

Educational robotics in the early childhood settings 0-6: a systematic review

La robotica educativa nei servizi educativi 0-6: un'analisi sistematica della letteratura

Daniela Frison^a

^a *Università degli Studi di Firenze*, daniela.frison@unifi.it

Abstract

The study presents a systematic literature review based on relevant articles at a national and international level and focused on the Educational Robotics activities proposed to children 0-6 years old. The systematic review was carried out following a defined process and the research identified 21 papers, 3 conceptual and 18 empirical. The study aims to encourage reflection on the role that Educational Robotics can play in the design of educational services, within a *play-based learning* perspective.

Keywords: educational robotics; early childhood; play-based learning; systematic review; computational thinking.

Abstract

Il contributo presenta un'analisi sistematica della letteratura rintracciata a livello nazionale e internazionale con l'obiettivo di esplorare obiettivi e articolazione di attività/interventi di Robotica Educativa nei servizi educativi rivolti a bambini e bambine da 0 a 6 anni. I criteri di selezione adottati hanno condotto all'identificazione di 21 contributi, 3 concettuali e 18 empirici, la cui analisi si propone di incoraggiare la riflessione sul ruolo che la Robotica Educativa può rivestire nella progettazione educativa, in particolare entro una prospettiva di *play-based learning*.

Parole chiave: robotica educativa; prima infanzia; play-based learning; revisione sistematica; pensiero computazionale.

1. Introduzione

La proposta di attività/interventi di Robotica Educativa (d'ora in avanti RE) nel contesto scolastico prevede il coinvolgimento di bambini/e e ragazzi/e nell'esplorazione, programmazione e uso di tecnologie robotiche secondo precisi obiettivi di apprendimento o di competenza (Komis, Romero, & Misirli, 2017; Komis & Misirli, 2012). Tale proposta è visibilmente in aumento, sia nel contesto scolastico, dove si incoraggia l'introduzione di progetti di RE, Coding e Tinkering finalizzati allo sviluppo del pensiero computazionale, in particolare nell'ambito delle discipline afferenti all'area delle STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), sia in ambito extra-scolastico ad opera di associazioni e servizi educativo-animativi che si fanno promotori di tale diffusione.

Con particolare riferimento al contesto scolastico, la RE rimanda alla “practice of teaching in which students use robots to build knowledge for the robots themselves or with the help of robots” (Komis, Romero, & Misirli, 2017, p. 158) a supporto della progettazione e diffusione di strategie di *Active Learning* finalizzate a coinvolgere attivamente bambini e bambine nel processo di apprendimento. Per questo suo intreccio tra tecnologie, finalità pedagogico-didattiche e disciplinari, la RE favorisce ed è al contempo il *risultato* di una fertilizzazione incrociata tra Intelligenza Artificiale e Scienze Pedagogiche e Psicologiche, offrendo oggi un terreno di applicazione e di ricerca che si rivolge ad un target multifaccettato, dalla prima infanzia all'istruzione terziaria (Gaudiello & Zibetti, 2013; Papert, 1972). All'interno di questo ampio range, in cui rintracciamo iniziative scolastiche volte al perseguimento di obiettivi di apprendimento e altre più di natura ludico-animativa, l'attenzione di questo contributo intende focalizzarsi su un target ancora periferico, a cui le sperimentazioni di RE iniziano tuttavia a rivolgersi. Ci si riferisce specificamente agli interventi rivolti a bambini e bambine della fascia d'età 0-6 anni. Obiettivo dell'articolo è l'esplorazione di sperimentazioni ed esperienze di RE condotte a livello nazionale ed internazionale al fine di indagare la cornice metodologica e progettuale entro la quale si situano al nido e nella scuola dell'infanzia. L'articolo si propone, precisamente, di osservare tali sperimentazioni da una prospettiva di *play-based learning* (Daniels & Pyle, 2018; Pyle & Daniels, 2017).

2. Gioco e robotica educativa nei servizi educativi 0-6

Con particolare riferimento al target 0-6, ricordiamo che la L. n. 107/2015 *Riforma del sistema nazionale di istruzione e formazione e delega per il riordino delle disposizioni legislative vigenti* prevede l' “istituzione del sistema integrato di educazione e di istruzione dalla nascita fino a sei anni, costituito dai servizi educativi per l'infanzia e dalle scuole dell'infanzia, al fine di garantire ai bambini e alle bambine pari opportunità di educazione, istruzione, cura, relazione e gioco” (art. 1, comma 181).

Successivamente, il D.Lgs. n. 65/ 2017 *Istituzione del sistema integrato di educazione e di istruzione dalla nascita sino a sei anni*, ne ribadisce, all'art. 1. i principi e le finalità di educazione e di istruzione, di cura, di relazione e di gioco per poter sviluppare nelle bambine e nei bambini, dalla nascita fino ai sei anni, “potenzialità di relazione, autonomia, creatività, apprendimento, in un adeguato contesto affettivo, ludico e cognitivo” (comma 1). Le *Indicazioni nazionali* già nel 2012 avevano sottolineato come, nella scuola dell'infanzia, il processo di apprendimento debba essere incoraggiato “attraverso l'azione, l'esplorazione, il contatto con gli oggetti, la natura, l'arte, il territorio” (MIUR, 2012, p. 23), in una dimensione prettamente ludica volta ad accogliere, valorizzare ed estendere “le

curiosità, le esplorazioni, le proposte dei bambini” (ibidem). È in particolare l’esperienza diretta ad essere richiamata, insieme al gioco e, in generale, all’allestimento di situazioni e contesti di esplorazione e scoperta finalizzati a stimolare l’apprendimento.

La collocazione di attività/interventi di RE, mirati alla fascia d’età in questione, potrebbe dunque collocarsi entro la cornice delineata dalle *Indicazioni Nazionali* del 2012 prima e, successivamente, dall’istituzione del sistema integrato 0-6, ad ampliamento e sviluppo di quel contesto ludico, cognitivo e affettivo richiamato dal D.Lgs. n. 65/2017. Ci si chiede, a tale proposito, se essa possa essere annoverata tra le strategie e al contempo tra gli strumenti a supporto di play-based learning nei servizi 0-6 (Danniels & Pyle, 2018). La RE potrebbe infatti, da un lato, essere proposta come *strumento* da offrire ai bambini e alle bambine nelle sessioni di gioco libero, auto-diretto dai bambini stessi con finalità prettamente esplorative, dall’altro, potrebbero essere allestite proposte di RE come strategie di gioco guidato dall’educatore/educatrice definito anche nei termini di *guided play* (Danniels & Pyle, 2018; Pyle & Danniels, 2017), *centre-based learning* (Kotsopoulos, Makosz, Zambrzycha & McCarthy, 2015), *purposefully framed play* (Cutter-Mackenzie & Edwards, 2013) ossia “activities with some level of adult involvement to embed or extend additional learning opportunities within the play itself” (Danniels & Pyle, 2018, p. 1).

Per esplorare le potenzialità della RE in tale duplice direzione, sono stati rintracciati e analizzati i contributi sul tema focalizzati sulla fascia d’età qui presa a riferimento. Data la limitatezza delle esperienze e delle riflessioni metodologiche ad oggi reperibili a livello nazionale, sono stati rintracciati i contributi pubblicati a livello internazionale al fine di identificarne obiettivi e articolazione e di incoraggiare la riflessione sul ruolo che la RE può rivestire nei servizi 0-6, in particolare entro una prospettiva di play-based learning.

3. Un’analisi *complessa* della letteratura

3.1. Metodo

L’analisi della letteratura qui presentata è stata condotta seguendo il processo a sei fasi messo a punto da Machi e McEvoy (2016) che definiscono una complex literature review come “a review that extends the work of a simple review to identify and define an unanswered question requiring new primary research” (p. 1). Gli step delineati dagli autori sono i seguenti:

1. selezione di un tema al fine di identificare e definire il problema di riferimento (*select a topic*);
2. sviluppo di uno strumento di analisi e discussione del problema (*develop the tools for an argument*);
3. raccolta e organizzazione delle risorse (*search the literature*);
4. identificazione e organizzazione dei dati (*survey the literature*);
5. analisi critica dei dati (*critique the literature*);
6. elaborazione della *review* (*write the review*)¹.

¹ Rielaborazione dell’autrice a partire da Machi e McEvoy (2016).

3.2. Selezionare il tema e definire il problema da indagare (Step 1 e 2)

Si intende qui indagare come si declina, a livello internazionale, la proposta di percorsi o, più genericamente, di attività di RE con specifico riferimento ai servizi per l'infanzia 0-6. Precisamente le domande che hanno guidato l'esplorazione del tema sono le seguenti:

- con riferimento alle risorse rintracciate, quali obiettivi perseguono le attività di RE proposte?
- come si inserisce l'attività nella progettazione educativa dei servizi considerati?
- qual è il ruolo rivestito dalle/dagli insegnanti?

3.3. Raccogliere e organizzare le risorse (Step 3)

La ricerca e la raccolta della letteratura è stata condotta nei mesi di gennaio e febbraio 2019 mediante interrogazione delle seguenti banche dati accessibili mediante il Sistema Bibliotecario dell'Università degli Studi di Firenze: ScienceDirect - All Content (Elsevier API); Education Source Product (EBSCO)(XML); eBook Collection (EBSCO); PsycINFO (EBSCO); Child Development and Adolescent Studies; Periodicals Index Online (PCI FT); SCOPUS (Elsevier API); Google Scholar.

La ricerca è stata circoscritta agli articoli pubblicati tra il 2009 e il 2019 in Italiano, Inglese e Francese e richiamati dall'interrogazione mediante le seguenti stringhe: (Kindergarten OR Childhood OR Children OR School OR Education OR Teaching OR Learning) AND (Robot OR Robots OR Robotic OR Robotics). La ricerca è stata affinata mediante selezione dei contributi aggregati secondo le categorie di seguito indicate: Education; Robotics; Learning; Children; Robots; Educational Technology; Teaching Methods; Early Child Education.

Sono stati identificati 1275 contributi a partire dai quali sono stati selezionati esclusivamente i contributi con un focus pedagogico-educativo sulla fascia d'età 0-6 anni, identificando così 29 contributi.

Lo step successivo di selezione della letteratura coerente al tema qui esplorato ha previsto: primo, l'esclusione di otto *systematic review* o ricognizioni di esperienze elaborate tra il 2009 e il 2018 (Benitti, 2012; Besio, 2009; Ching, Hsu & Baldwin, 2018; Hsu, Chang, & Hung, 2018; Jung & Won, 2018; Lippard, Lamm & Riley, 2017; Toh et al., 2016; Xia & Zhong, 2018) al fine di concentrarsi esclusivamente su fonti primarie di natura concettuale o empirica; e secondo, la verifica che i contributi elaborati da autori o gruppi di ricerca ricorrenti si riferissero a progetti di ricerca non sovrapponibili.

L'analisi si è così circoscritta a 21 contributi.

3.4. Identificare e organizzare i dati (Step 4)

I 21 contributi selezionati (3 concettuali e 18 empirici) sono riportati in Figura 1, ciascuno con riferimento al setting e/o alla fascia d'età dei soggetti coinvolti. A tale proposito, si ricorda che l'accezione K-12 si riferisce alla fascia d'età compresa tra il Kindergarten e i 12 anni, ossia 5 (Kindergarten) e 12 anni secondo il riferimento al sistema statunitense e di altri Paesi tra cui Canada e Australia. Il riferimento P-K rimanda a Pre-Kindergarten, abbracciando i bambini e le bambine dai tre ai cinque anni.

N.	Autori	Tipologia Contributo	Setting/Fascia d'età considerati, partecipanti
1	Bers, Flannery, Kazakoff & Sullivan, 2014 (USA)	Empirico	4-6 anni
2	Crompton, Gregory, & Burke, 2018 (USA)	Empirico	3-4-5 anni
3	Di Lieto et al., 2017 (Italia)	Empirico	5-6 anni
4	Elkin, Sullivan & Bers, 2016 (USA)	Empirico	3-5 anni
5	Elkin, Sullivan & Bers, 2014 (USA)	Empirico	Insegnante ² di Scuola metodo Montessori
6	Feng, Lin & Liu, 2011 (Taiwan)	Empirico	Genitori di bambini/e Kindergarten
7	González & Muñoz-Repiso, 2017 (Spagna)	Empirico	Kindergarten, insegnanti e bambini/e
8	Kazakoff & Bers, 2014 (USA)	Empirico	4-6 anni
9	Kazakoff, Sullivan & Bers, 2013 (USA)	Empirico	Pre-kindergarten e Kindergarten
10	Kim, Yuan, Vasconcelos, Shin & Hill, 2018 (USA)	Empirico	Studentesse educazione prima infanzia
11	Komis, Romero & Misirli, 2017 (Grecia-Canada)	Concettuale	Kindergarten-12 anni
12	Lee, Sullivan & Bers, 2013 (USA)	Empirico	Workshop RE, 5 anni
13	Lund, 2009 (Danimarca)	Empirico	5-6 anni
14	Pennazio, 2015 (Italia)	Empirico	4-5 anni
15	Ramírez-Benavides, García & Guerrero, 2015 (Cosa Rica)	Concettuale	4-6 anni
16	Strawhacker & Bers, 2014 (USA)	Empirico	4-6 anni
17	Sullivan & Bers, 2016 (USA)	Empirico	Pre-kindergarten
18	Sullivan & Bers, 2018 (Singapore)	Empirico	Insegnanti e bambini/e 3-6 anni
19	Sullivan, Kazakoff & Bers, 2013 (USA)	Empirico	Pre-kindergarten
20	Tanaka & Kimura, 2009 (Giappone)	Concettuale	Kindergarten
21	Virnes & Sutinen, 2009 (Finlandia)	Empirico	Workshop RE, 4-5 anni

Figura 1. Contributi considerati ai fini dell'analisi della letteratura

Oltre ad una prima identificazione della tipologia di contributo (concettuale o empirico) e del setting/fascia d'età specifici considerati entro l'ambito 0-6, le risorse selezionate sono state ulteriormente analizzate con particolare riferimento ai nuclei di interesse di seguito illustrati:

- focus d'interesse del contributo;
- ipotesi/obiettivo;
- tools adottati;
- struttura dell'attività/intervento proposto;
- conduttori dell'attività/intervento proposto e ruolo delle/degli insegnanti.

² Si adotta qui il termine *insegnante* e non educatore/educatrice per coerenza con la traduzione del termine *teacher* adottato negli articoli identificati.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei dati (Figura 2).

N. Autori	Focus d'interesse	Ipotesi/Obiettivo	Tools adottati	Struttura dell'attività/intervento proposto	Conduttori	Affiliaz. gruppo di ricerca
1 Bers et al., 2014 (Quant)	Promozione del pensiero computazionale	Sperimentare un curriculum basato sulla RE finalizzato a promuovere il pensiero computazionale e le abilità di problem-solving e programmazione	---	Proposta del TangibleK Robotics Program (20 ore)	Educatrici con il supporto del gruppo di ricerca	Child Development, Computer Sciences, Education
2 Crompton et al., 2018 (Qual)	Integrazione del robot NAO per lo sviluppo cognitivo, linguistico, socio-emozionale e corporeo	Studiare le interazioni NAO-bambini-educatrici per esplorare criticità e punti di forza dell'integrazione di NAO	Robot umanoide NAO	Formazione delle educatrici all'uso di NAO Sviluppo di sessioni con i/le bambini/e integrando NAO Riflessione sull'esperienza	Educatrici	Education Technology
3 Di Lieto et al., 2017 (Quant)	Il ruolo della RE sullo sviluppo delle funzioni esecutive	Valutare gli effetti a breve termine di un laboratorio di ER sullo sviluppo delle funzioni esecutive	Bee-Bot	ER-Lab	Équipe multidiscipl. insieme alle educatrici	Developmental Neuroscience, Medicine
4 Elkin et al., 2016 (Quant)	Promozione del pensiero computazionale	Indagare i livelli di abilità di programmazione a seguito di un programma di RE	KIBO kit	Proposta di un programma di programmazione e RE (9 ore)	Studenti universitari	Child Development, Computer Sciences, Education
5 Elkin et al., 2014 (Mix Methods)	Implementazione di un programma di RE in una scuola dell'infanzia a metodo Montessori	Rilevare l'esperienza di un'insegnante nell'ambito di un programma di RE in una scuola a metodo Montessori	LEGO Education WeDo, LEGO bricks	Proposta di un programma di programmazione e RE	Educatrice	Child Development, Computer Sciences, Education
6 Feng et al., 2011 (Quant)	Modalità di apprendimento de* bambin* nell'interazione con mattoncini programmabili	Esplorare le percezioni dei genitori in merito all'uso di Topobo con i bambini del Kindergarten	Topobo	---	---	Learning & Instruction
7 González & Muñoz-Repiso, 2017 (Quant)	Promozione del pensiero computazionale	Progettare, integrare e valutare attività educative mediate da ICE e RE nel contesto prima infanzia	Bee-Bot	VERIFICARE	Gruppo di ricerca insieme alle educatrici	Education
8 Kazakoff & Bers, 2014 (Quant)	Promozione del pensiero computazionale	Valutare le abilità di programmazione a seguito di un programma di RE	Creative Hybrid Environment for Robotic Programming (CHERP) e kit Lego Mindstorms	Attività individuali con i ricercatori e sessioni in piccoli gruppi con i ricercatori	Gruppo di ricerca	Child Development, Computer Sciences, Education
9 Kazakoff et al., 2013 (Quant)	Promozione del pensiero computazionale	Valutare le abilità di programmazione a seguito di un programma di RE	Creative Hybrid Environment for Robotic Progr. (CHERP) E LEGO Education WeDo	Proposta di un programma di programmazione e RE		Child Development, Computer Sciences, Education

10 Kim et al., 2018	Supporto alle educatrici nell'acquisizione di competenze di strategie di debugging	Indagare gli errori maggiormente commessi dalle educatrici e le loro di strategie di debug debugging	---	Attività individuale di programmazione e assemblaggio robot Attività di gruppo di programmazione di una lezione che preveda l'utilizzo dei robot Poster relativo al processo	---	Education
11 Komis, Romero, & Misirli, 2017 (Conc.)	Allestimento di scenari di apprendimento che prevedano molteplici strategie di apprendimento tra cui la RE	Presentare un approccio alla RE basato sulla progettazione di scenari per pianificare e gestire attività di RE	---	---	---	Education l Technolog y
12 Lee et al., 2013 (Quant)	Supporto alle interazioni tra pari mediante l'introduzione della RE	Incoraggiare le interazioni tra pari e sviluppo delle competenze sociali	Creative Hybrid Environment for Robotic Programming (CHERP) e kit Lego Mindstorms (RCX)	Summer workshop di RE per Kindergarten	Gruppo di ricerca	Child Development, Computer Sciences, Education
13 Lund, 2009 (Quant)	Utilizzo della robotica nell'allestimento di ambienti di gioco	Valutare le modalità di gioco dei bambini con tecnologia di building block robotici	Building block robotici	Integrazione dei building block in una scuola per un bimestre	---	Electrical Engineering
14 Pennazio, 2015 (Quant)	Utilizzo della robotica nell'allestimento di ambienti di gioco e di relazione	Indagare i livelli di giocosità (playfulness) e socialità e i livelli di abilità visuo-spaziali e motorie promossi dalla RE in bambini con disabilità motoria	IROMECC	Proposta di scenario turn taking a 6 livelli di complessità	Gruppo di ricerca in collaborazione e con le educatrici, la classe e le famiglie	Education
15 Ramírez-Benavides et al., 2015 (Conc)	Progettazione e implementazione di un ambiente di programmazione	Promuovere l'apprendimento di concetti logico-matematici mediante un ambiente collaborativo di programmazione	TITIBOTS Colab	Progettazione dell'ambiente di programmazione Implementazione Valutazione	Gruppo di ricerca insieme alle educatrici	Computer Sciences
16 Strawhacker & Bers, 2014	Promozione del pensiero computazionale	Indagare l'influenza delle interfacce sui livelli di comprensione dei concetti di programmazione	Creative Hybrid Environment for Robotic Programming (CHERP) e LEGO Educ. WeDo	Proposta di un programma di programmazione e RE (9 settimane)	Gruppo di ricerca	Child Development, Computer Sciences,
17 Sullivan & Bers, 2016 (Quant)	Promozione del pensiero computazionale	Valutare le abilità di programmazione a seguito di un programma di RE	KIWI robotics e Creative Hybrid Environment for Robotic Programming (CHERP)	Proposta di un programma di programmazione e RE (8 settimane)	Gruppo di ricerca assistito dalle educatrici	Child Development, Computer Sciences, Education
18 Sullivan & Bers, 2018 (Quant)	Promozione del pensiero computazionale	Valutare le abilità di programmazione a seguito di un programma di RE Rilevare l'esperienza delle educatrici	KIBO robotics	Training KIBO per educatrici (1g) Proposta di un programma di programmazione e RE (7 settimane)	Educatrici	Child Develop., Computer Sciences, Education

19 Sullivan et al., 2013 (Qual)	Promozione del pensiero computazionale	Valutare le abilità di programmazione a seguito di un programma di RE	Creative Hybrid Environment for Robotic Programming (CHERP) E LEGO Education WeDo	Proposta di un programma di programmazione e RE (5 giorni)	Educatrici con il supporto del gruppo di ricerca	Child Development, Computer Sciences, Education
20 Tanaka & Kimura, 2009 (Conc)	Considerazioni etiche sull'interazione bambin*-robot	Esplorare i rischi e i punti di forza dell'interazione a lungo termine bambin*-robot	---	---	---	Engineering/ Humanities
21 Virnes & Sutinen, 2009 (Qual)	Integrazione di Topobo per lo sviluppo cognitivo, linguistico, socio-emozionale e corporeo	Esplorare le interazioni bambin*-tecnologia	Topobo	Workshop periodico di RE per kindergarten	Gruppo di ricerca insieme alle educatrici	Computer Sciences

Figura 2. Nuclei di interesse.

3.5. Analizzare i dati ed elaborare la *complex literature review* (Step 5 e 6)

È possibile innanzitutto evidenziare che i contributi empirici rintracciati (18) si collocano geograficamente come segue: USA (12), Europa (4, Danimarca, Finlandia, Italia, Spagna), Singapore (1), Taiwan (1). Le sperimentazioni proposte e analizzate, inoltre, si concentrano sulla fascia d'età 3-6 anni, con una maggiore attenzione ai bambini e alle bambine tra i quattro e i sei anni. Inoltre, sempre con riguardo ai soli contributi empirici, tutti si concentrano sulle ricadute della RE sul processo di apprendimento di bambini e bambine, fatta eccezione per tre contributi focalizzati invece sui genitori (Feng et al., 2011) e sugli/sulle insegnanti, in servizio (Elkin et al., 2014) o in formazione (Kim et al., 2018).

Veniamo dunque alle domande che hanno guidato il processo di analisi.

Con riferimento alle risorse rintracciate, quali obiettivi perseguono le attività di RE proposte?

Analizzando il focus d'interesse dei contributi selezionati, è possibile rilevare come 8 delle 18 sperimentazioni citate siano volte a promuovere lo *sviluppo del pensiero computazionale*. Come già evidenziava Benitti (2012) nella sua nota review in cui ha indagato quali discipline venissero coinvolte dai progetti di RE, essa risulta sempre più popolare in ambito scolastico, dalla scuola primaria all'università. L'autrice evidenziava, tuttavia, come in letteratura fossero scarsamente rintracciabili evidenze a supporto degli impatti della RE sull'apprendimento, in particolare nel curriculum K-12 (Williams, Ma, Prejean, Lai & Ford, 2007) e intravedeva insieme a Johnson (2003) il rischio che essa assumesse le forme di un fenomeno di tendenza non supportato da adeguati riscontri scientifici. La proposta di esperienze più o meno strutturate di RE da parte di istituti scolastici o di associazioni del non-formale è oggi parte del campo di esperienza di insegnanti e genitori di alunni e alunne frequentanti la scuola secondaria di secondo grado e il primo ciclo, con sperimentazioni che arrivano a coinvolgere anche la scuola dell'infanzia e il nido.

Lo sviluppo del pensiero computazionale, come anticipato, è l'obiettivo primario a guidare la progettazione e la conduzione delle sperimentazioni rintracciate. Come evidenziano Di Lieto e colleghi (2017), "Educational Robotic is a broad term used to indicate a branch of

knowledge requiring students to program robot actions or even to design, create and assembly them” (p. 16). Lo sviluppo del pensiero computazionale è da collegarsi in particolare alla crescente attenzione verso le STEM e alla progettazione di strategie per promuoverne l’apprendimento oltre che per sollecitare una più positiva ed epica relazione con il sapere matematico e scientifico. A tale proposito, il matematico sudafricano Papert, a cui siamo debitori di uno sguardo affascinato verso *la magia degli ingranaggi*, esplicita nella sua opera di epistemologia genetica applicata, *Mindstorm* (1980/1984), la sua visione della relazione tra elaboratore e bambini. Come Papert evidenzia, aprendo la via alle attuali sperimentazioni di RE, non è l’elaboratore ad essere utilizzato per insegnare al bambino, bensì il bambino a programmare l’elaboratore e a “stabilire un contatto intimo con alcune delle più profonde idee della scienza, della matematica, e dell’arte di costruire modelli intellettuali” (Papert, 1980/1984, pp. 11-12). Nelle sperimentazioni volte alla promozione del pensiero computazionale, infatti, il focus è su *engineering design process e sequencing programming instructions* (Bers, et al., 2014) e l’estensione alla fascia d’età 4-6 anni si basa sulle evidenze rintracciabili in letteratura circa la capacità dei bambini di costruire e programmare semplici robot già a partire dai quattro anni (Bers, Ponte, Juelich, Viera & Schenker, 2002; Cejka, Rogers & Portsmore, 2006; Elkin et al., 2016; Perlman, 1976; Sullivan & Bers, 2016; Sullivan et al., 2013; Wyeth, 2008). La RE offre così a bambini e bambine la possibilità di immergersi in un contesto di esplorazione e di scoperta che consente loro di mettere alla prova le loro ipotesi e implicarsi in attività di problem solving, individuale e/o di gruppo (Elkin et al., 2016). A fronte dell’allestimento di un simile contesto di sperimentazione, l’obiettivo dei percorsi finalizzati ad incoraggiare lo sviluppo del pensiero computazionale è quello di valutare le abilità di programmazione dei bambini a seguito della partecipazione ai programmi/attività. In linea con esso, 8 dei 9 contributi empirici identificati hanno previsto la messa a punto di uno strumento di valutazione dei risultati di apprendimento. Nel caso di González e Muñoz-Repiso (2017) gli autori si sono invece limitati a rilevare il livello di gradimento espresso dai bambini e dalle bambine coinvolti mediante scala Likert a tre livelli (disagreement, neutral, agreement).

Sempre entro un quadro di attenzione al pensiero computazionale, alcuni contributi (Elkin et al., 2014; Feng et al., 2011; Komis, Romero, & Misirli, 2017; Ramírez-Benavides et al., 2015) sono più ampiamente focalizzati sulla *progettazione ed implementazione di ambienti di programmazione*, senza un’impronta eminentemente valutativa. Tali contributi consentono di riflettere sulle modalità di proposta della RE nei setting educativi per l’infanzia. Come evidenziano infatti Komis, Romero e Misirli (2017), è possibile collocare le iniziative di RE lungo un continuum che va dalle attività informali, orientate a coinvolgere i bambini e le bambine in un contesto ludico di introduzione alla robotica privo di interessi di ordine valutativo, alla RE integrata nel curriculum. Nel primo caso, si tratta di iniziative extrascolastiche, in contesti, per l’appunto non formali, di animazione e gioco, o anche di proposte scolastiche che tuttavia mantengono una dimensione di forte informalità, non supportate da una progettazione per learning outcomes né dalla predisposizione di rubriche valutative. Nel caso invece delle *Curricular-Integrated Educational Robotics Activities* (Komis, Romero, & Misirli, 2017) la RE è di norma integrata nelle attività strutturate di formazione alle STEM, seppur presentando un allineamento con il curriculum piuttosto variabile che va da attività sistematiche e strutturate a scenari *open-ended*. Negli articoli qui citati, orientanti ad esplorare le modalità di apprendimento attivate dai bambini e dalle bambine in contesti di programmazione collocabili lungo il continuum tracciato, l’attenzione è focalizzata maggiormente sul processo di macro- e micro-progettazione con un generico accenno alla questione

valutativa. Si tratta inoltre di contributi che coinvolgono nel raggio di osservazione, non solo i bambini, ma anche insegnanti (Elkin et al., 2014) e genitori (Feng et al., 2011).

I contributi di Lee et al. (2013), Crompton et al. (2018) e di Virnes e Sutinen (2009) ampliano il focus d'attenzione allo sviluppo linguistico, socio-emozionale e corporeo dei bambini e delle bambine coinvolte nelle sperimentazioni. Papert (1980/1984), con il suo approccio *costruzionista*, torna ad essere il riferimento principale di queste proposte volte ad *esplorare le interazioni bambini-tecnologia* e ad osservare i bambini stessi non da un punto di vista di sviluppo puramente cognitivo, ma anche dal punto di vista dello sviluppo della conoscenza corporea. L'interazione bambini-robot è oggetto anche della riflessione di Tanaka e Kimura (2009) che ne osservano le implicazioni etiche e di Crompton et al. (2018) che si focalizzano più ampiamente sull'interazione robot-bambini-insegnanti mettendone in luce punti di forza ed elementi di criticità. Precisamente, gli autori si interessano alle modalità con cui gli insegnanti valorizzano la presenza del robot NAO integrandola nel curriculum *Early Childhood* con bambini e bambine dai tre ai cinque anni spostando il focus di attenzione dai risultati di apprendimento perseguibili mediante l'introduzione della RE nei servizi per l'infanzia, ai livelli di abilità richiesti agli insegnanti per valorizzarla. Lee et al. (2013) si concentrano in particolare sullo sviluppo delle competenze sociali e l'interazione tra i bambini. La ricerca, infatti, già dagli anni Settanta e Ottanta, ha evidenziato come l'interazione tra pari sia un elemento cruciale anche nella prima infanzia, contraddicendo una comune e diffusa idea che dipingeva come limitata e scarsamente stimolante l'interazione tra bambini di età inferiore ai tre anni, maggiormente sollecitati, invece, da una più finalizzata e ricca interazione con gli adulti di riferimento (Baumgartner, 2010). Lee et al. (2013) partono proprio da questa premessa teorica e metodologica e concentrano la loro attenzione sulla RE come strumento e al contempo strategia per incoraggiare le interazioni tra pari e lo sviluppo delle competenze sociali in bambini e bambine dell'età di cinque anni, partecipanti ad un workshop estivo.

Infine, un ultimo focus d'interesse, minoritario, può essere individuato nella proposta di strategie di RE per *l'allestimento di ambienti di gioco e di relazione* (Lund, 2009; Pennazio, 2015). Come evidenzia Pennazio (2015), la RE può essere infatti intesa come “uno strumento e una strategia didattica che, da un lato, esercita un'influenza nell'aumento della motivazione e della socialità e, dall'altro, riesce a stimolare diverse abilità: cognitive, visuo-percettive e motorie” (p. 156) a sostegno delle abituali attività ludiche previste nella scuola dell'infanzia. Va evidenziato che il contributo di Pennazio (2015) è l'unico, tra quelli selezionati con uno specifico focus sulla fascia d'età 0-6, ad interessarsi di RE come strategia di implementazione di sessioni di gioco finalizzate a favorire lo sviluppo di competenze sociali, con particolare attenzione ai bambini con disabilità motoria. Accanto al contributo di Pennazio (2015), quello di Lund (2009) osserva la RE dalla prospettiva del gioco, e precisamente come strategia di *playware* ossia di allestimento di ambienti di gioco tecnologici.

Come si inserisce l'attività nella progettazione educativa dei servizi considerati?

Dopo aver presentato i nuclei di interesse identificabili dall'analisi dei 21 contributi selezionati, risulta interessante osservare se e come la RE si inserisca nella progettazione educativa dei servizi citati nei contributi di taglio empirico. Il già menzionato lavoro di Komis, Romero e Misirli (2017), ha introdotto una possibile collocazione delle attività/interventi di RE lungo un continuum che va da attività informali ad attività integrate nel curriculum scolastico.

Potremmo così sintetizzare i 18 interventi descritti nei contributi empirici secondo il grafico riportato in Figura 3, elaborato con riferimento a due dimensioni: (1) il livello di formalità dell'attività/intervento proposto e (2) il livello di formalità del contesto ospitante.

L'allestimento di contesti di gioco e di relazione descritto da Pennazio (2015) e da Lund (2009), che vede la RE come strategia di incoraggiamento delle competenze sociali e delle relazioni tra i bambini e le bambine, possono essere collocati nel quadrante che accoglie strategie informali in contesti scolastici, formali. Evidentemente, il termine *informale* è qui da riferirsi ad una dimensione morfogenetica insita nelle attività proposte che prendono forma a seconda del contesto, del gruppo e delle altre condizioni che caratterizzano l'attività. Ad esempio, con riferimento ai *building block* presentati da Lund (2009), l'autore sottolinea la necessità di progettare e sviluppare unità che possano essere distribuite negli ambienti in cui verranno proposti (campi gioco, cortili delle scuole, campi sportivi, etc.) in modo da diventare parte dei contesti stessi e favorirne così un uso autonomo, a piacimento e secondo le traiettorie proposte dai beneficiari. Da qui il riferimento ad una morfogenesi strettamente connessa ad una proposta open-ended degli strumenti e delle strategie di RE proposti, non strutturate secondo obiettivi specifici di apprendimento oggetto di valutazione. È questo invece il caso delle proposte di RE che si prefiggono l'obiettivo di incoraggiare lo sviluppo del pensiero computazionale, misurandone i livelli di acquisizione mediante strumenti dedicati. Può trattarsi sia di attività in contesti scolastici formali, integrate nel curriculum (le Curricular-Integrated Educational Robotics Activities messe in evidenza da Komis, Romero e Misirli (2017)) sia di attività realizzate in contesto extra-scolastico, ma comunque volte al perseguimento di precisi obiettivi di apprendimento. L'ultima tipologia di attività identificabile non è rintracciabile nei contributi selezionati. Possiamo infatti ipotizzare una proposta di strategie di RE in contesti non-formali (proposte nell'ambito di progetti di animazione, fablab) finalizzate all'allestimento di situazioni di gioco, relazione, esplorazione e manipolazione di carattere ludico-laboratoriale.

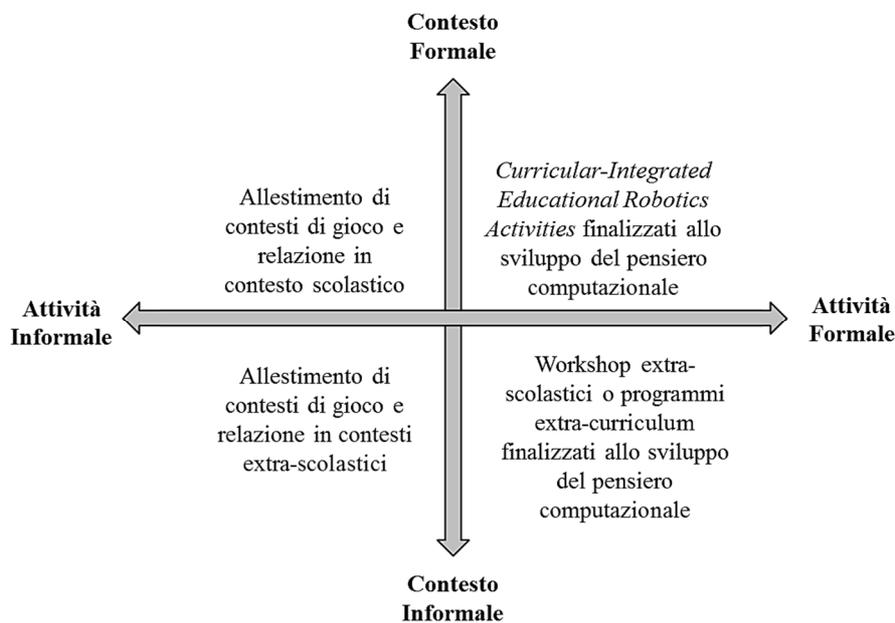


Figura 3. Strategie di RE classificate secondo i contesti e il livello di strutturazione.

Con riferimento alla collocazione delle proposte di RE nella progettazione educativa dei servizi scolastici, è appropriato qui riferire la tassonomia di attività che sempre Komis,

Romero e Misirli (2017) hanno enucleato, identificando cinque tipologie di organizzazione delle proposte di RE che rimandano a cinque livelli di coinvolgimento dei partecipanti: “(1) passive exposure to robotics (without manipulation); (2) discussion or debate about robotics (without manipulation) the individual procedural robotics team is in; (3) individual or collaborative step-by-step robotics (procedural); (4) engineering-oriented robotics (individual or collaborative) and (5) co-creative project-oriented robotics to solve a realistic challenge” (Komis, Romero, & Misirli, 2017, p. 164). È verosimile che la proposta di attività strutturate in contesti formali tenda verso i livelli (4) o (5), gli unici che possono prevedere una valutazione di abilità di problem-solving e programmazione, mediante la messa a punto di strumenti finalizzati.

Qual è il ruolo rivestito dagli/dalle insegnanti? Chi sono i conduttori e qual è il loro background?

Con riferimento alla classificazione sopra elaborata, in base ai livelli di formalità del contesto e delle attività di RE proposte, è d’interesse osservare un terzo aspetto rintracciabile nei contributi selezionati, ossia il ruolo rivestito dagli/dalle insegnanti. Hanno condotto le attività autonomamente o con la supervisione di esperti di RE? Hanno co-condotto? O sono stati invece gli esperti/ricercatori a coinvolgere bambini e bambine nel programma di RE attribuendo al corpo insegnante un ruolo marginale?

A tale proposito, interessante è verificare il background del gruppo di ricerca. Si tratta di ricercatori/ricercatrici di ambito pedagogico? Va ricordato a tale proposito che sono stati selezionati esclusivamente i contributi di prospettiva pedagogico/educativa, identificando come criterio di esclusione l’appartenenza ad altre aree disciplinari e di intervento.

Veniamo dunque al ruolo rivestito dagli/dalle insegnanti nelle attività di RE mappate. Su 15 esperienze rispetto alle quali è possibile rilevare tali informazioni, gli/le insegnanti sono state coinvolti/e in 11 di esse: tra queste, solo in tre casi sono stati i soli conduttori delle attività (Crompton et al., 2018; Elkin et al., 2014; Sullivan & Bers, 2016). In altre tre esperienze hanno operato con il supporto del gruppo di ricerca (Bers et al., 2014; Sullivan et al., 2013; Virnes & Sutinen, 2009) mentre in cinque esperienze è stato il gruppo di ricerca a condurre le attività con una partecipazione, più indiretta, del corpo insegnante (Di Lieto et al., 2017; González & Muñoz-Repiso, 2017; Pennazio, 2015; Ramírez-Benavides et al., 2015; Sullivan & Bers, 2018). In altre tre esperienze il gruppo di ricerca ha condotto in autonomia gli interventi (Kazakoff & Bers, 2014; Lee et al., 2013; Strawhacker & Bers, 2014) e in un solo caso l’intervento è stato realizzato da un gruppo di studenti universitari (Elkin et al., 2016).

Il background dei gruppi di ricerca conferma la matrice multidisciplinare della RE, che si sviluppa dall’intersezione tra scienze pedagogiche e psicologiche e dalla loro interazione con l’area informatica ed ingegneristica. Fatta eccezione per tre sperimentazioni che afferiscono esclusivamente all’area educativa (González & Muñoz-Repiso, 2017; Kim et al., 2018; Pennazio, 2015), i dipartimenti di afferenza dei gruppi di ricerca autori dei contributi rintracciati risultano multidisciplinari e *boundary crossed* testimoniando la forte e generativa connessione tra le prospettive della psicologia dello sviluppo, della pedagogia e dell’informatica (rappresentata nella duplice matrice sia matematica che ingegneristica).

4. Conclusioni

Lo studio presenta una review elaborata a partire dalla selezione di 21 contributi rintracciati a livello internazionale sulla proposta di attività/interventi di RE nei servizi per l'infanzia 0-6 anni. L'interesse verso l'elaborazione di uno stato dell'arte è stato mosso dall'incrementale diffusione della RE nel contesto sia scolastico che extra-scolastico e dall'interesse verso un inquadramento dei possibili obiettivi di inserimento e sviluppo della RE nella progettazione educativa con particolare riferimento ai servizi per l'infanzia. Il focus sulla specifica fascia d'età si inserisce nel framework istituito dal D.Lgs. n. 65/2017 che ha previsto, nel contesto nazionale, l'*Istituzione del sistema integrato di educazione e di istruzione dalla nascita sino a sei anni*, enfatizzando la centralità rivestita dall'allestimento di contesti educativi, di cura di relazione e di gioco atti a accompagnare lo sviluppo dei bambini e delle bambine nella specifica fascia d'età. Cosa ci dicono dunque le riflessioni e le esperienze internazionali con riferimento a questo target?

La review ha innanzitutto evidenziato come i contributi rintracciati si focalizzino, entro la fascia d'età qui di interesse, sul target 3-6 anni, con una maggiore attenzione ai bambini e alle bambine tra i quattro e i sei anni.

È inoltre emersa una netta prevalenza di iniziative, più o meno strutturate, volte allo sviluppo del pensiero computazionale e alla promozione di percorsi di RE orientati all'acquisizione di abilità di problem-solving e di programmazione già nei servizi pre-kindergarten. Solo due esperienze (Lund, 2009; Pennazio, 2015) hanno posizionato la RE entro un framework metodologico di progettazione, allestimento e gestione di un contesto di gioco e relazione per i bambini e le bambine della scuola dell'infanzia, secondo una prospettiva di *playware* (Lund, 2009) e di *playfulness* (Pennazio, 2015) esplicitata dagli autori. Lund (2009), in particolare, muove dalla premessa che si possano “sviluppare strumenti robotici che – in virtù della loro programmabilità e della loro possibilità di interazione con l'ambiente circostante attraverso i sensori e gli attuatori – possono essere usati per il gioco in una serie di modi” (p. 15). La proposta d'uso di tecnologie intelligenti è dunque rivolta all'allestimento di attività ricreative e di “esperienze ludiche divertenti delle quali i giochi digitali sono un sotto-insieme” (Lund, 2009, p. 17). La prospettiva di Pennazio (2015) e di Lund (2009) guarda dunque alla RE come strategia e al contempo strumento di gioco. Interessante, tuttavia, sottolineare ulteriormente come siano minoritari i contributi focalizzati su un approccio play-based e sullo sviluppo delle competenze sociali in rapporto alle sperimentazioni orientate allo sviluppo del pensiero computazionale già dal pre-kindergarten.

La review sollecita dunque alcune riflessioni e interrogazioni in merito alla RE nella fascia 0-6, alcune di essi comuni al dibattito e alle contraddittorie posizioni che da sempre animano i ricercatori in merito alla collocazione, alla progettazione e alla *gestione* del gioco nel contesto educativo, fenomeno che, come evidenzia Baumgartner (2010), “come un fiume carsico, appare e scompare dagli ambiti di studio della psicologia dello sviluppo” (p. 7) e al contempo della letteratura pedagogica. RE, dunque, al servizio del play-based learning, guidato dal bambino e dell'allestimento e implementazione di contesti che lo incoraggino? Tecnologie robotiche viste dunque, come evidenzia Lund (2009), come sotto-insieme dei molteplici strumenti che il bambino può spontaneamente utilizzare nel gioco di fantasia o con regole purché autodiretto dal bambino stesso, mosso esclusivamente da una motivazione intrinseca e del puro piacere di giocare all'interno di quello che Huizinga definirebbe un *cerchio magico* (1938/1973), o RE come strumento di una didattica ludica orientata al perseguimento di traguardi di apprendimento e/o di competenza? Situata, secondo questa prospettiva, entro il framework del *purposefully framed play* (Cutter-

Mackenzie & Edwards, 2013) guidato dall'insegnante, progettato secondo opportuni obiettivi di apprendimento di cui valutare i livelli di acquisizione. I contributi rilevati offrono preziose indicazioni metodologiche a riguardo; risulta invece da implementare ed esplorare la prima direzione, che si collega ad un secondo nodo critico evidenziato dalla review ossia la partecipazione attiva e la formazione degli/delle insegnanti alla proposta di RE, nell'una e nell'altra direzione.

La RE entro un framework di purposefully framed play sposta evidentemente il focus dal giocare all'apprendere e richiede una specifica formazione degli/delle insegnanti affinché sappiano progettare e condurre interventi di RE allineati agli obiettivi di apprendimento e sappiano al contempo attivare strategie di *debugging* (Kim et al., 2018) acquisendo familiarità e competenza con le tecnologie robotiche. In una prospettiva di play-based learning, i contributi rintracciati sollecitano piste di ricerca in merito alle modalità di interazione tra i bambini e dei bambini con i kit robotici entro il *cerchio magico* del gioco spontaneo. Come interagiscono i bambini con le tecnologie robotiche e intorno ad esse? Si tratta di spostare l'attenzione dal bambino come utilizzatore di robot e kit robotici secondo schemi di attività orientati da un focus sull'engineering design process e sequencing programming instructions, all'*agency* del bambino al fine di adattare e implementare le tecnologie robotiche alla sua interazione con esse. Lo sviluppo di strumenti di indagine maggiormente volti all'osservazione sistematica e strutturata delle sessioni di *gioco robotico*, potrebbe muovere in tale direzione.

Un ultimo punto che merita di essere evidenziato, è l'embrionale coinvolgimento di genitori e insegnanti nelle sperimentazioni esplorate, punto di vista che merita di essere indagato e ancor prima considerato e coinvolto nelle sperimentazioni al fine di accrescere consapevolezza circa le potenzialità della RE nei servizi educativi per l'infanzia e le sue possibili proposte di applicazione, dal perseguimento di obiettivi di apprendimento e di competenze e una collocazione più strutturata all'interno del curriculum, all'allestimento di corner robotici come sottoinsieme delle esperienze ludiche che bambini e bambini possono intraprendere.

Bibliografia

- Baumgartner, E. (2010). *Il gioco dei bambini*. Roma: Carocci.
- Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988.
- Bers, M.U., Flannery, L., Kazakoff, E.R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157.
- Bers, M.U., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics into early childhood education. *Information Technology in Childhood Education*, 2002(1), 123–145.
- Besio, S. (2009). Giocattoli robotici per la disabilità: nuove opportunità per apprendere, partecipare, divertirsi. *TD Tecnologie Didattiche*, 17(2), 28–37.
- Cejka, E., Rogers, C., & Portsmore, M. (2006). Kindergarten robotics: using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 711–722.

- Ching, Y. H., Hsu, Y. C., & Baldwin, S. (2018). Developing computational thinking with educational technologies for young learners. *TechTrends*, 62(2), 1–11.
- Crompton, H., Gregory, K., & Burke, D. (2018). Humanoid robots supporting children's learning in an early childhood setting. *British Journal of Educational Technology*, 49(5), 911–927.
- Cutter-Mackenzie, A., & Edwards, S. (2013). Toward a model for early childhood environmental education: Foregrounding, developing, and connecting knowledge through play-based learning. *The Journal of Environmental Education*, 44(3), 195–213.
- Danniels, E., & Pyle, A. (2018). Defining Play-based Learning. *Encyclopedia on Early Childhood Development*. Online <http://www.child-encyclopedia.com/sites/default/files/textes-experts/en/4978/defining-play-based-learning.pdf> (ver. 15.04.2019).
- Decreto Legislativo 13 aprile 2017, n. 65. *Istituzione del sistema integrato di educazione e di istruzione dalla nascita sino a sei anni, a norma dell'articolo 1, commi 180 e 181, lettera e), della legge 13 luglio 2015, n. 107*. <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/05/16/17G00073/sg> (ver. 15.04.2019).
- 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. *Computers in human behavior*, 71, 16–23.
- Elkin, M., Sullivan, A., & 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.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M.U. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools*, 33(3), 169–186.
- Feng, H.C., Lin, C.H., & Liu, E.Z.F. (2011). Parents' perceptions of educational programmable bricks for kids. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), E30–E33.
- Gaudiello, I., & Zibetti, E. (2013). La robotique éducationnelle: état des lieux et perspectives. *Psychologie Française*, 58(1), 17–40.
- González, Y.A.C., & Muñoz-Repiso, A.G.V. (2017). Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish. *Computers in Education (SIIE)*, 1–5.
- Hsu, T.C., Chang, S.C., & Hung, Y.T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310.
- Huizinga, J. (1973). *Homo ludens*. Torino: Einaudi. (Original Work Published 1938).
- Johnson, J. (2003). Children, robotics and education. *Proceedings of 7th international symposium on artificial life and robotics*, 16–21.
- Jung, S., & Won, E.S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, 10(4), 905.

- Kazakoff, E.R., & 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., & 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., & Hill, R.B. (2018). Debugging during block-based programming. *Instructional Science*, 46, 1–21.
- Komis, V., & Misirli, A. (2012). L'usage des jouets programmables à l'école maternelle: concevoir et utiliser des scénarios éducatifs de robotique pédagogique. *Scholé*, (2012), 143–154.
- Komis, V., Romero, M., & Misirli, A. (2017). A scenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving. *International Conference EduRobotics 2016*, 158–169. Cham: Springer.
- Kotsopoulos, D., Makosz, S., Zambrzycha, J., & McCarthy, K. (2015). The effects of different pedagogical approaches on the learning of length measurement in kindergarten. *Early Childhood Education Journal*, 43, 531–539.
- Lee, K.T., Sullivan, A., & Bers, M.U. (2013). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in Kindergarten. *Computers in the Schools*, 30(3), 271–281.
- Legge 13 luglio 2015, n. 107. *Riforma del sistema nazionale di istruzione e formazione e delega per il riordino delle disposizioni legislative vigenti*. <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2015/07/15/15G00122/sg> (ver. 15.04.2019).
- Lippard, C.N., Lamm, M.H., & Riley, K.L. (2017). Engineering thinking in prekindergarten children: A systematic literature review. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 454–474.
- Lund, H. (2009). Playware e robotica modulare per il gioco. *Italian Journal of Educational Technology*, 17(2), 15–15.
- Machi, L. A., & McEvoy, B. T. (2016). *The literature review: Six steps to success*. Corwin Press.
- MIUR. Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (2012). *Indicazioni Nazionali per la Scuola dell'Infanzia e per il Primo Ciclo di Istruzione*. <http://www.indicazioninazionali.it/wp-content/uploads/2018/08/decreto-ministeriale-254-del-16-novembre-2012-indicazioni-nazionali-curricolo-scuola-infanzia-e-primo-ciclo.pdf> (ver. 15.04.2019).
- Papert, S. (1972). Teaching children to be mathematicians versus teaching about mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 3(3), 249–262.
- Papert, S. (1984). *Mindstorms. Bambini computer e creatività*. Trieste: Emme. (Original Work Published 1980).
- Pennazio, V. (2015). Disabilità, gioco e robotica nella scuola dell'infanzia. *TD Tecnologie Didattiche*, 23(3), 155–163.

- Perlman, R. (1976). *Using computer technology to provide a creative learning environment for preschool children. Logo memo n. 24*. Cambridge, MA: MIT Artificial Intelligence Laboratory Publications.
- Pyle, A., & Danniels, E. (2017). A continuum of play-based learning: The role of the teacher in play-based pedagogy and the fear of hijacking play. *Early Education and Development, 28*(3), 274–289.
- Ramírez-Benavides, K., García, F., & Guerrero, L.A. (2015). Creating a protocol for collaborative mobile applications for kids between 4 and 6 years old. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 317–324. New York, NY: ACM.
- Strawhacker, A., & Bers, M.U. (2015). “I want my robot to look for food”: Comparing Kindergartner’s programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education, 25*(3), 293–319.
- 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., & 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., & 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., & Kimura, T. (2009, September). The use of robots in early education: a scenario based on ethical consideration. *Robot and Human Interactive Communication, 2009. RO-MAN 2009*, 558–560.
- Toh, E., Poh, L., Causo, A., Tzuo, P.W., Chen, I., & Yeo, S.H. (2016). A Review on the Use of Robots in Education and Young Children. *Journal of Educational Technology & Society, 19*(2), 148–163. <https://www.jstor.org/stable/pdf/jeductechsoci.19.2.148.pdf> (ver. 15.04.2019).
- Virnes, M., & Sutinen, E. (2009). Topobo in kindergarten: educational robotics promoting dedicated learning. *Proceedings of the 17th International Conference on Computers in Education*, 690–697. Hong Kong: Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Williams, D., Ma, Y., Prejean, L., Lai, G., & Ford, M. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education, 40*(2), 201–216.
- Wyeth, P. (2008). How young children learn to program with sensor, action, and logic blocks. *International Journal of the Learning Sciences, 17*(4), 517–550.
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education, 127*, 267–282.