

R&D' Robotica a scuola

In primo piano

DI GIOVANNI MARCIANÒ

Che "senso" può avere l'impiego di apparati microrobotici nella scuola dell'obbligo.
Esperienze da Bolzano, Lucca, Milano, Verbania

N

egli anni Settanta e Ottanta l'idea dell'impiego a scuola delle tecnologie si accompagnava all'apparire sul mercato dei primi *home computer*. Questi permettevano l'utilizzo di un vero *computer* in aula e quindi di svolgere una didattica attiva e non più limitata allo studio delle teorie informatiche. La stessa cosa sta ora accadendo con la robotica: i *kit* a basso prezzo hanno permesso ad alcune scuole medie, ma anche ad alcune elementari, di inserire nella programmazione didattica l'espe-



rienza diretta dell'alunno con apparecchiature sino a ieri riservate a centri universitari o, al massimo, a istituti tecnici o professionali.

Ciò che differenzia – e attira – della robotica è il coniugarsi di fare e pensare. Un *robot* è fatto di una parte meccanica, che deve essere ben progettata e realizzata con cura, e di una parte *software*, il programma informatico che lo istruisce su cosa dovrà fare una volta avviato.

Prima di presentare le modalità con le quali alcuni insegnanti hanno proposto in classe questo nuovo ambiente di apprendimento, sarà bene esplicitare maggiormente i caratteri di fondo che differenziano la microrobotica dall'informatica. Senza pretesa di esaustività o scientificità, ma con sufficiente dettaglio per comprendere con coscienza di causa quanto svolto nelle scuole citate. ¹

Tra un *robot* e un *computer* l'elemento comune è rappresentato dal microprocessore, la differenziazione è invece sul campo delle periferiche di *input/output*. Mentre un computer riceve i dati da una tastiera, o da uno *scanner*, ad esempio, il *robot* riceve dati da sensori che interagiscono con l'ambiente.

Ci sono sensori molto semplici, come quello che segnala al *robot* di aver toccato un ostacolo, che in pratica è solo un piccolo interruttore a pressione, che scatta se viene “premuta” dal *robot* stesso in movimento contro l'ostacolo. Ci sono sensori molto complessi che – ad esempio – sono in grado di “sentire” caratteristiche fisiche (temperatura) o chimiche (acidità) dell'ambiente in cui si trovano ad operare.

Mentre il computer usa i dati in entrata per realizzare delle elaborazioni (un testo ben impaginato, una tabella ordinata e corretta, una lista in perfetto ordine alfabetico, una immagine senza difetti, un certo suono o motivo musicale...), il robot usa i dati in entrata dai suoi sen-

Ciò che attira della robotica è il coniugarsi di fare e pensare. Un robot è fatto di una parte meccanica, che deve essere ben progettata e realizzata con cura, e del programma informatico che lo istruisce su cosa dovrà fare una volta avviato

sori per attivare i suoi motori e – quindi – agire. O decidere di non agire.

Mentre il computer necessita di stampanti e *monitor* per fornire il risultato dell'elaborazione, il *robot* necessita di motori, leve, ingranaggi per compiere i movimenti che lo qualificano come tale. Come avviene in un *computer*, tra *input* e *output*, a regolare l'attività della macchina c'è il *software*.

Il *software* che regola l'attività di un *robot* opera secondo gli stessi processi impiegati dal *software* di un *computer*. Come il *software* di un *computer* dipende dalla presenza o meno di alcune periferiche (inutile chiedere a un programma di videoscrittura di stampare

l'elaborato se non vi è una stampante collegata), ancora più strettamente il *software* robotico dipende dalla disponibilità di sensori e attuatori per poter funzionare correttamente.

Quindi un primo elemento importante del *software* robotico è la corretta definizione dell'*hardware* da pilotare. Un po' come le “specifiche minime” che troviamo sulla confezione o sulla scheda tecnica di un *software* per *computer*: sistema operativo, versione, memoria, periferiche e così via, per il *software* robotico avremo modello, sistema operativo, sensori, attuatori.

Oltre a queste caratteristiche di fondo, il *software* robotico può essere classificato in grandi categorie, come si fa per il *software* per *computer*: videoscrittura, tabelle elettroniche, grafica ecc. Nel campo della microrobotica, e pensando a un impiego didattico di queste apparecchiature, si propongono tre tipologie di riferimento:

■ Robot ripetitivi

Tutti abbiamo almeno una volta visto l'immagine di un *robot* industriale. Esegue velocemente e con massima precisione una operazione che una volta era invece affidata all'operaio nella catena di montaggio. Sono *robot* programmati per ripetere una operazione semplice o



Dare all'alunno il compito di immaginare e scrivere procedure software che mettano in grado il suo robot di affrontare e risolvere problemi definiti, ma non determinati

Seymour Papert

Seymour Papert negli anni Sessanta iniziò a teorizzare un uso creativo ed espressivo dei *computer* da parte dei bambini. La sola idea – allora – di un computer da mettere nelle mani dei bambini era fantascienza! E invece Papert iniziò a condurre ricerche approfondite in qualità di docente al MIT. Ricerche che produssero molti risultati. Fu proprio nel suo laboratorio che per la prima volta dei bambini impiegarono un *computer* per scrivere e disegnare. Il linguaggio di programmazione LOGO fu creato lì, e i primi bambini iniziarono ad usare la programmazione informatica come un giocattolo. La *LOGO Foundation* nacque per divulgare il linguaggio LOGO e dare supporto a progetti *LOGO-based* per imparare ed insegnare.

Oggi Papert è considerato il più famoso esperto al mondo su come la tecnologia possa aprire nuovi percorsi per l'apprendimento. Ha seguito progetti educativi in ogni parte del mondo, molti dei quali in sperduti villaggi di Paesi in via di sviluppo ¹. Ha un ruolo di rilievo nella lotta al *digital-divide* permettendo a tanti bambini di essere cittadini del mondo digitale.

Papert vive nel Maine, dove ha allestito un piccolo laboratorio chiamato *Lear-*

complessa con massima precisione, possibilmente in tempi ridotti. L'obiettivo da raggiungere è compiere correttamente il mandato.

Una programmazione prescrittiva è gestibile a livelli di competenza informatica elementare. In linguaggio LOGO è sufficiente conoscere i primi semplici comandi. Parimenti con altri linguaggi specifici bastano pochi elementari comandi.

ning Barn per sviluppare metodi di insegnamento avanzati, troppo avanzati per un'applicazione su larga scala. È stato nominato "*distinguished professor*" dall'Università del Maine e ha avviato la prima iniziativa per dare un *personal computer* a ogni studente dello Stato. Passa molto del suo tempo nel *Maine Youth Center* a Portland, l'istituto statale per giovani con gravi problemi.

I contributi scientifici di Papert vanno anche oltre il campo educativo. È un noto matematico e con Marvin Minsky ha dato vita all'*Artificial Intelligence Lab* del MIT, ed è socio fondatore del *MIT Media Lab*, dove prosegue i suoi lavori. Papert ha collaborato per molti anni con Jean Piaget all'Università di Ginevra, in Svizzera ².

¹ *Logo Philosophy and Implementation*, LCSJ, Canada, 1999. Traduzione italiana dell'introduzione a cura di Giovanni Marciànò: il testo originale è disponibile su <http://www.micro-worlds.com/company/philosophy.pdf>; la traduzione italiana su http://margi.bmm.it/cmap/application/LOGO_philosophy.PDF; una sintesi commentata su http://margi.bmm.it/tarta_in_gabbia/LOGOphilosophy01.htm.

² <http://www.papert.org/> da cui son tratte queste note, e in cui è possibile avere maggiori informazioni.

■ Robot obbedienti

Cominciamo ad entrare un po' di più nella microrobotica. E ad avere necessità dei sensori. Un *robot* obbediente deve essere in grado di rispondere in modo definito (dal *software*) a uno stimolo preciso: una luce, un suono, un tocco ecc. A differenza del *robot* ripetitivo questo *robot* può fare molte cose diverse in risposta agli stimoli che riceve. Facile programmarlo a dare una risposta a uno stimolo, più complesso dare risposte a stimoli multipli.

Didatticamente, in questo caso, si presentano diversi compiti impegnativi. Essi comportano, da un lato, l'impiego di una programmazione in grado di discriminare tra tanti *input* quelli significativi, a cui rispondere; dall'altro, un adattamento costante alla presenza/assenza dello stimolo, o a sue variazioni di posizione, intensità ecc.

Informaticamente si richiede una conoscenza di quei comandi che permettono una costante "lettura" dei dati inviati dai sensori, e quindi di fare/non fare (*if... then* e strutture simili) qualcosa alle variazioni di stato dei sensori.



■ Robot intelligenti

Qui giungiamo a quella che molti ritengono essere la vera robotica: un apparato in grado di imparare dall'esperienza. In grado quindi di aggiornare ed evolvere il proprio patrimonio *software* per rendere se stesso più efficace/efficiente.

Non è pensabile, ovviamente, che a livello scolastico si possa giungere a questo punto della robotica, tuttavia sono possibili approcci che per quanto più limitati si avvicinano all'intelligenza artificiale applicata. Ciò è possibile dando all'alunno il compito di immaginare e scrivere procedure *software* che mettano in grado il suo *robot* di affrontare e risolvere problemi definiti, ma non determinati. Ovvero, non si dichiara esattamente cosa si deve fare, ma una situazione di tipo generico, che quindi può concretizzarsi in forme differenti, ma di fronte alle quali il *robot* deve riuscire a comportarsi in un determinato modo, raggiungendo l'obiettivo definito.

Ad esempio il problema del labirinto. Non si determina "quale" labirinto: ci si riferisce al concetto generale di labirinto: tra un punto di partenza (fisso) e un punto di arrivo (fisso) un insieme di

Dalla tarta al robot, dal LOGO al mattoncino programmabile

L'idea di LOGO fu fortemente influenzata dal lavoro di Papert degli anni Sessanta e Settanta presso il Centro Internazionale di Epistemologia Genetica di Ginevra, con Jean Piaget – da cui recepi l'idea del Costruttivismo. In quel periodo uno dei padri fondatori dell'Informatica e dell'Intelligenza artificiale, Alan Turing, aveva dimostrato che qualunque processo logico mentale può corrispondere a un programma implementabile su un calcolatore, scomponendo in tanti stati successivi il pensiero originale.

Papert prese in esame la tesi di Turing alla luce del Costruttivismo: se realizzare un programma al calcolatore significa rendere esplicita una serie di stati logici del processo mentale, allora per imparare un concetto cosa di meglio che scrivere un programma al *computer*? Una serie di istruzioni che risolve, applichi, renda esplicito il concetto?

Ovviamente il problema era uno solo: come permettere ai bambini di programmare un calcolatore? Infatti allora questa attività era riservata solo a pochi tecnici, e poneva difficoltà non indifferenti.

Papert, rientrato al MIT, si trovò a collaborare con Marvin Minsky e John McCarthy. Quest'ultimo aveva in progetto la realizzazione del LISP, ancora oggi uno dei più diffusi linguaggi di Intelligenza artificiale; Papert intervenne a trasformare la sintassi del LISP per renderla semplice e comprensibile anche ai bambini. I primi risultati di questo ambizioso progetto, denominato 'LOGO', erano già disponibili alla fine degli anni Settanta, ma si dovette attendere l'inizio del decennio successivo perché i costi dei *computer* diventassero accessibili per le scuole. Non appena comparvero i primi *computer* "domestici", a basso costo, il LOGO ha trovato entusiasti sostenitori in moltissimi Paesi del mondo, dove è stato introdotto nelle scuole.

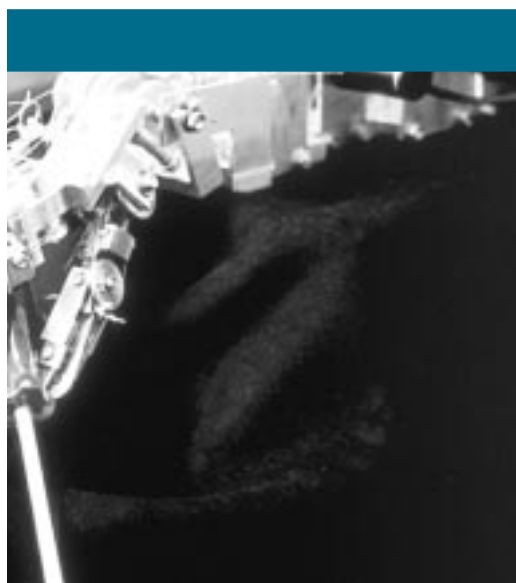
"L'obiettivo di Papert non è mai stato quello di formare dei 'programmatori' più o

meno in erba ma quello di utilizzare il computer e la programmazione come uno strumento potente per concepire ed esprimere progetti personali, carichi di significato, con finalità diverse a seconda delle versioni via via elaborate dal linguaggio di base: progetti essenzialmente grafici comprensivi di animazioni (la geometria della tartaruga e il micromondo dei folletti, sprites), pagine di testi scritti con illustrazioni composte da disegni elaborati dai bambini al computer (LogoWriter), progetti di robotica (LegoLogo), sino ad includere la possibilità di elaborare oggetti iper-mediali (Microworlds)." ¹

S. Papert nel 1997 ha coniato il termine "mattoncino programmabile" pensandone un uso didattico in continuità con la tarta del LOGO. Intervistato a Venezia il 7 marzo 1997, alla domanda: "La matematica, dunque, dovrebbe essere insegnata in un modo più pratico?" rispose: *"Dovremmo insegnare una matematica diversa. La matematica che insegniamo a scuola è completamente inutile, mentre essa costituisce un modo di pensiero attivo. È quindi inutile cambiare solo il modo di insegnare la stessa materia. Dobbiamo creare, viceversa, un nuovo contesto. Penso, per esempio, che i bambini possano apprendere un modo per realizzare dei meravigliosi progetti con i computer, come costruire dei robot, o fare dell'arte computerizzata con la realizzazione di spettacoli multimediali. Per fare questo hanno bisogno di un'importante matematica: la matematica che una volta era impossibile insegnare, ma che ora i bambini possono apprendere. Ciò ha un senso solo cambiando l'intera struttura di quello che pensiamo."* ²

¹ Da B. M. Varisco, *Nuove tecnologie per l'apprendimento*, Garamond, Roma, 1998.

² <http://www.mediamente.rai.it/home/bibliote/intervis/p/papert.htm>.



ostacoli, che lascino almeno un percorso possibile tra la partenza e l'arrivo.

Il robot andrà programmato per risolvere il labirinto casuale in cui si troverà collocato. Tutto sempre con cura e velocità. Ritroverete nelle esperienze qui documentate alcuni di questi approcci. Sono esperienze in corso, la cui documentazione sarà bene curare, vagliare e divulgare. E siamo sicuri che sempre più insegnanti saranno presto attratti dagli spazi formativi che un tale ambiente di apprendimento può offrire, ai diversi livelli della scuola dell'obbligo.

In considerazione di ciò è appena nato nel portale del MIUR e-Didateca ² uno spazio intitolato "Dal LOGO alla Microrobotica", per favorire la diffusione delle buone pratiche d'uso delle tecnologie digitali in chiave costruttivista. Senza abbandonare le "buone radici", il LOGO, ma anche attenti alle evoluzioni che il pensiero di Papert ha riferito al mattoncino programmabile. La microrobotica si rivela così un contesto ottimale in cui "sapere" e "saper fare" si debbono coniugare per raggiungere gli obiettivi. Ma è anche un campo che deve ancora essere ben conosciuto nelle sue premesse scientifiche, nelle sue potenzialità e soprattutto nei modi in cui è possibile sfruttarlo in funzione dello sviluppo cognitivo degli alunni a cui le proposte didattiche sono rivolte.

Giovanni Marcianò è un docente di lettere impegnato nello studio delle applicazioni didattiche delle tecnologie digitali e ha collaborato con le principali Università e istituti di ricerca italiani. Promuove da anni il costruttivismo come modello d'impiego delle TIC nella scuola dell'infanzia ed elementare. Cura la nuova sezione "Dal LOGO alla microrobotica" nel servizio del MIUR e-Didateca – www.e-didateca.it

¹ Per una trattazione più approfondita si veda <http://margi.bmm.it/robotica/robotoo.htm>.

² <http://www.e-didateca.it/> nella nuova *release* aperta da aprile 2004.