



Peer Reviewed Papers

# Robotica Educativa: la Robotica da strumento di fantasia a strumento per la fantasia

**Giuseppe Alessandri, Martina Paciaroni**

Facoltà di Scienze della Formazione - Università di Macerata  
g.alessandri@unimc.it; martina.paciaroni@unimc.it

Keywords: technology learning, educational robotics, storytelling, simulation, microworlds

Oltre ad essere mediatori per attività in contesti disciplinari, le tecnologie nella didattica possono avere ruolo autonomo rispetto ai diversi percorsi curricolari, assumendo particolare valenza nella costruzione di competenze e nel fornire attitudine al metodo scientifico. Il contributo intende offrire una visione organica e sistematica dei presupposti teorici su cui innestare percorsi di Robotica e itinerari didattici che possano permettere agli studenti di scoprire e verificare la validità di personali intuizioni. La Robotica, che porta con sé una dimensione di fantasia, può diventare un mezzo per immaginare mondi fantastici che, diventando reali, impegnano gli studenti in processi acquisitivi di competenze.

**for citations:**

Alessandri G., Paciaroni M. (2012), *Robotica Educativa: la Robotica da strumento di fantasia a strumento per la fantasia*, Journal of e-Learning and Knowledge Society (Italian Edition), v.8, n.1, 75-83. ISSN: 1826-6223, e-ISSN:1971-8829

## 1 Introduzione

L'inserimento di esperienze di Robotica in percorsi scolastici si fonda su un itinerario teorico che individua le proprie radici nel costruttivismo, esplicitandosi attraverso il costruzionismo dei micromondi papertiani per definirsi, infine, nelle simulazioni, attraverso l'impiego di robot (Parisi, 2001; Lancia & Rubinacci, 2007).

Nella rielaborazione personale del costruttivismo operata da Papert, il processo di costruzione di conoscenza è favorito dalla contemporanea realizzazione di artefatti, i quali concorrono alla costruzione di un sapere anche pratico. Nell'ambito delle tecnologie informatiche tale integrazione fra teoria e prassi si sostanzia nella produzione di artefatti informatici: le applicazioni software consentono un uso attivo della componente tecnologica, mentre la tecnologia non è mero strumento facilitatore, ma mezzo attraverso il quale è possibile l'apprendimento.

Secondo la teoria SCOT (Social Construction of Technology) (Feenberg, 2002; Pinch & Bijker, 1984), la tecnologia nasce priva di precisa caratterizzazione, venendo ad assumere conformazioni diverse sulla base del dibattito fra gruppi sociali pertinenti i quali decretano l'emergere di un modello piuttosto che di un altro. Il computer è un vero e proprio boundary object (Lievrouw & Livingstone, 2007), che si specializza in base alle vesti che indossa: la didattica sceglie la veste adeguata al contesto d'uso, cioè finalizza il boundary object prima all'apprendimento attraverso il digitale, poi all'apprendimento attraverso tecnologie digitali.

Attraverso la costruzione di artefatti informatici che riproducono segmenti di mondi reali (micromondi) e che ne costituiscono versioni personali, rappresentazioni che si possono manipolare e che diventano veri e propri ambienti di apprendimento, «è possibile imparare ad imparare, cioè creare conoscenza, sperimentarla e ricrearne di nuova in un continuo feedback» (Alessandri, 2008). All'interno dei micromondi è quindi possibile ricreare artificialmente mondi reali e studiarne le caratteristiche attraverso problemi simulati. A detta di Parisi, esistono simulazioni che «vivono nel computer» e che costituiscono una diversa modalità per esprimere teorie scientifiche, veri e propri laboratori di sperimentazione virtuale, e simulazioni nelle quali «esiste un modello fisico della realtà che è controllato da un programma di computer» (Parisi, *op.cit.*), nei quali la realtà viene ricostruita con il computer, e non nel computer. Questo tipo di simulazioni miste è tipico dell'ambito della Robotica. A differenza delle simulazioni che riproducono mondi all'interno del computer, nelle simulazioni robotiche è il computer ad entrare nel mondo (Lancia & Rubinacci, *op.cit.*).

## 2 Dalla Robotica Autonoma alla Robotica Educativa

Con il termine Robotica Autonoma si intende oltrepassare la visione del dispositivo finalizzato alla mera sostituzione dell'individuo, per accedere ad una visione secondo cui i robot «non siano schiavi di un'unica programmazione, e quindi capaci di svolgere un unico compito, ma abbiano caratteristiche prettamente proprie dei viventi, prima fra tutte l'autodeterminazione» (Marocco, 2006).

Storicamente la Robotica Autonoma nasce con l'Intelligenza Artificiale, secondo cui i dispositivi robotici, oltre alla rappresentazione interna del mondo in cui agiscono, possiedono una gamma di azioni possibili, da attuare con opportune combinazioni in base al contesto di azione, per giungere a soluzione dei problemi sui quali sono stati costruiti. La risoluzione del problema non viene pertanto desunta dal mondo reale in cui il robot si trova, bensì dallo schema di mondo che esso possiede: il minimo mutamento del reale inficerà la garanzia della soluzione, almeno fino a quando questa non venga inserita nello schema rappresentativo. Da una parte, dunque, il robot possiede un'intelligenza che riproduce simbolicamente il contesto in cui esso è collocato, dall'altra l'interazione con il mondo stesso si attua attraverso il riconoscimento di segmenti di mondo nelle rappresentazioni possedute, per innescare un comportamento conseguente (Marocco, *op. cit.*; Nolfi, 2009).

In alternativa a tale teoria, Brooks (1991) considera «intelligente solo un sistema che sia in grado di mettere in atto comportamenti senso-motori all'interno di un ambiente dinamico e mutevole come quello reale» (Marocco, *op. cit.*): un sistema intelligente non è mai completamente separato dal mondo fisico ma va interpretato come dotato di un corpo (*embodiment*) e di un sistema motorio e sensoriale (*Ibidem*).

Emerge qui la distinzione tra *planning* Robotica (quando le azioni del robot eseguono piani realizzati combinando azioni simboliche contenute in un patrimonio interno al robot stesso) e *behaviour-based* Robotica (quando il robot innesca reazioni agli ostacoli nel momento in cui essi si presentano). Nella seconda accezione, il robot è da intendersi come macchina con una struttura adeguata al contesto di azione, dotata di: un sistema sensoriale che raccolga gli stimoli esterni, un micro computer con programmi finalizzati a costruire i comportamenti del robot, una infrastruttura che metta in collegamento i sensori con il computer e quest'ultimo con gli attuatori, ovvero i dispositivi tramite cui il robot interagisce nel e con l'ambiente (Bertacchini, 2006)

Nell'incontro con il mondo dell'educazione, la Robotica si fa Educativa, costituendo un ambito di ricerca orientato alla realizzazione di artefatti «che introducono metodologie educative in grado di migliorare le condizioni che facilitano il processo di apprendimento» (Lancia & Rubinacci, *op. cit.*). Inseriti

all'interno di mondi in cui possano interagire autonomamente fra loro e con i mondi stessi, i robot possono diventare supporto di metodologie didattiche innovative.

Le fasi attraverso cui si sviluppa il modello di progettazione dei dispositivi robotici sono molteplici: dopo aver individuato il dominio di azione del robot (fase 1), è necessario stabilire le modalità di interazione con il mondo, mediante opportune interfacce - sensori - (fase 2); il modello di robot più idoneo va quindi costruito (fase 3), dotato di azioni e di comportamenti adeguati al contesto di azione (fase 4) e realizzati mediante programmi ad hoc (fase 5) da trasferire al robot (fase 6); a ripetute prove ed eventuali correzioni per testare l'efficacia del dispositivo (fase 7) seguirà una fase di condivisione e riflessione (fase 8).

Tale flusso progettuale può essere anche letto come il ciclo di realizzazione di una simulazione (Landriscina, 2009), che evidenzia ancor meglio la valenza formativa e didattica insita nella creazione di artefatti robotici. In primo luogo è necessario studiare il *mondo* che si intende rappresentare, ovvero il *sistema* di riferimento, in cui il robot si troverà ad agire; quindi, si elabora un *modello* che espliciti le funzionalità del sistema stesso, per poi realizzare la *simulazione* vera e propria. Nel caso in cui non si ottengano i risultati attesi, sarà possibile risalire indietro nei singoli gradini del processo, per correggere eventuali anomalie o migliorare il risultato finale.

In ambito didattico l'utilizzo di simulazioni già costruite consente l'indubbio vantaggio di gestire i parametri dei programmi cui esse fanno capo, consentendo di studiare i sistemi simulati in vari contesti. Avvalersi di proprie simulazioni, invece, consente di realizzare un continuo passaggio dal reale alla formalizzazione, e da questa nuovamente al reale, attraverso la ciclicità di alcune fasi: ricerca - progettazione - realizzazione - algoritmo - prove. Conseguentemente, l'uso di simulazioni già pronte consente di risolvere solo il problema proposto dal contesto simulato, mentre l'utilizzo di simulazioni create *ex novo* è finalizzato ad individuare il modello astratto del problema da affrontare e dei conseguenti passi risolutivi (algoritmi).

In questo tipo di attività al discente non si chiede di analizzare il contesto problematico per impostare una soluzione all'interno di un insieme chiuso di possibilità, quanto di descrivere in modo formale e di realizzare il procedimento risolutivo di una classe di problemi. Il robot, pertanto, dovrà essere istruito alla risoluzione di problemi, mediante modalità parametriche, al fine di affrontare situazioni non sempre o non del tutto ipotizzabili a priori.

### 3 Costruzioni di storie con robot

Il tema degli automi ricorre più volte nella fantasia dei narratori di ogni tempo. Aulo Gellio (tra il 130 e il 180 d. C.) racconta che Archita, filosofo e

matematico del V secolo a. C., progettava e realizzava degli ingegnosi giocattoli meccanici e fra questi realizzò una colomba «che, forse per mezzo di un sistema pneumatico, riusciva a volare. Volava una volta sola giacché quando toccava terra non era più capace di volare» (Battaglia, 2006). Nelle fiabe di Somadeva, narratore indiano dell'11° secolo, si racconta «di bambole, che agiscono come dei veri e propri automi mossi da meccanismi: una intrecciava ghirlande, un'altra attingeva acqua, la terza danzava e la quarta pare che addirittura parlasse» (*Ibidem*). Oltre che nelle fiabe, il tema è presente anche in studi e progettazioni: Leonardo consegnò ad un artefatto, non si sa se effettivamente costruito o solo progettato, il desiderio di realizzare un automa simile ad un essere umano; diverse attuali sperimentazioni sui robot dall'aspetto umanoide si rifanno a quel progetto (*Ibidem*).

Un cammino narrativo si dipana, dunque, nel tempo: tra fantasia e realtà, tra sogno e realizzazione, esso è stato il filo conduttore dello sviluppo della Robotica, attraverso un percorso che, nella pratica, compie reificazioni di passaggi teorici diversi, punti di partenza per nuove esperienze. Tale cammino si sviluppa lungo due dimensioni: quella della narrazione, che rappresenta l'evoluzione del percorso di costruzione di conoscenza della Robotica stessa, e quella della sceneggiatura, che si manifesta con le realizzazioni di dispositivi robotici.

Tale percorso è, anche, il cammino personale di chi matura esperienze di Robotica Educativa: da una parte, la dimensione della narrazione è lo sviluppo del proprio percorso di costruzione di conoscenza fra Robotica e didattica, dall'altra la dimensione della sceneggiatura è rappresentata dalle reificazioni che si presentano alla comunità e che raccontano il proprio come della storia. È con le reificazioni mediante dispositivi robotici che si mette in scena il racconto della propria esperienza all'interno di una comunità di riferimento.

L'intersezione tra narrazione e sceneggiatura può, inoltre, diventare utile spunto didattico per la realizzazione di singole esperienze di Robotica Educativa, nella creazione di storie in cui i robot sono attori di una trama. È, questa, una *digital tale*, narrazione di un evento che prevede una propria sceneggiatura la quale si sviluppa anche nel mondo reale, attraverso l'interazione tra personaggi (i robot) e con il narratore. In ambito scolastico, in sostanza, lo studente realizza la propria narrazione mediante una sceneggiatura, affinando e sviluppando competenze di comunicazione, di comprensione e produzione di testi, abilità tecnologiche, nonché una sensibilità artistica.

In definitiva la Robotica nasce e si sviluppa accompagnata *dalla* fantasia, diventando uno strumento *per* la fantasia quando, attraverso la narrazione, si costruiscono storie per lo sviluppo di esperienze e progetti robotici.

## 4 Robotica Educativa a scuola

Resnick (Resnick, 2007) definisce il processo di apprendimento come *creative design spiral*, all'interno della quale non soltanto lo studente individua la soluzione al problema originario, ma svolge prove, testa relazioni, formula e condivide nuove idee basate sull'esperienza svolta. Il processo a spirale mostra assonanze con le tre macroaree che definiscono le competenze trasversali, ovvero quelle del Diagnosticare, del Relazionarsi, dell'Affrontare (Pellerey, 2004; Alessandri & Paciaroni, 2011).

Le esperienze di Robotica Educativa possono collocarsi utilmente nel campo delle competenze trasversali ma anche in quello delle competenze disciplinari quando vengono inserite nel percorso didattico di un insegnamento: ad esempio nella costruzione di concetti scientifici, oppure di testi.

Nella scuola primaria la Robotica può essere introdotta attraverso la narrazione, che diventa strumento di progettazione ma anche mezzo per affinare competenze legate ad obiettivi di apprendimento quali *ascoltare e parlare, leggere, scrivere*.

Jason Ohler (Ohler, 2007) individua due modalità di costruzione di storie, la *green screen-based storytelling* e la *computer-based narration*; quest'ultima si snoda attraverso alcune fasi: la creazione - da parte dello studente - di una mappa della storia; il feedback del gruppo, con eventuale aggiunta di ulteriori elementi; la scrittura vera e propria della storia; la registrazione; l'ascolto con eventuale revisione. Se il prodotto non risulta soddisfacente si interviene a modificare il processo di realizzazione, altrimenti si passa a digitalizzare la storia che, in questo caso, si estende alla realizzazione di robot mediante il relativo percorso progettuale. Nel caso della scuola primaria sarà necessario valersi di kit relativamente semplici che consentano facili costruzioni hardware e semplici sviluppi algoritmici.

Esperienze di Robotica Educativa legate a specifiche competenze disciplinari possono essere utilmente impiegate nei percorsi curricolari della scuola secondaria di primo grado e di secondo grado, sia per le discipline scientifiche sia per quelle umanistiche. In ambito scientifico, ad esempio, per programmare la rotazione di 90° verso destra di un robot che simula il movimento di un'auto, è necessario possedere i concetti di diametro e circonferenza; tuttavia il lavoro per problemi, come in questo caso, non richiede una semplice applicazione di competenze possedute, ma la loro combinazione opportuna per arrivare alla soluzione del quesito. A differenza di quanto accade nello svolgimento di un esercizio, «per sua stessa definizione [...] la risoluzione di un problema comporta la messa in moto di attività creative: lo studente, sulla base delle proprie competenze, deve organizzarle per ideare ed usare una strategia che non ha mai sperimentato prima; dunque si tratta di un vero e proprio atto creativo»

(D'Amore *et al.*, 2006). Per la lingua italiana, invece, si può ricorrere al testo descrittivo per la progettazione iniziale del robot, al testo regolativo per elencare i diversi passaggi che definiscono la costruzione dell'artefatto, al testo informativo per condividere con i membri del gruppo di lavoro lo svolgersi dell'esperienza. Utile può risultare, per gli studenti, la compilazione di un diario di bordo, personale o del gruppo, privato o pubblico, mediante la forma del testo narrativo. Infine, il testo argomentativo risulterà un valido supporto per la fase finale di confronto tra soluzioni diverse adottate da diversi gruppi di studenti.

Perrenoud afferma che «la competenza si situa al di là delle conoscenze. Essa non si forma mediante l'assimilazione di saperi supplementari, generali o locali, ma attraverso la costruzione di un insieme di dispositivi e schemi che permettono di mobilitare le conoscenze in situazione, in tempo utile e con consapevolezza» (Perrenoud, 2010). Pellerey ricorda il valore della pedagogia del progetto nell'apprendimento e nel trasferimento delle competenze: «lavorare per progetti induce la conoscenza di una metodologia di lavoro di grande rilievo sul piano dell'agire, la sensibilità verso essa e la capacità di utilizzarla in vari contesti» (Pellerey, *op.cit.*). In tal senso può risultare estremamente utile inserire esperienze di Robotica nei percorsi didattici, in quanto il lavoro per progetti si pone come momento privilegiato per il raggiungimento delle competenze. Le attività laboratoriali costituiscono terreno privilegiato per la Robotica autonoma, in quanto favoriscono la promozione delle competenze scolastiche mediante il lavoro per progetti (Pellerey, *op.cit.*). Ed è proprio in campo laboratoriale che si compie il passaggio dalla Robotica alla Robotica Educativa.

Accanto alla centralità del laboratorio, nelle Indicazioni per il curricolo del 2007, si sostiene l'importanza di affinare la capacità di costruire storie e schemi interpretativi, così come quella di sviluppare argomentazioni e di organizzare il discorso, con una speciale attenzione all'uso della lingua. È dunque evidente la trasversalità delle esperienze di Robotica che vanno ad invadere i terreni della narrazione, sia come mezzo per negoziare significati all'interno di un processo di apprendimento, sia come pratica per imparare a raccontarsi storie, dunque ad imparare nella riflessione (Merlo, 2008).

Alcune esperienze in tal senso sono state condotte da un gruppo informale di studio e sperimentazione costituitosi presso la Facoltà di Scienze della Formazione dell'Università degli Studi di Macerata, che ha coinvolto docenti della scuola primaria, della scuola secondaria di primo grado e dell'Università; a tali esperienze, citate in (Alessandri & Paciaroni, 2011), si rimanda per una più ampia documentazione sul percorso intrapreso.

## Conclusioni

Le diverse esperienze di Robotica che si possono sviluppare nei diversi ordini di scuola sono tenute insieme da un filo che unisce la narrazione alla simulazione. Sulla base della dimensione narrativa, l'approccio didattico mediante dispositivi robotici consente agli studenti di raccontare il proprio mondo, realizzando e manipolando robot, i quali a loro volta vivificano i protagonisti delle storie stesse. La simulazione interviene nella realizzazione pratica dei dispositivi, i quali simulano mondi fantastici o reali da impiegare utilmente nello studio e nell'approfondimento di tematiche disciplinari.

In tal modo, si oltrepassa la modalità tradizionale di studio, garantendo maggiore motivazione ed un approccio creativo ai contenuti: realizzare mondi artificiali in base a proprie rappresentazioni e sperimentare in essi fenomeni reali colloca gli studenti in un'ottica di ricercatori, che continuamente scoprono e verificano la validità di personali intuizioni, secondo una coerenza significativa tra ricerca e sperimentazione (Alessandri & Paciaroni, 2011). Attraverso narrazione e simulazione, dunque, con la Robotica Educativa si sancisce l'integrazione tra reale ed artificiale nella didattica, mediante un approccio funzionale sia allo studio dei contenuti, sia alla metodologia, promuovendo la motivazione con positive ricadute nell'apprendimento.

## BIBLIOGRAFIA

---

- Alessandri G., (2008), *Dal Desktop a Second Life*. Tecnologie nella didattica, Perugia, Morlacchi.
- Alessandri G., Paciaroni M. (2011), *Robotica Educativa*, in: Minerva T., Colazzo L. (eds), *Connessi!* 37-45, Milano, Ledizioni.
- Battaglia P. (2006), *L'intelligenza artificiale*. Dagli automi ai robot intelligenti, Torino, UTET.
- Bertacchini P.A. (2006), *Apprendere con le mani*, Milano, FrancoAngeli.
- Brooks R.A. (1991), *Intelligence without representation*, *Artificial Intelligence*, 47:139-159.
- D'Amore B., Fandiño Pinilla M.I., Marazzani I. (2004), "Esercizi anticipati" e "zona di sviluppo prossimale": *comportamento strategico e linguaggio comunicativo in attività di problem solving*, in: *La matematica e la sua didattica*. 2, 71-95.
- Feenberg A. (2002), *Tecnologie in discussione*, Filosofia e politica della moderna società tecnologica, Milano, Etas.
- Lancia I.S., Rubinacci F. (2007), *Dal Logo al Lego. Simulazioni e robot*, in: Strollo M.R. (eds.), *Scienze cognitive e aperture pedagogiche. Nuovi orizzonti nella formazione degli insegnanti*. 163-170, Milano, FrancoAngeli.
- Landriscina F. (2009), *La simulazione nell'apprendimento. Quando e come avvalersene*,



- Gardolo (TN), Erickson.
- Lievrouw L.A., Livingstone S. (2007), *Capire i new media*, Milano, Hoepli.
- Marocco D. (2006), *Intelligenza Artificiale. Introduzione ai nuovi modelli*, Roma, Bonanno.
- Merlo D. (2008), *Logo e Robotica-Un modo per collegare realtà fisica e realtà virtuale?*, URL:[http://www.educationduepuntozero.it/Tecnologie-e-ambienti-di-apprendimento/2011/01/img/merlo3\\_all.pdf](http://www.educationduepuntozero.it/Tecnologie-e-ambienti-di-apprendimento/2011/01/img/merlo3_all.pdf) (verificato il 28 Novembre 2011).
- Nolfi S. (2009), *Che cos'è la Robotica autonoma*, Roma, Carocci.
- Ohler J. (2007), *Digital Storytelling in the Classroom: New Media Pathways to Literacy, Learning, and Creativity*, Thousand Oaks, Corwin Press Inc.
- Papert S. (1980), *Mindstorms: computer, bambini e creatività*, Milano, Rizzoli.
- Parisi D. (2001), *Simulazioni. La realtà rifatta al computer*, Bologna, Il Mulino.
- Pellerey M. (2004), *Le competenze individuali e il portfolio*, Milano, Rizzoli.
- Perrenoud P. (2010), *Costruire competenze a partire dalla scuola*, Roma, Anicia.
- Pinch T.J. e Bijker W.E. (1984), *The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other*, *Social Studies of Science* 14: 399-441.
- Resnick M. (2007), *All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarten*, Creativity & Cognition conference, URL: <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/CC2007-handout.pdf> (verificato il 28 Novembre 2011).