

## **Roberta, le ragazze scoprono la robotica**

Fiorella Operto, Donatella Merlo, Emanuele Micheli, Gianmarco Veruggio

### **Introduzione**

Questo articolo presenta e discute in sintesi le recenti esperienze di un articolato progetto di robotica educativa (RE), realizzato in ambito scolastico a livello europeo, dedicato specificamente a promuovere la curiosità e l'interesse scientifici nelle bambine e ragazze, *Roberta*.

Non si vuole qui intervenire teoricamente nel dibattito su *genere e apprendimento*, ma presentare alcune ricerche sul campo relative ai risultati dell'impiego della RE come strumento didattico, sviluppato al fine di fornire un piccolo contributo alla soluzione del problema della sottorappresentazione donne nelle facoltà e nella ricerca scientifica, e al minor interesse apparentemente mostrato dalle ragazze verso la scienza e la tecnologia. (In realtà, la RE può essere utile anche per favorire ragazzi timidi; studenti con abilità diverse da quelle logico formali che vengono per lo più promosse nei curricula oggi; e nel caso di varie disabilità corrispondenti al concetto di *minority student*).

Vi è una lunga e antica storia di ingiustizie con cui i sistemi scolastici hanno frustrato l'interesse della studentesse verso la scienza (Schiebinger, 2004). Cadute molte ragioni attribuite alla natura, il peso delle responsabilità si è spostato sull'educazione e sulla cultura. Maggiore questo diventerà, più sarà ridotto l'apporto dell'argomento legato al determinismo biologico.

Di fatto, riconoscere le differenze di genere nell'apprendimento è molto importante per i docenti, e costituisce un miglioramento dei sistemi scolastici, se si vogliono conoscere e comprendere i diversi modi con cui bambine e bambini entrano in rapporto con i diversi saperi, esprimono maggiore ricettività verso alcuni di questi e a quali paradigmi di apprendimento e di capacità cognitive essi di volta in volta facciano riferimento.

Introduciamo ora brevemente le caratteristiche che fanno della robotica educativa un eccellente strumento didattico.

### **Robotica, nuova scienza**

La robotica sta progressivamente penetrando molti spazi della nostra vita. Dopo la robotica industriale, la robotica di servizio ha raggiunto le nostre abitazioni. Inoltre, l'applicazione delle tecnologie della comunicazione e quelle basate sul Web ha aperto il settore multiforme dei robot ubiqui. Nello stesso tempo, la ricerca robotica sta contribuendo a importanti sviluppi scientifici e culturali. La sfida di costruire un'entità intelligente e autonoma che abbia capacità di azione e intervento simili – e talvolta

superiori – all’essere umano richiede di ripensare a questa nuova scienza da un punto di vista globale, in un processo che vede scienze fisiche e umane collaborare verso un comune obiettivo di conoscenza.

È la robotica una nuova scienza? O è semplicemente quel settore dell’Ingegneria che studia e progetta macchine autonome intelligenti?

Non è certo facile rispondere a questo interrogativo, perché la robotica è una disciplina ancora giovane, ma riteniamo che la sfida di costruire una replica meccanica di un organismo biologico comporti un tale salto qualitativo, rispetto alla somma delle competenze necessarie, da richiedere forse un nuovo paradigma scientifico. La discussione su questo tema è accesa (Veruggio, 2008).

La robotica infatti, riunisce conoscenze che appartengono al settore delle scienze fisiche, e anche di quelle umanistiche, e le impiega in un modo originale teso a riprodurre, sia fisicamente che mentalmente proprietà tipiche degli esseri biologici. Proprio questo *melting pot* di meccatronica, automazione, cibernetica e intelligenza artificiale, psicologia, design, filosofia è la sua caratteristica fondamentale, che la differenzia dalle altre discipline ingegneristiche.

La robotica copre a 360 gradi molti settori dell’ingegneria. L’aspetto fondamentale della ricerca in robotica, sta infatti nel saper cogliere i collegamenti tra conoscenze che appartengono a settori apparentemente molto diversi tra loro, in un processo culturalmente creativo, dove intuizione e colpo d’occhio svolgono un ruolo fondamentale.

Pensiamo infatti quali problematiche dovranno essere affrontate quando in un vicino futuro i cittadini di domani dovranno gestire le relazioni che potranno intercorrere tra loro e macchine intelligenti, magari antropomorfe. Risulta subito evidente che la robotica dovrà attingere da tutte le scienze che studiano i rapporti e le relazioni tra gli esseri viventi, dal livello biologico fino a quello sociale. È naturale pensare che tali scienze svilupperanno probabilmente sottosectori orientati proprio alla robotica, e che potranno avvantaggiarsi dello sviluppo dei robot trovando in essi dei laboratori dove con alta riproducibilità potranno essere verificate teorie specifiche di ogni campo.

Inoltre, il profilo particolare di questa nuova scienza implica, e promuove negli studenti un’attitudine creativa, e un atteggiamento nuovo ed attivo verso le nuove tecnologie.

### **I molti vantaggi della robotica educativa**

Secondo confermate esperienze educative (Matarich, 2004), infatti, l’impiego dei robot nella didattica, offre, se paragonato ad altri strumenti, molti interessanti vantaggi, derivanti dalle caratteristiche di questa disciplina, e dei robot stessi:

- i robot sono oggetti reali tridimensionali che si muovono nello spazio e nel tempo e che possono emulare il comportamento umano/animale;
- i giovani apprendono più rapidamente e facilmente se hanno a che fare con oggetti concreti che soltanto operando su formule ed astrazioni, come sarebbe se i ragazzi si impegnassero semplicemente a programmare un computer;

- la motivazione di far agire effettivamente una macchina intelligente e farla funzionare è molto potente;
- i robot non sono solo strumenti didattici, ma macchine intelligenti che esistono nella società e con cui i giovani dovranno coabitare e cooperare.
- 

Lo studioso che si è maggiormente interessato alla didattica della tecnologia digitale nell'educazione è Seymour Papert, il quale ha ripreso la tesi costruttivista e le esperienze di Piaget, secondo cui le conoscenze non possono essere trasmesse già pronte da una persona all'altra. Secondo il costruttivismo, la costruzione concettuale risulta più efficace se è sostenuta dalla costruzione di oggetti concreti.

Papert lavorò per molto tempo all'Istituto di Epistemologia Genetica di Piaget, per cui quando nel 1964 entrò al Massachusetts Institute of Technology era enormemente influenzato dalle teorie piagetiane sull'apprendimento. Egli riuscì a sviluppare linguaggi informatici semplici da usare anche per bambini molto piccoli, ed è stato l'ideatore del progetto in cui è nato il linguaggio Logo, considerato il più noto linguaggio di programmazione a fini didattici. Inoltre, Papert è il fondatore del gruppo di lavoro su Epistemologia e Apprendimento al Media Laboratory del MIT.

Papert estese poi il linguaggio Logo ad un set di robotica, in modo da offrire ai bambini non solo strumenti per concretizzare il pensiero astratto, ma anche per realizzare creature artificiali.

Nel 1980, egli pubblicò il libro *Mindstorms*, in cui trattò del rapporto tra bambini e computer, testo che modificò profondamente la cultura pedagogica e il modo di pensare le nuove tecnologie didattiche.

Ogni volta che viene inventata una nuova tecnologia - afferma Papert - il suo impiego modifica la vita di coloro che la usano, ma occorre tempo perché si instauri una nuova cultura di questa tecnologia e perché tutta la comunità interessata si adegui. Per esempio, quando fu inventato il cinema, occorsero anni e anni perché se ne sfruttassero tutte le potenzialità, ed agli inizi i film erano più o meno come opere teatrali rese in film. Oggi, vengono sfruttate moltissime delle capacità espressive del cinema che ha preso una strada molto diversa dal teatro.

Spesso l'istituzione scuola è lenta nell'accogliere le innovazioni e le scoperte, poiché la scuola ha tempi più lunghi. Dobbiamo iniziare dai bambini, che sono pronti ad usare il mondo in cui essi sono nati.

Un concetto fondamentale di Papert è quello del *micromondo*. Egli infatti si era accorto che mentre nel periodo prescolare tutti acquisiscono le competenze linguistiche del proprio ambiente culturale, in un contesto formale non tutti sono in grado di acquisire nuove abilità. Per cui, lo studioso propone un ambiente scolastico in cui si possono realizzare situazioni di apprendimento che riproducono l'apprendimento naturale. Ed è proprio con questo scopo che si sottolinea l'importanza del robot come strumento che permette di realizzare un apprendimento libero da regole rigide imposte dalla scuola. Già nel progetto *Connected Mathematics*, attraverso l'approccio costruttivista, i ricercatori hanno cercato di cambiare il modo in cui viene considerata e insegnata la matematica. In questo progetto si cerca di

sostituire l'idea della matematica come attività di *problem solving* con quella di *costruzione* nel senso che attraverso le nuove tecnologie è possibile rendere concreti i concetti matematici astratti.

Da un decina di annicirca, corrispondenti alla recente invasione di tecnologie robotiche nel settore dei robot di servizio, si è sviluppato un filone di tecnologie didattiche dedicato alla cosiddetta Robotica Educativa, con la nascita di eventi internazionali in cui le performance degli studenti e dei loro robot vengono messe alla prova. Pur non condividendo completamente l'approccio competitivo di queste gare, gli autori non possono non confermare l'entusiasmo che Robocup e analoghe manifestazioni hanno sugli studenti.

I vantaggi della RE sono molteplici. Uno di questi è inerente la relazione tra gli studenti (che diventano *insegnanti* dei robot) e i robot stessi, nel senso dello sviluppo del senso di responsabilità da parte degli studenti, i quali si sentono responsabili del controllo della macchina e quindi, dell'*insegnamento* impartito.

### **Le prime esperienze**

Nel 1983 alcuni robot mobili vennero introdotti in diversi istituti scolastici statunitensi. Questi robot vennero presentati come macchine utili sia in casa che nella didattica: in casa, come strumenti di lavoro e svago; a scuola, principalmente come piattaforme di lavoro per istituti professionali.

Le ditte di robot che accolsero la sfida cercarono di migliorare i loro robot, da impiegarsi nell'e-learning ed a scuola, e svilupparono migliori interfacce dei prodotti delle società che si indirizzavano esclusivamente ad un mercato di consumatori domestici. Intanto, la domanda di robot per didattica cresceva, e l'esperienza dei produttori che avevano investito in robot per studenti divenne allora molto utile. Aumentarono quindi i contatti tra insegnanti e produttori, che scambiarono esperienze e suggerimenti. Vi era d'altra parte l'attività e la rete di insegnanti intorno a Seymour Papert e ad altri esperimenti erano in corso in Svezia, Canada e Danimarca.

Sulla base di queste teorie, alcuni insegnanti iniziarono ad impiegare piccoli robot mobili a scopo didattico nelle scuole elementari. Vennero lanciati alcuni progetti e vennero organizzati dei piani di studi che prevedevano l'uso di robot.

Il tipo di robot impiegati in questi progetti erano piuttosto semplici. Alti tra i 50 e i 70 cm, potevano muoversi senza filo comunicando con il computer mediante un'interfaccia RS232, ed erano in grado di interagire ad un certo livello con l'ambiente usando alcuni sensori. Potevano imparare a pronunciare parole e ad interagire con l'operatore umano.

Le difficoltà di programmazione dipendevano anche dai diversi linguaggi.

Gli studenti diventavano una sorta di insegnanti dei loro robot, basandosi sul concetto che per imparare profondamente un concetto occorre saperlo insegnare a qualcuno che deve a sua volta utilizzarlo nella vita. Il rapporto peer-tutoring coinvolgeva così l'insegnamento da studente a studente e in ultima analisi da studente a robot. Per esempio, gli studenti bravi in matematica insegnavano a quelli meno abili, e tutti assieme *insegnavano* al robottino a camminare senza inciampare e sbattere nei muri. La bellezza di *insegnare* ad un robot è che lui non si arrabbia né si demoralizza. Lui segue delle leggi più o meno probabilistiche, e i ragazzi imparano questo principio di incertezza negli eventi umani, anche quelli delle scienze dette esatte. Inoltre, un robot può ri-imparare un concetto, qualora lo abbia capito male, senza grossi danni psicologici. Gli insegnanti-studenti del robot possono verificare immediatamente la precisione delle loro istruzioni al robot osservandone le prestazioni. Il successo della missione del robot è la verifica della correttezza dell'insegnamento.

### **La parola agli insegnanti**

Riprendiamo alcuni commenti di insegnanti che hanno impiegato la robotica nella didattica.

“Il robot ha contribuito a generare un grande entusiasmo verso l'insegnamento. Se presentavamo agli studenti la scelta o di lavorare sul robot o di svolgere altre attività anche ludiche, questi sceglievano il robot. Più di lavoravano su, più ne erano entusiasti. E devo dire che i ragazzi si mostrarono meno frustrati rispetto agli insuccessi di far muovere correttamente il robot di noi insegnanti. I miei alunni hanno sviluppato un grande *insight* rispetto alla diagnostica dei problemi e hanno impiegato un metodo pratico di prove ed errori che li poi aiutati in tante altre occasioni. Hanno imparato a non avere paura di provare e sbagliare”.

“Quello che davvero ci ha stupito è la velocità con cui anche i bambini delle elementari hanno acquisito dimestichezza con il robot. Questa facilità ha costituito un grande incentivo per il lavoro futuro”.

“Gli studenti spontaneamente si organizzarono a lavorare in gruppo. Ognuno contribuì per quel che sapeva al lavoro comune. Anche i genitori ne erano contenti e spesso si misero con i loro figli, al casa, al ritorno da scuola, a collaborare al progetto”.

“Lavorare con il robot sviluppò soprattutto negli studenti la capacità di sequenza logica, una delle abilità più difficili da trattare nel nostro programma di studi. Gli studenti l'appresero programmando il robot e i miglioramenti si videro in tutte le materie, dai temi di lingua alla loro capacità di capire al volo concetti e di eseguire compiti”.

“Il robot a scuola risvegliò anche l'interesse degli studenti più lenti e meno interessati al lavoro scolastico. Ottenni anche un miglioramento del comportamento generale della classe. Per esempio, impararono che esistono sequenze nelle operazioni, non solo nella programmazione dei robottini, ma anche nel

comportamento umano. Impararono ad ascoltare i compagni, ed a parlare uno alla volta, aspettando il loro turno, una cosa non da poco!”.

“Ho in mente uno studente in particolare. Era stato classificato come un ragazzo lento nell’apprendimento. Aveva però un’attitudine cinestetica all’apprendimento e la applicò sul robot. Divenne uno degli esperti di robotica nella classe e uno dei migliori programmatori di tutta la scuola”.

## **Differenze di genere? O *quel* genere fa la differenza?**

### **La minaccia dello stereotipo**

Vi è oggi una referenziata letteratura che dimostra che le bambine e le ragazze, cui vengano forniti giochi di costruzione, sviluppano abilità costruttive, spaziali, logiche e tecniche equiparabili, se non superiori, loro dei coetanei maschi (Reichel e Wiesner-Steiner, 2006).

Ricerche di carattere generale relative all’interesse delle ragazze verso le materie scientifiche rilevano che il problema principale che esse affrontano risiede nella mancanza di fiducia, che diventa predittiva dell’insuccesso. I fattori di rinforzo della certezza dell’insuccesso sono relativi alla minore esperienza (di solito le bambine non giocano con i Lego, e arrivano a operare sulle tecnologie dopo i loro coetanei maschi). Ad accrescere il disagio delle ragazze è il fatto che i compagni maschi tendono a rafforzare il loro senso di sfiducia mentre esagerano le loro competenze (Barron, 2007). È la profezia che si autoavvera.

In uno studio sui test per l’iscrizione a corsi introduttivi di robotica nei Dipartimenti di Ingegneria, i ragazzi sono più abili nei pre test, le ragazze lo sono in quelli post corso (da una ricerca del Dipartimento di Informatica della Università Carnegie Mellon) (Milton, et al., 2004)

Un altro studio realizzato sugli studenti della Carnegie Mellon Computer Science (Javonovic, 2006) ha mostrato che anche se a pari risultati scolastici, le ragazze si sentivano più inadeguate e incerte sulla qualità della loro performance, mentre il 50% dei maschi si ritenevano più preparati delle colleghe. La comparazione che segue è ancora più interessante. Una serie di studi su studenti disagiati (*minority student*) e materie scientifiche ha confermato il dato: molti progetto di RE organizzati per le ragazze funzionano bene anche per studenti timidi, disagiati e meno aggressivi rispetto alle tecnologie.

Ricerche svolte da Scuola di Robotica (Merlo, 2007) hanno confermato che la semplice sensibilizzazione dei docenti rispetto alle modalità con cui le bambine/ragazze si avvicinano alla tecnoscienza ha eliminato gran parte del senso di sfiducia delle studentesse nella loro capacità di padroneggiare le tecnologie

In generale, i corsi di robotica nella scuola (così come i dipartimenti di ingegneria) sono organizzati e strutturati sulle preferenze maschili: per esempio, solo recentemente RoboCup ha aggiunto una gara che si chiama *Dance*, dedicata alle ragazze. Fino a pochi anni fa, esisteva solo la gara per i calciatori. Ragazze che volessero cimentarsi nelle gare dovevano adottare il modello maschile. Tipico stereotipo è quello che

l'unica ragazza del gruppo di materie tecniche è un maschiaccio simile alla ragazza meccanico in *Taxisti di notte* di Jarmush (Pinker, 2008).

Esperienze sviluppate nella rete di scuole di Robot&Scuola ([www.scuoladirobotica/retemiur](http://www.scuoladirobotica/retemiur)) evidenziano che:

- le ragazze sono interessate alle applicazioni della tecnologia. Vale a dire, vogliono sapere a che cosa servirà il robot che stanno costruendo. Lo studio citato svolto presso la Carnegie Mellon University ha mostrato che la performance delle studentesse della classe di informatica è migliorata quando l'insegnante ha cominciato a spiegare, nel semestre successivo, il contesto della materia;
- le ragazze sono interessate agli aspetti di collaborazione tra il mondo della scienza e della tecnologia e la società umana (ed animale o vegetale). Esse riconoscono un collegamento tra questi universi;
- le ragazze sono interessate a sviluppare macchine per la guerra, ma sono molto impegnate quando devono programmare robot per il rescue e la protezione;
- le ragazze sono interessate agli aspetti relazioni dell'apprendimento, lavorano in gruppo e costruiscono un gruppo attraverso la cooperazione.

Ebbene, che cosa c'è di male in tutto ciò? Non sarebbero, gli aspetti sopra elencati, caratteristiche accettabili se la questione generale fosse: "Quale tipo di società sarebbe desiderabile se potessimo decidere liberamente il tipo di tecnoscienza che giudichiamo maggiormente socialmente utile e praticabile?".

L'insicurezza con cui le ragazze si avvicinano alla tecnoscienza ne frena le capacità di sperimentazione. Infatti, le ragazze hanno timore a toccare gli strumenti e le apparecchiature e tendono a essere meno decise nella sperimentazione se non sono sicure di poter riassemblare gli strumenti. Esse vogliono leggere per bene i manuali prima di mettere mani alle macchine e spesso si bloccano prima di aver terminato di studiare il quadro generale. Al contrario, i maschi sono più sicuri e cominciano a costruire.

Qui entra in campo la robotica, con la sua pratica immediatamente hands on, e *Roberta*, con la sua didattica sensibile al genere.

## **Roberta**

Gli studi citati sembrano così confermare che l'idea che le ragazze non siano interessate alla scienza e alla tecnologia è uno stereotipo. Eppure, tutti gli indicatori applicati alle ricerche nel settore, in Europa e negli Stati Uniti, indicano un divario crescente tra i sessi relativamente all'iscrizione alle facoltà scientifiche e alla performance nelle materie collegate, soprattutto nei settori dell'ingegneria, automazione e robotica. Lì, il calo di ragazze, che è tipico di altre scienze, diventa un crollo. Un rapporto della American

Educational Foundation (AAUW 2000) evidenzia che la riposta delle ragazze rispetto al loro possibile interesse verso tecnologie ingegneristiche è: “Potremmo farlo ma non vogliamo farlo”. Il dato interessante è che sono proprio le ragazze delle cosiddette società avanzate (Europa, Stati Uniti, Giappone), le quali avrebbero le opportunità economiche e certi incentivi sociali a iscriversi a dipartimenti di ingegneria, a starne ben lontani. Mentre le ragazze indiane, iraniane e palestinesi, senza dubbio più svantaggiate, considerano la carriera di ingegnere interessante e gratificante.

Il fatto è che è difficile suscitare entusiasmo nella ragazze (e anche in moltissimi ragazzi) verso argomenti di tecnologia seguendo un metodo convenzionale. S. Papert correttamente sostiene che in molti casi la curiosità scientifica va suggerita “da dietro le spalle” (Papert 1994).

La metodologia di *Roberta* conferma che le ragazze sono interessate alla tecnologia, se i concetti vengano presentati e sviluppati secondo la metodologia costruttivista. Questo vale anche per moltissimi studenti maschi. Così, è la didattica delle scienze che va cambiata – e forse anche la loro direzione.

*Roberta* non è una ragazza, è un robot. È il nome scelto per un robot da un’associazione di donne imprenditrici della Repubblica Federale della Germania. È anche il nome di un progetto, finanziato dal 2002 dal Ministero dell’Istruzione della Germania, e poi dalla Commissione Europea, dedicato a promuovere la robotica tra le studentesse degli istituti primari e secondari.

Molti indicatori avevano evidenziato, nella sola Germania, un calo significativo delle iscrizioni di ragazze a istituti secondari e facoltà tecnico scientifiche, con un conseguente declino di giovani scienziati. È chiaro che le donne europee sono un potenziale non utilizzato, nei settori della ricerca scientifica e delle professioni collegate alla scienza e alla tecnologia. Certamente, per affrontare il problema occorrono tempi medi, e infatti il progetto si rivolge a studentesse corrispondenti alle nostre scuole superiori di primo grado, le scuole medie. È un dato che, a livello adulto, la resistenza delle femmine all’uso delle tecnologie si consolida, e si traduce poi in delega ai maschi, non solo nell’uso degli strumenti ma anche nell’accesso alla formazione. (Questo diventa critico quando l’adulto è un’insegnante e dovrebbe invece occuparsi di fornire ai propri alunni i mezzi per inserirsi nella società tecnologica di cui facciamo parte). Soprattutto nell’età adolescenziale, che corrisponde alla scuola secondaria di primo e secondo grado, si viene formando quella differenza nella percezione delle discipline scientifiche, influenzata sicuramente dalle problematiche dell’età legate alla socializzazione, che diventa poi determinante per le scelte formative successive.

Scopo di *Roberta* è intervenire nella fascia di età in cui si allarga la forbice dell’interesse tecnoscientifico fra i sessi, promuovendo l’interesse delle ragazze verso la scienza, partendo dalla robotica, secondo la metodologia costruttivista, applicata da Seymour Papert ai *micromondi* ed al Logo, ed impiegando dei kit robotici.

I partner di *Roberta* sono stati, oltre al Ministero per l'Istruzione tedesco, alcune università, musei scientifici, diversi istituti scolastici, l'associazione delle donne impegnate in professioni collegate all'ICT e la Divisione Educazione di Lego. La supervisione del progetto è stata, oltre che del Ministero, dell'Istituto Fraunhofer per i Sistemi Autonomi Intelligenti con sede a Skt. Augustin, a Bonn. Il progetto è stato sviluppato con un particolare impegno verso l'apprendimento di genere.

Dal 2002, alcuni anni di sperimentazione, e una interessante studio valutativo dell'Università di Brema, hanno confermato l'obiettivo di *Roberta*. Nel 2004 il progetto è stato finanziato dalla CE in ambito Science&Society e si è allargato a sei nazioni europee, formando 22 Regional Centre in Germania, e 12 europei, di cui Scuola di Robotica è uno. Il successo di questi anni di lavoro è dimostrato soprattutto dall'entusiasmo con cui le studentesse europee hanno affrontato i corsi, con cui si sono auto-organizzate in gruppi, con cui hanno deciso la direzione dei lavori e con cui hanno partecipato (spesso vincendo) a diverse gare internazionali di robotica.

*Roberta* prevede l'uso del kit di robotica educativa della Lego, Legomindstorm NXT (ma anche la vecchia versione RCX può essere impiegata, soprattutto per le scuole dell'infanzia). Si tratta di un mattone programmabile che contiene un microcontroller Renesas H/300 come CPU interna e viene programmato scaricando un programma (che può essere scritto in vari linguaggi di programmazione) da un PC o da un Macintosh sulla sua RAM attraverso una speciale interfaccia ad infrarossi.

Quando la studentessa avvia il programma, il robot Mindstorm può funzionare in completa autonomia, in base alle istruzioni del programma. Inoltre, due o più robottini possono comunicare tra loro attraverso la porta a infrarossi e collaborare o gareggiare tra di loro. Oltre alla porta a infrarossi, ci sono anche tre porte di ingresso per i sensori e tre porte di uscita per i motori (utilizzabili anche per luci ed altro). Uno schermo LCD che mostra lo stato della batteria, lo stato delle porte, il programma in esecuzione e altre informazioni.

L'RCX/NXT utilizza sensori che gli permettono di monitorare alcuni aspetti dell'ambiente circostante. La Lego ha realizzato quattro tipi di sensore:

- un sensore tattile, che sente se qualcosa preme contro di esso,
- un sensore di luce, che misura l'intensità luminosa percependo anche gli infrarossi,
- un sensore di rotazione, che misura rotazioni o angoli percependo gli incrementi di 22,5 gradi (ovvero di un sedicesimo dell'angolo giro),
- un sensore termico, che misura la temperatura e può lavorare sia coi gradi Celsius che con i Fahrenheit in un intervallo che va dai -20° C ai +70° C (dai -3° F ai +157° F),
- ci sono anche vari sensori non LEGO ma compatibili con Mindstorms. Alcuni sono creati dagli utenti.

Linguaggi di programmazione disponibili sono:

Forniti da LEGO (entrambi grafici):

- RCX Code, incluso nella versione commerciale, in vendita nei negozi di giocattoli;
- ROBOLAB, basato su LabVIEW (linguaggio usato nei laboratori di ricerca in ogni campo) e sviluppato dalla Tufts University.

Linguaggi terzi (tutti testuali tranne actor-lab):

- C and C++ sotto sistema operativo BrickOS (precedentemente LegOS) o utilizzando QuiteC
- Java sotto sistema operativo leJOS o TinyVM
- Lego.NET
- NQC (“Not Quite C”)
- OnScreen
- pbFORTH (estensione del Forth)
- PbrickDev
- PRO-BOT
- SqLego
- TclRCX
- Terrapin Logo
- Visual Basic
- XS (Un dialetto LISP simile a Scheme)
- actor-lab linguaggio grafico parallelo all’ufficiale.

Il Mindstorms NXT è stato lanciato nell’agosto 2006. Il kit comprende tre servomotori (molto più grandi dei precedenti), un sensore tattile, un sensore luminoso, un nuovo sensore sonoro, un sensore di prossimità (a ultrasuoni) e un nuovo mattoncino intelligente NXT.

Questo ha un processore a 32 bit Atmel AT91SAM7S256 (classe ARM7) a 48 MHz, con 256k flash memory e 64k RAM, un coprocessore 8 bit Atmel ATmega48 (classe AVR: è un RISC a 8 bit) a 8 MHz, con 4k flash e 512 byte RAM uno schermo LCD con una risoluzione di 60x100 pixel, una porta USB 2.0 e connettività Bluetooth. Il Mindstorms NXT possiede quattro porte di ingresso e tre di uscita, ma avendo delle connessioni digitali, sarà possibile aumentarne il numero con dei moduli esterni. I connettori non sono gli stessi dell’RCX e utilizzano porte simili ad un connettore RJ-11. Integrato nel mattoncino c’è un altoparlante da 8 kHz. Il mattoncino richiede 6 batterie di tipo AA (che potranno anche essere ricaricabili) oppure la Batteria al Litio della casa.

Il Lego Mindstorms NXT è venduto in due versioni: Retail e Education Base Set. La versione Retail è fornita col software di programmazione NXT-G. La versione educativa che è venduta con batteria al litio e caricabatterie, invece, non contiene software. Quest’ultimo è venduto separatamente, con tre licenze distinte (Personal, Classroom, Site).

Le specifiche dell'NXT sono le seguenti:

- processore a 32 bit Atmel AT91SAM7S256 (classe ARM7) a 48 MHz
- 256KB memoria flash
- 64KB RAM
- Interfaccia bluetooth v2.0+EDR (chipset CSR BlueCore 4 version 2, clockato a 26 MHz, con propri buffer RAM e firmware stack Bluelab 3.2) velocità teorica massima 0,46 Mbit/sec (per trasferire il software o per controllare il robot da remoto)
- Display LCD bianco e nero da 100×64 pixel (ogni pixel è circa 0,4×0,4mm);
- Può essere programmato su PC o Mac
- speaker mono 8 bit fino a 16 KHz;
- tastiera con quattro tasti in gomma.
- Gli utenti possono creare nuovi software con LabVIEW di National Instruments
- Porta USB 2.0
- Connettività Bluetooth per trasferire il software o per controllare il robot da remoto
- Interfaccia per permettere lo sviluppo di periferiche da parte di terze parti.

Il kit è dotato di:

- 519 pezzi LEGO Technic.
- Tre servomotori, con sensore di rotazione integrato e feedback per il controllo di precisione
- Sensore di movimento e distanza ad ultrasuoni
- Sensore audio, con riconoscimento di tono e timbro
- Sensore luminoso, capace di rilevare colori e intensità luminosa
- Sensore tattile.
- 

La sensibilità di genere in *Roberta* è molto semplice e, anche qui, costruttivista. La condizione prima è che in ogni classe o gruppo, il 50 per cento siano ragazze. I corsi iniziano con gruppi divisi per sesso, e solo successivamente gli allievi formano autonomamente gruppi misti.

Le ragazze vengono incoraggiate e lodate spesso, per costruire la fiducia nelle proprie capacità (al contrario, nei corsi di informatica i docenti tendono a lodare gli alunni più veloci e *smart*, e quelli lenti e le ragazze sono lasciati indietro).

*Roberta* prevede corsi per docenti e corsi per le ragazze (e i ragazzi). Gli obiettivi dei corsi sono per quanto possibile *neutri*: vengono evitati gli obiettivi tipicamente maschili, come la costruzione di robot calciatori o robot da guerra. Molti centri Roberta in Germania hanno adottato come obiettivo del corso il *Volo delle api*, una simulazione del comportamento cooperativo delle api in cerca di fiori, perché le ragazze hanno mostrato un vivo interesse per la collaborazione tra robotica e scienze naturali (biologia, etnologia).

Le ragazze non vengono rimproverate per gli errori. Infatti, abbiamo osservato (Micheli, 2008) che l'errore eventuale viene *condiviso* tra ragazza e robot, e che non è demoralizzante (come può essere un voto basso dopo una verifica di matematica o italiano). Solitamente le ragazze provano una grande soddisfazione nel veder funzionare la loro creatura artificiale e per questo, nel caso di errori, si sentono stimolate a rivedere in modo più approfondito i propri ragionamenti e i risultati che ne derivano senza per questo sentirsi giudicate o messe alla prova. Durante i corsi tenuti dalla Scuola di Robotica, è stato rilevato il ruolo positivo svolto dall'errore, che ha sempre portato ad una maggiore comprensione dell'interazione robot/ambiente.

Esistono corsi per studentesse principianti e livelli medi. Ma in ogni corso *Roberta*, lo svolgimento è immediatamente *hands on*: le ragazze (di solito, un gruppetto di tre ragazze per ogni kit) trovano sul loro tavolo il kit smontato che, con l'aiuto di semplici schede, devono assemblare riunendo i mattoncini. La parte teorica viene proposta parallelamente alla costruzione, e in modo molto interconnesso. Di solito, le ragazze si organizzano velocemente: c'è chi assembla, chi cerca i pezzi, chi li sistema e chi legge le istruzioni. I ruoli vengono scambiati spesso. Se si tratta di principianti, i gruppi sono divisi per sessi: infatti, le principianti tendono a delegare al ragazzo le parti *difficili*, limitandosi al ruolo di *assistenti*. Dopo poche ore di lavoro, le ragazze prendono confidenza e non *mollano* più il loro kit (anzi, tendono a personalizzarlo in vario modo). Una volta montato il kit, si passa alla programmazione usando la programmazione iconica, e questa prima fase si conclude in genere con la programmazione del quadrato (il robot che segue un quadrato più o meno preciso).

Gli studi su *Roberta* sottolineano che già dopo un corso di 5 ore (*corso breve*) le ragazze esprimono soddisfazione e aumentata della fiducia in se stesse. Per lo più la risposta è: "Mi sono divertita. La prossima volta farò venire la mia amica".

I *corsi medi* sono concepiti per rendere autonome le partecipanti nella costruzione e nella programmazione del robot. Non è richiesto che tutti i sensori siano esaurientemente trattati. In questo tipo di corsi si incentivano soprattutto la partecipazione e la creatività.

Il *corso lungo* è quello che maggiormente si può integrare nel percorso scolastico delle studentesse. Qui, docenti di discipline diverse collaborano nell'usare il robot (la sua costruzione, programmazione, progettazione) come un vero strumento di educazione interdisciplinare.

Vengono messi in evidenza i legami con: biologia, matematica, informatica, logica, fisica, arte, disegno tecnico, geometria, italiano (linguaggio tecnico), inglese, chimica, filosofia, ecc. Alle studentesse vengono presentati diversi obiettivi partendo da quelli del corso medio per raggiungere la realizzazione di robot che simulino il funzionamento sensoriale di alcuni animali (api, pipistrelli, falene), e la risoluzione di algoritmi maggiormente complessi.

Uno studio dell'Università di Brema sulle bambine/ragazze che hanno seguito i corsi di *Roberta* (800 partecipanti) ha mostrato che gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti (promozione dell'apprendimento globale; dell'apprendimento delle scienze; del lavoro di gruppo di problemi scientifici e tecnologici). Inoltre, il 94 per cento delle ragazze che hanno partecipato al progetto hanno espresso commenti positivi e lo hanno consigliato alle loro amiche. Un esempio: anche dopo solo due ore del primo corso di *Roberta*, la maggior parte delle studentesse ha espresso la propria gioia nel sentirsi più sicure nell'uso del computer o nell'apprendimento delle scienze.

### **Un piccolo strumento di integrazione**

L'ideazione, la progettazione, la costruzione di un robot sono attività che richiedono fortemente la collaborazione e diventano quindi naturali strumenti per l'integrazione di studenti di origini culturali completamente distanti.

Infatti nei laboratori di robotica creati nelle scuole partecipanti ai progetti condotti da Scuola di Robotica gli studenti vengono organizzati in gruppi di lavoro, ognuno dei quali contribuisce alla costruzione di una parte del progetto finale, quindi oltre alla collaborazione interna al gruppo viene esaltata anche l'interazione fra gruppi. In questo modo i bambini possono mettere i propri talenti al servizio del gruppo e possono emergere qualità e passioni altrimenti nascoste nell'abituale studio individuale.

Questa forte interazione fra i bambini consente l'integrazione e la possibilità a bambini contraddistinti da "talenti pratici" di emergere e guadagnare stima nel gruppo. Molto spesso i leader positivi e riconosciuti nel gruppo non coincidono con i leader "scolastici", individuati cioè dall'andamento scolastico.

La collaborazione fra *intelligenze* e culture diverse consente ai bambini di vedere sotto altri punti di vista i propri compagni creando un ambiente di collaborazione positivo e sereno.

Le esperienze condotte in alcune classi di scuola primaria incoraggiano nella scelta del Progetto *Roberta* per stimolare le bambine a utilizzare le proprie capacità creative anche in un mondo apparentemente solo tecnologico come quello dei robot.

### **Conclusioni**

In conclusione, citiamo ancora i risultati dello studio valutativo realizzato nel 2007 dalla Università di Brema, dalla Digitale Media in Education (DiMeB) e dall'Institute for Didactics of Natural Sciences (IDN) su un campione di 800 ragazze tra gli 11 e i 16 anni che avevano seguito i corsi *Roberta*. Valutazioni quantitative e qualitative hanno mostrato le potenzialità di *Roberta* per quello che richiama *empowerment tecnologico* della ragazze. La RE è uno strumento ottimo per collegare la vita della scuola a quella del mondo esterno; è un laboratorio portatile per diverse discipline scientifiche in un sistema scolastico che spesso (come quello italiano) è poverissimo di laboratori scientifici; promuove la partecipazione attiva delle ragazze mediante il metodo learning by doing; mitiga un poco l'eccesso di

astrazione che domina i nostri sistemi scolastici europei; favorisce il trasferimento immediato di nozioni astratte nella sperimentazione e nella pratica perché il kit robotico stesso fornisce un feedback rapidissimo.

Quando le studentesse apprendono l'impiego di tecnologie ICT in questo loro *fare*, esse non solo ne imparano le basi, ma soprattutto l'approccio attivo e partecipativo. Il vantaggio di *Roberta* (come della RE in generale) è l'associazione tra la costruzione di un oggetto fisico e la sua programmazione, il che apre un mondo vasto di concetti e di intervento. Infatti, come dalla nostra esperienza, la robotica educativa facilita la comprensione di molte materie scientifiche.

La robotica a scuola necessita di una didattica sensibile al genere per assicurare che le studentesse abbiano pari opportunità di accesso. Ecco in sintesi le nostre raccomandazioni:

- sostenere inizialmente soprattutto le ragazze
- promuovere l'attività di open learning
- selezionare progetti di valenza neutra
- applicare una sensibilità di genere
- intervenire in modo sensibile al genere durante lo svolgimento del lavoro e delle presentazioni
- esplicitare fin dall'inizio a tutto il gruppo la valenza di genere e assicurarsi che venga compresa e accettata.

## Riferimenti

AAUW (2000): *Tech-Savvy: Educating Girls in the New Computer Age*. American Association of University Women 2000.

"Fair Play: Violence, Gender and Race in Video Games 2001". Children Now page. 19 August 2004: <http://www.childrennow.org/media/video-games/2001/>.

Gieryn, Th. F. (1995): *Boundaries of Science*. In: Jasanoff et. al. (Eds.), *Handbook of Science and Technology Studies*, pp. 393 - 444.

Javonovic, J, & King, S, "Boys and girls in the performance-based science classroom: who's doing the performing", *American Education Research Journal*, 35, 2006, 477-496.

Mataric M.J. (2004). *Robotics Education for All Ages*. Proceedings of the 2004 AAAI Spring Symposium. Published by The AAAI Press, Menlo Park, California.

Milto, Elissa, Chris Rogers, and Meredith Portsmore. "Gender Differences in Confidence Levels, Group Interactions, and Feelings about Competition in an Introductory Robotics Course". *American Society for Engineering Education* page. 8 July 2004: <http://fie.engrng.pitt.edu/fie2002/papers/1597.pdf>.

- Operto, F (2004). *Il ruolo della robotica nella didattica*. Informatica&Scuola, XII, February 2004.
- Operto, F. (2004. *Perché è importante per I giovani iniziare ad occuparsi di Robotica*. Informatica&Scuola, XII, October 2004
- Reichel M., and Wiesner-Steiner A, *Gender Inscriptions in Robotic Courses*, Proceedings of the 1st International Conference on Digital Media and Learning 2006 (ICDML 2006) Bangkok. Tana Press March 2006, pp 61-65.
- Papert, S., *I bambini ed il computer*, Rizzoli 1994
- Schiebinger, L., *Has feminism changed science?*. Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1999
- Schiebinger, L., *Nature's Body: Gender in the Making of Modern Science*. Rutgers University Press 2004
- Turkle, Sh. *Life on the Screen: Identity in the age of the Internet*. London: Phoenix, 1995
- Susann Hartmann, Heike Wiesner, Andreas Wiesner-Steiner. *Robotics and Gender: The Use of Robotics for the Empowerment of Girls in the Classroom*. In Isabel Zorn, Susanne Maass, Els Rommes, Carola Schirmer and Heidi Schelhowe. *Gender Designs IT. Construction and Deconstruction of Information Society Technology*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2007
- Veruggio, G (2008). *Robotics, New Science*, in Zwanzig Jahre Lettre International, Aprile 2008
- Wiesner-Steiner, A.; Schelhowe, H.; Wiesner, H. The Didactical Potential of Robotics for Education with Digital Media. International Journal of Information and Communication Technology Education, Vol. 3, Issue 1, 2007

### **Fiorella Operto**

Proviene dalla filosofia, e si occupa di aspetti etici, legali e societari della robotica.

[operto@scuoladirobotica.it](mailto:operto@scuoladirobotica.it)

### **Donatella Merlo**

Docente, rappresentante dell'MCE (Movimento di Cooperazione Educativa) in Piemonte

Donatella Merlo [donatellamerlo@tiscali.it](mailto:donatellamerlo@tiscali.it)

### **Emanuele Micheli**

Ingegnere, da alcuni anni si occupa di Robotica Educativa

[micheli@scuoladirobotica.it](mailto:micheli@scuoladirobotica.it)

### **Gianmarco Veruggio**

Ricercatore robotico del CNR IEIIT. Ha fondato Scuola di Robotica.

[gianmarco@veruggio.it](mailto:gianmarco@veruggio.it)

Genova, 18 Giugno 2008