

Progetto Georobot:

un robot costruisce le figure geometriche

di *Mauro Gilmozzi e Raffaele Calabrese*

Parole chiave

Algoritmo, angoli/grado sessagesimale, errore, foglio editor, geometria, informatica, lavoro di gruppo, Lego mindstorms, linguaggio di programmazione, linguaggio MSWLogo, linguaggio NQC, modello, pixel, poligono regolare, robot, robot MOVIT, robotica, scienza, semplificazione/complessità, simulazione, tarataruga, tecnologia, virtuale/reale.

Il progetto

Esito del percorso: costruzione di poligoni regolari

Percorso di apprendimento:

1. Programma MSWLogo (Approccio virtuale).
 - Approccio ludico al programma e riproposizione del concetto di angolo e delle sue unità di misura.
 - Costruzione di poligoni regolari con la progettazione di un algoritmo.
2. Robot movit (Approccio reale)
 - Assemblaggio.
 - Programmazione attraverso dischi per realizzare poligoni regolari.
3. Robot mindstorms (Approccio reale).
 - Assemblaggio.
 - Programmazione con il linguaggio NQC per realizzare poligoni regolari.

Tempi

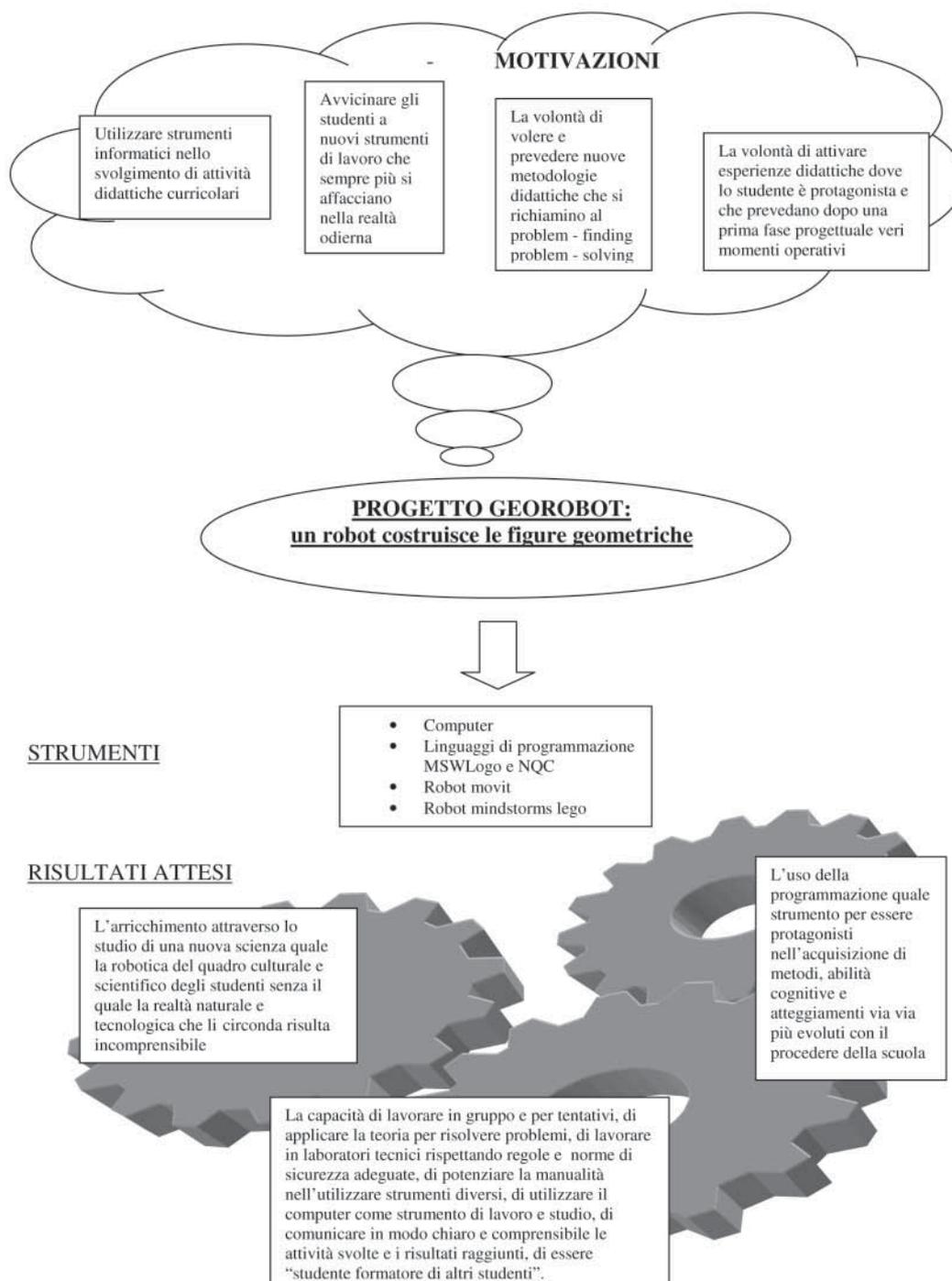
Il percorso didattico è stato sviluppato durante ore di compresenza matematica scienze - educazione tecnica.

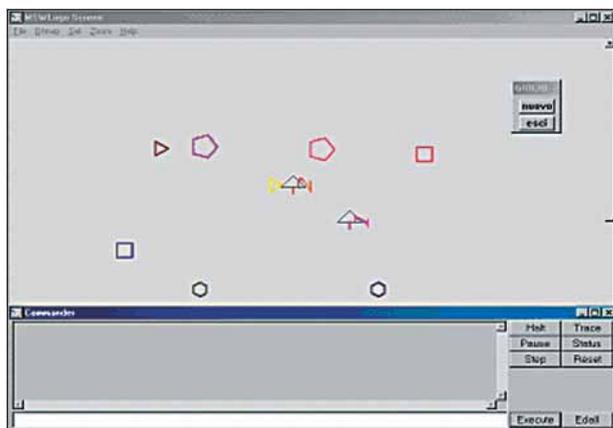
Parte prima: linguaggio MSWLogo	12 ore
Parte seconda: realizzazione e programmazione del robot movit	17 ore
Parte terza: realizzazione e programmazione del robot mindstorms	12 ore

Materiali e documentazione

È disponibile una programmazione e una documentazione dettagliata presso: IPRASE; Fondazione Caritro; Museo civico di Rovereto. Gli autori sono disponibili ad un tutoraggio per i docenti che volessero realizzare l'esperienza.

Progetto georobot: un robot costruisce le figure geometriche





Il gioco Schema con le due tartarughe così da impararsi con le lunghezze in pixel.

quadrato	Triangolo equilatero	Pentagono regolare	Esagono regolare
<pre>fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 fd 100 end</pre>	<pre>rt 90 fd 100 lt 120 fd 100 lt 120 fd 100 end</pre>	<pre>fd 100 lt 72 fd 100 lt 72 fd 100 lt 72 fd 100 lt 72 fd 100 end</pre>	<pre>lt 90 fd 100 lt 60 fd 100 lt 60 fd 100 lt 60 fd 100 lt 60 fd 100 end</pre>

I programmi in linguaggio MSWLogo per realizzare i poligoni regolari.

Triangolo equilatero	Pentagono regolare	Esagono regolare
<pre>repeat 3[fd 100 lt 120] end</pre>	<pre>repeat 5[fd 100 lt 72] end</pre>	<pre>repeat 5 [fd 100 lt 60] end</pre>

Gli stessi programmi scritti utilizzando il comando *repeat*

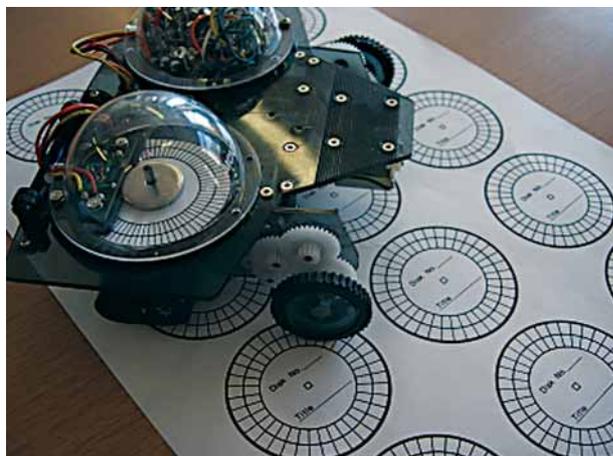
```
Programma per realizzare qualsiasi poligono regolare

to poligonoregolare :n
repeat :n[fd 100 lt 180°-180°(:n-2)/:n]
end
(n=numero dei lati)

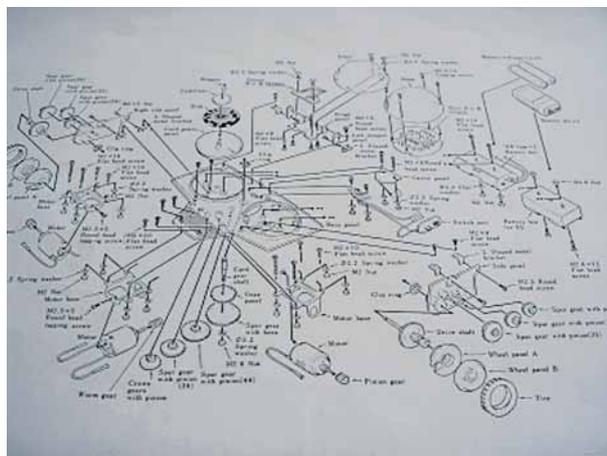
to poligonoregolare :n :l
repeat :n[fd :l lt 180°-180°(:n-2)/:n]
end
(l=lunghezza del lato)
```

Ecco la formula programma che ci permette attraverso l'uso delle variabili di realizzare qualsiasi poligono regolare.

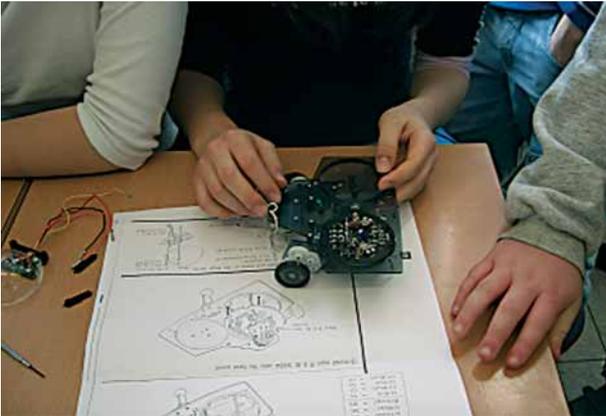
Parte seconda: robot Movit



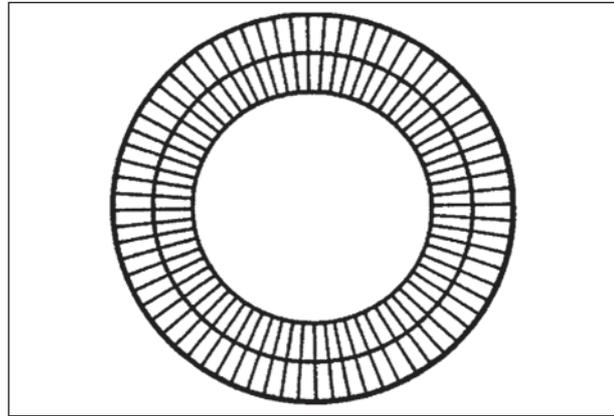
Il robot movit con i suoi dischi di programmazione.



Lo schema di montaggio.



La fase di montaggio.



Un disco di programmazione.

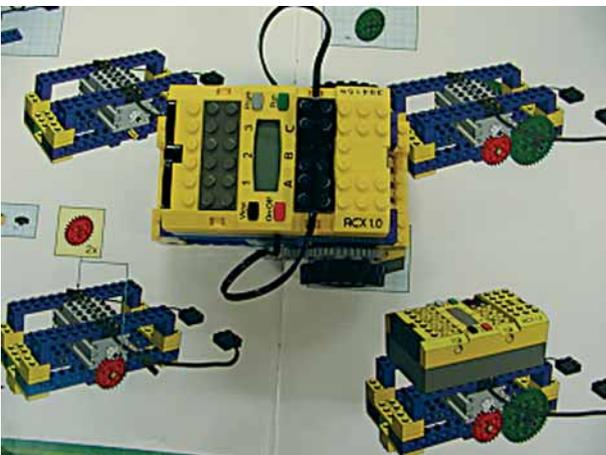
Parte terza: robot Mindstormes



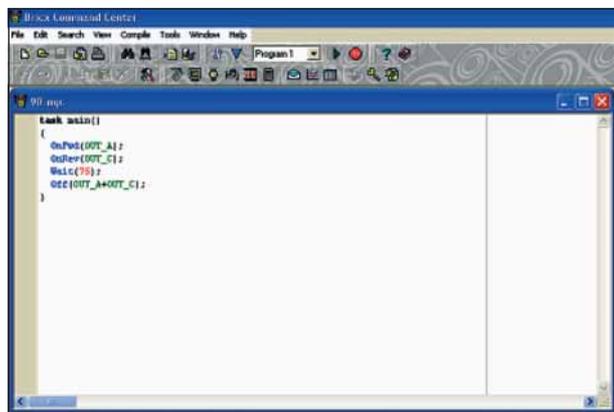
Il robot .



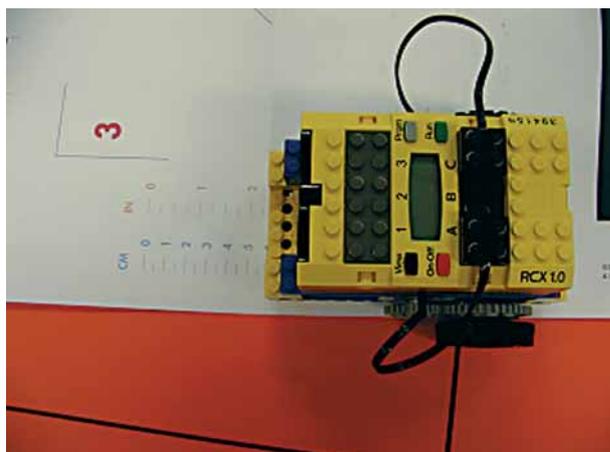
La centralina del robot e il collegamento ad infrarossi col computer.



Le istruzioni di montaggio.



Un foglio editor NQC.



Un programma NQC.

```
task main()
{
  OnFwd(OUT_A+OUT_C);
  Wait(100);
  Off(OUT_A+OUT_C);
}
```

La ricerca di relazioni tra movimento del robot e lunghezze in cm.

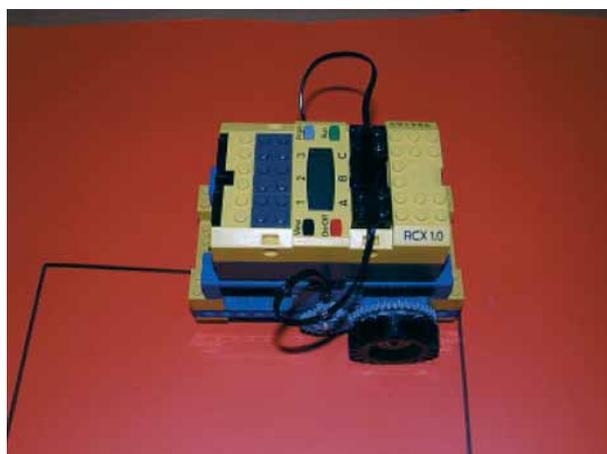
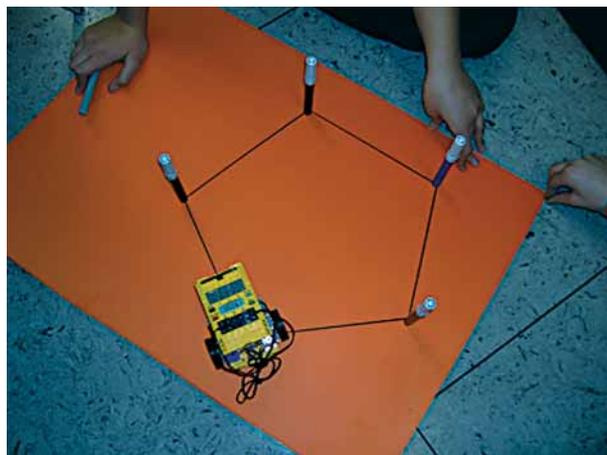
Triangolo equilatero

```
task main()
{
  repeat (3)
  {
    OnFwd(OUT_C+OUT_A);
    Wait(200);
    OnRev(OUT_C);
    Wait(100);
  }
}
```

Pentagono regolare

```
task main()
{
  repeat (5)
  {
    OnFwd(OUT_C+OUT_A);
    Wait(200);
    OnRev(OUT_C);
    Wait(60);
  }
}
```

I programmi per percorrere un triangolo equilatero ed un pentagono.



Le prove per percorrere un quadrato ed un pentagono regolare.

Motivazione del progetto

La motivazione del progetto sta nelle caratteristiche che sottendono la programmazione e lo studio di una nuova scienza quale la robotica, che permette di arricchire il quadro culturale e scientifico senza il quale la realtà naturale e tecnologica che ci circonda risulta incomprensibile.

Si propone un percorso didattico nel quale si pongono a confronto diversi linguaggi di programmazione (MSWLogo, NQC e linguaggio dei dischi) che hanno come medesimo obiettivo il movimento di un «robot» nel piano.

Il programma Mswlogo nasce come Logo nei primi anni '70, da Papert e Marvin Minsky, presso il Laboratorio di Intelligenza Artificiale del MIT. Lo scopo era quello di sviluppare un linguaggio di programmazione da usare per fini didattici nella formazione primaria ed anche per il recupero dei bambini con particolari problemi di apprendimento.

Si tratta di un linguaggio fortemente legato alla realtà, di facile comprensibilità e semplice da imparare, che inizialmente aveva come fine il movimento di un robot (detto tartaruga) sul pavimento del laboratorio, sostituito poi da un triangolino (attuale tartaruga) che si muove nel piano dello schermo lasciando una traccia.

I comandi base sono semplici (avanti, indietro, destra e sinistra) e nella fase di programmazione possono essere organizzati in "procedure". Più procedure poste una di seguito all'altra danno come risultato finale una struttura complessa. In questo modo si arriva ad un risultato scomponendo il lavoro in fasi; se il risultato non corrisponde a quanto previsto si devono ripercorrere i vari passaggi, trovare l'errore ed eliminarlo (l'errore quale punto di partenza per risolvere i problemi).

È in questo modo di procedere che sta la valenza educativa della programmazione che, basandosi su un modello di tipo costruttivista, ricalca appieno la «pedagogia del progetto» dando spazio all'azione, alla creatività, alla collaborazione.

Insegnare a programmare vuol dire assegnare agli studenti responsabilità per poi essere protagonisti nell'acquisizione di metodi, abilità cognitive e atteggiamenti via via più evoluti con il procedere della scuola.

A questo si affianca l'avventura nel mondo della robotica, con veri robot, che dopo essere stati assemblati e programmati si muovono in modo autonomo, eseguendo le stesse procedure impartite attraverso il computer alla "tartaruga" dell'ambiente logo, manifestando così comportamenti «intelligenti».

Il legame con la realtà è ancora più forte, ma non cambia il modo di procedere e operare. Anche in questo caso costruiamo sulle conoscenze e abilità possedute, avanzando rispetto ad esse, facendo leva sulle specificità delle varie discipline in cui «le conoscenze disciplinari» e i «saper fare», i momenti di indagine sperimentale e quelli di speculazione teorica sono indissolubilmente legati.

Contenuti e materiali

L'attività proposta ha come oggetto lo studio e la comprensione delle caratteristiche delle figure geometriche piane ed in particolare dei poligoni regolari e dei quadrilateri, argomenti trattati durante le ore di geometria nella seconda media.

Strumenti di lavoro «diversi» sono il computer, con il software didattico MSWLogo **con il suo linguaggio di programmazione**, il robot movit, con i suoi dischi programmabili, e il robot lego min-

- l'uso e la conoscenza di in un linguaggio chiaro e rigoroso che darà spazio all'uso consapevole di strumenti di comunicazione grafici e matematici, schemi e simboli;
- approfondimento di tematiche che non rifuggono dai problemi del mondo circostante, e costruzione di schematizzazioni plausibili che diano la consapevolezza della complessità del reale e di come si arriva a comprenderlo

A quanto detto aggiungiamo la necessità di portare lo studente ad un utilizzo consapevole delle nuove tecnologie che sempre più in modo pressante si affacciano nella realtà odierna. È senz'altro compito primario della scuola primaria, formativa-orientativa, dare una risposta a tale bisogno, anche perché una completa formazione culturale che permetta di affrontare ed apprezzare appieno il mondo che ci circonda, non può prescindere da un'adeguata conoscenza di ciò che la tecnologia ci offre.

Risultati attesi

Trasversali

- Arricchire il quadro culturale e scientifico degli studenti attraverso lo studio di una nuova scienza quale la robotica così da rendere comprensibile la realtà tecnologica che li circonda.
- Fare esperienze dell'apprendimento «per ricerca», in ampia autonomia (per tentativi ed errore, dove l'errore è un segnale di percorso).
- Appropriarsi di linguaggi informatici e non, per essere protagonisti nel contesto sociale così segnato dalle nuove tecnologie.
- Acquisire/Costruire attraverso l'esperienza diretta e partecipe.
- Acquisire i concetti di:
 - modello;
 - codice;
 - variabile/costante;
 - semplice/complesso;
 - virtuale/reale.

Disciplinari

- Acquisire l'uso e la conoscenza di in un linguaggio chiaro e rigoroso che darà spazio all'uso consapevole di strumenti di comunicazione grafici e matematici, schemi e simboli.
- Conoscere in modo approfondito le caratteristiche dei poligoni regolari e le loro proprietà;
- Conoscere i linguaggi di programmazione MSWLogo e NQC.
- Capacità di realizzare programmi con i linguaggi di programmazione MSWLogo e NQC.
- Saper leggere ed interpretare schemi per la realizzazione di manufatti.

Obiettivi misurabili di apprendimento.

A progetto concluso ci aspettiamo che gli studenti abbiano potenziato le seguenti capacità e conoscenze:

- lavorare in gruppo;
 - lavorare per tentativi;
 - applicare la teoria per risolvere problemi;
 - lavorare in laboratori tecnici rispettando regole e norme di sicurezza adeguate;
 - manualità nell'utilizzare strumenti diversi;
 - utilizzare il computer come strumento di lavoro e studio;
 - conoscenza dei linguaggi MSWLogo (linguaggio proposto come introduttivo alla programmazione informatica anche in varie università italiane e estere) e NQC;
 - nozioni base sulla programmazione e sul funzionamento dei robot;
 - comunicare in modo chiaro e comprensibile le attività svolte e i risultati raggiunti;
 - essere «studente formatore di altri studenti»;
- tutte capacità e conoscenze trasferibili a momenti e campi diversi, che vanno ben oltre le attività scolastiche.

Risultati ottenuti

Parte prima: linguaggio MSWLogo

- Le fasi di lavoro previste sono state sviluppate fedelmente.
- Tutti i gruppi hanno progettato in modo autonomo programmi per la realizzazione di poligoni regolari utilizzando il comando repeat.
- Il 30% dei gruppi ha progettato in modo autonomo un algoritmo valido per la realizzazione di qualsiasi poligono regolare utilizzando una o più variabili.

Parte seconda: realizzazione e programmazione del robot movit

- Il lavoro è stato interrotto alla fase 4 (Ricerca di relazioni fisse tra dischi programmabili e movimento del robot), per una serie di motivazioni legate alla complessità ed “arcaicità” dei meccanismi che costituiscono il robot Movit (è stato ideato e realizzato in Giappone negli anni ottanta), dando spazio alle seguenti riflessioni:
 - non sempre le «prove» e gli esperimenti danno gli esiti sperati;
 - la difficoltà di mettere in pratica quanto progettato (reale e virtuale non sono “la stessa cosa”);
 - la difficoltà di assemblare meccanismi di dimensioni ridotte e la consapevolezza che nel meccanismo degli ingranaggi (il robot movit ne è per gran parte costituito nelle parti meccaniche) basta un piccolo intoppo per bloccare l'insieme;
 - l'evoluzione tecnologica (che troveremo nella realizzazione dei robot della Lego) spesso comporta la semplificazione dei problemi.
- Tutti i gruppi hanno costruito il robot movit mostrando sorprendente capacità di leggere e capire i complessi schemi di montaggio e grande autonomia nel risolvere i problemi incontrati all'interno del gruppo. Compito dell'insegnante è stato quello di passare tra i gruppi per condividere difficoltà e successi e di adoperarsi nella saldatura dei fili staccati.
- La riconosciuta impossibilità di arrivare alle conclusioni previste ha originato un vivace dibattito all'interno dei vari gruppi che ha esaltato le positività del lavorare in gruppo e per tentativi sfruttando le indicazioni e le capacità di tutti i membri.

Parte terza: realizzazione e programmazione del robot mindstorms

- Le fasi di lavoro previste sono state sviluppate fedelmente.
- Attraverso prove sperimentali si sono ricavate corrispondenze tra movimento del robot e comandi di programmazione.
- Si è sperimentato come un progetto realizzato sul computer, quindi virtuale, con conoscenze adeguate e un po' di fantasia può essere trasportato e realizzato nella realtà: il computer strumento di progettazione e di sviluppo di sistemi da «portare» nella realtà.
- Tutti i gruppi hanno progettato in modo autonomo programmi per la realizzazione di poligoni regolari.

Strumenti di misura delle conoscenze inizialmente possedute e via via acquisite dagli studenti

Lo svolgimento del progetto nelle sue fasi prevede momenti di riflessione, verifica e condivisione delle competenze acquisite. Tali situazioni ci permetteranno, analizzando gli interventi, osservando il modo di operare, riconoscendo l'impegno profuso e i risultati raggiunti, di misurare le conoscenze inizialmente possedute e via via acquisite dagli studenti. Si individuano sinteticamente i seguenti momenti:

- nei momenti introduttivi alle varie parti che compongono il progetto è previsto un primo approccio del tipo «tempesta di idee», dove gli studenti esprimono liberamente pensieri, informazioni e conoscenze sul tema proposto. Il tutto viene riportato e verbalizzato sul «libro di bordo» di ogni studente.
- Ogni fase realizzativa, di scoperta o di progettazione è seguita da un momento di discussione e di relazione da parte di un componente per gruppo, per mettere in «rete» i risultati ottenuti, le difficoltà incontrate, le strade operative seguite.
- Nelle fasi di lavoro i gruppi sono seguiti attentamente e l'apporto di ogni singolo studente viene valutato.

Valutazione

La valutazione del lavoro svolto e dei concetti acquisiti dagli studenti è avvenuta attraverso l'uso di griglie che hanno permesso ai docenti di «osservare» le varie attività e di dare un valore a ciò che si osserva. Essendo l'attività inserita nelle ore opzionali obbligatorie (compresenza matematica scienze-educazione tecnica) si è tenuto in debito conto degli aspetti riguardanti la partecipazione e la qualità dell'impegno profuso. Affianca questo tipo di valutazione l'analisi dei compiti assegnati da svolgere a casa. La tabella (tab. 1) viene compilata ponendo un segno positivo (+) ogni volta che si osserva lo studente in atteggiamento positivo, un segno negativo (-) in atteggiamenti non adeguati.

Nella compilazione delle varie colonne si valutano:

- colonna 1: domande dirette, analisi delle discussioni all'interno del gruppo e nei momenti di «tempesta di idee»;
- colonna 2: osservazione inerenti la qualità delle ipotesi risolutive proposte e del tipo di percorso seguito;

Alunno	Comprensione delle consegne e conoscenze mostrate	Capacità di risolvere problemi e originalità nella ricerca di strade operative	Chiarezza nell'esporre percorsi effettuati e risultati raggiunti	Capacità di utilizzo degli strumenti e rispetto delle norme di sicurezza	Qualità della partecipazione al lavoro comune
Pierino	++	+		-	+
Mafalda	+ -	++		-	+

Tab. 1 - Griglia di osservazione del lavoro di gruppo e dei momenti di attività comuni

- colonna 3: qualità delle relazioni scritte ed orali compilate dagli studenti;
- colonna 4: comportamento nei laboratori e utilizzo degli strumenti;
- colonna 5: tipo di partecipazione al lavoro comune, interessi mostrati, ricerche personali.

Attività di ricerca didattica e di formazione svolte dagli insegnanti

Con le nuove normative (dalla legge sull'autonomia scolastica in poi) che vanno via via modificando l'attività dei docenti, sempre più prende forma la figura del «docente ricercatore», promotore di innovazione didattica e progettuale fortemente legata alla realtà e al territorio. In questo contesto si inserisce il presente progetto che si ispira a fatti d'attualità (i robot che esplorano Marte e Titano), ed a interessi veri e vissuti dai ragazzi (l'utilizzo delle nuove tecnologie ed in particolare del computer) che hanno una rilevante importanza sociale anche in chiave futura per quanto riguarda l'accesso al mondo del lavoro.

La diversa figura professionale del docente e l'avventurarsi verso nuove discipline quale la robotica e le nuove tecnologie ad essa connesse, hanno richiesto per gli insegnanti nuove capacità e conoscenze specifiche così riassumibili:

- relazionarsi con gli esperti di un Ente di ricerca quale il Museo Civico di Rovereto;
- ricerca su testi e nella rete di internet di:
 - informazioni di carattere generale sulla programmazione informatica;
 - manuali e guide relative ai linguaggi di programmazione MSWLogo e NQC;
 - informazioni di carattere generale sulla meccanica e sul funzionamento dei robot;
 - ricerca di esperienze già sperimentate in altre realtà;
- conoscenza del linguaggio di programmazione MSWLogo e compilazione di programmi;
- conoscenza del linguaggio di programmazione NQC e del relativo editor Bicx con compilazione di programmi;
- conoscenza propedeutica alla programmazione di «linguaggi a icone» del programma labview.
- lavorare in gruppo pur svolgendo le attività programmate in Istituti Scolastici diversi;
- gestione di spazi informativi e di divulgazione scientifica grazie alla partecipazione con uno stand all'iniziativa «Discovery on Film» organizzata presso il MART dal Museo Civico di Rovereto.

