

La STEAM education nella scuola dell'infanzia

¹Francesca Buccini

Dottoranda in Mind Gender and Language – Università “Federico II” - Napoli

Abstract: The paper invites us to reflect on the importance of science education in the early years of education, when the process of acquiring behavioural patterns, preferences and values starts that can lead boys and girls to the ease of simplification, distancing them from the complex reality full of possible nuances, reinforcing traditional identities that are difficult to deconstruct. The text highlights the issues related to STEM education and suggests some teaching strategies and methodologies to be used in order to set up effective contexts capable of providing very young children with the thinking tools to develop problem solving skills and to make informed and conscious choices.

Keywords: childhood, science education, skills, environments, early education

Riassunto: Il seguente contributo invita a riflettere sull'importanza dell'educazione scientifica nei primi anni della formazione, quando si avvia quel processo di acquisizione di schemi comportamentali, preferenze e valori in grado di condurre bambini e bambine alla facilità della semplificazione, di allontanarli dalla realtà complessa e piena di possibili sfumature, rafforzando identità tradizionali difficili da decostruire. Nel testo vengono messe in evidenza le problematiche legate alla didattica STEM e suggerite alcune strategie e metodologie didattiche da utilizzare al fine di predisporre contesti efficaci in grado di fornire ai giovanissimi gli strumenti di pensiero per sviluppare le competenze di problem solving e per effettuare scelte consapevoli ed informate.

Parole chiave: infanzia, formazione scientifica, competenze, ambienti, stimoli precoci

1. Introduzione

In un'epoca in cui l'innovazione tecnologica e scientifica sta plasmando profondamente la realtà in cui viviamo, la ricerca educativa internazionale mette in luce in ruolo cruciale dell'educazione STEM nel preparare le nuove generazioni a fronteggiare le sfide e le opportunità dell'attuale società complessa delineando i vantaggi conseguenti alla sua promozione. Tra questi: insegnare agli studenti come risolvere i problemi, incoraggiare la sperimentazione e l'utilizzo delle tecnologie; promuove la creatività e il pensiero divergente (Dillon, Osborne 2008; Asigigan, Yavuz; 2021). In particolare, le maggiori linee di ricerca si concentrano sui seguenti aspetti relativi alla STEM education:

1. Individuazione e sperimentazione di metodologie e strategie didattiche per migliorare l'insegnamento e l'apprendimento delle materie STEM (apprendimento basato sui problemi, l'apprendimento esperienziale, l'apprendimento cooperativo, ecc.) (Rutten, van Joolingen, van der Veen; 2012);
2. Ricerca sulle cause del *gender gap* in ambito STEM e sviluppo di strategie per

incoraggiare la partecipazione delle ragazze in ambito scientifico-tecnologico (Ortiz-Martínez, Vázquez-Villegas, Ruiz-Cantisani; 2023);

3. Impatto dell'educazione STEM sulle scelte educative e professionali future (Bozzon, A. Murgia, Poggio; 2018);
4. Esplorazione dell'utilizzo delle nuove tecnologie, come la realtà virtuale, l'intelligenza artificiale e la robotica, per migliorare e promuovere apprendimenti STEM (Dufranc, et al., 2020);
5. Integrazione delle discipline STEM nel curriculum scolastico (Aldemir, Kermani; 2017);
6. Analisi dell'efficacia della formazione degli insegnanti nel campo scientifico-tecnologico e delle competenze necessarie per promuovere un'istruzione efficace (Hu, Yelland; 2019);
7. Educazione STEM nella prima infanzia (Lindeman, Jabot, Berkley; 2014).

Fin dai primi anni di vita, i bambini e le bambine sono affascinati dal mondo che li circonda e desiderano esplorare e scoprire tutto ciò che li/le incuriosisce. Gli esperimenti scientifici, i giochi di costruzione e le attività tecnologiche incoraggiano il loro apprendimento attraverso il fare, potenziando abilità motorie e cognitive, oltre che fornire una solida base di conoscenze scientifiche e matematiche sin dalle prime fasi della loro crescita (Çiftçi, Topçu, Foulk; 2022).

Le attività STEM stimolano inoltre il loro pensiero critico, incoraggiandoli e incoraggiandole a porsi domande, fare ipotesi e cercare risposte basate sulle evidenze; imparano a riflettere su ciò che vedono, sperimentano e scoprono, sviluppando capacità di analisi e di valutazione. Ma l'educazione STEM non è solo una questione di logica e calcoli ma offre anche spazi per ampliare la propria creatività e utilizzarla per affrontare sfide sempre nuove. Tuttavia, è noto come l'emergere di uno stereotipo di genere già nell'infanzia condizioni le scelte scolastiche successive (corsi di laurea scientifici o umanistici) e, di conseguenza, i futuri settori (Lopez, 2007, 2023; Biemmi, Leonelli 2016; Buccini, 2020; Marone, Buccini, 2022). Ma cosa vuol dire veramente costruire dei modelli educativi nuovi in ambito STEM? Sembra evidente che più di un rinnovo dei contenuti disciplinari e/o curricolari, si dovrebbe intendere una rivoluzione metodologica che coinvolga il modo in cui vengono percepite le esperienze di apprendimento, le STEM e il loro rapporto con il mondo reale e la vita quotidiana, senza ovviamente trascurare il ruolo dell'insegnante (MacDonald, et al., 2022).

Il bambino e la bambina mediante un'interazione dinamica con l'ambiente elaborano i

propri strumenti cognitivi, acquisendo sempre più consapevolezza della realtà esterna che li circonda. Le continue interazioni con i sistemi simbolici culturali rappresentano gli stimoli apprenditivi attraverso i quali, mediante assimilazione e accomodamento delle nuove informazioni alle strutture mentali preesistenti, bambini e bambine apprendono conoscenze e credenze che, se percepite come verità, possono ostacolare il cambiamento. Si tratta di una mediazione tra i modelli di rappresentazione della realtà elaborati dal soggetto e gli stimoli provenienti dal contesto, che costringono a una rinegoziazione e quindi trasformazione dei significati. È evidente quindi che le stimolazioni potenziali sono una grande occasione per il processo apprenditivo-educativo che si realizza quando il soggetto assume una presa di coscienza delle proprie potenzialità, ma anche la piena consapevolezza della realtà esterna che lo circonda.

I processi di apprendimento si correlano a quelli di sviluppo e si modificano, all'interno di una dimensione progettuale, attraverso stimolazioni educative: nell'individuo vi è dunque una disponibilità all'educazione che, se stimolata da processi idonei può favorire percorsi di crescita; contrariamente, in assenza di tali stimoli, può perdere potenzialità cognitive e creative.

2. Il ruolo dell'educazione scientifica nei primi anni di vita

L'educazione scientifica nella prima infanzia viene concepita principalmente in termini di percorsi ed esperienze con cui bambine e bambini possono osservare ed esplorare l'ambiente naturale, fare ipotesi e domande, discutere e confrontarsi con i pari e gli adulti. Quando gli stimoli provenienti dal mondo esterno (raggi luminosi, suoni, impressioni tattili o odori ecc.) raggiungono il sistema nervoso centrale, attraverso i diversi organi di senso, sono soggetti a un processo di filtraggio. La percezione del mondo esterno non dipende soltanto dalle sensazioni che raggiungono la corteccia cerebrale, ma risulta dal rinforzamento di queste sensazioni a opera di diversi fattori come l'esperienza passata, le idee, le immagini e gli atteggiamenti. A partire dai primi anni della formazione bambini e bambine utilizzano le loro capacità sensoriali e la loro intelligenza per interpretare ciò che avviene nella realtà e, come degli scienziati, non giungono a spiegazioni o a comprensioni definitive ma sono impegnati in un attivo processo di interpretazione del mondo fisico. Interpretare è infatti un termine flessibile che implica i concetti di progresso e di sviluppo e si accorda con la loro natura dinamica e in continua evoluzione. Fin dall'infanzia cominciano a discriminare, astrarre e generalizzare sui dati dell'ambiente;

non comprendono né controllano questo processo d'astrazione, né ne sono consapevoli. Man mano che diventano più grandi si hanno maggiori possibilità di consapevolezza e di riflessioni: se incontrano una varietà di esperienze stimolanti è probabile che astrazioni e generalizzazioni procedano più rapidamente.

L'astrazione e la generalizzazione sono essenzialmente processi mentali che portano alla formazione di concetti. È importante evidenziare però che nei bambini i concetti non si sviluppano di solito immediatamente nella loro forma finale, ma si estendono e si approfondiscono durante la vita, finché il cervello e la mente rimangono attivi e il pregiudizio non venga a restringere la categorizzazione.

Prima dell'ingresso nella scuola dell'infanzia bambine e bambini hanno già avuto modo di sperimentare fenomeni scientifici come la gravità, i lampi, i tuoni, l'oscurità, la luce, la pioggia, la neve, il vento, e tanti altri; in alcuni casi possono aver costruito dei concetti errati, coltivato superstizioni e paure, in altri, invece curiosità e una buona disposizione a imparare e apprendere. La capacità di osservare e di ricordare quello che si è osservato, per assimilarlo o per metterlo in discussione, è un passo essenziale verso una conoscenza e una cultura maggiori. Il bambino che lascia perdere le sue esperienze rimarrà evidentemente privo di impressioni personali e di un pensiero critico, sia per quel che riguarda la sua esistenza sia per l'ambiente in cui vive. Egli dovrebbe poter collaudare le varie esperienze della sua vita nel suo laboratorio mentale per trasformarle in fatti accettabili e assimilabili; gli dovrebbe esser data ampia opportunità di trovare da solo le soluzioni ai suoi problemi sia per mezzo delle sue conquiste mentali sia tramite domande intelligenti a cui sia risposto con uguale intelligenza. Ma più grave è la posizione del bambino che non ha l'impulso o la volontà di cercare soluzioni ai suoi problemi. Secondo la prospettiva evoluzionistica, l'apprendimento della scienza, nei primissimi anni di vita, è il risultato dell'adattamento all'ambiente; un'interdipendenza che favorisce, già nel periodo prescolastico, la formazione di interpretazioni. Dal momento in cui il bambino acquista tale consapevolezza hanno inizio i primi apprendimenti e, con elevata probabilità, all'ingresso della scuola dell'infanzia, già è formato su alcuni concetti scientifici. È fondamentale che gli insegnanti e i genitori si rendano conto del significato di queste primissime esperienze in quanto costituiscono l'inizio della sua istruzione scientifica.

In questa prospettiva la scuola dell'infanzia, con le sue specificità relazionali e didattiche, costituisce un ambiente educativo strutturato in cui l'apprendimento avviene attraverso

molteplici stimoli quali il contatto con gli oggetti, con la natura, con il territorio e orienta i suoi interventi potenziando e disciplinando quei tratti quali la curiosità, la spinta a esplorare e capire, il gusto della scoperta, la motivazione.

Negli ultimi anni l'organizzazione dello spazio all'interno delle strutture adibite alla prima infanzia ha assunto un ruolo centrale nella formazione dell'identità del bambino e nello sviluppo delle potenzialità dello stesso. L'organizzazione dell'ambiente all'interno del quale il soggetto in formazione si relaziona è per lo stesso un interlocutore primario: aperto, flessibile, dinamico e ricco di stimoli incarna la possibilità, in divenire, di acquisire nuove conoscenze, di sperimentare le proprie abilità, di esprimere creatività, di fare ipotesi e scoperte, di trarre conclusioni, di sviluppare la propria identità.

Alla luce delle più recenti ricerche neurobiologiche, sono state prodotte nuove riflessioni sul contesto della formazione: l'ambiente, come produttore di informazione e le abilità, caratteristiche potenziali genetiche proprio della specie umana, sono gli elementi costitutivi dei processi conoscitivi. L'ambiente esterno è infatti percepito da strutture profonde altamente specializzate attraverso le quali gli stimoli e le sollecitazioni pervengono a una struttura centrale (il cervello) per essere trattate, selezionate e immagazzinate. La percezione ambientale diventa così una esperienza soggettiva che invita a riflettere su come la mente possa essere coltivata, elaborando ipotesi formative che mirino alla formazione del soggetto nella sua globalità. In questa direzione l'educazione fin dall'infanzia ha un ruolo chiave che può indurre, attraverso specifiche stimolazioni, processi di formazione intenzionalmente determinati. Sul piano pedagogico ne deriva la necessità di riflettere sulle modalità con cui i percorsi formativi, all'interno di un dinamico rapporto tra mente e ambiente, possano facilitare, inibire o limitare, l'acquisizione di conoscenze. L'attenzione si focalizza, quindi, sulle modalità processuali della formazione e sulla relazione meditativa tra formatore e formando, che, all'interno di una più ampia dimensione relazionale e contestuale, con azioni mirate, facilita lo sviluppo di abilità cognitive, rendendo bambini e bambine capaci di rispondere attivamente a stimoli complessi (Frauenfelder, 2000). Pertanto, è richiesta l'elaborazione di modelli formativi improntati su una visione organismica della mente e, dunque, fondati sulla interrelazione tra dimensione biologica dei processi cognitivi e le esperienze vissute dal soggetto. Modelli che si rifanno a una visione ecologica del processo formativo e che propongono l'integrazione mente/corpo; l'apprendimento non può prescindere dal corporeo, dalle percezioni, dalle emozioni, dalle motivazioni sulle quali ogni individuo

costruisce le proprie risposte adattive all'ambiente (Santoianni, 2004). In tale prospettiva il corpo andrà considerato non solo come nesso per l'apprendimento ma come «unità in cui interagiscono tre fattori: la programmazione genetica, [...] l'espressione fenotipica degli organismi (nel suo scomporsi di aspetti cognitivi, emozionali, percettivi, ecc.) e, soprattutto, la metabolizzazione delle esperienze e la memoria di esse nel corso dell'epigenesi» (Contini, 2005, p. 15). Una relazione tra la dimensione biologica dei processi cognitivi e le esperienze vissute da cui deriva l'esigenza di elaborare nuovi modelli di formazione integrati che prendano in considerazione la motivazione, le emozioni, ma soprattutto le esperienze pregresse e che considerino il corpo come unità biopsichica, come mezzo fondante il processo conoscitivo e luogo di incontro tra «materialità fisica ed esperienza della realtà» (Manuzzi, 2006, p. 83).

L'educazione scientifica nella scuola dell'infanzia, in quanto prima forma di educazione alla razionalità, consente al soggetto di orientarsi in modo critico e di entrare in possesso di chiavi interpretative del mondo utili a trovare, o produrre, relazioni tra informazioni ed esperienze e a organizzare, e strutturare, conoscenze in modo significativo (Ulivieri, Martini; 2015).

3. STEAM: sfide e pratiche emergenti

A partire dall'introduzione dell'acronimo STEM nella riflessione didattica-educativa, sono stati elaborati diversi approcci finalizzati all'insegnamento delle scienze con l'intento, non solo di avvicinare bambine/bambini e ragazze/ragazzi alle discipline scientifiche, ma di incrementarne la capacità di problem solving e lo sviluppo di competenze trasversali (Marone, Buccini; 2021). Tra questi l'approccio STEAM rappresenta un nuovo paradigma educativo che, basandosi su applicazioni reali e autentiche, incoraggia studentesse e studenti a pensare in modo critico, a risolvere problemi, a sviluppare nuove competenze, essenziali in un mondo sempre più tecnologico e globalizzato. Si delinea come una modalità educativa innovativa in grado di condurre i soggetti in formazione, mediante l'acquisizione di capacità intellettive, riflessive, manuali, creative, tecniche, digitali, capacità di *problem solving* e utilizzo del pensiero computazionale, verso una comprensione più profonda e integrata del mondo che li circonda. Gli insegnanti al fine di sostenere tali apprendimenti possono mettere in atto specifiche strategie didattiche attive, come il *learning by doing*, approcci e metodi multidisciplinari, come l'*Inquiry Based Science Education* (IBSE) e il *Technology*

Enhanced Active Learning (TEAL), che contemplano la progettazione di ambienti di apprendimento collaborativi e tecnologici, la progettazione di esperimenti, la presentazione di case studies, la creazione di prototipi e la risoluzione di problemi, incoraggiando, parallelamente, anche la collaborazione e il lavoro di gruppo (Lecce, 2023). Questi tipi di insegnamento facilitano l'auto-apprendimento, risvegliando, mediante l'interazione con ambienti scientificamente arricchiti, la curiosità e le capacità di problemi-solving. In particolare, l'identificazione di variabili relative al problema che deve essere studiato, la progettazione e la realizzazione di esperimenti, l'interpretazione dei dati, lo sviluppo di spiegazioni, la comunicazione dei risultati e delle conclusioni, anche se possono sembrare attività caotiche e ripetitive, tendono a implementare, in bambini e bambine, la capacità di individuare problemi, di affrontarli e di usare l'immaginazione per risolverli, rispettando, così, le loro esperienze e riflessioni, adeguandosi alle loro modalità di comprensione e ai loro bisogni evolutivi. Queste buone pratiche didattiche concorrono a favorire negli studenti lo sviluppo delle aree cognitive socio-relazionali, comunicative, emotive-relazionali, tecnico-didattiche e organizzative, incidendo in modo positivo sulla qualità dei processi inclusivi. In questa prospettiva, una didattica orientata a stimolare l'immaginazione, il senso della scoperta e della meraviglia, non può non utilizzare come dispositivi privilegiato, i laboratori, spazi in cui vivere esperienze sensoriali e simboliche plurime attraverso le quali mettere bambini e bambine nella condizione di scoprire sé stessi, le proprie inclinazioni e interessi, prevedendo forme di esclusione sociale legate alla propria appartenenza di genere. È in contesti così progettati e organizzati e attraverso l'esercizio di competenze osservative, euristiche ed esplorative proprie della pratica scientifica è possibile iniziarli alla scienza, allo scopo di creare con l'oggetto della conoscenza un legame affettivo che li spinge a intervenire su di esso, modificandolo. Nella pianificazione delle attività il gioco riveste un ruolo fondamentale in quanto strettamente correlata alle diverse dimensioni della persona che si muove, che conosce, che socializza e che si realizza come individuo. Nel gioco cominciano a emergere le individualità, diventano lentamente evidenti le qualità, si scoprono le conseguenze sociali della propria condotta, si traggono dai risultati del proprio comportamento certe regole che, in genere, fanno da fondamenta per azioni future. Il gioco rappresenta, dunque, una strategia tesa a promuovere capacità procedurali e processi conoscitivi afferenti a forme di pensiero convergenti (riconoscimento, classificazione, seriazione, analisi, sintesi) e divergenti (intuizione, fantasia, invenzione,

produzione). Determinante è, inoltre, la disponibilità di una vasta gamma di materiali, da quelli amorfi a quelli strutturati che sono specificamente finalizzati alla sollecitazione delle operazioni logiche. Anche le più comuni tecnologie attualmente utilizzate nella didattica (programmi di videoscrittura, programmi basati su strategie di tipo direttivo o interattivo quali eserciziari, simulatori, videogiochi, programmi ipermediali e multimediali, in cui coesistono testi scritti, immagini dinamiche e suoni) hanno il valore aggiunto di concettualizzare il vissuto e, affiancando reale e virtuale, di rielaborare l'esperienza. Inoltre, per le loro caratteristiche logiche, per la loro velocità, mutevolezza, maneggiabilità e forza suggestiva, sono senza dubbio un preciso indicatore della contemporaneità, il fondamento scientifico di un nuovo modo di esplorare e attraversare il sapere e i diversi saperi.

La manipolazione di artefatti cognitivi in un'ottica di *learning by doing* gioca un ruolo fondamentale nel favorire abilità e competenze, processi cognitivi, socio-relazionale, affettivo-emozionali e obiettivi specifici di apprendimento (Glover, Miller; 2001). Mettere a frutto l'interattività pedagogica e tecnologica dei *device* significa, infatti, considerarli una nuova forma di sostegno per l'intersoggettività (Hennessy, et al. 2007), una nuova forma di costruzione sociale della conoscenza che facilita i processi di negoziazione dei significati e delle idee, che sviluppa un dialogo autentico e un pensiero riflessivo sulla conoscenza.

Tuttavia, è bene ricordare che l'innovazione educativa mediata dalle nuove tecnologie affinché agisca da catalizzatore di rinnovamento, richiede un profondo cambiamento della didattica, da trasmissiva a laboratoriale, che incentivi la collaborazione e la discussione a partire da situazioni concrete come, ad esempio, le difficoltà degli studenti nell'apprendimento di alcune discipline (matematica).

La professionalità dei docenti è, dunque, sollecitata ad assumere competenze più complesse, come la capacità di risvegliare il desiderio di apprendere, suscitare motivazioni, progettare percorsi personalizzati, nella consapevolezza che oggi educare vuol dire anche abituare i propri allievi ad affrontare la complessità (Buccini, 2023). Anche per questo uno degli obiettivi della scuola dell'infanzia e quello di rendere bambine e bambini consapevoli delle proprie potenzialità e delle risorse esistenti nell'ambiente e indirizzandoli a utilizzare e trasformare le conoscenze e le competenze possedute.

È indispensabile, inoltre, mettere in relazione i contenuti delle scienze con la vita

quotidiana; pianificare attività che promuovono un reale interesse verso le scienze, come, ad esempio la lettura delle biografie degli scienziati e delle scienziate, organizzare gli spazi e i tempi in modo da favorire una motivata partecipazione alle attività, condizione che implica il piacere di fare, costruire, scoprire. L'insegnante, in tal senso, gioca un ruolo decisivo nel creare le situazioni favorevoli per l'apprendimento e con le sue abilità comunicative e la disponibilità all'aiuto, sarà in grado di motivare, alunne e alunni, sostenendo le loro scelte individuali. Flessibilità, innovazione e rinnovamento sono abilità che la scuola deve promuovere, sollecitare e sostenere, così da rendere possibile la creazione di quel pensiero non convenzionale che sia caratteristico di ogni persona nella sua individualità e unicità, rendendo possibili occasioni costanti di crescita e di apprendimento continuo di fronte a situazioni nuove e difficili.

Un cambiamento paradigmatico delle strutture cognitive che invita la scuola, gli insegnanti e il mondo della ricerca pedagogica e didattica a valorizzare le potenzialità e le intrinseche caratteristiche della multimedialità, declinando un'offerta educativa e formativa rispondente alle esigenze delle nuove generazioni.

Bibliografia

Accoto C. (2022). *Il mondo in sintesi. Cinque brevi lezioni di filosofia della simulazione*. Milano: Egea.

Aldemir J., Kermani H. (2017). Integrated STEM curriculum: Improving educational outcomes for Head Start children. *Early child development center*, 187, 1694–1706.

Asigigan S., Yavuz S. (2021). The Effect of Gamified STEM Practices on Students' Intrinsic Motivation, Critical Thinking Disposition Levels, and Perception of Problem-Solving Skills. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9 (2), 332-352.

Biemmi I., Leonelli S. (2016). *Gabbie di genere. Retaggi sessisti e scelte formative*. Rosenberg & Sellier: Torino.

Bozzon R., Murgia A., Poggio B. (2018). *Gender and precarious careers in academia and research. Macro, meso and micro perspectives*. In A. Murgia, B. Poggio (Eds.), *Gender and Precarious Research Careers: A Comparative Analysis*, (pp. 15-49). Routledge: London.

Buccini F. (2020). *L'educazione di genere tra teoria e prassi: itinerari di ricerca per*

- l'infanzia. *Education Sciences and Society*, 2, 355-366.
- Buccini F. (2023). Tecnologie digitali e apprendimenti STEM. Una ricerca nella scuola dell'infanzia. *RTH - Education & Philosophy*, 10, 84-94.
- Carriero R., Naldini M. (2022). Gender Disparity in Access to Academia in Italy. The barriers to women's early career stages. *Polis*, 1, 5-32.
- Cheng A.W., Sun P.C., Chen N.S. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & Education*, 126, 399-416;
- Çiftçi A., Topçu, M. S., Foulk J. A. (2022). Pre-service early childhood teachers' views on STEM education and their STEM teaching practices. *Research in Science & Technological Education*, 40(2), 207-233.
- Contini M.G. (2005). *La trappola delle disgiunzioni*. In L. d'Alessandro, V. Sarracino (Eds.), *Saggi di pedagogia contemporanea* (pp. 1-18). ETS: Pisa
- Dierking L.D., Falk J.H. (2016). 2020 Vision: Envisioning a new generation of STEM learning research. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 1–10.
- Dilek H., Tasdemir A., Konca A.S., Baltaci S. (2020). Preschool children's science motivation and process skills during inquiry-based STEM activities. *Journal of Education in Science Environment and Health*. 6(2), 92-104.
- Dillon J., Osborne J. (2008). *Science Education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation: London.
- Frauenfelder E. (2000). *La formazione come processo biodinamico*. In V. Sarracino, M.R. Strollo (Eds.), *Ripensare la formazione* (25-35). Liguori Editore: Napoli
- Freeman S., Eddy S.L., McDonough M., Smith M.K., Okoroafor N., Wenderoth M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, 8410–8415;
- Glover D., Miller D. (2001). Running with technology: the pedagogic impact of the large scale introduction of interactive whiteboards in one secondary school. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 10, 257-276.
- Greca Dufranc I. M., García Terceño E., Fridberg M., Cronquist B., Redfors A. (2020). Robotics and early-years STEM education: The botSTEM framework and activities. *European Journal of STEM Education*, (1), 1-13.
- Hennessy S., Deaney R., Ruthven K., Winterbottom M. (2007). Pedagogical strategies for using the interactive whiteboard to foster learner participation in school science.

Learning, Media and Technology, 32(3) 283-301.

Hu X., Yelland N. (2019). Changing learning ecologies in early childhood teacher education: From technology to stem learning. *Beijing International Review of Education*, 1(2-3), 488-506.

Komis V., Romero M., Misirli A. (2016). *Ascenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving*. In D. Alimisis, M. Moro, E. Menegatti (Eds.), *Educational Robotics in the Makers Era* (pp. 158–169). Springer: Cham.

Lecce A.(2023) *Innovazione didattica e promozione delle competenze STEAM in chiave semplice. Approcci e metodi didattici per navigare la complessità*. Edizioni studium: Roma

Lindeman K.W., Jabot M., Berkley M.T. (2014). The role of STEM (or STEAM) in the early childhood setting. *Learning across the early childhood curriculum*, 17, 95-114;

Lopez A.G. (2007). *Educare al cambiamento? È tutta una questione di potere*. Milano: FrancoAngeli.

Lopez A.G. (2023). Il ruolo della riflessività nell'educazione alle STEM tra le ragazze. *Educational reflective practices*, 1, 70-81.

MacDonald A., Danaia L., Shukla S., Huser C. (2021) Early Childhood Educators' Beliefs and Confidence Regarding STEM Education. *International Journal of Early Childhood*, 53, 241-259.

Malavasi P., Riva M.G. (2019). *Educare robot? Pedagogia dell'intelligenza artificiale*. Vita e Pensiero: Milano.

Manuzzi P. (2006). *Il corpo l'invisibile presenza*. In M. Contini, M. Fabbri, P. Manuzzi (Eds.), *Non di solo cervello. Educare alle connessioni mente-corpo-significati-contesti*, (pp. 63-124). Raffaello Cortina Editore: Milano

Marone F., Buccini F. (2021). Plasticità cerebrale e formazione scientifica: buone prassi nella scuola dell'infanzia per combattere gli stereotipi di genere. *Articolo Trentatré Collana multidisciplinare di Arti e Scienze, Ricerche in neuroscienze educative Scuola, Sport e Società*, 194-196.

Ortiz-Martínez G., Vázquez-Villegas P., Ruiz-Cantisani M.I. (2023). Analysis of the retention of women in higher education STEM programs. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10 (1),1-14

Rutten N., van Joolingen W.R., van der Veen J.T. (2012). The learning effects of

computer simulations in science education. *Computing Education*, 58, 136–153;

Santoianni F. (2004). *Educabilità cognitiva*. Carocci Editore: Roma

Torres-Crespo M.N., Kraatz E., Pallansch L. (2014). From fearing STEM to playing with it: The natural integration of STEM into the preschool classroom. *SRATE Journal*, 23, 8-16.

Ulivieri S., Martini B. (2015). Orientare è educare. *Pedagogia Oggi*, 1, 7-9.