



Valutare laboratori di robotica educativa: studio di un approccio partecipativo

Evaluating educational robotics laboratories: a study of a participatory approach

Franco Passalacqua

Università degli Studi di Milano-Bicocca - franco.passalacqua@unimib.it

Luisa Zecca

Università degli Studi di Milano-Bicocca - luisa.zecca@unimib.it

ABSTRACT

The paper provides a brief overview of the project “Robotics laboratories at the EXPLORA Museum: assessment of methods and learning” carried out by the two authors in collaboration with Explora - Museo del Bambino of Rome. In particular, the results of a qualitative evaluation study focus on two main aspects: 1) students’ learning self-assessment (Rolheiser, 1996); 2) the comparison between the objectives planned by Explora operators (educational managers, designers and conductors), the expectations of the teachers and students’ self-assessment. Data were collected through semi-structured interviews conducted before the laboratories, video recordings made during the activities and interviews with the children at the end of the experience. Results show discrepancies between the representations of adults and the goals reported by children. The goal for adults is the performances connected to the ability to use robotic devices, whereas in children the programming has fostered the ability to understand problems, logical reasoning and metacognitive reflexion.

Il contributo fornisce un quadro sintetico del progetto “Laboratori di robotica al Museo EXPLORA: valutazione dei metodi e degli apprendimenti” realizzato dai due autori in collaborazione con Explora – Museo del Bambino di Roma. In particolare, si riportano i risultati di uno studio qualitativo di tipo valutativo con due focus principali: 1) l’autovalutazione degli apprendimenti da parte degli studenti (Rolheiser, 1996); 2) il confronto tra gli obiettivi pianificati dagli operatori di Explora (responsabili didattici, progettisti e conduttori), le aspettative degli insegnanti accompagnatori e l’autovalutazione degli studenti. I dati sono stati rilevati tramite interviste semi-strutturate condotte prima dei laboratori, videoregistrazioni realizzate durante le attività e colloqui con i bambini al termine dell’esperienza. I risultati mostrano discrepanze tra le rappresentazioni degli adulti e gli obiettivi che i bambini riferiscono. Se per gli adulti l’obiettivo è legato alle performances connesse alla capacità d’uso dei dispositivi robotici, per i bambini la programmazione ha sollecitato capacità di comprensione di problemi, di ragionamento logico e metacognitivo complesso.

KEYWORDS

Collaborative intelligence; Metacognitive competence; Laboratory education; Participatory evaluation; Educational robotics.

Intelligenza collaborativa; Competenze metacognitive; Didattica laboratoriale; Valutazione partecipata; Robotica Educativa.

* Luisa Zecca ha realizzato l’introduzione e il paragrafo 1; Franco Passalacqua i paragrafi 2 e 3’. Le conclusioni sono opera di un lavoro congiunto.

Introduzione

L'attività di ricerca che si presenta in questa sede è stata condotta con il proposito di elaborare una valutazione dei laboratori di robotica educativa realizzati nel polo museale di Explora e si iscrive nell'alveo dei lavori condotti dal RobotiCSS Lab – Laboratorio di Robotica per le Scienze Cognitive e Sociali del Dipartimento di Scienze Umane per la Formazione "R. Massa", diretto dal prof. Edoardo Datteri, intorno all'analisi degli usi didattici dei robot e allo studio del potenziale di apprendimento in direzione delle capacità legate al pensiero scientifico, alle competenze sociali e metacognitive. La ricerca è stata commissionata dal Museo Explora e si colloca all'interno di un processo di monitoraggio delle attività rivolte al pubblico delle scuole con l'obiettivo di coinvolgere operatori e progettisti nella fase di riflessione per una ridefinizione della proposta. Più nello specifico, i risultati riguardano l'autovalutazione degli apprendimenti da parte degli studenti di prima e quinta primaria partecipanti ad un laboratorio di programmazione del robot giocattolo Lego NXT 2.0 e Bee-bot. La documentazione ha fornito materiale per identificare descrittori che corrispondono ad alcune capacità trasversali di ricerca scientifica attivate durante il laboratorio (Gopnik, 2012; Kuhn & Pearsall, 2000). Il confronto a posteriori basato sulla lettura condivisa dei dati di ricerca è stato finalizzato ad un'azione di riprogettazione dei laboratori oggetto dell'intervento. La fase conclusiva del percorso ha previsto incontri di analisi e riflessione congiunta sulla documentazione raccolta con ricadute formative sugli attori implicati.

1. La robotica educativa dalla prospettiva della valutazione degli apprendimenti

La robotica educativa, nella prospettiva adottata dai proponenti, è da ricondursi a quelle scienze dell'educazione che utilizzano le tecnologie come strumenti per promuovere apprendimento. Numerose esperienze di ricerca e di formazione condotte in Europa negli ultimi dieci anni (Jung, Won, 2018; Benitti, 2012; Bredendfeld, Hofmann e Steinbauer, 2010) ne hanno evidenziato le potenzialità educative e psicologiche ed esplorato la valenza didattica. 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 tale esperienze formative. È anche per rispondere a questa esigenza di ricerca che nel presente lavoro si è scelto di mettere a fuoco, a partire dall'autovalutazione degli studenti e dei punti di vista di operatori e insegnanti, un ambito di apprendimento specifico, quello legato al pensiero scientifico, limitatamente alle capacità di elaborazione e verifica di ipotesi (Datteri, Bozzi, Zecca, 2015; Ruffman, Perner, Olson, Doherty, 1993) e alla risoluzione di problemi (Bassok and Novick, 2012).

Inoltre, in continuità con l'approccio costruzionista di Papert (Papert, 1980) che considera le tecnologie robotiche «oggetti-con-cui-pensare», è possibile concepire i laboratori di robotica come dispositivi didattici in cui indagare la riflessione metacognitiva e l'intelligenza collaborativa quali fattori cruciali nel consentire a bambini e ragazzi di prendere consapevolezza del proprio stile di pensiero, attraverso l'osservazione, l'esercizio pratico e la riflessione «ad alta voce» (Martinez, 2006). In anni più recenti la letteratura internazionale ha messo in evidenza che i robot didattici sono definibili nei termini di potenziali strumenti per lo sviluppo di apprendimenti (Datteri, Zecca, 2018) e che le variabili dipendenti di tale impatto

formativo riguardano gli stili cognitivi individuali, la tipologia di mediazione degli insegnanti (Lindh, Holgersson, 2007), la metodologia didattica laboratoriale (Zecca, 2016). Inoltre, anche la promozione di capacità metacognitive richiede modalità di intervento particolari da parte dell'insegnante (Atmatzidou, S. et al., 2017), rilevabili anche tramite l'analisi di protocolli di autovalutazione degli studenti.

2. Oggetto di ricerca e quadro metodologico: la valutazione degli apprendimenti in un approccio di valutazione partecipata

In coerenza con il proposito di indagare gli apprendimenti promossi dai laboratori di robotica e in continuità con l'approccio didattico focalizzato sull'autovalutazione e le capacità di metacognizione tipiche della didattica laboratoriale (Datteri, Zecca, 2016; Zecca, 2016; Zecca, 2012), la ricerca ha messo a punto un dispositivo di valutazione partecipata (Bezzi, 2010) da tutti gli attori coinvolti: progettisti e conduttori dei laboratori, studenti e insegnanti. In particolare, il presente studio focalizza l'attenzione su due differenti oggetti, ancorché correlati: l'analisi dell'autovalutazione degli studenti sugli apprendimenti elaborati nell'esperienza laboratoriale presso Explora, con particolare riferimento alle capacità trasversali legate al pensiero scientifico; la messa a confronto di tali apprendimenti con le rappresentazioni del personale di Explora e delle insegnanti delle classi coinvolte sugli obiettivi di apprendimento dei laboratori.

Questo approccio è riconducibile alla prospettiva denominata "di quarta generazione" (Lincoln, Guba, 1989; Bondioli, Savio, 2014) e alla valutazione partecipata (Bezzi, 2010). Tale prospettiva intende l'azione valutativa come un processo orientato a favorire un confronto tra i soggetti interessati e a promuovere un processo condiviso anche con i destinatari dei laboratori per la riflessione sui fenomeni oggetto di valutazione. Tali studi sono significativi per almeno due ragioni: in primo luogo perché rappresentano il tentativo di comprendere le pratiche di laboratorio identificando possibili indicatori circa l'impatto formativo grazie anche al coinvolgimento degli studenti; la seconda ragione riguarda il superamento di quella logica valutativa, che sovente caratterizza la didattica laboratoriale delle agenzie formative museali (Falk, Dierkijng, 2000), quasi esclusivamente focalizzata su indicatori di soddisfazione e gradimento. In questo senso l'approccio adottato fa riferimento, per un verso, alla prospettiva *student voice* (Grion, Gemma, 2015; Robinson, Taylor, 2007) che attribuisce agli studenti un ruolo di forte responsabilità nella partecipazione ai processi decisionali nella *governance* di interventi educativi e scolastici e nei processi di valutazione e, per un altro, al ruolo delle pratiche di autovalutazione da parte degli studenti nell'attribuire significato alle esperienze formative attivando, in tal modo, processi metacognitivi per la comprensione dei processi di apprendimento compiuti. Inoltre, il confronto dell'autovalutazione degli studenti con le rappresentazioni degli insegnanti sugli apprendimenti (Fives, Gill, 2014; Biesta, Priestley, Robinson, 2015) e con quella dei progettisti e conduttori dei laboratori di Explora consente una costruzione multi-prospettica degli indicatori (Bezzi, 2007). In coerenza con il proposito di favorire tra i soggetti coinvolti una riflessione sull'esito della ricerca, si è scelto di utilizzare strumenti qualitativi orientati alla conoscenza delle percezioni e delle rappresentazioni. La ricerca condotta è stata strutturata in cinque fasi principali:

- a) Analisi del contesto attraverso interviste agli insegnanti delle classi coinvolte, ai progettisti e conduttori dei laboratori, ai responsabili didattici; studio della documentazione fornita da Explora

- b) Video-osservazione dei laboratori
- c) Colloqui con gli studenti
- d) Analisi dei dati
- e) Condivisione dei risultati

Delle interviste è stata fatta un'analisi *bottom up* di tipo tematico seguendo la metodologia di grounded theory costruttivista (Charmaz, 2006). I laboratori, strutturati con una durata di 45 minuti circa, sono stati realizzati a Marzo 2017 presso la struttura di Explora - Museo del Bambino di Roma. I due laboratori - uno per studenti di prima primaria e uno per studenti di quinta primaria - presentano un'analoga configurazione: 20 minuti iniziali dedicati alla presentazione dei robot (Beebot e Lego Mindstorms NXT 2.0) e all'illustrazione dei principali simboli e delle funzioni dei linguaggi di programmazione; 25 minuti per la sperimentazione. La consegna per la sperimentazione è la medesima nei due laboratori: "Programma il robot in modo da farlo muovere dal punto di partenza A al punto di arrivo B".

I video sono stati analizzati tramite un sistema di categorie che identifica capacità trasversali legate al pensiero scientifico e fanno riferimento al lavoro preliminare condotto da Datteri, Bozzi e Zecca (2015) volto all'elaborazione di una tassonomia iniziale per la valutazione degli apprendimenti nelle esperienze di robotica educativa, con particolare riferimento agli studenti di scuola primaria. Di seguito si riportano le categorie utilizzate:

- Formulare previsioni basate su una teoria
- Identificare possibili risultati di un esperimento
- Identificare le implicazioni di un risultato sperimentale rispetto a una certa teoria
- Identificare un insieme di evidenze empiriche rilevanti per valutare una certa teoria
- Identificare possibili spiegazioni alternative dei risultati di un esperimento
- Valutare l'adeguatezza di un esperimento
- Proporre una modifica a un esperimento

3. Risultati

La presentazione dei risultati fornisce un approfondimento descrittivo degli apprendimenti evidenziati dai diversi soggetti coinvolti: rappresentazione degli apprendimenti di progettisti e conduttori di laboratorio, la rappresentazione degli insegnanti; l'autovalutazione degli studenti. Successivamente si provvede a evidenziare i rapporti tra questi diversi punti di vista e l'esito del processo di condivisione dei risultati.

3.1. *Rappresentazione degli apprendimenti da parte del personale di Explora e degli insegnanti*

I progettisti e conduttori di Explora presentano una concezione degli obiettivi di apprendimento focalizzata prevalentemente sul livello delle conoscenze dichiarative, con particolare riferimento all'elaborazione del concetto di robot ("*Il concetto di robot, quindi che cosa è un robot: è una macchina programmabile e quindi*

che dipende un po' da noi, che funziona solamente quando noi diamo delle istruzioni. Quindi già avere questo concetto e non pensare all'automa che si muove" e a quello di programmazione "L'obiettivo è la ripresa del concetto di programmazione e il concetto di debugging". In un unico caso sono messe in evidenza capacità trasversali legate al pensiero scientifico e, più in particolare, alla risoluzione di problemi: "Per i laboratori è in gioco la capacità di analisi di un problema complesso in una serie di passaggi (...). Devono scomporre un problema complesso in un set di unità; è tutto lavoro di astrazione, devono fare tutti i processi a mente e poi osservare i movimenti dei robot; il vero motore di questi laboratori è l'errore". Come si può osservare, sono evidenziati obiettivi di apprendimento connessi alle prime fasi dell'attività di risoluzione di problemi (analisi delle unità del problema) e due categorie di analisi: la prima, "formulare previsioni basate su una teoria", è osservata relativamente all'azione di simulazione dei movimenti del robot antecedente a quella di formulazione un'ipotesi (sequenza di movimenti del robot); la seconda categoria, "identificare un insieme di evidenze empiriche rilevanti per valutare una certa teoria", è ravvisabile per quanto riguarda l'azione di individuare, a partire dai dati osservativi, elementi per valutare l'adeguatezza della sequenza programmata. Si sottolinea, infine, la sottolineatura da parte di uno degli operatori di Explora del valore generativo dell'errore nel guidare l'azione degli studenti.

Gli insegnanti intervistati hanno formulato una definizione degli obiettivi di apprendimento del laboratorio focalizzata su riferimenti, piuttosto generici, ad aspetti di ordine motivazionale ("A Explora mi aspetto un po' di più che far muovere un robot tra i banchi. Penso che possa far nascere la curiosità, la voglia di andare oltre" e a capacità legate all'attività di programmazione che tuttavia non sono dettagliate a sufficienza per poter essere analizzate tramite i descrittori relativi al pensiero scientifico ("L'obiettivo è che imparino a programmare un robot")/"Cosa intende con programmare? Cosa si aspetta che facciano?"/"Che facciano muovere il robot, come con il coding").

3.2. Autovalutazione degli apprendimenti da parte degli studenti

Le verbalizzazioni degli studenti nei colloqui di autovalutazione mostrano una distribuzione degli apprendimenti sia sul livello delle conoscenze dichiarative (elaborazione concetto di robot studenti di prima: "se dicevi "su muoviti", lei non si muoveva, perché noi dovevamo spingere, se no non si muoveva"; elaborazione concetto di programmazione studenti di prima: "Devi programmarlo prima"/"Cosa devi fare prima?"/"Devi pensare a cosa fargli fare, mettere le cose e poi trasferire"), sia rispetto alle capacità legate al pensiero scientifico. In particolare, relativamente a quest'ultimo ambito, sono state individuate quattro categorie principali riferibili ai descrittori riportati in precedenza: capacità di identificare evidenze empiriche per operare modifiche alle ipotesi precedenti; capacità di identificare evidenze empiriche per operare modifiche alle ipotesi precedenti; capacità di elaborare previsioni rispetto all'esito di una sperimentazione; capacità di elaborare strategie di risoluzione alternative; consapevolezza dell'adeguatezza di diverse strategie di risoluzione; capacità di comprendere il valore auto-regolativo dell'errore.

3.2.1. Capacità di identificare evidenze empiriche per operare modifiche alle ipotesi precedenti

L'osservazione delle verbalizzazioni riportate di seguito in un colloquio con un gruppo di studenti di classe prima primaria consente di ricostruire il procedimento conoscitivo messo in atto dal bambino durante la sperimentazione e di definirlo secondo un approccio per "prove ed errori", ovvero di una modalità risolutiva in cui l'atto di scegliere i comandi per definire la sequenza da far compiere al robot non preesiste all'azione compiuta dal robot, ma è successiva, poiché tale azione non trova origine da un processo di astrazione preliminare, quanto piuttosto dalle rilevazioni che il bambino compie osservando l'adeguatezza dei movimenti della beebot rispetto alla sequenza stabilita (*"E se sbagliavi cosa succedeva?/Rifavi?"/"E quindi lei cosa ha fatto, aveva sbagliato?/Ha riprovato?"/"E non hai finito la missione?/Io il terzo l'ho sbagliato tutto ed era finito il tempo e quindi io all'ultima cosa, alla prima ho sbagliato, la seconda ho sbagliato, la terza ho sbagliato, la quarta volta ho provato e ci sono riuscito"*).

3.2.2. Capacità di elaborare previsioni rispetto all'esito di una sperimentazione

L'analisi dei dati mostra due differenti tipologie di strategie per l'elaborazione delle ipotesi circa il movimento del robot: simulativa-astratta e simulativa-corporea. Si osservino due passaggi relativi ad un colloquio con alcuni bambini di classe prima primaria. (*"D'accordo mettere le carte, ma la mia testa cosa pensava, cosa dovevo fare? Il percorso con la testa, perché se volevi mettere i blocchi dovevi sapere qual era il percorso"; "Lui dice, io facevo muovere l'ape. Qualcun altro ha usato... lo potevo farlo a mente e un pochino con l'ape"*). Come si osserva dalle parole riportate, la capacità di elaborare previsioni rispetto all'esito di una determinata programmazione presuppone la simulazione astratta del percorso e si contrappone ad un'altra tipologia di processo simulativo, non più astratto, ma fondato sull'uso del proprio corpo come medium di astrazione. È un altro bambino che da evidenza di tale procedimento quando afferma: *"io facevo finta che il mio dito era l'ape e quindi facevo il percorso con il dito e sono arrivato ai bambini, poi ho provato a fare con l'ape, è andata fuori dal cartellone"*. L'esplicitazione del processo simulativo ("facevo finta") mostra la consapevolezza del bambino nell'adoperare una strategia di previsione basata sull'utilizzo del proprio corpo come strumento simbolico che svolge, provvisoriamente, il ruolo del robot.

3.2.3. Capacità di comprendere il valore auto-regolativo dell'errore

Conduttore: *in che senso dici che è diverso da scuola?*

Studente 1: *a scuola, di solito, facciamo che stiamo facendo una divisione, quando dopo un po' la divisione non viene, la maestra, alla metà praticamente dei bambini, chiama un bambino alla lavagna e la fa, quindi non è che puoi sempre sbagliare, cioè ricominciare, ricominciare, dopo un po' bisogna passare al problema. Oppure alcune volte la maestra ci dà il risultato e noi facciamo l'operazione e ci deve venire proprio quel risultato.*

Conduttore: *con il robot cosa succede?*

Studente 2: *puoi provare a fare quello che vuoi*

Studente 3: *però con il robot capisci di più quello che hai sbagliato perché lo vedi*

Studente 2: *lo fai*

Studente 3: *lo fai e se sbagli lo vedi proprio*

Studente 1: *dai nostri sbagli possiamo imparare di più*

Studente 2: *se una curva la vedi che non è arrivato a destinazione, e allora ci metti un secondo in più oppure lo fai girare di più.*

Nel passaggio discorsivo riportato, relativo ad un colloquio con studenti di quinta primaria, è sottolineato il valore positivo del procedimento di autocorrezione scaturito dall'osservazione diretta dell'esperimento ("*lo fai e se sbagli lo vedi proprio*") e, conseguentemente, dal fatto di poter immediatamente verificare la correttezza delle ipotesi. Gli studenti si mostrano consapevoli del ruolo dell'osservazione nel favorire una rapida modifica della programmazione ("*se una curva la vedi che non è arrivato a destinazione, e allora ci metti un secondo in più oppure lo fai girare di più*") e della funzione formativa degli errori ("*dai nostri sbagli possiamo imparare di più*"). Come esplicitano con chiarezza gli studenti ("*invece certe volte la maestra ci dà dei compiti, dobbiamo fare delle espressioni e ci dà il risultato e se la sbagliamo noi non capiamo bene dove abbiamo sbagliato, ma dobbiamo comunque rifarla, non possiamo imparare dai nostri errori*"), la possibilità autocorrettiva consentita dalla validazione empirica delle sequenze programmate non sono presenti in ugual misura nelle attività di risoluzione di problemi matematici realizzate a scuola ("*è più difficile capire cosa abbiamo sbagliato*").

Conclusioni

La rilettura, realizzata insieme agli operatori, dei colloqui con gli studenti ha generato in loro stupore e un certo grado di spiazzamento data la complessità e la quantità di informazioni prodotte dai bambini sui propri processi cognitivi. La consapevolezza delle strategie utilizzate per la soluzione dei problemi è resa evidente da descrizioni puntuali che consentono di rileggere l'esperienza dal punto di vista del processo conoscitivo compiuto e non solo del risultato ottenibile. L'autovalutazione dispone, quindi, ad un ripensamento della progettazione di un intervento, ma soprattutto è un processo complementare a quello più comune di osservazione degli scarti tra il 'pianificato' e l' 'agito'. Questa prospettiva muove verso la costruzione di una cultura della valutazione che propone di allineare (Laurillard, 2014) la potenzialità del dispositivo didattico con gli scopi dell'insegnante e la reinterpretazione degli studenti. Tale allineamento si discosta da pratiche più consuete, e certamente più economiche, ma poco capaci di restituire il senso di esperienze anche quando queste avvengono in situazioni non formali e sporadiche, tracciando la strada ad una possibile revisione del ruolo degli operatori e delle loro competenze e più in generale delle potenzialità educative dei musei scientifici o delle loro sezioni didattiche.

Riferimenti bibliografici

- Atmatzidou, S., Demetriadis, S., Nika, P. (2017). How does the degree of guidance support students' metacognitive and problem solving skills in educational robotics? *J. Sci. Educ. Technol.*, 1-16.
- Bassok, M., & Novick, L. R. (2012). Problem solving. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.).

- The Oxford handbook of thinking and reasoning* (pp. 413-432). New York, NY: Oxford University Press.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Biesta, G., Priestley, M., & Robinson, S. (2015). The role of beliefs in teacher agency. *Teachers and Teaching*, 21(6), 624-640.
- Bredenfeld, A., Hofmann, A., Steinbauer, G. (2010). Robotics in education initiatives in europestatus, shortcomings and open questions. *Proceedings of International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*, 568-574.
- Bondioli, A., Savio, D. (2014). Valutare la valutazione: una questione metodologica applicata a un caso di valutazione riflessiva partecipata in asilo nido. *Giornale italiano della ricerca educativa*, 7(13), 50-67.
- Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory*. Oaks, CA: Sage.
- Datteri E., Zecca L. (2018) Metodi e tecnologie per l'uso educativo e didattico dei robot. *Mondo Digitale*, 75, 1-6.
- Datteri E., Zecca, L. (2016). The Game of Science: An Experiment in Synthetic Roboethology with Primary School Children. *Ieee robotics and automation magazine*, 23(2), 24-29.
- Datteri E., Bozzi G., Zecca L. (2015). Il 'gioco dello scienziato' per l'apprendimento delle competenze scientifiche nella scuola primaria. *Tecnologie Didattiche*, 23(3), 172-175.
- Falk J. H., Dierkijng L. D. (2000). *Learning from museums: visitors experiences and the making of meaning*. Walnut Creek (CA): Altamira Press.
- Fives, H., & Gill, M. G. (Eds.). (2014). *International handbook of research on teachers' beliefs*. New York, NY: Routledge.
- Gemma C., Grion V. (2015). (a cura di). *Student Voice: pratiche di partecipazione degli studenti e nuove implicazioni educative*. Barletta: Cafagna.
- Guba E., Lincoln Y. (1989). *Fourth Generation Evaluation*. Newbury Park, CA: Sage.
- Laurillard, D. (2015). *Insegnamento come scienza della progettazione. Costruire modelli pedagogici per apprendere con le tecnologie*. Milano: Franco Angeli.
- Lindh, J., Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & education*, 49(4), 1097-1111.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (2014). *PISA 2012 results: Creative problem solving: Students' skills in tackling real-life problems*. Paris: OECD.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Robinson, C., & Taylor, C. (2007). Theorizing student voice: Values and perspectives. *Improving schools*, 10(1), 5-17.
- Rolheiser, C. (1996). *Self-evaluation: Helping Kids get Better at it: A Teacher's Resource Book*. Toronto: Ontario Institute for Studies in Education.
- Ruffman, T., Perner, J., Olson, D. R., & Doherty, M. (1993). Reflecting on scientific thinking: Children's understanding of the hypothesis evidence relation. *Child Development*, 64(6), 1617-1636.
- Sullivan F. R. (2008). Robotics and Science Literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Jung, S. E., Won, E. S. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905.
- Zecca L. (2016). *Didattica laboratoriale e formazione. Bambini e insegnanti in ricerca*. Milano: Franco Angeli.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172-223.