milano-Bicocca e fa parte del RobotiCSS Lab, Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali.

**Luisa Zecca - Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "R. Massa", Università degli Studi di Milano-Bicocca.** Insegna mediazione didattica e progettazione e valutazione di interventi e servizi educativi. Si occupa di metodologie partecipative e di ricerca-formazione con un focus particolare su scuola e cittadinanza democratica. Coordina l'unità italiana di C4S (<http://www.communities-for-sciences.eu>). Ha collaborato con il Centro Internazionale Loris Malaguzzi di Reggio Emilia. Fa parte del RobotiCSS Lab, Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.

**Edoardo Datteri - Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "R. Massa", Università degli Studi di Milano-Bicocca.** Si occupa di fondamenti delle scienze cognitive, con particolare riferimento al ruolo dei robot, dei sistemi bionici e delle simulazioni come strumenti per lo studio della cognizione e dei meccanismi neurali. Ha collaborato con l'Advanced Robotics Technology and Systems Laboratory della Scuola Superiore Sant'Anna, con l'Università di Pisa, e con l'Università di Napoli "Federico II". Coordina il RobotiCSS Lab, Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.

 **FrancoAngeli**  
La passione per le conoscenze

MEDIA  
E

TECNOLOGIE

PER  
LA  
DIDATTICA

