

Questo numero di TD, dal titolo *Imparare giocando con i robot*, si pone l'obiettivo di offrire una panoramica di contributi di ricerca e di proposte didattiche sulla valenza ludica ed educativa della robotica.

L'orientamento della robotica che riveste particolare interesse per le ricerche sull'apprendimento e le tecnologie didattiche è quel filone che ha sviluppato concetti, metodologie e strumenti tecnologici con lo scopo di indagare la natura dei processi di apprendimento naturali attraverso la realizzazione di creature artificiali che interagiscono in maniera autonoma con l'ambiente. Obiettivo di questo settore non è quello di emulare le caratteristiche dell'intelligenza umana, bensì di realizzare artefatti capaci di inserirsi in un contesto reale con comportamenti autonomi e intenzionali, attingendo a idee e contributi provenienti da discipline quali la cibernetica, l'Intelligenza Artificiale, la biologia, l'informatica, la psicologia, le neuroscienze.

Alcune linee di ricerca hanno recentemente esplorato la relazione con il gioco, attraverso le proposte di gare di robot che giocano a calcio (RoboCup), animali (Aibo) o bambole (My Real Baby) cibernetici. L'interesse per gli aspetti ludici è condiviso anche da quei ricercatori provenienti dalle tecnologie didattiche interessati a investigare contesti di apprendimento motivanti e a rileggere la robotica dal punto di vista educativo. Questo settore va sotto il nome di Robotica Educativa e, seppure giovane, vanta già un ricco patrimonio di ricerca, esperienze e proposte curriculari. Già da tempo, infatti, varie istituzioni accademiche sono impegnate nell'elaborazione di ricerche di volta in volta più orientate agli aspetti educativi o tecnologici. Parallelamente, comunità di utenti e sviluppatori sono una realtà consolidata che interagisce con un mercato di prodotti sia a livello hobbistico che propriamente educativo.

Questo numero presenta una selezione di studi e proposte didattiche elaborati prevalentemente nel contesto italiano, senza la pretesa di fornire un quadro esaustivo, ma con l'obiettivo di evidenziare i temi principali attorno ai quali si sta incentrando l'interesse della comunità di ricercatori e utenti.

Data la complessità degli argomenti affrontati, si ritiene utile fornire al lettore alcune chiavi interpretative allo scopo di evidenziare fili conduttori tematici tra i diversi contributi pro-

posti. *L'educazione scientifica*, la *programmazione* e la *progettazione degli strumenti* sono alcuni dei temi che in maniera trasversale consentono di percorrere la fitta trama intessuta dai diversi autori.

Per quanto riguarda il primo, quello dell'**educazione scientifica**, gli autori sono tutti concordi nel sottolineare l'esigenza di innovare l'educazione al metodo scientifico nella scuola, che spesso si limita alla riproduzione degli esperimenti storicamente rilevanti di una specifica disciplina, introducendo elementi di novità sia nell'approccio metodologico da seguire che nel campo degli strumenti usati. I kit robotici permettono di sviluppare attività sperimentali sfruttando la capacità dei robot costruiti di interagire tra di loro e con l'ambiente. Inoltre il loro comportamento, diversamente da quanto accade nelle simulazioni, è soggetto a tutte le "imprecisioni" e "indeterminatezze" tipiche del mondo reale. Ciò apre la strada ad attività di laboratorio sperimentale in cui creatività costruttiva e ripetibilità dei comportamenti siano in un giusto equilibrio. Il contributo di *Mitchel Resnick, Robbie Berg e Michael Eisenberg* pone l'accento sull'importanza che la costruzione di esperimenti e strumenti personali per l'esplorazione di fenomeni naturali ha ai fini di una conoscenza più profonda della natura dei fenomeni studiati. Attraverso dei dispositivi elettronici completamente programmabili, a cui è possibile collegare una serie di sensori ed attuatori, gli studenti hanno la possibilità di costruire e indagare molteplici ipotesi scientifiche a partire dalla raccolta e analisi di dati rintracciabili in molte situazioni della vita quotidiana. L'invito a coniugare aspetti di funzionalità, operatività e estetica della strumentazione scientifica ha importanti implicazioni soprattutto ai fini di una personalizzazione degli strumenti scientifici e di sostegno a diversi stili di apprendimento.

*Enrica Giordano*, da parte sua, elabora nel proprio articolo una proposta di educazione scientifica che, partendo dalle prime forme di esplorazione del mondo da parte dei bambini, arrivi ad integrarsi nel curriculum scientifico di uno studente universitario. L'autrice si sofferma in modo particolare sull'apprendimento di concetti e procedimenti della fisica in età prescolare, quando i bambini sono attivamente impegnati nella scoperta di un mondo costituito oltre che da oggetti anche da coeta-

nei e adulti. Viene proposto un percorso di lavoro sul movimento che parte dalla scuola dell'infanzia e si sviluppa lungo l'arco della scuola dell'obbligo, coniugando attività sperimentali di tipo tradizionale, microcomputer based laboratory e robotica. Attraverso la costruzione ed interazione con robot dotati di "sensorialità" è possibile, ad esempio, interrogarsi sulla relazione tra i nostri canali percettivo, visivo e tattile e la funzione motoria nella gestione dello spazio nel quale ci muoviamo.

L'articolo di *Roberto Didoni* si pone, invece, l'obiettivo di fornire alcune indicazioni di tipo progettuale per l'allestimento di un laboratorio di robotica nella scuola dell'obbligo. Vengono avanzate una serie di riflessioni che vanno da considerazioni di tipo logistico e strumentale, alla proposta di tipologie di attività di laboratorio che facciano leva su aspetti di modularità, fino ad approdare al valore didattico e educativo che può rivestire la progettazione e realizzazione di gare di robot. Queste si rivelano particolarmente interessanti per realizzare un modello di apprendimento innovativo basato sul concetto di comunità, coinvolgendo aspetti sia di collaborazione nelle fasi progettuali e di realizzazione che di competizione tra gruppi di studenti coinvolti.

L'ultimo contributo sul tema dell'educazione scientifica è quello di *Orazio Miglino, Henrik H. Lund e Luigi Pagliarini* che, mettendo in risalto un approccio all'educazione scientifica basato sui principi della Robotica Evolutiva, si propone di sviluppare robot traendo ispirazione diretta dalle teorie dell'evoluzione biologica. L'ambiente di simulazione presentato consente agli studenti di allevare, addestrare e selezionare popolazioni di robot in grado di esprimere i comportamenti più adatti a determinate condizioni ambientali. Ciò consente di entrare direttamente in un processo e di contribuire a governarlo. Piccole popolazioni di robot vengono sottoposte ad un processo di evoluzione artificiale al fine di adattarsi a qualche particolare ambiente di vita, attraverso l'integrazione dell'ambiente di simulazione con l'esecuzione dei comportamenti nel mondo dei robot fisici.

Il secondo tema trasversale, quello della **programmazione**, investe un settore che diventa denso di interrogativi soprattutto quando viene istanziato in una proposta educativa per i bambini. Perché invitare i bambini e i ragazzi più piccoli a cimentarsi con il compito della

programmazione? Quali possono essere i vantaggi educativi e di crescita cognitiva derivanti dal confronto con strumenti concettuali quali "strutture di controllo", "sequenzialità", "parallelismo", creazione di "regole", e così via? Se la proposta del Logo può essere considerata una realtà, seppur di nicchia, anche in alcune scuole del nostro paese, nuove indicazioni sul ruolo della programmazione cominciano ad emergere.

Nell'articolo congiunto di *Edith K. Ackermann* e *Augusto Chiocciariello, Stefania Manca, Luigi Sarti*, gli autori elaborano alcune riflessioni e proposte sull'esplorazione e programmazione di giocattoli cibernetici per la scuola dell'infanzia. In particolare, il contributo di *Ackermann* si occupa di analizzare quali aspetti della programmazione, attraverso i possibili significati che questo termine può assumere, possono essere di particolare interesse per i bambini. Si suggerisce di guardare alla programmazione soprattutto come a uno strumento in grado di esplorare concetti relazionali quali "controllo" e "agente", ma soprattutto in quanto specchio e finestra attraverso cui i bambini possono entrare in relazione o dialogare con oggetti e persone, oltre che con sé stessi nella relazione con interlocutori artificiali. Nella seconda parte *Chiocciariello, Manca e Sarti* sottolineano la possibilità anche per bambini piccoli di comporre dei programmi, a condizione che vengano loro proposti degli ambienti specializzati nella direzione delle caratteristiche del problema da risolvere. L'ambiente di programmazione visivo proposto dagli autori e sperimentato nell'ambito della scuola dell'infanzia privilegia l'immediatezza operativa, il dialogo e la riflessione metacognitiva. Per rendere accessibile la programmazione di robot, viene proposto un modello a regole che mette in relazione gli input dei sensori con le azioni che il robot deve eseguire. Lavorando in gruppo alla manipolazione sullo schermo dei tasselli di un puzzle i bambini possono esplorare comportamenti esistenti (esempi già presenti nell'ambiente), adattarli alle loro necessità, costruirne di nuovi e condividere i risultati con l'intera classe.

La ricerca raccontata nell'articolo di *Barbara Caci, Antonella D'Amico e Maurizio Cardaci* è stata finalizzata alla definizione di una metodologia di valutazione delle abilità cognitive richieste nella costruzione e programmazione

comportamentale di robot. Una prima sperimentazione ha coinvolto un gruppo di studenti di scuola media inferiore. La metodologia adottata ha compreso tre fasi principali: 1) valutazione del profilo cognitivo di ciascun soggetto; 2) costruzione del robot; 3) programmazione comportamentale del robot. I test cognitivi usati hanno evidenziato una correlazione tra abilità senso-motorie e visuo-costruttive, processi di ragionamento logico e abilità costruttive e di programmazione.

Il terzo contributo sul tema della programmazione affronta questa problematica da una prospettiva originale. *Orazio Miglino, Henrik H. Lund e Luigi Pagliarini* propongono un approccio alla programmazione basato sulla simulazione dei processi di allevamento e addestramento di una popolazione di robot. Le tecniche di programmazione evolutiva spostano la definizione del comportamento di un robot dalla scrittura di un codice alla selezione e controllo dell'evoluzione di quei robot che meglio si adattano al compito. Attraverso la manipolazione sullo schermo del computer dei parametri che soggiacciono a certe condizioni ambientali e ai comportamenti reattivi degli organismi coinvolti, gli utenti hanno l'opportunità di governare e controllare alcuni processi di evoluzione biologica in scala temporale ridotta, con un notevole vantaggio in termini di completezza dei processi coinvolti.

Il terzo e ultimo tema riguarda l'importanza della **progettazione degli strumenti**, soprattutto attraverso il ruolo che la relazione tra design e funzionalità riveste ai fini di una esplorazione delle loro potenzialità. Rendere "trasparenti" gli strumenti significa soprattutto definire la loro granularità, ossia il livello di dettaglio con cui gli elementi funzionali dello strumento si possono scomporre e ricomporre per ottenere strutture che assolvono a determinati compiti. Granularità, struttura e compito sono legati in una relazione complessa: dato un compito, si possono individuare strumenti specializzati con poche componenti (granularità grossa) integrate in una struttura isomorfa al compito: se capisco il compito, capisco la struttura dello strumento. Strumenti generici, d'altro canto, sono costituiti da un gran numero di componenti (granularità fine), in grado di affrontare un'ampia gamma di compiti e con una struttura articolata tra le componenti ma spesso lontana dal dominio, risultando così più difficili da comprendere. La mediazione

tra questi due estremi connota lo specifico approccio adottato dal progettista nella definizione di uno strumento, che può, ad esempio, privilegiare gli aspetti di genericità o quelli di specializzazione e quindi definire la granularità delle componenti.

I due contributi che affrontano questa problematica sono dedicati a fornire delle proposte e soluzioni, anche tecnologiche, che privilegiano l'autonomia esplorativa e costruttiva degli utenti. Gli autori sono concordi nel sottolineare l'importanza di sostenere le potenzialità creative dei bambini anche attraverso l'adozione di materiali non prettamente tecnologici, nell'ottica di combinare gli aspetti di funzionalità, operatività e estetica. Gli strumenti proposti, specializzati per la costruzione di robot, sono direttamente programmabili dagli utenti che ne possono così definire i comportamenti. La proposta tecnologica di *Mitchel Resnick, Robbie Berg e Michael Eisenberg* consiste di piccoli dispositivi elettronici portatili e programmabili per la costruzione di strumenti scientifici. Questi dispositivi si possono combinare con un vasto insieme di materiali, anche di normale uso quotidiano, che consentono di recuperare la componente estetica nella progettazione degli strumenti scientifici. Le loro piccole dimensioni favoriscono la creazione di strumenti mobili e collocabili nelle più svariate situazioni ambientali. Il basso costo ne consente un uso intensivo e quotidiano. Infine, la programmabilità permette di combinare attività di rilevamento dati con il controllo dei dispositivi di output.

Il contributo di *Augusto Chiocciariello, Stefania Manca e Luigi Sarti* si pone il problema di riprogettare un kit di costruzioni cibernetiche originariamente realizzato per ragazzi affinché diventi una proposta educativa per bambini piccoli. Quali aspetti legati alle modifiche estetico-funzionali delle componenti hardware e all'ambiente di programmazione vanno riconsiderati? Ampliare l'insieme delle funzioni assolvibili dal robot, ridurre la complessità meccanica degli artefatti e ridefinire l'ambiente di programmazione come fortemente orientato alle esigenze che emergono nei diversi contesti costruttivi: queste sono state alcune delle proposte formulate nell'ambito della ricerca raccontata.

*Augusto Chiocciariello,  
Stefania Manca, Luigi Sarti*