

©2010 ***MIUR – Ufficio Scolastico Regionale per il Veneto***
I.T.I.S. F. Severi – Padova

Comitato di redazione

Michele Moro, Sergio Mirandola, Giovanni Pistorio

Coordinamento

ITIS Severi Padova

Copertina

Sergio Mirandola

Finito di stampare nel mese di aprile 2010

Stampato in Italia – Printed in Italy presso ADB Digital Print

Il presente volume può essere riprodotto per l'utilizzo da parte delle scuole per le attività di formazione del personale. Esso non potrà essere riprodotto e utilizzato parzialmente o totalmente per scopi diversi da quello sopraindicato, salvo esplicita autorizzazione dell'Ufficio Scolastico Regionale per il Veneto.

INDICE

PRESENTAZIONE (Carmela Palumbo)	5
QUANTO LA SCUOLA POSSA... (Gianna Miola)	7
LA NUOVA FRONTIERA DELLA DIDATTICA UN APPROCCIO MOTIVANTE (Blandina Santoianni).....	11
LA ROBOTICA EDUCATIVA (Michele Moro)	13
Riflessioni per una didattica esperienziale	13
L'approccio costruttivista/costruzionista	26
Robotica e Informatica: discipline sinergiche.....	32
Rapporto tra robotica educativa e diverse discipline curriculari.....	40
Esemplificazioni verso un percorso verticale dalla scuola primaria all'università.....	45
Robotica e informatica nella didattica per competenze	67
ATTIVITÀ DI ROBOTICA AL SEVERI (Sergio Mirandola)	73
Premessa.....	73
L'attività dell'I.T.I.S. "Francesco Severi" nel coordinamento di reti di robotica	73
Progetto per lo sviluppo verticale di una rete fra scuole del primo e del secondo ciclo per realizzare una sperimentazione di robotica nella Regione Veneto.....	75
Percorsi ed itinerari didattici sviluppati da scuole della rete	82
Appendice - Il progetto ROBOT @ SCUOLA	105
POLO INFORMATICO (Giovanni Pistorio)	113
Attività in relazione al Polo Informatico del SEVERI.....	117
Competenze informatiche nelle scuole elementari e nelle scuole medie.....	119
Esempi di unità didattiche elaborate dalle reti Severi	120

Presentazione

Fa particolarmente piacere a questa Direzione presentare una pubblicazione che raccoglie anni di esperienza degli allievi dell'Istituto Tecnico Severi. Infatti, non si può disconoscere che le attività didattiche che qui trovano adeguata documentazione narratologica - ch  il sapere pi  genuino della scuola sta spesso nella sua capacit  di narrarsi attraverso le "buone pratiche" - sono sostenute da volont  di ricerca, impegno condiviso e serenit  relazionale dei docenti che tali esperienze, con l'indispensabile aiuto dell'Universit , hanno avviato e condotto, anche alla luce delle ricerche pi  avanzate in tema di tecnologia e di sviluppo industriale. In tal senso non appare di secondo piano l'apporto, stimolante, che viene all'Istituto, dall'essere stato partecipe, con ruolo di capofila, di un progetto nazionale avente per oggetto lo studio della Robotica, e di averlo voluto continuare, a livello veneto, quand'anche, terminato il primo, abbia potuto fruire solo di modesti contributi da parte dell'Ufficio Scolastico Regionale.

Ci  testimonia evidente convinzione, da parte degli insegnanti e del Capo d'Istituto, circa la formativit  del percorso, tale da mettere in relazione tra loro diverse discipline, di promuovere negli studenti capacit  di progettazione e di realizzazione, di suscitare interesse e motivazione ad apprendere, di agevolare quell'unit  del sapere che costituisce la cultura.

Il tempo in cui il testo viene alla luce non pu  essere pi  propizio, dato che si sta vivendo una stagione straordinaria della scuola italiana chiamata a riformarsi per assumere, all'interno di un rinnovato impianto curricolare, un ruolo determinante a sostegno dello sviluppo economico, culturale e sociale del Paese. Gli Istituti Tecnici, in tale contesto, assumono una funzione particolare in termini di recupero di competenze da parte dei giovani, restituendo loro possibilit  di affacciarsi al mondo del lavoro in maniera competitiva. La complessit  che caratterizza lo scenario produttivo impone infatti, anche alla scuola, che investe risorse di non poco conto in tema di formazione, di rivedere le proprie metodiche, ma soprattutto di reinventare l'azione pedagogico-didattica alla luce di modalit  pi  coinvolgenti, esercitate su contenuti aggiornati alle attuali conoscenze scientifiche e tecnologiche.

L'integrazione dei saperi scientifici e le pratiche laboratoriali, programmate e verificate nei Dipartimenti, costituiscono i "passaggi" attraverso i quali giungere ad organizzare il curriculum secondo le finalit  proprie dell'Istruzione Tecnica e coerentemente con il profilo dello studente in uscita previsto dai Regolamenti.

Anticipatore di tale rinnovamento a cui oggi sono chiamati tutti gli istituti, il Severi ha proposto indirizzi operativi davvero motivanti, grazie alla sua capacità di “fare rete” con le altre scuole venete e con le agenzie territoriali che, a vario titolo, sono impegnate nello sforzo di adeguare il sistema di istruzione e di formazione alle nuove esigenze della contemporaneità.

Un esempio di come si possa operare a favore dei nostri giovani per restituire loro fiducia nell’avvenire.

Carmela Palumbo
Direttore Generale USR per il Veneto

QUANTO LA SCUOLA POSSA...

Se non speri l'insperato, non lo troverai (Eraclito)

Quanto la scuola possa concretamente incidere nella formazione dei giovani resta tuttora un interrogativo aperto. Ciò è tanto più vero se si scende in profondità del problema e si analizza più che il piano delle conoscenze acquisite – quelle che tuttavia si qualificano come apprendimenti significativi, stabili, trasferibili – il livello delle competenze evidenziate o osservabili in specifiche situazioni e/o contesti di vita reale.

Se gli studi più recenti fissano al solo 30% il tetto delle cognizioni che ogni giorno un ragazzo apprende grazie alla scuola – il 70% gli viene dall'esterno –, resta il fatto che di una parte comunque consistente di conoscenze, abilità, capacità logico-critiche e/o operative la scuola è responsabile quale agenzia specificatamente deputata all'istruzione, all'educazione e alla formazione.

Ma quale ruolo giocano i meccanismi della motivazione nei processi cognitivi e, al loro interno, quale è l'incidenza del curriculum – esplicito ed implicito, nonché nascosto – posto in essere dalla scuola? Secondo quali strategie può/deve muovere la pianificazione dei percorsi di studio perché risulti efficace ai fini della promozione del pensiero critico, costruzione che costituisce la finalità ultima dell'attività scolastica? Inoltre: entro tale piano, come vanno orientati i processi (o possono essere orientati), per risultare efficaci al fine di facilitare da parte dello studente una “forma mentis” personale e unica che contraddistingue ciascuna persona secondo i caratteri specifici dell'individualità?

Non vi è dubbio che le recenti teorie cognitivistiche, che si riconoscono nell'orizzonte del costruttivismo, tendono ad evidenziare il ruolo attivo dell'apprendente, non più soggetto passivo di un insegnamento eterodiretto, ma protagonista della costruzione di un sapere personalizzato, capace di tradursi in padronanza, riflessività, consapevolezza, autonomia di giudizio, auto-direzione.

A favorire tale modalità di apprendimento e di crescita, da intendersi come sviluppo progressivo dei talenti propri di ciascuno, delle vocazionalità implicite e delle attitudini specifiche, non sono certo indifferenti né i luoghi, fisici o ideali in cui maturano conoscenze e competenze, né i settori disciplinari e/o pluridisciplinari su cui si esercitano le capacità cognitive, sociali, emotive e relazionali che caratterizzano ciascuno.

Ecco perché è compito della scuola offrire un panorama variegato di *esperienze*, graduate a seconda dell'età degli studenti, tali da consentire loro da un lato un'esplorazione degli ambiti di conoscenza - scevri da nette distinzioni, ormai anacronistiche, quali saperi teorici e saperi pratici, cultura umanistica e cultura

scientifica e tecnologica – e dall’altro modalità di riflessione e di scoperta di se stessi.

La scelta di tali metodologie e la predisposizione dell’*ambiente di apprendimento* ricade sotto la responsabilità professionale dei docenti.

Ci sono, infatti, esperienze che si prestano particolarmente, vuoi nel settore linguistico-letterario, vuoi in quello scientifico e tecnico, a sviluppare tali capacità, quanto più esse si muovano all’interno di un’intenzionalità mirata all’interdisciplinarietà, da intendersi in termini di confronto e di feconda “contaminazione” di paradigmi, nuclei concettuali, modalità regolatrici del pensiero.

Se bene guidato, il “fare esperienza” sulla costruzione di oggetti, esplorando – e talora scoprendo – i nessi profondi che sorreggono le conoscenze disciplinari e che consentono a queste ultime di aggregarsi per favorire nuova conoscenza, permette allo studente di fare propri, meglio di impossessarsi, non solo dei dati sostanziali che costituiscono gli “oggetti” del sapere che la scuola propone e valuta, ma anche di acquisire un’avvertita e consapevole *disposizione ad apprendere*, tale da facilitare l’acquisto di sicure competenze progettuali ed operative.

Ecco l’ “homo faber”, nel suo senso più alto. Ecco ciò che la società della conoscenza richiede. Ecco ciò che le comunità dei docenti, più attenti agli scenari di cambiamento che si prospettano alla scuola secondaria di secondo grado, avvertono con urgenza. Tutto ciò comporta capacità di mettersi in discussione, volontà di ricerca, apertura all’aggiornamento e all’elaborazione.

Un contesto favorevole al cooperativismo aiuta a mettere a punto percorsi didattico-educativi immaginati, sperimentati e valutati *per* gli studenti, *con* gli studenti, in un continuo e proficuo confronto che la realtà esterna, ovvero con i processi di innovazione che toccano ogni aspetto del vivere, ma che connotano con maggiore forza incidente le scienze e la tecnologia.

La *laboratorialità* diviene terreno di ricerca, di costruzione, di prova e di verifica per lo studente che si misura - scoprendo così le proprie attitudini – e per il docente che si confronta con la propria capacità di motivare, sollecitare, promuovere interessi e predisposizioni, facilitando l’apprendimento, senza trascurare che l’impegno dello studio richiede anche sforzo, rigore, disciplina e talora fatica.

Il tema dell’esperienza diviene allora fondamentale poiché si svela quale *strumento di dialogo tra le discipline* richiedendo processi condivisi e collegialità d’intenti, all’interno di una comune visione pedagogica, che è anche consapevole assunzione di valori culturali ed educativi.

Certo, gioca a favore dell’interesse degli alunni la novità dell’esperienza stessa. Occorre cioè che gli insegnanti siano capaci di scegliere il campo di lavoro spostandosi sulle frontiere dell’innovazione, onde stimolare la curiosità degli allievi, utile ad innescare entusiasmo, volontà di applicazione, continuità

di impegno, ambizione di crescere. Si tratta quindi di spingersi a presidiare, in coerenza con i settori che caratterizzano l'indirizzo di studi, le aree di maggiore forza propulsiva, lì ove con più evidente chiarezza emerge, in modo che gli studenti stessi possano toccare con mano, la necessità di lavorare insieme, di organizzare le conoscenze afferenti alle diverse materie studiate, in una parola di "organizzare e far funzionare la testa" in modo creativo.

La presa in carico di questi compiti è ciò che richiede il disegno di Riforma della scuola secondaria di secondo grado e, in particolare, dal Riordino degli Istituti Tecnici chiamati, più che ad un profondo rinnovamento, a riprendere l'originaria ispirazione che ne ha consentito nella seconda metà del secolo scorso un robusto sviluppo capace di accompagnare, di fatto, la crescita del Paese.

Le esperienze sul versante della *robotica*, presentate in questo testo, testimoniano appunto la fattibilità di percorsi che, a partire dalla scuola secondaria di primo grado, divengono terreno di applicazione di sempre più ampie conoscenze e, a loro volta, propongono desiderio di ampliare la ricerca attingendo ad altri, superiori contesti disciplinari, utili a dare concretezza alla creatività.

Il grande potenziale rappresentato dagli studenti chiede, infatti, di essere valorizzato appieno, poiché non c'è dubbio che su di loro poggia la scommessa del rinnovamento e dello sviluppo sostenibile.

Su di loro sta la possibilità di aprirsi con speranza al futuro.

Gianna Miola
Dirigente USR per il Veneto

LA NUOVA FRONTIERA DELLA DIDATTICA UN APPROCCIO MOTIVANTE.

Fare conoscere e promuovere le buone pratiche di una scuola , di una rete, di un polo tecnologico. E' una strategia indispensabile per mantenere viva l'attenzione ai possibili processi innovativi della didattica e fare percepire il fascino dello studio delle discipline scientifiche e tecniche della ricerca, della sperimentazione, dell'applicazione togliendole dal limbo di un sapere specialistico di difficile accesso .

La proposta che si presenta ha altresì, il merito di porre alcune riflessioni, utili a sostenere il dibattito culturale ed educativo sul ruolo delle discipline scientifiche e tecniche e sulle nuove scelte per l'insegnamento delle stesse nelle istituzioni scolastiche.

Si tratta di promuovere una cultura sperimentale , quale contributo essenziale per fare gli alunni protagonisti del processo della conoscenza.

La società ha bisogno di conoscenza matematica, scientifica e tecnologica. Il metodo scientifico e il sapere tecnologico, se correttamente appresi e applicati hanno una grande valenza formativa perché abitano al rigore, all'onestà intellettuale , alla libertà di pensiero, alla creatività, alla collaborazione.

Frank Wilczek nel suo libro “ La leggerezza dell'essere” dice:

“ ci siamo evoluti per essere bravi a imparare a usare regole empiriche, non a ricercare le cause ultime e a tracciare sottili distinzioni”

Se vogliamo continuare il dialogo con la natura “ le forme di pensiero che ci hanno aiutato nella savana africana 200 mila anni fa non saranno più utili”. Tutto il libro è incentrato, sull'enorme serie di conseguenze derivanti dal fatto fondamentale che “ la materia non è ciò che sembra” . Energia e materia sono qualcosa di molto diverso da quanto appare nella vita quotidiana. Il legame che unisce queste componenti fondamentali dell'universo si svela sempre più complesso , ma sempre più controintuitivo. E' una sfida ardua ma che la scuola non può mancare.

“ invito a espandere il vostro modo di pensare” esorta Wilczek. Altrimenti come nella storiella dello studente e del professore raccontato da Susskind dovremo affermare “ non è vero ma ci credo”. E sarebbe come tornare prima di Galileo.

L'altro obiettivo strategico, perseguito dalle scuole della rete, è stato fare sentire tutti gli studenti coinvolti “quelli capaci di proiettarsi nel futuro”, “persone che hanno il futuro nel sangue” per dirla con Snow.

Studenti caratterizzati da una motivazione forte, distintiva, sollecitata da un apprendimento di contenuti particolarmente significativi e innovativi.

Studenti protagonisti di “connessioni inattese” tra i diversi domini scientifiche rendono possibili i progressi della scienza “ J.H. Poincarè”.

Nello specifico delle attività laboratoriali di informatica e di robotica , come avverte il prof. M. Moro, questi studenti hanno compreso che un laboratorio di informatica non può essere ridotto alla semplice acquisizione di capacità operativa con il computer e i suoi linguaggi software, né si può limitarne lo spettro di influenza alla sola competenza digitale , che pure ne costituisce elemento cardine.

Così la robotica , presenta alcune caratteristiche che la rendono uno strumento flessibile e stimolante per promuovere la maggior parte delle competenze di base: multidisciplinarietà , costruzione di artefatti intelligenti, collegamenti con la letteratura e il cinema ecc.

Durante la presentazione dei lavori al Convegno di giugno 2009 dal titolo Robot a scuola , è stato interessante osservare i comportamenti degli studenti e le loro affermazioni per ritrovare in ciò che essi facevano o dicevano la presenza di numerose strategie cognitive e metacognitive e una serie di convinzioni e atteggiamenti personali verso l'uso futuro delle intelligenze artificiali . Quei pensieri costituivano dati estremamente significativi per comprendere l'approccio personale dello studente all'apprendimento , alla motivazione scolastica in generale, Non solo, la scelta dei robotini da progettare, da costruire, da controllare durante il movimento rispetto alle caratteristiche dei compiti assegnati significava l'uso di strategie diverse tramite le quali era stata gestita l'elaborazione delle informazioni, o la pianificazione o il controllo o la valutazione dell'operato funzionale a tutto questo è comprendere che insegnare e apprendere non sono sinonimi: possiamo insegnare e insegnare bene senza che gli studenti imparino. Occorre sviluppare una didattica attiva, interattiva , motivazionale, in cui sia l'alunno il protagonista dell'accesso al sapere e la conoscenza sia per lui una conquista, un successo.

Raccogliendo la sfida della riforma degli ordinamenti scolastici il tema del cambiamento dei contenuti disciplinari e dei metodi di insegnamento diventa il vero nodo della riflessione culturale e didattica.

La scuola potrà e sarà in grado di innescare un cambiamento culturale nella società del XXI secolo .

Questo è l'augurio degli operatori della scuola.

Blandina Sautoianni
Dirigente Scolastico
I.T.I.S. “Severi” - Padova

1. La Robotica Educativa¹

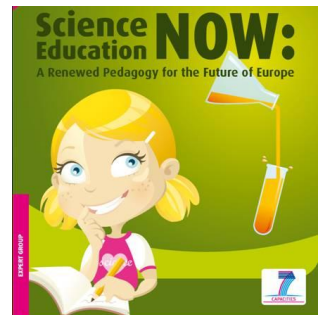
Michele Moro

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione – Università di Padova

1.1 Riflessioni per una didattica esperienziale

Ormai da diverso tempo il sistema educativo europeo si interroga sul fenomeno del costante ed allarmante declino d'interesse dei giovani verso la scienza e la matematica. I progetti e le iniziative intraprese sia a livello europeo che nazionale non hanno finora prodotto segnali di una decisa inversione di tendenza. Ciò malgrado vi sia la generale consapevolezza che dallo sviluppo della conoscenza scientifica delle giovani generazioni discenda, per le singole nazioni e per l'Europa nell'insieme, la possibilità di mantenere elevata la qualità della loro ricerca scientifica e del loro potenziale d'innovazione da cui dipende la capacità di confrontarsi efficacemente con altre economie avanzate. Ma anche dal punto di vista del singolo, si teme che i cittadini non siano più in grado di acquisire quelle conoscenze scientifiche che sono necessarie per affrontare con successo le sfide che l'attuale società, sempre più basata sul 'potere' della conoscenza, pone loro innanzi nell'attività lavorativa e nella vita di tutti i giorni.

Recentemente la Comunità Europea ha inteso affrontare questa problematica costituendo una commissione di esperti, guidata da Michel Rocard, membro del Parlamento europeo ed ex Primo Ministro francese, che ha redatto un Rapporto denominato 'L'educazione scientifica OGGI: un'istruzione rinnovata per il futuro dell'Europa' (*Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*), pubblicato nel giugno 2007 [Rif. 1.1]. Il Rapporto fornisce un'analisi della



¹ Parte del materiale presentato in questo capitolo è stato sviluppato nell'ambito del progetto TERECoP (Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods – www.terecop.eu - 2006-2009), finanziato dalla Comunità Europea. Si ringraziano in particolare i proff. Dimitris Alimisis (ASPETE Atene), Chronis Kynigos (Univ. di Atene), Javier Arlegui e Alfredo Pina (Univ. Pubblica di Navarra) per la gentile concessione dell'utilizzo del materiale.

situazione dell'educazione scientifica in Europa e alcune linee guida per la definizione di strategie per un suo efficace rinnovamento che produca una inversione di tendenza rispetto alle attuali difficoltà.

L'analisi parte dalla evidenza che la maggiore responsabilità del calo dell'interesse dei giovani verso gli studi scientifici risiede nei modi con cui la scienza viene insegnata a scuola: da qui l'attenzione posta agli aspetti metodologici dell'insegnamento scientifico. La comunità scientifica è concorde nel dare il primato, nell'ambito della pratica educativa, ad un approccio di tipo *investigativo* (*inquiry-based science education, IBSE*), cioè in un apprendimento esperienziale-induttivo. Il rapporto Rocard afferma che l'IBSE si è dimostrata efficace sia nella scuola primaria che in quella secondaria, fornendo stimolo per aumentare l'interesse degli alunni e migliorare il loro rendimento. Funziona con studenti di qualsiasi tipo, bravi o meno, è compatibile con il raggiungimento di livelli di eccellenza e può essere facilmente integrata con metodi deduttivi tradizionali. L'enfasi viene pertanto data all'"imparare facendo", alle attività laboratoriali, al lavoro per progetti, ad una progressione nell'acquisizione di nuova conoscenza anche con l'intermediazione di artefatti. Allo stesso tempo l'IBSE fornisce stimoli per gli insegnanti che sono invitati a organizzarsi in reti professionali operative e ad interagire con altri attori nell'ambito dell'educazione che possono essere più facilmente coinvolti (ricercatori, esponenti del mondo del lavoro, tecnici, operatori delle istituzioni locali, genitori ecc.). La cooperazione degli insegnanti all'interno della rete e di queste collaborazioni aperte è di grande importanza per la loro crescita professionale e cruciale per il rinnovamento dell'insegnamento scientifico grazie alla spinta motivante ad essa collegata.

Il rapporto mette in luce che questi approcci non vengono utilizzati nella maggior parte dei sistemi scolastici europei, legati ad un più tradizionale insegnamento deduttivo, salvo lodevoli esperienze svolte in molti paesi ma ancora alquanto isolate. Infatti storicamente si affrontano due approcci pedagogici nell'educazione scientifica: quello **deduttivo** (detto anche *top-down*) nel quale l'insegnante introduce nuovi concetti, le loro implicazioni logico-deduttive, e dopo fornisce esempi esplicativi. Questo approccio richiede allo studente di manipolare nozioni astratte, operazione che risulta alquanto difficile nel segmento primario. L'altro approccio, quello **induttivo** (detto anche *bottom-up*), parte dall'osservazione e dalla sperimentazione e, sotto la guida diremmo *tutoriale* dell'insegnante, conduce progressivamente all'acquisizione di nuova conoscenza da parte dell'alunno. Questo secondo approccio è evoluto nel tempo ed è più spesso oggi riferito come IBSE e applicato alle scienze naturali e alla tecnologia. IBSE può essere definito in maggior dettaglio come un processo finalizzato a diagnosticare problemi, mettere sotto analisi esperimenti,

discriminare alternative, pianificare investigazioni, ricercare congetture, cercare informazioni collegate, costruire modelli, dibattere con i colleghi, e formulare argomentazioni coerenti. Nello specifico ambito della matematica viene preferita l'espressione 'apprendimento basato su problema' (*Problem-Based Learning*, PBL) perché in quel caso è più agevole partire dalla definizione di un problema che fa da base per la successiva generalizzazione/astrazione e per stimolare l'acquisizione della necessaria nuova conoscenza per affrontarlo, piuttosto che da un esperimento, ritenuto meno agevole. Durante il PBL, l'alunno non va tanto alla ricerca della singola risposta esatta quanto piuttosto interpreta il problema, raccoglie informazioni collegate, identifica possibili soluzioni, valuta le diverse opzioni, e presenta le conclusioni. IBSE adotta l'approccio PBL, ma va oltre in quanto sottolinea l'importanza dell'aspetto pratico e attivo insito nell'esperimento.

Il Rapporto Rocard mette anche in evidenza l'assoluta necessità di iniziare l'educazione scientifica molto presto, fin dalla scuola primaria, ai fini di un impatto di lungo termine. Infatti gli scolari di primaria hanno un'età in cui si costruiscono motivazioni intrinseche, che sono collegate ad effetti di lungo periodo, ed è anche l'età in cui si può 'sfruttare' la naturale curiosità verso il nuovo e l'età giusta per affrontare modelli di genere. L'IBSE manifesta la sua efficacia a questo livello perché stimola la curiosità e le osservazioni che conseguono dall'attività pratica e dalla risoluzione di problemi anche semplici. Ciò aumenta l'interesse degli alunni e facilita il lavoro dell'insegnante soprattutto nell'ambito dell'educazione scientifica. Assieme all'uso del pensiero critico e della riflessione su quanto le evidenze sperimentali trasmettono, agli alunni viene anche data l'opportunità di sviluppare un ampio spettro di abilità complementari quali il lavoro di gruppo, l'espressione verbale e scritta, la risoluzione dei problemi aperti e altre abilità interdisciplinari.

Nell'ambito dell'insegnamento secondario, l'IBSE è particolarmente efficace per i gruppi di studenti per i quali tradizionali metodi deduttivi producono al contrario scarsi risultati. Le esperienze hanno fatto vedere la validità dell'approccio in termini di migliorate conquiste degli studenti coinvolti, in particolare quando essi manifestano livelli inferiori di fiducia in se stessi e/o retroterra culturali svantaggiati. D'altro canto questo non significa una rinuncia al raggiungimento di livelli di eccellenza perché l'IBSE è in grado di creare le condizioni più favorevoli, sia individuali che di contesto, che consentano agli studenti di maggior talento, più creativi e più motivati, di raggiungere i più alti livelli di conoscenza. In ogni caso rende possibile lo sviluppo di abilità intellettuali cruciali per affrontare successivi, più elevati livelli di studio. Semmai si tratta di superare la riluttanza di alcuni insegnanti che vedono questo

approccio come oneroso in termini di tempo e quindi in conflitto con i vincoli discendenti dai curricula ufficiali.

Un aspetto critico collaterale è dato dalla differenza di genere: pur con la varietà di situazioni che si possono presentare, si è notata a livello europeo una ancor maggior difficoltà da parte delle alunne rispetto ai compagni maschi nel lasciarsi affascinare dalle discipline scientifiche. Questo si può far risalire a motivi storici di predominio maschile nell'ambito delle scienze (nonostante le numerose e note figure femminili di grande successo), forse ancor più in quello tecnologico ad esse collegato, non ancora riequilibrato nonostante le questioni di pari opportunità siano all'attenzione da tempo. Uno studio del Programma OECD per la valutazione internazionale degli studenti (PISA) [Rif. 1.2], fa vedere che già a 15 anni è presente una evidente differenza di genere nell'interesse per le materie scientifiche, che si traduce poi in una minor percentuale di accesso a studi universitari in matematica, scienze e tecnologia da parte delle femmine. Un dato a livello europeo: tra i laureati in quelle discipline le femmine occupano il 31% nel 2004. Da qui la necessità di aumentare nelle alunne la loro sicurezza ed autostima nell'affrontare l'apprendimento scientifico, anche con iniziative specifiche a ciò mirate.

Nelle conclusioni il Rapporto sottolinea che, pur rimanendo in capo alle autorità scolastiche di ciascun paese decidere i curricula, molto può essere fatto a livello europeo per il rinnovamento dell'educazione scientifica in un'ottica di sviluppo globale futuro secondo le linee degli accordi di Lisbona: azioni per promuovere l'adozione di nuove metodologie, azioni finalizzate ad aiutare gli insegnanti a rendere la loro didattica stimolante ed efficace, azioni per promuovere l'apprendimento investigativo nei giovani. Le azioni di stimolo dovranno tener conto dei seguenti aspetti:

- Porre attenzione alla dimensione scuola, per produrre effetti coinvolgenti gruppi di alunni senza trascurare i bisogni particolari dei singoli;
- Non richiedere materiale troppo specifico e costoso;
- Dare priorità a raggiungimento di masse critiche di studenti coinvolti rispettando allo stesso tempo, e anzi valorizzando, le diversità;
- Focalizzare il ruolo centrale dei docenti nel rinnovamento didattico (curando abilità, autostima, motivazione, integrazione in ampie comunità);
- Fornire una varietà di pratiche nell'educazione scientifica per rispondere ai diversi bisogni degli alunni (un processo orientato all'IBSE, attività sia pratiche che intellettuali, lavoro di gruppo, lavoro indipendente su domande aperte, attività multidisciplinari e transdisciplinari, dimostrazione della rilevanza del contenuto scientifico).

Un altro documento che, pur riferito al caso degli studi medici nell'ambito del curriculum proposto dal *National Institute of Health* americano, fornisce interessanti spunti di riflessione con riferimento all'IBSE è *Doing Science: The Process of Scientific Inquiry* (Fare scienza: il processo di indagine scientifica) [Rif. 1.3]. Da questo ne traiamo alcuni, utili ai fini di questa introduzione.



Se fino al 1900 l'educazione scientifica è stata vista esclusivamente come la memorizzazione di una serie di fatti, con John Dewey (1910) la scienza deve essere insegnata come un 'modo per pensare', dunque come un processo. Negli anni '50 e '60 con Joseph Schwab la scienza passa da un processo che rivela verità stabili circa il mondo a un processo d'indagine flessibile. Schwab sosteneva il vantaggio di porre gli studenti in laboratorio immediatamente. In questo modo, essi possono formulare domande e avviare il processo di raccolta delle prove e la costruzione di spiegazioni. Schwab ha anche definito tre livelli di apertura nell'attività laboratoriale. Al livello più elementare, il materiale didattico induce domande e fornisce metodi affinché gli studenti scoprano da sé relazioni. Al secondo livello, l'ideare le modalità risolutive è lasciato agli studenti. Al livello più sofisticato, i materiali manifestano solo fenomeni senza esplicitare domande: quindi in questo caso gli studenti devono anche generare le problematiche e proporre le relative spiegazioni. È evidente che questo è in contrasto con l'insegnamento tradizionale nel quale l'insegnante descrive e spiega anticipatamente ciò che l'attività sperimentale farà poi vedere.

I *National Science Education Standards* (NSES) [Rif. 1.4], pubblicati dal *National Research Council* (NRC) nel 1996, riconoscono all'educazione basata sull'investigazione un ruolo fondamentale all'interno del curricula del segmento medio. Essa infatti favorisce l'interesse degli studenti nell'investigazione scientifica, affina la loro capacità di pensiero critico e di distinguere la scienza dalla pseudoscienza, aumenta la consapevolezza dell'importanza della ricerca di base, e non ultimo umanizza l'immagine degli scienziati. Il processo attraverso il quale gli studenti acquisiscono le loro conoscenze e le capacità di indagine continua poi durante la loro carriera scolastica. Inoltre, a margine del documento citato venivano riassunti alcuni risultati di una precedente relazione dell'NRC intitolata *How People Learn* (Come le persone imparano) che hanno una stretta attinenza con il nostro argomentare, e che sono qui semplicemente elencati:

- Capire la scienza è più che sapere qualche fatto: è un modo di conoscere e di affrontare e risolvere i problemi che la realtà ci pone. Gli studenti devono imparare a distinguere il modo di sapere della scienza da quelli di altre discipline e modi di conoscere, riconoscendo che la scienza fornisce risposte basate sull'evidenza.
- Gli studenti costruiscono nuove conoscenze e comprensione sulla base di ciò che già conoscono e a cui credono. Se la loro comprensione è coerente con la spiegazione scientifica attualmente accettata, allora ciò può servire come base su cui poter costruire una comprensione più profonda. Può capitare che una comprensione costruita correttamente in un determinato contesto sia difficilmente trasferibile ad altri contesti dove influiscono fattori non ancora incontrati o considerati. Fornire semplicemente una risposta esatta agli studenti non sempre corrisponde a indurre un diverso modo di pensare. Invece l'IBSE offre agli studenti la possibilità di sperimentare i fenomeni e i processi direttamente: l'esperienza diretta più facilmente è in grado di sfidare pregiudizi profondamente radicati o comprensioni parziali e di favorire il dialogo su nuove idee, inducendo gli studenti a far proprie spiegazioni scientificamente accettate.
- Gli studenti formulano nuove conoscenze attraverso la modifica e il raffinamento di concetti già acquisiti e l'aggiunta di nuovi. Ciò impone due condizioni: la consapevolezza che l'attuale conoscenza è insufficiente per affrontare una nuova situazione e il riconoscimento e relativa comprensione di una spiegazione alternativa del fenomeno osservato.
- L'apprendimento è mediato dal contesto sociale in cui gli studenti interagiscono l'un l'altro. Gli studenti non costruiscono la loro comprensione in isolamento ma valutano e perfezionano il loro pensiero attraverso le interazioni con gli altri. È esperienza comune che il semplice condividere idee e conoscenze con altri rafforza la consapevolezza di quelle conoscenze con cui ci sentiamo a nostro agio e di quelle che ci mancano. Ascoltare altri punti di vista espone lo studente a nuove idee ed eventualmente lo sollecita a porre sotto critica le proprie.
- Un apprendimento efficace richiede che gli studenti assumano il controllo del proprio apprendimento, come dire, chi apprende è 'metacognitivo'. Gli studenti devono essere consapevoli del proprio processo di apprendimento e in grado di analizzare e modificare quando necessario, riconoscendo quando la comprensione confligge con l'evidenza, di quali tipi di prove hanno bisogno per validare le proprie idee e come modificare le proprie convinzioni in modo coerente.
- La capacità di applicare conoscenze a situazioni nuove (trasferimento di conoscenza) è influenzata dal grado in cui gli studenti imparano con effettiva comprensione. Infatti l'apprendimento viene consolidato applicandolo a nuovi contesti dai quali ricevono *feedback* utili alla messa a

punto delle proprie conoscenze. Il processo di consolidamento è favorito dallo svolgimento di compiti che gli studenti percepiscono come utili e adeguati al loro livello di abilità. Questo ha anche un significativo impatto sul tempo che viene concesso loro per acquisire nuova conoscenza e creare i necessari legami con le conoscenze pregresse.

L'attività investigatrice all'interno della classe si può ricondurre ai seguenti elementi principali, applicabili a qualsiasi livello scolastico:

- Gli studenti sono impegnati con domande orientate scientificamente. In particolare le domande sono di due tipi: quelle 'esistenziali' (il perché) e quelle 'causali' (il come). L'insegnante svolge un ruolo primario nel condurre gli studenti a domande che essi possono affrontare con i mezzi di cui già dispongono.
- Gli studenti danno priorità all'evidenza della prova che permette loro di sviluppare e valutare spiegazioni che riguardano domande orientate scientificamente. Le prove sono legate all'acquisizione di dati scientifici attraverso la registrazione e relativa misura di osservazione del fenomeno in esame. L'accuratezza può essere verificata ripetendo le osservazioni (quando possibile) od operando nuove misure.
- Gli studenti formulano dalle prove spiegazioni relative a domande orientate scientificamente. C'è quindi una evoluzione dai criteri per definire i dati d'interesse e dalla loro osservazione alla formulazione di spiegazioni dei fenomeni che devono essere coerenti con i dati osservati ma comunque soggette a critica e revisione. Queste spiegazioni spesso estendono la conoscenza pregressa proponendo nuova conoscenza.
- Gli studenti valutano le spiegazioni alla luce di altre spiegazioni alternative, particolarmente quelle che riflettono una conoscenza scientifica. Questa è una caratteristica qualificante dell'investigazione scientifica in quanto le spiegazioni possono essere riviste di fronte a nuove evidenze: ciò per esempio può accadere quando lo studente confronta le proprie idee e spiegazioni con quelle degli altri.
- Gli studenti sono invitati a divulgare e giustificare le loro spiegazioni, come usano fare scienziati professionisti. La replica di un esperimento scientifico usualmente ne fornisce un controllo di qualità e la divulgazione consente ad altri scienziati di investigare domande e situazioni correlate. Egualmente significativa è la condivisione della nuova conoscenza con i propri compagni di classe perché facilita la formulazione di nuove domande, l'esame delle prove, l'identificazione di ragionamenti errati, la valutazione se le conclusioni vanno al di là dei dati sperimentali, la proposizione di spiegazioni alternative.

Questo approccio metodologico è una efficace risposta alla richiesta di maggior attenzione per la cultura scientifica evidenziata nel rapporto Rocard. Durante tutto il percorso scolastico lo studente viene aiutato a rafforzare quelle abilità che sono ritenute necessarie per svolgere una investigazione di carattere scientifico, abilità che potrà mettere a buon frutto nella successiva attività professionale, e che si possono così riassumere:

- Identificare domande cui poter rispondere attraverso indagini scientifiche;
- Progettare e condurre una investigazione di carattere scientifico;
- Utilizzare strumenti appropriati e tecniche per raccogliere, analizzare e interpretare i dati del fenomeno;
- Sviluppare descrizioni, spiegazioni, previsioni e modelli utilizzando l'evidenza (cioè gli elementi di prova);
- Pensare in modo critico e logico al fine di costruire le relazioni che legano l'evidenza con le spiegazioni;
- Riconoscere e analizzare spiegazioni e previsioni alternative;
- Utilizzare la matematica in tutti gli aspetti della investigazione scientifica.

Riassumendo, l'investigazione scientifica si caratterizza per alcune fondamentali consapevolezze:

- Diversi tipi di domande suggeriscono diversi tipi di indagini scientifiche;
- Le conoscenze scientifiche attuali guidano l'indagine scientifica;
- La matematica è importante in tutti gli aspetti della ricerca scientifica;
- La tecnologia utilizzata per raccogliere dati consente una maggiore accuratezza e agli scienziati di analizzare e quantificare i risultati delle indagini;
- Le spiegazioni scientifiche sottolineare l'evidenza delle prove, possiedono argomentazioni logicamente coerenti, e fanno uso di principi, modelli e teorie scientifici;
- La scienza progredisce attraverso il legittimo scetticismo;
- L'indagine scientifica si traduce talvolta in nuove idee e fenomeni da studiare, genera nuovi metodi di investigazione, sviluppa nuove tecnologie per migliorare la raccolta dei dati.

Si caratterizza anche per il superamento di alcuni malintesi:

1. L'IBSE **non** corrisponde all'applicazione "del metodo scientifico". In realtà esiste una molteplicità di metodi e di approcci nell'investigazione. L'idea che la ricerca scientifica possa essere ridotta ad una semplice procedura passo-passo è fuorviante e non riesce a riconoscere la creatività insita nel processo scientifico.

2. L'IBSE **non necessariamente** richiede agli studenti di generare e sviluppare le proprie domande. In realtà anche quando la domanda è formulata dall'insegnante, si può adottare un approccio IBSE nella ricerca della risposta. Spesso è più importante la domanda in sé che la sua fonte.
3. L'IBSE **non** può essere praticato senza l'attenzione per i contenuti scientifici. Nel passato si è ritenuto di dare maggior enfasi al processo che ai contenuti, immaginando che il processo di investigazione si potesse apprendere a priori e poi applicarlo a qualsiasi contesto. Quest'ottica però contrasta con risultati della ricerca sull'apprendimento che, come già detto, parte solitamente dalle conoscenze pregresse sulla materia oggetto di osservazione ed è quindi strettamente collegato ad essa.
4. **Non necessariamente** tutta la scienza dovrebbe essere insegnata mediante IBSE. Va da sé che utilizzare un unico approccio può rivelarsi insufficiente e, tra l'altro, noioso per lo studente: l'IBSE va integrato in un insegnamento che comprende una varietà di approcci che hanno in comune il raggiungimento di determinati obiettivi educativi. L'IBSE è sicuramente efficace nei casi in cui si debbano insegnare concetti che non si conformano ai comuni preconconcetti degli studenti o richiedono che gli studenti esaminino informazioni tra loro in contrasto.
5. L'IBSE può essere facilmente implementato usando esperimenti pratici e kit didattici ma **non necessariamente**. L'uso di artefatti, sicuramente utile per il lavoro dell'insegnante e per portare gli studenti a focalizzare l'attenzione sulla materia da osservare, non è in sé una garanzia di successo nel processo di acquisizione di nuova conoscenza. All'esecuzione dell'esperimento deve seguire la raccolta di evidenze che aiutino lo studente alla comprensione di nuovi concetti, mentre all'insegnante è richiesto di valutare in che misura la lezione o i materiali integrano le caratteristiche essenziali dell'indagine e di utilizzarli conseguentemente in modo appropriato.
6. L'interesse dello studente manifestato durante l'attività pratica **non** è una garanzia di apprendimento. Come già detto sopra, l'entusiasmo dello studente non fornisce alcuna garanzia in tal senso ma richiede da parte dell'insegnante di verificare il coinvolgimento mentale dello studente e di provare il consolidamento della nuova conoscenza attraverso verifiche e raffinamenti.
7. L'IBSE **non** è troppo difficile da implementare in classe. È naturale che un insegnante si chieda perché dovrebbe insegnare ai suoi studenti in modo diverso da come è stato insegnato a lui. Altre riserve potrebbero riguardare la richiesta di tempo da dedicare alla parte sperimentale, il fatto che l'IBSE non si confà alle classi numerose o che non funziona con gli studenti meno capaci. L'esperienza fa vedere che queste riserve sono in larga misura dovute ad una non corretta applicazione dell'approccio più che a limiti intrinseci. Quando l'insegnante comprende le caratteristiche essenziali

dell'IBSE, la sua flessibilità in aula, e la volontà degli studenti di farne tesoro, di solito finisce per riconoscerla come una strategia fondamentale nel suo insegnamento.

Partendo dalle premesse suesposte, tentiamo ora di dare una prima risposta alle seguenti domande:

- La Robotica Educativa (EduRobotica) può costituire una valida ed efficace piattaforma per lo sviluppo di IBSE/PBL?
- Entro quali limiti può coinvolgere discipline di natura diversa, non limitandosi agli aspetti scientifico-tecnologici?
- È troppo ambizioso immaginare la EduRobotica come un tool di apprendimento che possa spaziare su un panorama pluriennale dalla scuola materna fino all'Università?

In questo contesto intendiamo per *Robotica Educativa* l'integrazione nella didattica istituzionale di attività pratiche che includono l'uso di quello che normalmente identifichiamo con il termine *robot* cioè un apparato caratterizzato da capacità di movimentazione e da comportamenti programmati, in grado di adattarsi all'ambiente grazie alla presenza di segnali sensoriali, ovvero dotato di un certo grado di autonomia decisionale. Nella pratica questo si traduce in macchine pre-montate o in forma di kit di montaggio con motori, sensori, alimentazione autonoma, un apparato elettronico programmabile per il controllo del robot. Queste macchine possono assumere forme anche molto diverse (in fondo anche una moderna lavatrice presenta tutte le caratteristiche di un robot, anche se non è in grado di muoversi nello spazio) ma è evidente che quelle basate su kit hanno una maggiore flessibilità e possono quindi essere strutturate a seconda del tipo di esperimento da condurre e degli obiettivi didattici.

Il mercato offre diverse piattaforme tecnologiche adeguate a fini educativi (fig. 1.1.1), cui corrispondono diverse fasce di costo. Tutti i robot comunque presentano alcune caratteristiche comuni che ne giustificano la valenza didattica:

- Costituiscono una naturale attrattiva sia per l'adulto che per il bambino (fig. 1.1.2);
- Sul robot è facile proiettare/riconoscere comportamenti e strategie che ci sono caratteristici come animali intelligenti e quindi portano alla costruzione di artefatti che simulano tali comportamenti inducendo un forte coinvolgimento emozionale;
- Sono un'ottima piattaforma multidisciplinare con cui sperimentare competenze differenti e mutuamente integranti (matematica, fisica, geometria, meccanica, elettronica, teoria del controllo, sviluppo di sensori e attuatori, programmazione);

- Hanno precisi collegamenti con discipline trasversali e anche di carattere umanistico (intelligenza artificiale, sociologia, psicologia, storia della scienza, letteratura sociologica e fantascientifica, cinema, teoria del linguaggio), nonché stimolano la riflessione sul loro uso corretto nella vita di tutti i giorni e nell'attività professionale (*roboetica*);
- Hanno un preciso impatto metodologico (definizione e realizzazione di una logica e di una strategia, modellizzazione delle interazioni con il mondo esterno) e sociologico (caratterizzazione del dialogo robot/umano e robot/robot);
- Favoriscono lo studio dell'interazione con il mondo esterno attraverso dispositivi di cui occorre conoscere potenzialità e limiti;



Fig. 1.1.1 – Diversi tipi di Robot



Fig. 1.1.2 – L'attrattiva dei robot

Nel corso degli ultimi anni, l'interesse per l'utilizzo didattico della robotica è effettivamente aumentato e molti tentativi sono stati sviluppati in tutto il mondo al fine di introdurre la robotica nel campo dell'istruzione scolastica dalla scuola materna alla scuola superiore secondaria, con ovvia enfasi data alle discipline scientifiche e tecnologiche. Oggi c'è una generale accettazione della robotica come mezzo flessibile per l'apprendimento, in grado di offrire opportunità per la progettazione e la costruzione di artefatti educativi anche in presenza di tempo e fondi limitati. La famiglia dei cosiddetti 'mattoni programmabili' (*programmable bricks*), che costituisce la versione più recente della tecnologia edu-robotica, permette agli studenti di controllare il comportamento di un modello tangibile per mezzo di un ambiente virtuale e rende possibili nuovi tipi di esperimenti scientifici, in cui gli alunni riescono ad indagare fenomeni della vita di tutti i giorni (sia dentro che fuori l'aula) [Rif. 1.5].

Tuttavia, il successo di una innovazione educativa in ambiente scolastico non è solo una questione di accesso a nuove tecnologie. Come abbiamo già visto, la tecnologia da sola non si traduce automaticamente in apprendimento ma richiede che venga applicata una appropriata filosofia educativa, un adeguato curriculum e un efficace ambiente di apprendimento: questi sono alcuni fondamentali fattori che garantiscono il successo di una qualsiasi innovazione didattica. In considerazione di quanto sopra, ancor prima che insegnanti ed educatori a tutti i livelli si gettino nello sfruttamento della robotica in materia di istruzione, sembra necessario identificare e adottare metodi didattici adeguati per essere inseriti nei programmi scolastici, dato che la maggior parte delle scuole e gli insegnanti non solo mancano di esperienza specifica e magari di risorse ma, anche, nella maggioranza dei casi, devono confrontarsi con un curriculum scolastico imposto che non favorisce l'innovazione educativa. Come sottolinea Mataric [Rif. 1.6], anche quando la robotica sembra essere un ottimo strumento per l'insegnamento e l'apprendimento e un argomento irresistibile per gli studenti di tutte le età, la pedagogia nell'insegnamento della robotica, cui noi

aggiungiamo la pedagogia della didattica *con* la robotica, non ha ancora raggiunto una fase matura.

Pertanto, la robotica è effettivamente in grado di veicolare stimoli multidisciplinari che possono essere efficacemente tradotti in IBSE/PBL, non appena l'enfasi venga spostata dalla robotica come *oggetto di studio* (*learning object*) alla robotica come *strumento di apprendimento* (*learning tool*). Assunto un minimo di competenze tecniche necessarie a costruire il robot e a programmarlo, tutta l'attenzione si sposta verso il valore educativo dell'esperienza con il robot nel contesto della disciplina oggetto dell'attività. Sotto questo profilo possiamo classificare le due visioni sopra citate nel modo seguente:

- Robotica come *oggetto di studio*: la prima categoria comprende le attività educative in cui la robotica viene studiata come un soggetto a sé stante. Essa include attività volte a configurare un ambiente di apprendimento che coinvolgerà attivamente gli studenti nella soluzione di problemi autentici concentrandosi su temi legati alla robotica, come la costruzione di robot, la loro programmazione e l'applicazione di metodi di intelligenza artificiale nella risoluzione dei problemi.
- Robotica come *strumento di apprendimento*: nel quadro di questa seconda categoria la robotica si propone come uno strumento per insegnare ed apprendere diverse discipline a diversi livelli scolastici. Questa forma di robotica viene vista di solito come un'attività orientata al progetto, interdisciplinare, anche se si incentra maggiormente su scienza, matematica, informatica e tecnologia, in grado comunque di fornire nuovi significativi vantaggi per l'educazione in generale a tutti i livelli.

Tuttavia, applicare questa classificazione non è sempre facile e chiaro. Anche nei casi in cui la robotica è introdotta come un oggetto autonomo di apprendimento, essa si estende su più aspetti educativi e raggiunge obiettivi oltre quelli dichiarati nel curriculum toccando aspetti quali lo sviluppo di capacità di *problem solving*, la creatività, il pensiero critico, la capacità di collaborazione, ecc, che sono appunto intrinseci dell'IBSE. Nella processo di progettazione e programmazione di robot, gli studenti imparano importanti concetti di ingegneria, matematica, informatica [Rif. 1.7, 1.8].

Concludendo, abbiamo dato sostanzialmente una risposta positiva a tutte e tre le domande riferentesi alla EduRobotica ma abbiamo anche sottolineato la irrinunciabile necessità di un corretto metodo pedagogico nel proporre la robotica prima come oggetto di studio e poi come strumento di apprendimento nella didattica istituzionale. Nella sezione che segue vengono pertanto fornite le motivazioni che suggeriscono di adottare uno specifico approccio pedagogico nella EduRobotica. Come già accennato nella nota iniziale del capitolo, questi

suggerimenti sono il frutto di una ricerca triennale, cui abbiamo partecipato, svolta a livello europeo (progetto TERECoP - Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods - www.terecop.eu) a cui hanno contribuito specialisti di diversi ambiti (educativo, tecnologico, ingegneristico, della divulgazione scientifica).

1.2 L'approccio costruttivista/costruzionista

Nel recente passato l'uso delle nuove tecnologie nell'insegnamento/apprendimento è stato effettivamente introdotto nei curricula delle scuole europee con l'intento di rinnovare e di adeguarsi alle mutate esigenze ed abitudini del mondo del lavoro e della vita in genere. Ma l'uso dell'ICT nella scuola non può limitarsi ad acquisire le basilari competenze tecnico-operative, pur necessarie, al contrario deve essere integrato in modo coerente nella didattica, sostenuto da validi presupposti educativi e deve perseguire obiettivi misurabili. Da qui la necessità di utilizzare software, procedure operative e attività connesse, specificatamente dedicati agli scopi didattici.

Costruzione e controllo sono state le prime potenti idee per integrare l'uso di strumenti computazionali nell'apprendimento [Rif. 1.9]. Per quanto riguarda i media digitali, questa idea si è tradotta nel passaggio da software a *scatola nera* (*black-box*) alla progettazione gli artefatti digitali trasparenti (*white-box*) con i quali gli utenti possono costruire e decostruire oggetti e relazioni e hanno un accesso alla struttura stessa di quegli artefatti [Rif. 1.10, 1.11]. Viene coinvolta anche l'ipotesi di un controllo distribuito in cui più utenti interagiscono con lo stesso artefatto digitale sia in locale che remotamente, da cui discende un operare di tipo collaborativo [Rif. 1.12]. L'uso di questi strumenti non ha però portato nel tempo ai radicali cambiamenti che erano previsti negli ambienti di apprendimento basati sul loro uso. In particolare gli studenti hanno manifestato l'incapacità di andare oltre certi limiti (*plateaus* nell'apprendimento), scoprendo di non essere in grado di costruire qualcosa di molto interessante se si inizia da zero ogni volta. Per affrontare questo problema, si può adottare una progettazione basata su un approccio misto (*black-and-white-box*) ovvero sulla costruzione di *black-box* generici che vengono utilizzati dagli studenti come mattoni per le loro costruzioni eseguita con media digitali esplorativi [Rif. 1.13].

Nell'uso della robotica, si può osservare una analoga transizione da situazioni di tipo *black-box* costituite da robot pre-costruiti e pre-programmati ad architetture robotiche di tipo *white-box* dove i ragazzi possono costruire e programmare il

robot da zero (o poco più). Per altro non si trovano facilmente soluzioni dove sia stata posta attenzione ad una progettazione di tipo *black-and-white-box* e al controllo distribuito, cioè architetture dove gli studenti possano partire da qualcosa di già articolato ed interessante e procedere nell'apprendimento costruendo strutture più complesse e programmandone il controllo.

Pertanto, quali tipi di apprendimento possono essere alimentati negli ambienti basati sulla costruzione, la programmazione e il controllo dei robot? Quali significati e concetti possono essere compresi in tali ambienti? Abbiamo evidenza che offrano un valore aggiunto alla promozione del pensiero creativo?

Nella nostra ricerca abbiamo identificato come principale teoria di apprendimento utile per affrontare le questioni poste quel tipo speciale di costruttivismo denominato 'costruzionismo' introdotto da Papert e dal suo gruppo al Media Lab [Rif. 1.14], evoluzione della teoria costruttivista di Piaget.

Il *Costruttivismo* di Piaget percepisce l'apprendimento come la generazione di significati da parte degli individui in eterna ricerca di portare un po' di coesione ai modi in cui vedono il mondo. Ciò passa attraverso tangibili esperienze d'interazione con l'ambiente fisico e sociale, che servono a creare generalizzazioni, discriminare invarianti e costruire astrazioni. È una teoria di costruzione dinamica della conoscenza secondo la quale questo processo di costruzione si basa su un adattamento 'in crescita' cioè la tendenza verso un equilibrio 'con saldo positivo' tra processi di **assimilazione** e processi di **accomodamento**. Per *assimilazione* viene inteso il processo attraverso il quale l'individuo interpreta le informazioni provenienti dall'ambiente e le incorpora all'interno di una struttura concettuale già acquisita. L'*accomodamento* è invece un processo di modificazione di strutture concettuali che si genera per effetto dell'assimilazione di nuove caratteristiche ed informazioni dall'ambiente. La nuova conoscenza non si traduce quindi in un semplice trasferimento (memorizzazione) di informazione ma è una costruzione basata sulla conoscenza pregressa.

L'assimilazione suggerisce che 'vediamo' non tutte le cose come sono, ma 'come siamo noi', secondo i nostri schemi di apprendimento. In questa fase, noi ci limitiamo ad incorporare dalla realtà quegli elementi inclusivi che possono essere riconosciuti dai nostri schemi precedenti. Se operassimo solo per assimilazione, molta della nostra conoscenza sarebbe irrealistica (fantastica) e ci condurrebbe in errore. L'accomodamento spiega invece la tendenza dei nostri sistemi di assimilazione di adattarsi a nuove realtà in forme sempre più coerenti (o bilanciate): se i miei schemi non sono sufficienti per assimilare una data situazione, io devo probabilmente modificare alcuni di essi adattandoli ad

interpretare le nuove caratteristiche osservate. D'altra parte l'accomodamento presuppone non solo una modifica di schemi precedenti sulla base delle informazioni assimilate, ma anche una nuova assimilazione o reinterpretazione della precedente conoscenza in armonia con gli schemi di nuova costruzione. È quello che noi chiamiamo la *ricostruzione*, ed è l'effetto più importante del processo costruttivista.

Il *Costruzionismo* può essere visto come un caso speciale di apprendimento in situazioni in cui costruiamo o armeggiamo con un oggetto o entità tangibile e condivisa. Papert ha identificato questo come uno dei modi in cui il pensiero può essere reso manifesto, pubblico. Il fatto di costruire in senso proprio è stato visto come un'attività emergente che induce a continui aggiustamenti, dove la progettazione è parte integrante del processo di costruzione e non solo un suo prerequisito, e in cui si prevede de-costruzione e ri-costruzione piuttosto che una mera costruzione [Rif. 1.15]. Nel coniare l'acronimo Papert esprimeva la volontà di trasmettere una percezione leggermente diversa dell'apprendimento secondo la visione di Piaget, vale a dire che gli esseri umani non sono necessariamente impegnati nel raggiungimento di una coesione, ma sono per natura impegnati nel mettere continuamente in discussione la loro visione del mondo. Anche se il costruzionismo è stato inizialmente associato ad una percezione individualistica dell'apprendimento, com'era in voga nei primi anni '80, successivamente i concetti di collaborazione e comunicazione durante l'attività costruttivista/costruzionista sono diventati sempre più pertinenti a mano a mano che le tecnologie digitali hanno reso possibile per più di uno studente di avere accesso condiviso al medesimo costruito.

Queste modalità di apprendimento sembrano adattarsi molto bene alle attività di costruzione di robot e dei programmi per il loro controllo. La robotica industriale pensava (e pensa ancor oggi, naturalmente) ai robot come entità prefabbricate e predisposte per affiancare l'uomo in compiti difficili, ripetitivi, banali, troppo veloci e precisi, pericolosi o altrimenti impossibili. Anche i primi robot didattici non si discostavano molto da questa visione. Ma questo tipo di robot è essenzialmente una entità *black-box*: in fondo si tratta dello stesso paradigma con cui sono costruite molte tecnologie hw/sw e strumenti digitali, nonché dello stesso tradizionale paradigma educativo con cui l'insegnante o il libro di testo presentano e spiegano informazioni già 'impacchettate', ratificate e indiscutibili.

L'evoluzione dei paradigmi educativi ha portato di recente ad offrire tipologie di robot più 'trasparenti' in modo tale che gli utenti possano impegnarsi in prima persona nella costruzione e nella programmazione dei robot stessi. Tra queste offerte sono degne di nota quelle che discendono dal lavoro di ricerca dei

laboratori dello MIT dove l'approccio costruttivista/costruzionista ha visto la sua più ampia applicazione, ovvero i kit Lego Mindstorms e il Pico-Crickets [Rif. 1.16, 1.17]. La metafora espressa da queste costruzioni ha generato in larga misura pensiero creativo e coinvolgimento dei discenti, soprattutto in contesti educativi informali. In particolare la versione più recente di Mindstorms sembra rispondere al problema del *plateau* nell'apprendimento che si può manifestare anche con l'esperienza robotica se, partendo ogni volta da zero, non si riesce a superare certi livelli di complessità tali da portare a architetture più interessanti sotto il profilo delle possibilità, della precisione, della reattività, della programmabilità ecc.. Il kit attuale è dotato di un'ampia varietà di sensori (molti altri sono disponibili sul mercato forniti da terze parti), ha servomotori controllati con precisione mediante un sensore di posizione (*encoder*) integrato e procedure di controllo a basso livello di tipo retroattivo realizzate direttamente nel software di base del 'mattoncino intelligente' (*intelligent brick*), cuore del kit. Queste estensioni possono avere anche un positivo impatto rispetto all'interesse dell'utenza femminile.

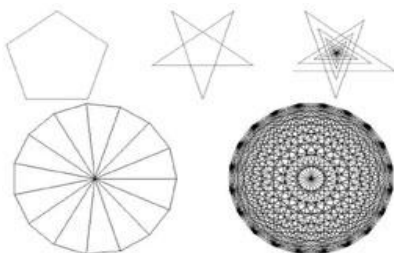
Una parte importante dell'apprendimento con i robot, oltre alla loro costruzione e programmazione, è il controllo eseguito *run-time* (cioè durante il movimento) su di essi o sul loro ambiente operativo. Questo tipo di controllo è parte integrante dell'approccio costruzionista: gli studenti possono imparare dal tipo di feedback che ricevono dalle loro attività ed intenzioni finalizzate al controllo del robot o del suo ambiente, e dal tipo di rappresentazioni utilizzabili per descrivere tale controllo. I modi in cui gli uomini controllano le macchine, la semantica delle interfacce attraverso le quali il controllo si esplicita, e la discriminazione di ciò che viene controllato nel comportamento di una macchina stanno diventando sempre più interessanti da capire per le persone in genere.

In generale, il numero e la varietà di macchine automatiche che controlliamo nella nostra vita quotidiana sta aumentando continuamente e rapidamente, anche se nella maggior parte dei casi non abbiamo la minima idea di come funzionano (e non ce ne preoccupiamo, naturalmente). Questi sono dispositivi progettati per la nostra vita quotidiana, con interfacce semplici e perlopiù dedicate. Viceversa quando abbiamo a che fare con il controllo di entità pensate per avere un impatto nella didattica, il nostro grado di consapevolezza dei meccanismi di controllo deve essere necessariamente superiore. Ad esempio, i modi in cui i robot rispondono ai cambiamenti dell'ambiente, e quali siano i cambiamenti a cui effettivamente essi rispondono, sono concetti importanti. Ma in generale non è stato approfondito sufficientemente da un punto di vista didattico come discriminare il tipo di cose che possono essere soggette al controllo nelle azioni e reazioni di un robot, e di conseguenza come ottenere maggiore comprensione

del modo in cui viene programmato in situazioni che sono più complesse di quelle che normalmente vengono presentate come costruzioni tipiche del kit. È interessante notare che le modalità con cui possiamo controllare un robot, e la semantica dei dispositivi che utilizziamo per il suo controllo, possono presentarsi in modo conforme ai meccanismi attraverso i quali esprimiamo il nostro pensiero. In tal senso non abbiamo bisogno di aspettare che gli studenti abbiano costruito e programmato il proprio robot per affrontare simili questioni.

Da un punto di vista storico val la pena ricordare che già negli anni '60 ci si è concentrati nel proporre kit robotici e strumenti di programmazione che fossero facili da usare da parte dei bambini in modo da renderli attivi partecipi del loro apprendimento e non solo semplici utilizzatori di artefatti costruiti da altri. [Rif. 1.18]. I primi lavori di Papert hanno condotto alla definizione del linguaggio **Logo**, dei suoi ambienti di sviluppo su computer, della teoria geometrica che è alla base della semantica dei suoi comandi fondamentali (*geometria della tartaruga*).

A quel tempo da un ambiente Logo era possibile comandare una realizzazione ‘fisica’ della tartaruga rappresentata da un semplice robot collegato al computer mediante un lungo cavo e dotato di un supporto per una penna che potesse disegnare sul pavimento. Con l’introduzione dei personal computer la tartaruga è diventata un oggetto sullo schermo, ma nel tempo si sono sfruttate appieno le capacità delle più recenti interfacce grafiche e delle migliorate prestazioni, con la possibilità di esplorare altri aspetti quali lo sviluppo di funzioni matematiche non elementari e la programmazione funzionale. È significativo osservare che grazie al Logo attività di progetto di tipo robotico sono state rese possibili prima che kit robotici reali fossero effettivamente disponibili per tutte le scuole. Il primo esempio di questo, a metà degli anni '80, fu il LEGO/Logo kit che combinava sinergicamente la flessibilità del Lego con l’ambiente di programmazione Logo:



questa combinazione consentiva di passare dalla semplice costruzione da zero di una struttura meccanica a piacere alla programmazione di comportamenti dell'artefatto (non più una semplice tartaruga) attraverso l'interfaccia del linguaggio. Il limite fisico, ma di fatto anche concettuale, più rilevante era costituito dal collegamento permanente del robot al computer mediante fili, fatto che limitava la mobilità e l'autonomia dei robot realizzabili. Questo limite fu poi superato con l'introduzione del primo mattone programmabile (*Programmable LEGO Brick*) alla fine degli anni '80 e fornì poi le fondamenta tecnico-concettuali della linea Lego Mindstorms che prende il nome da un famoso libro di Papert (*Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, 1980).

La prima versione di Mindstorms (RCX) fu introdotta nel 1998 e commercializzata con la denominazione di *Robotic Invention System* (RIS), un kit includente un brick programmabile con un dispositivo di comunicazione *wireless* ad infrarossi, un'interfaccia molto limitata a LCD, motori, sensori, e un ampio set di componenti meccanici (pulegge, ingranaggi, barre ecc.) assieme a mattoncini classici pensati per facilitare ed arricchire la costruzione robotica. Per la programmazione il kit veniva fornito di un linguaggio iconico (Robolab), risultato anche della collaborazione di Lego con National Instruments, l'azienda che sviluppa Labview, un potente ambiente per la programmazione di sistemi di misura e di controllo, parte della cui tecnologia è stata integrata nel sistema RCX. Arriviamo così alla versione attuale (NXT), distribuita inizialmente nel 2006, che, rispetto alla precedente, si differenzia per un brick notevolmente più potente, con un visore LCD semigrafico più ampio, connessione USB e Bluetooth, servomotori, sensori decisamente più sofisticati (basti pensare al sensore sonar ad ultrasuoni) e un linguaggio iconico rinnovato (NXT-G), ancora comunque basato sulla tecnologia Labview di NI. Oggi (2009) siamo alla versione 2.0 di questo kit.

È anche interessante osservare che la filosofia sostanzialmente 'aperta' di Lego Mindstorms abbia consentito lo svilupparsi di ambienti di programmazione alternativi, in taluni casi *open source*, quali NXC, NBC, leJOS NXJ, robot e l'adattamento di linguaggi di uso generale come Python e Ruby, o di ambienti per la programmazione robotica di alto livello come URBI.

Riassumendo l'insegnamento e l'apprendimento costruzionista basato sulla robotica è sempre un processo di successivi momenti di equilibrio in cui si alternano assimilazione e accomodamento nei quali però entra in gioco il potere di stimolo dell'artefatto robotico. Il ruolo dell'insegnante è quello di presentare problemi e porre domande mirate al fine di sostenere lo studente, attraverso un'interazione linguistica, nel processo di riequilibrio verso uno schema

cognitivo più avanzato (fig. 1.2.1). La ricerca di una soluzione al problema posto si traduce, nel caso del robot, anche in una ‘consapevolezza’ linguistica di controllo dell’azione e dell’ambiente attraverso il linguaggio di programmazione. È connaturale quindi all’approccio costruzionista alla robotica educativa promuovere l’apprendimento IBSE/PBL, il lavoro di gruppo e il controllo distribuito, l’apprendimento multidisciplinare, la progressione nell’acquisizione di nuova conoscenza sia direttamente connessa agli aspetti scientifico-tecnici del costruito robotico sia relativa a competenze collegate di altra natura.

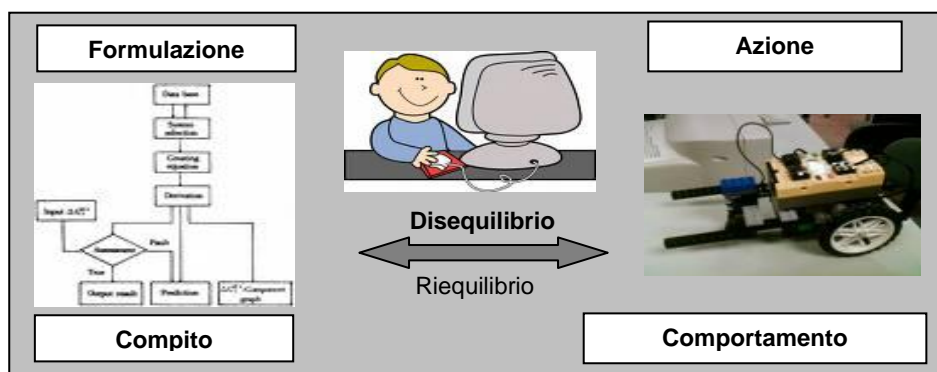


Fig. 1.2.1 – Lo sviluppo cognitivo mediante la robotica educativa

1.3 Robotica e Informatica: discipline sinergiche

In un percorso di Robotica Educativa (costruzionista) l’apprendimento scaturisce dalla continua interazione tra la conoscenza teorica (teorie, formule, modelli), la realtà fisica (il pezzi del robot, gli oggetti del mondo, le persone), la conoscenza tecnologica (gli ingranaggi, i motori, i sensori) e la conoscenza informatica (i linguaggi di programmazione per programmare il robot, gli strumenti di supporto). La possibilità di esplicitare il controllo del robot attraverso un opportuno linguaggio di programmazione è, come abbiamo visto, un aspetto cruciale ai fini della realizzazione di esperienze di IBSE in quanto consente agli studenti di progettare, adattare e generalizzare soluzioni al problema posto dall’insegnante. Nel processo di costruzione dell’esperienza la parte di programmazione è quindi tutt’altro che secondaria e anzi, in relazione alla minore o maggiore espressività del linguaggio utilizzato, è anche in grado di fornire allo studente una maggiore consapevolezza dell’azione svolta e dei

principi teorici che la governano attraverso la sua componente semantica. Anche nell'attività di discussione del progetto con gli altri componenti del gruppo, il linguaggio di programmazione viene usato spontaneamente dallo studente come ulteriore *medium* espressivo. Quindi la competenza relativa alla programmazione viene assunta attraverso un processo non completamente astratto e sottoposto alla verifica non solo degli strumenti di sviluppo, compilatore in primis, ma anche del funzionamento in campo del robot. Quindi ci si accosta a questi aspetti dell'insegnamento dell'informatica in modo più interessante e gratificante.

Naturalmente lo *skill* di programmazione non è l'unica competenza di natura informatica che viene messa in gioco in un contesto di EduRobotica: vorremmo aggiungere le abilità connesse con l'uso degli strumenti di supporto, talora necessari per costruire e collaudare il programma robotico quali editor testuali e grafici, simulatori, la gestione dei file e in generale l'interazione con il sistema operativo del PC, la ricerca di informazioni sulla rete Web, nonché quelle esplicitate nella analisi e documentazione dell'esperimento che segue l'esperimento stesso, come l'uso di strumenti per l'analisi dei dati dal campo (ad esempio un foglio di calcolo), riprese audio-video, scrittura di *report*, pubblicazione delle esperienze sul Web, ecc. Inutile poi ricordare che l'uso dei sistemi di comunicazione in rete favorisce, anche in questo contesto, lo scambio di opinioni ed esperienze e facilita l'organizzazione di incontri tra gruppi di lavoro come conferenze, esposizioni e gare.

La programmazione di Mindstorms NXT

Limitatamente all'esempio di architettura robotica cui si è data maggior enfasi in queste note, diamo qualche cenno alle caratteristiche di alcuni approcci per la sua programmazione.

NXT-G

NXT-G è il linguaggio fornito dalla casa costruttrice grazie alla collaborazione con National Instruments di cui ha adottato la tecnologia Labview. L'ambiente di programmazione è dotato di un'interfaccia grafica organizzata in schede (moduli) dove costruire il programma di controllo del robot sottoforma di sequenze di comandi iconici. La giustapposizione dei comandi avviene con tecnica *drag-and-drop* (trascina-e-rilascia) da una galleria di icone sempre disponibile su un lato dell'interfaccia. Il linguaggio include costrutti come cicli (*loop*) e scelte (*if-then-else*) che sono quelli che consentono di far dipendere il programma dal valore dei dati letti dai sensori. Oltre ai comandi di controllo dei motori, lettura dai sensori, lettura e scrittura di variabili, operazioni logico-matematiche, vi sono anche comandi per l'attesa per un tempo dato, comandi

per la generazione di suoni, per la lettura/scrittura di dati da/su file nel *brick*, e per la visualizzazione di numeri, stringhe e immagini sul display del *brick*; quest'ultima funzione può essere efficacemente utilizzata durante la fase di collaudo del programma visualizzando sul display valori significativi da cui poter analizzare il comportamento del programma e del robot. Ogni comando selezionato fa visualizzare in basso una scheda con i parametri del comando stesso da impostare manualmente.

Il passaggio di dati da un comando all'altro, che risulta necessario, per esempio, quando viene letto il contenuto di una variabile o il dato fornito da un sensore, si realizza attraverso degli appositi collegamenti (*data wires*) che si possono aggiungere, sempre usando il mouse, tra due icone di comando: a questo scopo tutti i comandi che hanno parametri impostabili e/o forniscono risultati hanno un'estensione con porte d'ingresso e d'uscita su cui attestare questi collegamenti (fig. 1.3.1)

Un blocco di comandi può essere agevolmente trasformato in una specie di procedura parametrizzata attraverso la funzione chiamata 'Il mio blocco' (*My block*). In fig. 1.3.2 un esempio di blocco che esegue una sequenza avanti-indietro per un tempo fornito come parametro. In uscita fornisce la lettura del sensore di rotazione del motore dopo i due movimenti.

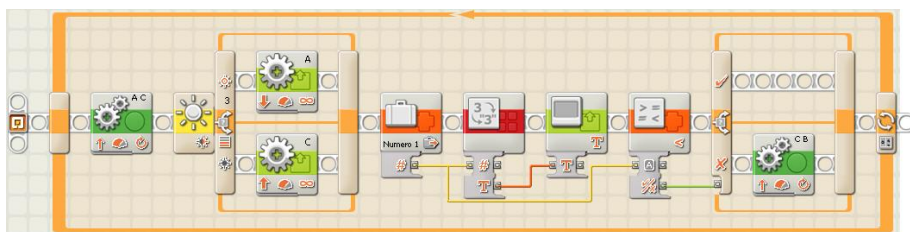


Fig. 1.3.1. – Un esempio di programma NXT-G con collegamenti

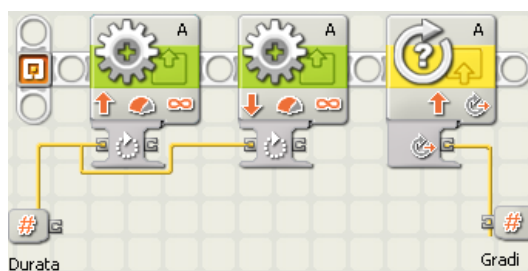


Fig. 1.3.2 – Esempio di sottoblocco (*My block*)

L'interfaccia iconica include alcune funzioni di supporto alla comunicazione con il *brick* per il caricamento dei programmi e altre funzioni accessorie.

NXC

Not eXactly C (<http://bricxcc.sourceforge.net/nbc/>) è un linguaggio di programmazione testuale il cui compilatore genera codice compatibile con il software di cui è dotato il *brick* NXT. Viene utilizzato con un ambiente di programmazione *open source* (*Bricxcc*) che include una semplice interfaccia grafica per la scrittura e la compilazione dei sorgenti, e altre funzioni accessorie di collegamento con il *brick*. Come suggerisce l'acronimo, NXC trae la sua sintassi, e in una certa misura anche la semantica, dal linguaggio di programmazione di uso generale *C*. I comandi per il robot vengono forniti sottoforma di chiamate a procedura di libreria mentre i costrutti di programmazione e la modalità di scrittura delle espressioni logico-matematiche sono quelli usuali del linguaggio *C* (e quindi di molti altri linguaggi di programmazione moderni come Java, Python, PHP, C++, C# ecc.). Oltre alla possibilità di definire sottoprogrammi richiamabili con parametri di ingresso e di uscita, si può anche utilizzare il pre-processore incluso nel compilatore per espandere la definizione di macro: come caso particolare, questo serve, ad esempio, a definire costanti simboliche.

Ecco un esempio di programma:

```
#define SOGLIALUCE 50
#define SOGLIASUONO 70
#define POTENZAMOTO 25
#define POTENZAMANO 20

task main()
{
    SetSensorSound(IN_2);
    SetSensorLight(IN_4);

    OnFwd(OUT_AB, POTENZAMOTO);
    while (true)
    {
        if (Sensor(IN_4) > SOGLIALUCE)
        {
            OnRev(OUT_B, POTENZAMOTO);
            Wait(100);
            until(Sensor(IN_4) <= SOGLIALUCE);
            OnFwd(OUT_AB, POTENZAMOTO);
        }
        if (Sensor(IN_2) > SOGLIASUONO)
        {
            RotateMotor(OUT_C, POTENZAMANO, 30);
```

```

        Wait(1000);
        RotateMotor(OUT_C, -POTENZAMANO, 30);
    }
}
}

```

NXJ e lejOS

Un'altra alternativa per la programmazione dello NXT è rappresentata dal progetto *open source lejOS* (<http://lejos.sourceforge.net/>), un sostituto del software residente sul *brick* che realizza una forma ridotta di macchina virtuale Java (JVM). Sostituendo il software originario, è possibile predisporre programmi di controllo del NXT utilizzando il linguaggio Java (viene usato l'acronimo NXJ) ed in particolare il livello di astrazione del suo approccio orientato agli oggetti. Le azioni del robot vengono ricondotte ad istanze di classi cosiddette *Behavior* (*comportamento*) che hanno una struttura basata su alcuni aspetti comuni, cosa che rende la programmazione piuttosto agevole, più chiara e meglio documentabile. I diversi *behavior* vengono eseguiti sulla JVM in concorrenza sotto il controllo di un componente gestore chiamato *Arbitrator* e rispecchiano la concorrenza esistente all'interno delle azioni fisiche del robot.

Altri linguaggi

La diffusione di Mindstorms NXT ha generato un ampio interesse ad adattare altri linguaggi per pilotare il *brick*. Citiamo i casi di C++, Forth, Objective C, Perl, Lua, Python, Ruby, Squeak, URBIscript (legato a URBI, una piattaforma universale per la programmazione robotica e l'intelligenza artificiale). Anche l'ambiente *Microsoft Robotic Studio* (MRS), che ha un proprio modello di programmazione robotica di uso generale, tale per cui si può utilizzare per la programmazione un qualsiasi linguaggio supportato dall'architettura .NET, incorpora un modulo per la programmazione NXT e un simulatore geometrico 3D.

L'analisi dei dati

Diverse esperienze possono sollecitare l'acquisizione di dati dal campo per una successiva analisi, per esempio di carattere statistico. Il software del *brick* di Mindstorms NXT incorpora anche un rudimentale file system. Nel programma è possibile acquisire periodicamente dai sensori, compreso quello di rotazione integrato nei motori, valori che possono venir memorizzati, durante l'esperimento, in uno o più file. Una funzione accessoria dell'ambiente di programmazione consente, una volta concluso l'esperimento, di trasferire i dati dal file sul *brick* al PC via USB o Bluetooth; da qui si possono svolgere le

analisi che l'insegnante potrà condurre per scopi diagnostici o per desumere qualche legge generale. A questo scopo lo studente può essere invitato ad utilizzare altri strumenti software quale un foglio di calcolo o un ambiente per la matematica dove queste operazioni sono già supportate da complesse funzioni di calcolo e funzioni grafiche per la visualizzazione dei risultati.

Si consideri ad esempio il seguente programma NXC:

```
#define FILESIZE 4096
#define WAITVAL 217
#define SETSIZE 12

int cnt = 0;

void setcampioni(byte handle)
{
    long time, init;
    int valdist, valtacho, dummy;
    string s;

    init = CurrentTick (); // istante iniziale di riferimento
    for (int i = 1; i<=SETSIZE; i++){
        time = CurrentTick ()-init; // istante corrente
        valdist = SensorUS (IN_1); // distanza
        valtacho = MotorTachoCount(OUT_A);
        // tacho count su motore A
        s = NumToStr(cnt++); // indice campione
        WriteString(handle, s, dummy);
        WriteString(handle, " ", dummy);
        s = NumToStr(time);
        WriteString(handle, s, dummy);
        WriteString(handle, " ", dummy);
        s = NumToStr(valdist);
        WriteString(handle, s, dummy);
        WriteString(handle, " ", dummy);
        s = NumToStr(-valtacho);
        WriteLnString(handle, s, dummy);
        Wait(WAITVAL);
    }
}

task main()
{
    byte handle;
    int dummy;

    SetSensorLowspeed(IN_1);
    DeleteFile("analisi.txt");
    CreateFile("analisi.txt", FILESIZE, handle);
}
```

```

        WriteLnString(handle, "File analisi.txt: studio moto",
dummy);
        WriteLnString(handle, "Campione Tempo Distanza TachoCount",
dummy);
        Wait(1000);
        OnRevSync(OUT_AB, 50, 0);
        setcampioni(handle);
        Off(OUT_AB);
        Wait(1000);
        OnRevSync(OUT_AB, 70, 0);
        setcampioni(handle);
        Off(OUT_AB);
        CloseFile(handle);
}

```

La funzione *setcampioni* legge, ogni 250 ms circa, 12 campioni dal sensore sonar e dal sensore di rotazione del motore A, memorizzando i relativi valori e l'istante di lettura in un file ricevuto come parametro. Il programma principale crea e inizializza il file *analisi.txt*, effettua una prima lettura, chiamando la funzione *setcampioni*, durante un moto rettilineo teoricamente a velocità costante, corrispondente alla potenza 50, e poi una seconda lettura con potenza 70. Il file di dati che viene scritto ha questo aspetto:

```

File analisi.txt: studio moto
Campione Tempo Distanza TachoCount
0 0 130 0
1 250 128 38
2 500 135 130
3 750 121 214
4 1000 117 300
5 1250 113 391
6 1500 111 485
7 1750 255 573
8 2000 105 659
9 2256 105 752
10 2506 98 845
11 2756 94 934
12 0 89 0
13 249 89 56
14 499 80 189
15 749 75 318
16 999 68 446
17 1249 62 579
18 1499 55 707
19 1749 49 838
20 1999 43 969
21 2249 39 1097
22 2499 31 1229
23 2749 26 1359

```

Può essere facilmente importato in un foglio elettronico e, con semplici elaborazioni, si possono ottenere le rappresentazioni grafiche dei dati acquisiti (fig. 1.3.3) che danno conto del tipo di moto e anche della variabilità insita nell'andamento delle grandezze fisiche misurate e delle varie imprecisioni. Questo modo di procedere potrebbe anche suggerire all'insegnante di proporre agli studenti, che ne hanno la competenza, di sviluppare strumenti software ad hoc per il trattamento dei dati. È anche possibile immaginare il processo inverso nel quale, attraverso un opportuno software, si esegue la pianificazione del moto del robot secondo un complesso di criteri dati. Questo si traduce in una serie di dati di ingresso che, forniti attraverso un file trasferito sul *brick*, vengono letti dal programma robotico e tradotti nella relativa sequenza di azioni.

Si comprende quindi che dallo stimolo proveniente dall'attività robotica lo studente è indotto ad occuparsi di diverse questioni di competenza informatica che possono poi essere proficuamente usate in altri contesti.

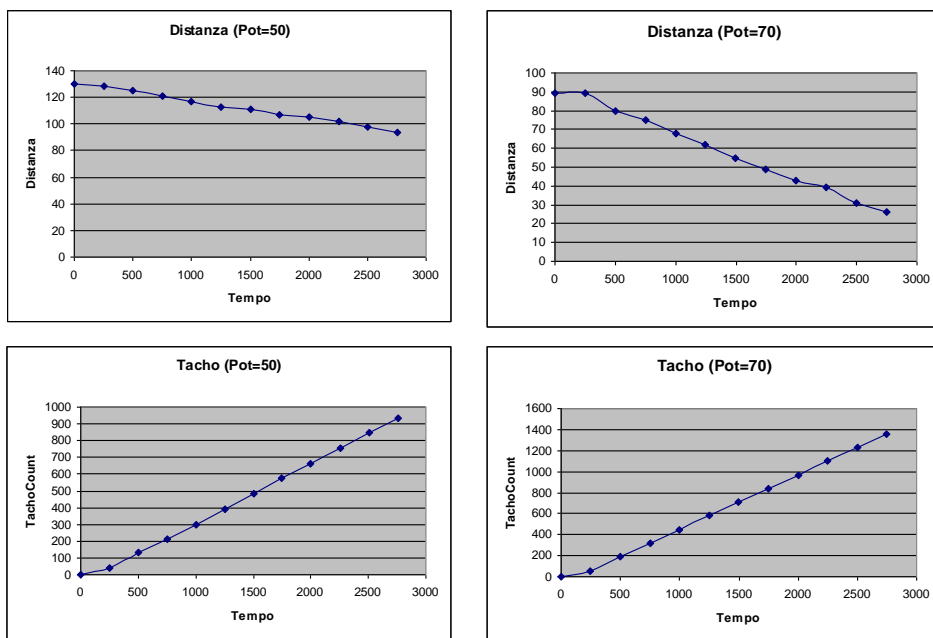


Fig. 1.3.3 – Esempio di analisi dei dati

1.4 Rapporto tra robotica educativa e diverse discipline curriculari

Come detto nelle sezioni precedenti, la robotica è per natura una scienza multidisciplinare. Essa chiama in gioco competenze e nozioni da un gran numero di materie scientifiche e tecnologiche: praticamente tutte le materie tecnico-scientifiche insegnate nella scuola dell'obbligo possono essere collegate alla robotica. Quindi, lo studio e l'applicazione della robotica favoriscono negli studenti un atteggiamento di interesse e di apertura verso queste materie, ma come vedremo questo collegamento può essere esteso anche alle materie umanistiche. Infatti, il robot, in quanto oggetto dotato di un certo grado di autonomia e capacità di percezione, può stimolare in classe domande e riflessioni filosofiche e di cultura generale. Ciò è vero sia con i semplici robot che si possono creare in una classe, ma ancor più se si guarda alle mete raggiunte dalla ricerca accademica e dallo sviluppo industriale in termini di robotica autonoma.

Il profilo particolare della robotica permette di sviluppare negli studenti anche competenze metadisciplinari come la loro capacità di comunicazione, di cooperazione e di lavoro in gruppo. Infatti, la robotica richiede di mettere a frutto competenze diverse e intelligenze di tipo diverso (ad es. intelligenza logico-matematica, intelligenza spaziale, intelligenza linguistica, intelligenza motoria) che risultano tutte necessarie e che quindi vengono tutte apprezzate e riconosciute per il loro valore nel progetto. L'approccio tradizionale di insegnamento riconosce ed esalta solo alcune intelligenze rispetto ad altre. Il riconoscimento del valore di intelligenze diverse viene fatto in primis dal singolo studente, ma anche dai suoi compagni nel gruppo e dagli insegnanti. Tutto ciò porta lo studente ad aumentare la propria autostima, in particolare se la sua 'intelligenza' è di tipo diverso da quelle usualmente riconosciute dall'approccio didattico tradizionale e quindi il suo rendimento scolastico risulta basso. È stato effettivamente dimostrato, con alcuni studi in classi reali, che la robotica educativa permette anche di motivare studenti svogliati o con problemi di attenzione.

La robotica educativa promuove anche le attitudini creative e di pensiero critico negli studenti. Inoltre il processo di valutazione e di verifica del proprio lavoro viene ribaltato. Il robot con la sua fisicità e con il suo comportamento deterministico costituisce una verifica costante per lo studente. Non è più l'insegnante che esternamente e arbitrariamente giudica e quindi lo studente può concludere "non capisce cosa volevo dire" oppure "ce l'ha con me", ma è il robot con il suo movimento, il confronto con le soluzioni proposte dai compagni

e le valutazioni fatte dai compagni di gruppo che determina il valore del lavoro svolto. Il punto fondamentale è che questa forma di valutazione risulta perfettamente integrata nel normale processo di evoluzione e di apprendimento che spinge la persona ad apprendere e a migliorare se stessa. Valutazione che risulta molto più costruttiva ed efficace di quella tradizionale che assume il valore di un giudizio definitivo e immutabile.

Non va mai dimenticato che, per poter effettivamente fare un progetto di robotica educativa, servono i robot e bisogna che gli studenti lavorino in classe per costruire, modificare e programmare i robot. Altrimenti, tutte le attività collaterali e multidisciplinari che si possono realizzare (lettura critica di un romanzo di fantascienza, la visione di un film con protagonisti i robot, laboratori pittorici o artistici con soggetto i robot ecc.) rimangono come lodevoli attività integrative, ma mancano del collante e dell'elemento catalizzatore costituito dal robot fisico e dal suo movimento.

Nel resto di questa sezione forniremo alcuni esempi o spunti che possono essere utilizzati per stimolare gli insegnanti delle altre discipline, oltre all'informatica, ad essere coinvolti in un progetto di robotica educativa per poter realizzare una esperienza che sia veramente multi-disciplinare. Infine, analizzeremo in modo più dettagliato la possibilità di utilizzare robot educativi anche per lo studio delle lingue straniere.

Matematica e Geometria

La creazione di comportamenti dei robot tramite la programmazione non fa altro che tradurre in tali comportamenti una serie di formule matematiche. Tramite la robotica si può ad esempio introdurre il concetto di funzione, spiegare i sistemi di coordinate, applicare le regole trigonometriche. Negli esempi riportati nella sezione 1.5 sarà evidente come la matematica sia applicata praticamente in ogni programma scritto per controllare un robot. Come ulteriore esempio, si potrebbe fissare un pennarello su un robot e far disegnare al robot le coniche per far vedere agli studenti che solo cambiando pochi parametri cambia la curva disegnata dal robot. Se si considera l'equazione quadratica nella forma

$$ax^2 + 2hxy + by^2 + 2gx + 2fy + c = 0$$

cambiando i parametri a e b si ottiene:

- se $h^2 = ab$, l'equazione rappresenta una parabola;
- se $h^2 < ab$ e $a \neq b$ e/o $h \neq 0$, l'equazione determina una ellisse;
- se $a = b = 1$ e $h = 0$, l'equazione esprime una circonferenza;
- se $h^2 > ab$, l'equazione rappresenta una iperbole;

Fisica

Per le lezioni di fisica il robot può essere usato in due modi diversi. In maniera più tradizionale, come “*data logger*” cioè uno strumento per effettuare una serie di misure e salvare i dati in un file, come descritto nella sezione precedente. In questo modo si può, ad esempio, realizzare l’esperienza della misura del moto uniformemente accelerato facendo correre il robot su un piano inclinato e misurando contemporaneamente la distanza del robot da un riferimento fisso e il tempo. In questa esperienza il robot sostituisce la rotaia a cuscino d’aria normalmente utilizzata nei laboratori di fisica, ma con il vantaggio che gli studenti sono coinvolti, non solo nell’esecuzione dell’esperimento, ma anche nella sua preparazione, che in questo caso è costituita dalla costruzione e programmazione del robot. Il robot poi può essere utilizzato anche in maniera didatticamente più innovativa per realizzare delle esperienze che mirino alla dimostrazione di un principio fisico o che si basino su un principio fisico per poter essere realizzate. Un esempio di dimostrazione di un principio fisico è la verifica della conservazione del momento angolare ottenuta misurando la velocità di rotazione di un robot che cambia la configurazione delle sue masse. Quando il robot porta le sue masse (braccia) verso il centro di rotazione la velocità aumenta. Un esempio di esperienza basata su un principio fisico è il lancio balistico. Un robot giocatore di basket che infallibilmente fa canestro calcolando opportunamente la traiettoria di una palla una volta misurata la distanza del canestro con il sonar.

Letteratura

Quando un robot assume delle forme e delle proporzioni umane, come nel caso dei robot umanoidi, si possono aprire non solo tutte le digressioni e le riflessioni sulla letteratura e sulla cinematografia fantascientifica, ma si può risalire alle origini della letteratura andando a riproporre tutte le riflessioni contenute nei miti più antichi in cui già si parlava di creare esseri artificiali ad immagine e somiglianza dell’uomo (nei miti egizi, nella Genesi, nel mito di Pigmalione in cui una statua viene trasformata in donna, nei servi meccanici di Vulcano).

Filosofia

Il robot è una macchina autonoma, o meglio programmata per avere una certa dose di autonomia. Questa semplice considerazione permette di introdurre delle riflessioni filosofiche attorno alla libertà, al libero arbitrio, al concetto di coscienza ed in ultima analisi cosa vuol dire essere uomini. Ulteriori spunti filosofici li forniscono i più recenti sviluppi della robotica come i robot *androidi* (cioè robot costruiti per essere indistinguibili da un essere umano, fig. 1.4.1) o i robot costruiti per motivi militari.



Fig. 1.4.1. - (Sinistra) Il robot umanoide Robovie-M di VStone ltd. (Destra) Il prof. H. Ishiguro dell'Università di Osaka (Giappone) e un robot androide (o meglio "gimnoide").

Nel caso dei robot androidi le domande che possono sorgere sono: “qual è il rapporto che si deve creare tra l'uomo e degli esseri artificiali indistinguibili da esso?”, “se gli androidi non solo saranno indistinguibili fisicamente dagli uomini, ma anche nei loro comportamenti, dovremmo riconoscere loro lo status di esseri viventi? Dovranno avere pari status degli esseri umani?”

Nel caso dei robot soldato alcune domande che possono sorgere sono: “Se la guerra non la fanno più degli uomini contro altri uomini, ma solo dei robot contro degli uomini, sarà più facile e accettabile per le opinioni pubbliche dei paesi più ricchi fare nuove guerre?”, “Se un robot armato spara per sbaglio causando la perdita di una vita umana innocente di chi è la responsabilità? Della macchina o del programmatore della macchina?”.

Di tutte queste domande si occupa una nuova branca della scienza nata a cavallo tra la robotica e la filosofia: la *roboetica*.

Psicologia

I robot sono programmati per svolgere in maniera autonoma dei compiti. A seconda dei compiti svolti e del modo in cui questi compiti vengono svolti i robot possono essere percepiti come “stupidi” o “intelligenti”, ma in realtà c'è sempre un programma che li controlla. Cosa significa allora essere intelligenti? Da cosa nasce il comportamento di un robot? Come, programmando dei robot, possiamo scoprire qualcosa sul funzionamento della mente umana?

Si può cercare di rispondere a queste domande non solo nei più avanzati laboratori di robotica dove si valuta l'esattezza di teorie psicologiche e cognitive provando ad implementarle sui robot più avanzati, ma anche all'interno di una classe della scuola dell'obbligo, in cui partendo dall'osservazione dei comportamenti elementari di un semplice robot ci si può interrogare sui nostri comportamenti di esseri umani.

Storia

Nella storia umana ogni volta che è stata sviluppata una nuova tecnologia questa è stata usata per il bene o per il male. Molte volte i robot vengono percepiti come delle macchine pericolose perché rappresentate come troppo intelligenti e potenti nei film di fantascienza o semplicemente perché tolgono il lavoro alle persone automatizzando alcune lavorazioni. Le macchine che hanno sostituito l'uomo nei lavori più pesanti già a partire dai secoli passati hanno creato scontenti e persino rivolte. Il luddismo e l'avvento delle prime macchine agli albori della rivoluzione industriale possono essere oggetto di studio e essere esemplificazioni di come alcune dinamiche si ripropongano nella storia degli uomini.

Lingua straniera

Oltre a poter proporre letture in lingua originale con tema i robot e la robotica, gli insegnanti di lingua straniera potrebbero utilizzare un robot anche per ampliare il vocabolario dei loro studenti. Si possono ad esempio introdurre i vocaboli necessari ad impartire dei comandi di movimento ad un robot e, nel caso si stia usando un robot umanoide, si possono introdurre i vocaboli relativi al corpo umano e ai suoi movimenti peculiari. Ad esempio, da una collaborazione tra il laboratorio IAS-Lab (Intelligent Autonomous Systems Laboratory) dell'Università degli Studi di Padova e IT+Robotics srl (spin-off dell'Università di Padova) è nato un software (fig. 1.4.2) che permette allo studente di scegliere la sua lingua madre e la lingua che vuole imparare scegliendo tra quattro lingue diverse (Inglese, Italiano, Francese, Spagnolo). Il software (o l'insegnante) propongono una frase che descrive il movimento del robot nella lingua madre dello studente (ad esempio: "piega il gomito destro di 30 gradi"). Lo studente deve tradurre questa frase nella lingua straniera e, se la traduzione è corretta, il robot esegue il movimento. Questo è ottenuto con un compilatore che trasforma le frasi scritte dallo studente mediante il linguaggio naturale in comandi per i motori del robot. Il compilatore mette anche in evidenza l'eventuale errore qualora una parola fosse digitata in modo non corretto o non fosse la parola giusta. Movimenti più semplici possono essere concatenati tra loro creando

movimenti più complessi in cui si usano termini via via più specifici (ad esempio: “accucciati a braccia conserte”).

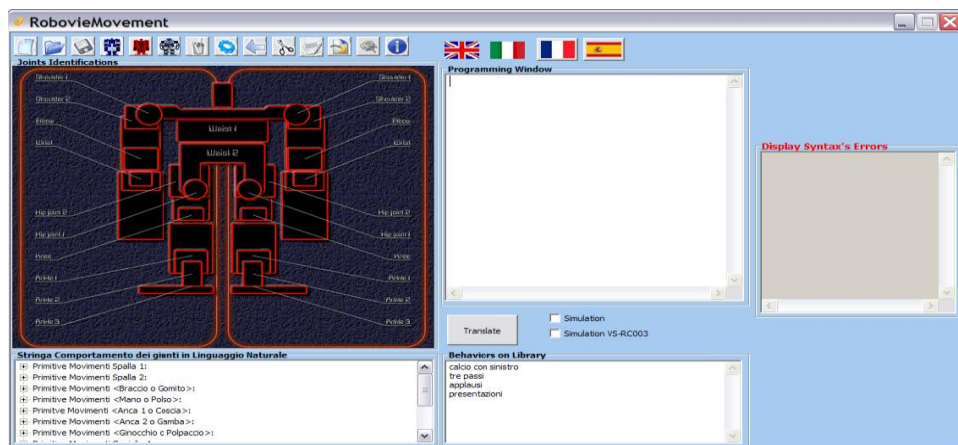


Fig. 1.4.2. – L’interfaccia grafica del programma realizzato da Università’ di Padova e IT+Robotics srl per lo studio delle lingue straniere tramite l’utilizzo di un robot umanoide.

1.5 Esempificazioni verso un percorso verticale dalla scuola primaria all'università

Difficile immaginare che uno stesso strumento didattico possa avere una valenza significativa su uno spettro temporale così ampio quale quello suggerito nel titolo della sezione. Nel caso della robotica educativa però il discorso è diverso. Sia dal punto di vista delle architetture fisico-meccaniche dei diversi tipi di robot disponibili, sia considerando la varietà di approcci adottabili per la loro programmazione, la robotica offre un contesto operativo che può essere calibrato sugli obiettivi e sulla profondità d’investigazione che l’insegnante ha fissato, anche in base al livello dei suoi studenti. Rimangono però sostanzialmente invariati nel tempo i caposaldi di questo particolare IBSE ovvero l’approccio, se si adotta la filosofia costruzionista, e il modello di base, quello a *comportamenti* (*behavior*), che prevede il controllo di una giustapposizione di azioni regolato dalle informazioni provenienti dall’ambiente attraverso i sensori. A questo vorremmo aggiungere il fatto che kit costruttivi come Lego Mindstorms hanno una flessibilità tale da poter attrarre effettivamente l’interesse di studenti di età anche molto diverse, naturalmente con progetti via via più complessi e stimolanti. Diffusamente utilizzato nel

segmento secondario inferiore e superiore, Mindstorms viene felicemente utilizzato anche in alcune scuole primarie italiane (oltre che all'estero) e in diversi laboratori di robotica di Università italiane.

In Italia si sta diffondendo il modello degli istituti comprensivi nei quali si possono realizzare più facilmente progetti pluriennali che hanno la robotica come denominatore comune. Potendo spaziare in un intervallo di tempo più ampio, che può essere a cavallo tra il segmento primario e quello secondario inferiore, c'è la reale possibilità di disegnare un percorso armonico in crescita che risponda, nei successivi anni, agli obiettivi educativi delle diverse discipline coinvolte in un'ottica realmente costruzionista. C'è anche una più concreta possibilità di verificare sul medio periodo gli effetti positivi che una didattica basata sull'IBSE esercita sugli alunni inizialmente meno capaci, in termini di abilità, grado di autostima e gratificazione, aumentato interesse per lo studio in genere.

Nella scuola primaria prevalgono gli aspetti ludici e quelli legati ad una valutazione emotiva e qualitativa della realtà. Sono pertanto efficaci quelle esperienze che stimolano la fantasia, anche attraverso qualche accorgimento 'estetico' (come ad esempio quello di 'vestire' il robot per farlo assomigliare ad un animale o ad una persona), le semplici strategie sia individuali che collaborative, la ricerca di soluzioni per tentativi e raffinamenti. È abbastanza facile collegare l'attività con il robot ad altre più tradizionali come il disegno e altre manualità, utilizzabili sia nella fase di progettazione dell'ambiente operativo che per realizzare elementi dell'ambiente stesso; come anche l'espressione verbale, che si può esercitare sia nella fase di discussione preparatoria dell'esperienza che per condividere le impressioni e critiche da essa sollecitate, coinvolgendo l'intera classe. La capacità di astrarre principi generali dalle esperienze svolte si alimenterà in modo implicito come effetto dell'osservazione diretta degli alunni di quanto accade e delle successive discussioni condotte dall'insegnante. Concetti astratti quali, ad esempio, spazio, tempo e le loro relazioni, più che codificati esplicitamente in termini matematici, saranno progressivamente intuiti in modo costruzionista come deduzione dall'esperienza, e consolidati con il supporto delle domande e delle varianti e/o approfondimenti proposti dall'insegnante.

Nei primo ciclo di primaria può essere opportuno dare ai bambini robot semplici e pre-costruiti. La programmazione non può essere che per sequenze di semplici comandi e le decisioni sono quindi prese a priori dal bambino sulla scorta della conoscenza dell'ambiente (si pensi ad esempio ad un labirinto) ed eseguite dal robot. Nei casi più semplici la programmazione avviene direttamente sul robot mediante una semplice interfaccia a bottoni, senza l'intervento quindi di un

computer esterno. Invece negli ultimi anni di primaria, si potrebbero far usare kit di montaggio scegliendo architetture molto semplici. L'insegnante potrà valutare se inserire già a questo livello l'uso dei sensori, tenendo presente che questo si traduce anche nella necessità di una programmazione più impegnativa. In particolare l'insegnante dovrà decidere se utilizzare un linguaggio testuale oppure un linguaggio iconico. La sintesi propria dei macrocomandi di un linguaggio iconico non corrisponde necessariamente ad una maggiore facilità d'uso perché la semantica del comando va comunque spiegata e può contenere sottili ambiguità. Inoltre viene richiesta una manualità con l'interfaccia grafica che gli alunni potrebbero non aver già acquisito (ed è discutibile che acquisire questa manualità sia un obiettivo didattico significativo a questo livello). Al contrario un linguaggio testuale, soprattutto se ha comandi di alto livello espressi con acronimi in linguaggio pseudo-naturale, risulta meno ambiguo, il programma può essere inizialmente predisposto sulla carta o sulla normale lavagna e quindi più facilmente condiviso all'interno della classe.

Il segmento secondario inferiore appare come quello in cui maggiormente si esplicano le potenzialità di kit robotici come Mindstorms NXT. I programmi di matematica e geometria introducono concetti e strumenti relativamente complessi che, ad un tempo, giustificano e stimolano un approccio IBSE robotico. Operazioni con frazioni, proporzionalità, funzioni, equazioni, misura di grandezze e loro rappresentazione grafica, enti geometrici fondamentali, angoli, statistica, giusto per citarne solo alcuni, trovano terreno fertile nell'applicazione in esperimenti e progetti che prevedano l'uso del robot. D'altra parte questa trasposizione aveva avuto successo già con il Logo nei diversi anni in cui è stato diffusamente utilizzato anche in Italia (almeno fino al momento in cui l'attenzione si è spostata verso i nuovi linguaggi e tecnologie multimediali). Un altro aspetto interessante è dato dalla varietà di sensori disponibili sul mercato che offre agli studenti l'occasione di esplorare caratteristiche fisiche della realtà che vanno aldilà di quelle meccaniche strettamente connesse al robot e al suo controllo: quindi posizione, velocità lineare e angolare, accelerazione, forze derivate (es. centrifuga), inclinazioni, ma anche temperatura, campo magnetico, luminosità e colore, livello sonoro, pH fino ad arrivare al trattamento di immagini di scena da telecamera. I dati acquisiti dai sensori durante l'esperimento possono essere trasferiti dal robot al computer per una post-analisi, azione fondamentale secondo le usuali modalità di investigazione scientifica.

Sul piano della programmazione, le interfacce iconiche sono adeguate alle normali capacità 'informatiche' di alunni di questo livello, che sono anche in grado di dominare la complessità che sorge nel caso di programmi non banali. In questo si possono aiutare gli alunni ad imparare ad usare un approccio

funzionale a più livelli, cioè con l'uso di sottoprogrammi, secondo il paradigma *dividi-et-impera*. Lo studente scopre presto che questo approccio corrisponde strettamente ai diversi livelli funzionali delle azioni programmate del robot: ad esempio il percorso lungo il perimetro di un poligono regolare di n lati corrisponde all'esecuzione n volte della macroazione costituita dalla successione di un movimento lungo un segmento rettilineo di data lunghezza (un lato) e della rotazione di un angolo pari a $360^\circ/n$.

In taluni casi, l'insegnante può prefiggersi di abbandonare al terzo anno la programmazione iconica a favore di un linguaggio di programmazione testuale se desidera spingere le competenze informatiche della classe alla programmazione di tipo generale. Anche in questo caso la robotica educativa può facilitare l'introduzione dei fondamenti della programmazione dando un senso più concreto a concetti quali variabile, stato, funzione, parametro, ciclo, condizione, scelta, comunicazione, diagnostica. È persino in grado di apprezzare la distinzione esistente tra un normale programma di calcolo e un programma di controllo che si caratterizza per specifiche esigenze legate al tempo (*real-time*).

A livello di scuola secondaria superiore la visione cambia: entrano ovviamente in gioco le specificità di indirizzo e l'età più avanzata degli studenti. Scuole di indirizzo tecnico vorranno approfondire quegli aspetti tecnologici che sono rimasti fino a quel punto in secondo piano, e potranno arrivare perfino a progettare ed autocostruirsi da zero un robot. Anche gli aspetti avanzati della programmazione potrebbero essere curati nell'affrontare esperienze più complesse. Le aumentate competenze logico-matematiche degli studenti di scuole ad indirizzo tecnico-scientifico consentono di proporre problemi decisamente più complessi la cui soluzione ne richiede l'applicazione. Basti pensare all'introduzione di concetti quali la misura in radianti, la rappresentazione cartesiana delle funzioni e dello spazio 2D/3D, le equazioni e i sistemi di equazioni, la trigonometria e le funzioni armoniche, nonché naturalmente l'introduzione nel curriculum della specifica disciplina della fisica. Scuole ad indirizzo artistico/umanistico potrebbero esplorare interessanti collegamenti con discipline apparentemente lontane come la filosofia, la storia e la sociologia. Comunque rimane all'insegnante la possibilità di ideare esperienze IBSE su argomenti avanzati che non sono affrontabili ai livelli precedenti e che ancora una volta non sono immediatamente recepibili sulla base delle conoscenze pregresse e dell'intuizione. Semmai le criticità nell'applicazione della robotica a questo livello sono di natura, diciamo così, collaterale. Non è più possibile contare su una naturale curiosità dello studente ma è necessario fornire qualche motivazione in più per stimolare il suo interesse iniziale. Anche la scelta dell'architettura robotica va attentamente ponderata:

per esempio nel caso della precedente generazione di Mindstorms, lo RCX, essendoci nel kit una significativa quantità di mattoncini tradizionali, questo poteva essere percepito con caratteristiche un po' troppo infantili e soggetto perciò al rifiuto degli studenti più grandi. Questo rischio nel caso dell'NXT appare minore. Poi l'insegnante deve assumere maggiormente la funzione di tutor che guida lo studente non verso LA soluzione del problema (che potrebbe non essere unica o addirittura non essere definibile come tale) ma verso UNA soluzione del problema che sia accettabile agli occhi dello studente, in base a criteri di valutazione che sono stati preventivamente accettati. L'insegnante deve anche aspettarsi che qualche studente 'ne sappia più di lui/lei' su qualche aspetto tecnologico, e questo fatto non deve costituire un freno ad applicare la robotica educativa all'interno della propria disciplina; anzi, è compito dell'insegnante far sì che competenze specifiche possano essere messe a disposizione dell'intera classe in un'ottica di IBSE collaborativo. Anche il lavoro di gruppo va potenziato ed organizzato in modo che i risultati in termini di qualità ricevano da questo un significativo fattore moltiplicativo. Da ultimo, queste esperienze possono anche tradursi in stimoli atti ad orientare con maggiore consapevolezza le scelte successive dello studente riguardanti gli studi universitari.

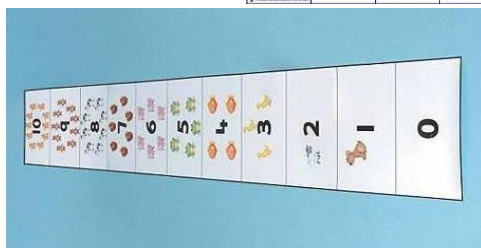
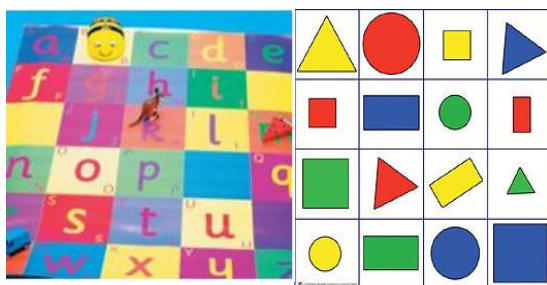
Seguono alcuni esempi che testimoniano delle potenzialità della robotica educativa ai tre livelli sopra citati.

Scuola primaria

Il robot Bee Bot e l'esperienza della rete di scuole Piemontesi

Bee-bot (<http://www.tts-group.co.uk/Bee-Bot>) è un significativo esempio di robot mobile per i bambini più piccoli: dall'aspetto di un'ape, molto semplice, per la programmazione non richiede il supporto di un computer.

Un programma è dato da una sequenza di comandi che vengono impostati direttamente mediante i tasti presenti sul robot. I movimenti sono modularizzati (15 cm il moto lineare, 90° la rotazione) e ciò consente di utilizzare sia



percorsi pronti all'uso, finalizzati al riconoscimento di figure geometriche, numeri, alfabeto e a definire semplici strategie di per-corso, come anche percorsi predisposti dagli alunni stessi.



Una delle prime esperienze in Italia è stata svolta da Giovanni Marcianò e dal suo gruppo di collaboratori assieme a una rete di scuole del Piemonte [Rif. 1.19]. In particolare si cita l'esperienza dell'Istituto comprensivo "A.Fogazzaro" di Baveno (VB)

(http://www.baveno.net/scuola/robotica/scuola_robotica.htm) che ha coinvolto diverse classi di scuola



primaria dalla seconda e di scuola media. I risultati di una successiva esperienza sono stati analizzati in [Rif. 1.20].

Il progetto Roberta e il Primo Circolo Didattico di Pinerolo

Il Progetto Roberta (<http://roberta.isii.it/>) è un progetto originariamente finanziato dal 2001 dal Ministero dell'Istruzione della Germania e dedicato a promuovere la robotica tra le studentesse degli istituti primari e secondari. L'Associazione 'Scuola di Robotica' (<http://www.scuoladirobotica.it/>) ne ha promosso la diffusione anche in Italia. Nell'ambito del progetto, il Primo Circolo Didattico di Pinerolo ha promosso un'attività coinvolgente diverse scuole primarie del circolo (e anche qualche scuola dell'infanzia) seguendo la programmazione formulata dal gruppo di progetto (http://roberta.isii.it/?page_id=87). Sono stati sperimentati diversi kit robotici, particolarmente orientati alla scoperta e all'intervento ambientale, proprio per far leva sull'interesse delle ragazze verso questi temi oltre che per promuovere riflessioni sulle scienze fisiche.

Il nuovo kit Lego WeDo

Nel 2008 la Lego ha cominciato a commercializzare un nuovo tipo di



kit robotico, decisamente più semplice di NXT, dedicato al segmento primario (http://www.lego.com/education/download/FinalWeDoLaunchPressRelease063008_2.pdf).

Si tratta di un kit con oltre 150 elementi, fra cui un motore, sensori di movimento e inclinazione e un hub USB LEGO. Ha un software iconico molto semplice per la programmazione e il controllo dei dispositivi del robot collegati via USB.

Quattro scuole italiane, sempre in Piemonte, ne hanno realizzato una prima sperimentazione e di questa fornito documentazione

(<http://trilussa.primocircolopinerolo.it/egw/wiki/index.php?page=SperimentiamoWeDo>).



Scuola secondaria inferiore

È abbastanza ovvio che la maggior parte delle attività con i robot in Italia hanno riguardato questo livello di scuola. In rete è possibile trovare una amplissima varietà di applicazioni ed esperienze di successo. Alcune vengono periodicamente presentate al pubblico in occasione di esposizioni dedicate. Particolarmente interessante è il 'Discovery on Film', organizzato annualmente dal Museo Civico di Rovereto (<http://www.museocivico.rovereto.tn.it/>), che da tempo dedica una apposita sezione alla robotica educativa. Anche Scuola di Robotica (<http://www.scuoladirobotica.it/>) promuove iniziative di questo genere.

La stragrande maggioranza delle esperienze nella scuola media riguardano i robot Lego Mindstorms: la massiva adozione di questa linea di prodotti non sorprende viste le particolari caratteristiche e il 'retroterra' culturale ed educativo che la contraddistinguono. Presentiamo ora un paio di unità didattiche che fanno uso di Mindstorms NXT come esemplificazione di obiettivi didattici ragionevoli per questo livello di scuole e di un approccio costruzionista.

Un problema di controllo automatico di un veicolo basato su *planning* del percorso

Contesto

Nella realtà esistono metropolitane senza guidatore che vengono fatte fermare presso le stazioni di cui si conoscono le mutue distanze.

Problema

Simulare una metropolitana senza guidatore con un robot in grado di muoversi in linea retta e di fermarsi in posizioni che hanno distanze note.

Punto di partenza

- Conoscenza del contesto;
- Conoscenza dei parametri in gioco (velocità, tempo, distanza tra le stazioni);
- Si assume che gli alunni abbiano già accettato il fatto che, ad una certa potenza applicata al servomotore dello NXT, corrisponda una velocità angolare in prima approssimazione costante che, con la presenza di ruote di diametro noto, si traduce in una velocità lineare costante del robot.

Domanda fondamentale

Come riesce il robot a percorrere distanze prestabilite?

Costruzione

La forma del robot non ha una grande importanza: si tratta di costruire una istanza di una *classe* di robot equivalenti in quanto in grado di muoversi in linea retta con velocità controllabile (l'esempio proseguirà assumendo un solo motore; con due motori si devono applicare ad entrambi gli stessi parametri di comando)

Esplorazione

Viene preparato un percorso con stazioni a 50 cm di distanza l'una dall'altra. Immaginando di fissare una potenza *PMoto* costante al motore, gli alunni sono messi di fronte alla scelta di regolare il tempo di ciascuna tratta oppure i gradi che deve compiere il motore. Un gruppo potrebbe lavorare con il tempo, un altro con i gradi (per motivi costruttivi solitamente la soluzione che fissa i gradi è più precisa di quella che usa il tempo). In entrambi i casi ci si può attendere che essi procedano per tentativi, cercando di risolvere il problema per intanto sulla prima tratta. Ragionando con i gradi, detto *GTratta* il numero di gradi corrispondente ad una tratta, risulta agevole pensare di ripetere per il numero di tratte previste lo stesso comando essendo le distanze tra due stazioni successive eguali.

In una fase successiva si chiede agli alunni di modificare i percorsi, imponendo un valore diverso alla distanza tra le stazioni secondo una progressione crescente (per esempio 70, 100, 120, 150), e ricavare la corrispondente quantità di gradi per ogni tratta, prendendone nota.

Analisi

Agli alunni viene chiesto di predisporre i dati su una tabella, che potrebbe avere l'aspetto di tab. 1.5.1 (i valori sono indicativi).

Fase	Distanza	Gradi motore
1	50	1033
2	70	1450
3	100	2070
4	120	2482
5	150	3106

Tab. 1.5.1. – Analisi tabellare degli spostamenti lineari del robot

Successivamente riportano i valori su un grafico (fig. 1.5.1).

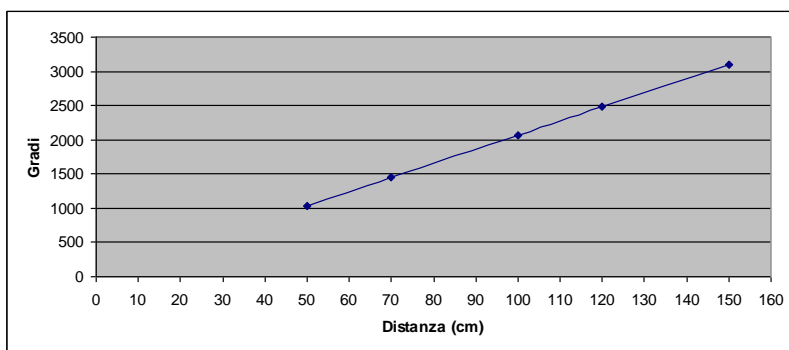


Fig. 1.5.1. – Grafico degli spostamenti lineari del robot

L'osservazione dell'andamento dovrebbe suggerire che la velocità è costante. Se quindi c'è una proporzione tra distanza e gradi motore, ogni centimetro sul percorso nel primo caso richiede:

$$\text{gradi motore/cm} = 1003/50 = 20.66$$

Se si effettua lo stesso calcolo con gli altri casi si ottengono i dati di tab. 1.5.2 che può utilmente dar conto delle imprecisioni fisiche. Quindi, con una certa approssimazione, gli alunni possono dedurre che 20.7 siano i gradi necessari per

centimetro di movimento lineare. Se questa valutazione viene fatta dal gruppo che utilizzava il tempo, il rapporto fornisce in quel caso il numero di secondi (con frazione) per unità di spazio, che è poi l'inverso della velocità.

Fase	Distanza	Gradi motore	Rapporto
1	50	1033	20,66
2	70	1450	20,71
3	100	2070	20,70
4	120	2482	20,68
5	150	3106	20,71

Tab. 1.5.2. – Rapporto gradi del motore / spostamento

Programmazione

Il programma definitivo è a questo punto piuttosto semplice (fig. 1.5.2): un ciclo ripetuto per il numero di tratte t del percorso con una breve sosta su ciascuna stazione.



Fig. 1.5.2. – Il programma e i parametri del comando *Motore*

Generalizzazione

Il problema viene ora spostato in termini più generali chiedendo agli alunni come fare se le stazioni non sono alla stessa distanza l'una dall'altra. Partendo dalla nuova consapevolezza della relazione di proporzionalità tra gradi impostati e distanza percorsa, gli alunni sono invitati a pensare un nuovo 'comando', una procedura con un parametro, che abbia la semantica di 'muoviti per n centimetri. In NXT-G questo corrisponde alla creazione di un blocco utente che chiameremo *MuoviPerDistanza* con parametro di ingresso n (in centimetri). Gli alunni comprendono subito la necessità di elaborare il

parametro con un calcolo che realizza la trasformazione (lineare) tra centimetri e gradi già nota.

Problema derivato

Come si può eseguire con un minimo di precisione la moltiplicazione per un numero con decimali disponendo di un ‘calcolatore intero’ qual è, tra le altre cose, il brick di NXT (almeno prima della versione 2.0)? Qui gli alunni sono invitati ad osservare che, disponendo dei decimali, risulta ad esempio:

$$51 * 20.7 = 1055.7$$

mentre risulta troncando il decimale:

$$51 * 20 = 1020$$

con un errore assoluto di circa 35 e un errore relativo:

$$(1055.7 - 1020) / 1055.7 * 100 \% = 3.38 \%$$

Basta poi osservare che $20.7 = 207/10$ e quindi si tratta di effettuare una opportuna modifica di scala ed eseguire un’unica divisione alla fine. Risulta allora:

$$(51 * 207) / 10 = 10557 / 10 = 1055 \text{ (o } 1056)$$

con un errore più che accettabile. Ne consegue il seguente blocco NXT-G (fig. 1.5.3).

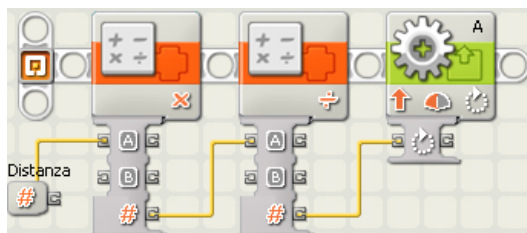


Fig. 1.5.3. – Il sottoprogramma *MuoviPerDistanza*

Ora il percorso è riconducibile alla sequenza di t comandi *MuoviPerDistanza*, (fig. 1.5.4) ciascuno con la relativa distanza di tratta (volendo si poteva inserire anche l’attesa in *MuoviPerDistanza*).



Fig. 1.5.4. – Il programma che utilizza i sottoblocchi

Validazione e consolidamento

Eseguendo l'intero programma l'alunno può verificare la correttezza delle ipotesi e della procedura. La procedura realizzata potrebbe tradursi in un *building block* riutilizzabile in altri progetti successivi. Un passo ulteriore potrebbe essere quello di acquisire il numero di tratte e la sequenza di distanze da un file, precaricato sul *brick*, con un ulteriore livello di generalizzazione.

Generalizzazione per una nuova classe di problemi

Cosa succede ora se si cambia il raggio delle ruote? Oppure se si vuole poter impostare la velocità di trasferimento tra le stazioni (cioè la potenza dei motori)? Nasce una nuova classe generale di problema nella quale si aggiungono alcuni parametri che nel primo esempio erano costanti del problema.

Realizzazione di un profilo di moto basato su sensore di distanza

Contesto

Se vogliamo osservare da vicino un oggetto che vediamo in lontananza, dapprima ci avviciniamo ad esso con passo normale, quando siamo in prossimità procediamo più lentamente fino ad arrivare abbastanza vicini all'oggetto. Rimaniamo fermi un po', poi ce ne andiamo.

Problema

La serie di comportamenti sopra descritti si spiega da sola ma, volendola imitare, va tradotta in sottoazioni svolte dal robot. Supponiamo di avere l'oggetto davanti al robot in linea retta e di misurare la distanza dall'oggetto con il sensore ad ultrasuoni.

Punto di partenza

- L'esperienza precedente consente all'alunno di dominare i parametri in gioco;
- Il problema fissa le diverse fasi dell'azione complessiva.

Domande fondamentali

Quante sono le fasi diverse? Come si passa dall'una all'altra?

Costruzione

Anche in questo caso va montato un robot che si muove in linea retta con il sensore sonar orientato in avanti.

Esplorazione/Analisi

Si riconoscono 4 fasi: avvicinamento da lontano, avvicinamento in prossimità, sosta, allontanamento. L'insegnante può chiedere agli alunni di costruire una specie di diagramma di stato (fig. 1.5.5) con le 4 fasi in successione, cercando di identificare chiaramente la condizione che fa passare da una all'altra.

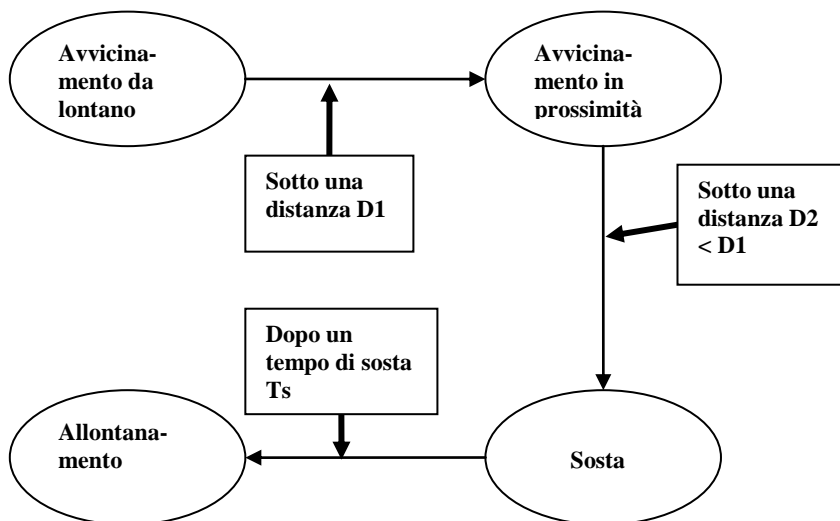


Fig. 1.5.5 – Diagramma di stato

L'insegnante può poi chiedere di rappresentare graficamente (fig. 1.5.6) la posizione del robot nel tempo secondo un andamento che sia coerente con le specifiche.

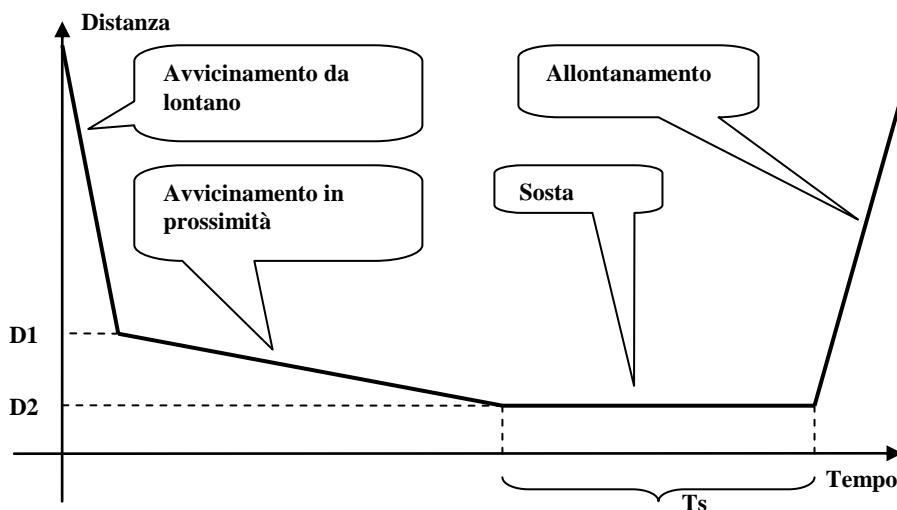


Fig. 1.5.6 – Rappresentazione grafica del moto

Pertanto il primo movimento termina sulla base del valore $< D1$ della distanza, il secondo sulla base del valore $< D2$; il terzo invece dopo un intervallo temporale, il quarto è di scarso interesse.

Programmazione

Il linguaggio NXT-G consente di mantenere gli effetti di un comando dato ai motori momentaneamente senza limiti o della condizione di fermo attendendo nel programma sulla base del valore di un sensore o del tempo (un comando di moto può anche essere direttamente corredato della sua durata temporale) (fig. 1.5.7).



Fig. 1.5.7. – Il programma e i parametri del comando *Attendi*

Si noti la diversa potenza applicata nei due comandi di moto di avvicinamento.

Generalizzazione

Analogamente a quanto fatto nell'esperienza precedente, è possibile definire in un unico macro-comando tutta la fase di avvicinamento ponendo come parametri di ingresso le due soglie $D1$ e $D2$, le due potenze (quella di avvicinamento da lontano e allontanamento, e quella di avvicinamento in prossimità), il tempo di sosta.

Scuola secondaria superiore

Malgrado i suoi limiti di precisione, l'architettura Mindstorms NXT è sufficientemente articolata da consentire ad un insegnante di questo livello scolastico di progettare e proporre esperienze dove mettere in gioco le aumentate capacità analitiche e astratte degli studenti di questa età in un'ottica costruzionista più avanzata. Anche qui vengono suggerite, a fini esemplificativi,

alcune esperienze con una succinta descrizione dell'obiettivo didattico e del percorso di sviluppo.

Autodeterminazione della propria posizione

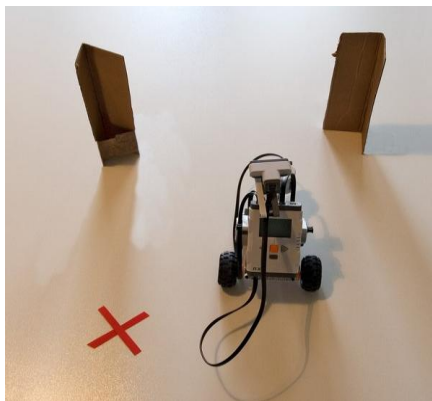


Fig. 1.5.8 – L'autoposizionatore

In questa esperienza (fig. 1.5.8) il robot viene posto inizialmente in una posizione non nota davanti a due ostacoli visibili. Dei due ostacoli fissi si conoscono le coordinate rispetto ad un piano cartesiano prefissato. Il robot monta il sensore ad ultrasuoni collegato ad un motore in modo da poter esplorare la scena avanti a sé entro un certo angolo. Muovendo a sinistra e a destra la testa sonar vengono valutate le distanze del robot da ciascuno dei due ostacoli. Da queste e dalla conoscenza della posizione degli ostacoli il robot deve ricavare la propria posizione.

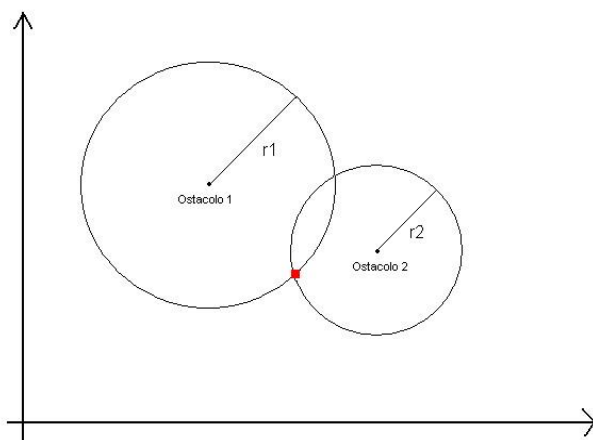


Fig. 1.5.9 – Soluzione analitica dell'autoposizionatore

Come fa vedere la fig. 1.5.9, dette $r1$ e $r2$ le due distanze dagli ostacoli, l'analisi del problema rivela che il robot deve trovarsi ad uno dei due incroci delle due circonferenze centrate ciascuna nella posizione di un ostacolo e aventi raggio rispettivamente $r1$ e $r2$. Se si conosce la rappresentazione analitica delle due circonferenze, la soluzione si ottiene risolvendo il sistema delle due equazioni che rappresentano le dette circonferenze (esistono in letteratura metodi semplificativi a tale scopo che l'insegnante può proporre). La scelta della giusta intersezione può essere basata su una semplice euristica; in alternativa, si possono disporre 3 ostacoli e usare quindi 3 circonferenze che hanno intersezione unica (anche se questo secondo metodo probabilmente amplifica gli errori di misura).

L'insegnante può però proporre un metodo alternativo, particolarmente interessante dal punto di vista informatico, che ricerca la soluzione per approssimazioni successive (fig. 1.5.10). Si parte da una posizione ipotetica, si calcolano analiticamente le due distanze di questo punto da ciascuno dei due ostacoli e si confrontano queste distanze calcolate con quelle misurate dal robot. Sulla scorta di questo confronto, il punto-candidato viene spostato di una certa quantità (piccola) nel verso giusto: così il punto si avvicina alla effettiva posizione del robot e il procedimento viene ripetuto da questa nuova posizione. Quando la differenza delle distanze scende sotto una certa soglia, si stabilisce che la posizione calcolata approssima sufficientemente la posizione del robot, e il procedimento termina.

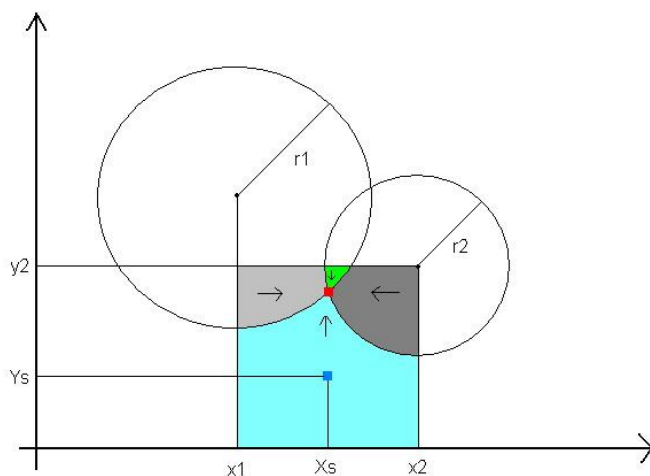


Fig. 1.5.10 – Soluzione numerica per approssimazioni successive

Una volta determinata la posizione del robot, lo si può far muovere, per esempio con un percorso parallelo agli assi, per raggiungere una posizione obiettivo con

sufficiente precisione, posto che si controlli con altrettanta sufficiente precisione lo spazio percorso nei movimenti lineari e le rotazioni di 90° del robot. In merito a quest'ultimo problema, è possibile anteporre, ad una esperienza come questa, la caratterizzazione precisa del rapporto tra velocità angolare dei motori e potenza applicata, da cui consegue una determinata velocità lineare del robot determinata mediante formule non eccessivamente complicate che riguardano angoli misurati in radianti, segmenti, velocità angolari e lineari. Analogamente questa caratterizzazione consente di ricavare la relazione tra angolo eseguito dalle ruote e angolo eseguito dal robot nella rotazione che avviene attorno al punto medio dell'asse delle ruote, se si fanno girare i due motori, uno per ruota, con velocità angolari una opposta all'altra.

Stima della distanza tra due oggetti

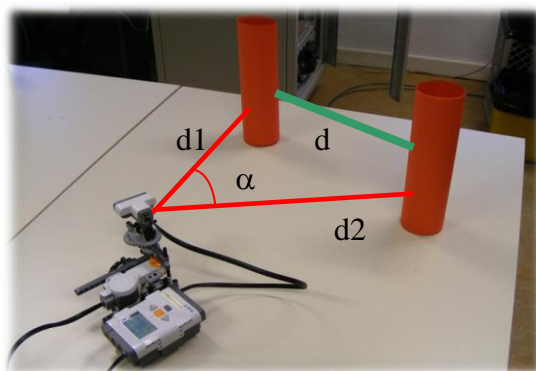


Fig. 1.5.11 – Stima della distanza tra due oggetti

Immaginando di montare il sonar su un motore come nell'esperienza precedente, si voglia stimare la mutua distanza tra due oggetti visibili (fig. 1.5.11). Dette $d1$ e $d2$ le distanze dei due oggetti misurate dal sonar e α l'angolo tra i due segmenti congiungenti la testa sonar e gli oggetti, che può essere misurato utilizzando il sensore di rotazione integrato nel servomotore oppure la bussola magnetica, la distanza d tra gli oggetti si può ricavare analiticamente dal teorema del coseno:

$$d^2 = d1^2 + d2^2 - 2 \cdot d1 \cdot d2 \cdot \cos \alpha$$

Il calcolo può essere eseguito *a mano*, visualizzando le misure di $d1$, $d2$ e α sul display del *brick* oppure può essere direttamente eseguito dal robot (il linguaggio NXC già dispone delle funzioni trigonometriche, opportunamente scalate, come funzioni di libreria; appositi blocchi di estensione possono essere anche importati nell'ambiente NXT-G).

Determinazione della costante di una molla

Questo esempio fa vedere come è possibile predisporre una base sperimentale realizzabile con semplici mezzi direttamente dagli studenti, in cui lo NXT diventa il componente intelligente per la parte di acquisizione ed elaborazione dei dati. Si pensi di appendere ad un punto fisso una molla di cui valutare il coefficiente caratteristico. All'altro capo della molla viene montato un imbuto cui è fissato un anello di cartone (fig. 1.5.12). Si pensi ora di 'gettare' nell'imbuto uno dopo l'altro (meglio se lo fa il robot stesso con una specie di benna o con un piccolo nastro trasportatore) alcuni mattoncini o altro tipo di oggetti di peso noto. Dopo ogni aggiunta l'elongazione della molla viene misurata in termini di distanza dal sensore sonar, posto al di sotto dell'imbuto, misura riferita al pannellino di cartone che fa da ostacolo. A questo punto è possibile analizzare i dati misurati (forza applicata dal peso dell'imbuto e dei mattoncini) ed elongazione e ricavare sperimentalmente la legge di Hooke $F = -kx$, desumendo il valore di k . Si può anche verificare, in questo modo, a partire da quale elongazione l'approssimazione lineare non è più sufficiente e compaiono i fattori di ordine superiore.



Fig. 1.5.12 – Stima della costante di una molla

Studio dell'effetto doppler

Il robot può emettere un suono periodico di frequenza impostabile. Se si pensa di farlo transitare a velocità lineare costante davanti ad un microfono (fig. 1.5.13) che registra il suono percepito su un PC, se ne può fare successivamente un'analisi e ricavare da essa una stima della velocità del robot. Infatti, detta f_0 la frequenza emessa, f la frequenza percepita, v la velocità del suono nell'aria e v_r

la velocità relativa (con segno) tra ascoltatore fisso e oggetto in movimento (microfono e robot nel nostro caso), vale la formula:

$$f = f_0 \cdot v / (v - v_r)$$

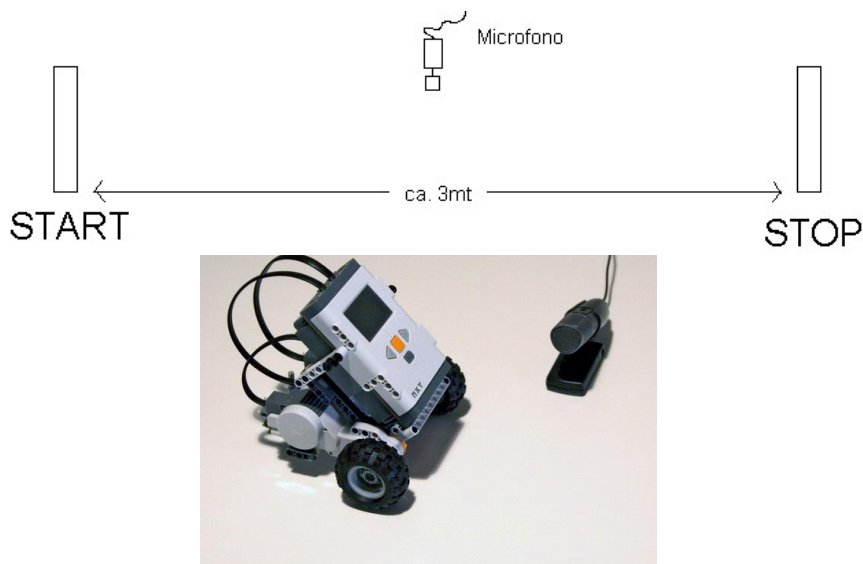


Fig. 1.5.13 – Studio dell’effetto doppler

Quando l’oggetto è lontano la velocità relativa coincide grossomodo con la velocità del moto dell’oggetto. La variazione di frequenza è piuttosto contenuta. Ad esempio, con $v = 333.3$ m/s, $f_0 = 3000$ Hz, $v_{rMAX} = 0.4$ m/s si ottiene una differenza tra massima e minima frequenza percepite di pochi Hz. L’analisi va quindi eseguita con appositi *tool* su PC in grado di discriminare simili piccole variazioni: uno di questi è *Spectrum Laboratory* (<http://freenet-homepage.de/dl4yhf/spectral.html>). Dall’osservazione dei grafici prodotti si può desumere frequenze percepite minima e massima e da queste ricavare la velocità del robot (fig. 1.5.14).

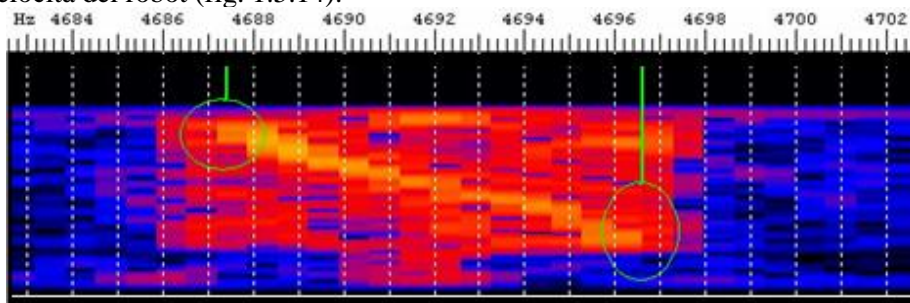


Fig. 1.5.14 – Determinazione delle frequenze estreme

“L’ombra”

Si supponga di illuminare, con una sorgente abbastanza puntiforme, un ostacolo che produca sul piano, dalla parte opposta rispetto alla sorgente, un’ombra abbastanza definita. Un robot dotato di un sensore luminoso diretto verso il basso e di un sonar diretto verso l’oggetto, muovendosi verso quest’ultimo va alla ricerca del limite dell’ombra e, lì fermatosi, misura in quella situazione la distanza dall’oggetto (fig. 1.5.15)

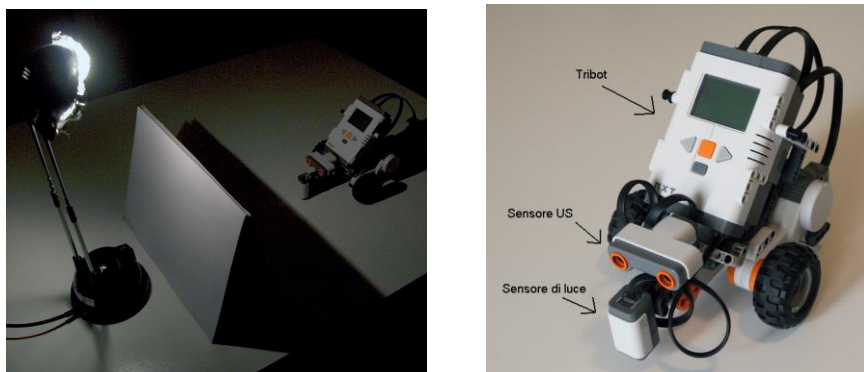


Fig. 1.5.15 – “L’ombra”

Nota l’altezza della sorgente luminosa (Y_S) e quella dell’oggetto (Y_O), dalla misura del robot ($X_p - X_0$) si può ricavare la distanza non nota ($X_0 - X_S$) luce-oggetto attraverso l’applicazione della similitudine tra triangoli rettangoli (fig. 1.5.16). Infatti risulta dai triangoli T1 e T2 rettangoli simili:

$$(X_p - X_0) / Y_O = (X_0 - X_S) / (Y_S - Y_O)$$

$$(X_0 - X_S) = (X_p - X_0) \cdot (Y_S - Y_O) / Y_O$$

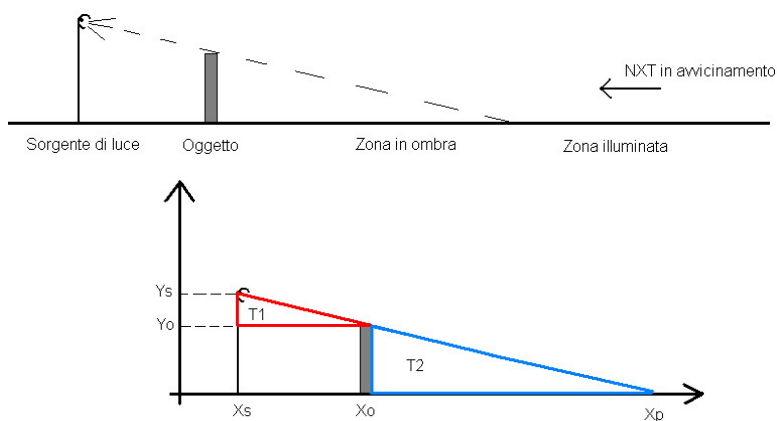


Fig. 1.5.16 – Si sfrutta la similitudine di triangoli rettangoli

Moto secondo un profilo spazio/velocità

Si supponga di regolare la potenza applicata ai motori in un moto lineare di avvicinamento verso un ostacolo secondo un determinato profilo spazio/velocità. Ad esempio, pensiamo ad un profilo lineare che riduca la potenza (e quindi la velocità) da 100 a 0 passando da una distanza dall'oggetto da 100 cm a 10 cm. Ricordando che l'equazione generale di una retta che passa per due punti è data da $(y-y_1) / (y_2-y_1) = (x-x_1) / (x_2-x_1)$, il nostro profilo risulta (fig. 1.5.17):

$$(\text{Pot}-0) / (100-0) = (\text{Dist}-10) / (100-10)$$

$$\text{Pot} = (10/9) \cdot (d-10)$$

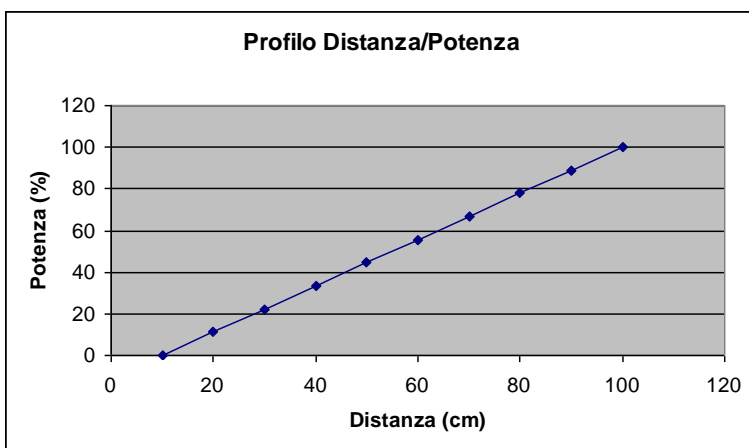


Fig. 1.5.17 – Profilo spazio/potenza lineare

Se consideriamo $t_0=0$ l'istante di inizio del moto ad una distanza di 100 cm, qual è l'andamento nel tempo del moto? Diversamente da quello che potrebbe sembrare a prima vista, il moto è complesso. Da un punto di vista analitico, se più in generale viene imposta una relazione distanza s /velocità v del tipo:

$$v = ds/dt = k \cdot (s-s_0)$$

questa è in effetti una equazione differenziale del primo ordine, che è uno strumento matematico di livello universitario. Una famiglia di primitive, soluzione dell'equazione, è data da:

$$s = k_1 e^{k_2 t}$$

Quindi il moto è (sorprendentemente) di tipo esponenziale a velocità decrescente. L'aspetto interessante dell'esperienza è che può essere realizzata in modo semplice senza alcuna conoscenza della relazione analitica perché è immediato ricavare dal dato letto dal sensore il valore di potenza attraverso una

semplice relazione lineare, applicarlo al motore, e poi osservare che accade. L'insegnante può suggerire dall'osservazione il tipo di moto cui il robot è soggetto (in questo potrebbe essere aiutato dall'acquisizione dei dati di distanza dal sonar) e poi verificare che il moto esponenziale verifica il profilo imposto.

Altrettanto interessante potrebbe essere invece calcolare il profilo distanza/potenza che genera un moto uniformemente decelerato. Detta a l'accelerazione (costante) da imporre nel moto, le equazioni per la velocità e la distanza sono:

$$v = v_0 + a \cdot t \qquad s = s_0 + v_0 \cdot t + 0.5 \cdot a \cdot t^2$$

Ricavando t dalla prima equazione e sostituendolo nella seconda, si ottiene la relazione distanza/velocità:

$$\begin{aligned} t &= (v - v_0) / a \\ s &= s_0 + (v_0 \cdot v / a - v_0^2 / a) + (0.5/a) \cdot (v^2 + v_0^2 - 2 \cdot v_0 \cdot v) = \\ &= s_0 - (0.5/a) \cdot v_0^2 + (0.5/a) \cdot v^2 \\ v^2 &= v_0^2 - 2 \cdot a \cdot s_0 + 2 \cdot a \cdot s \\ v &= - \text{radiceQuadrata} (v_0^2 - 2 \cdot a \cdot s_0 + 2 \cdot a \cdot s) \end{aligned}$$

Delle due soluzioni della semplice equazione di secondo grado finale si tiene quella negativa qual è la velocità per tutto il moto studiato. L'accelerazione da applicare (positiva in modo da ridurre il modulo della velocità che è negativa) dipende dalle condizioni al contorno; se in s_f si vuole fermare il robot, risulta:

$$\begin{aligned} v_f^2 &= 0 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot s_0 + 2 \cdot a \cdot s \\ a &= v_0^2 / (2 \cdot (s_0 - s_f)) \\ v &= - \text{radiceQuadrata} (v_0^2 \cdot (s - s_f) / (s_0 - s_f)) \end{aligned}$$

Detto $k_{pv} = \text{Pot} / v$ il rapporto (stimabile) tra velocità dei motori e potenza applicata, nelle stesse ipotesi fatte prima di potenza e distanza iniziali e finali ($P_0=100$, $P_f=0$, $s_0=100$, $s_f=10$, $v_f=0$), si ottiene (il segno negativo della potenza sta a ricordare il verso di rotazione corrispondente ad un avvicinamento):

$$\begin{aligned} a &= (v_f - v_0) / t_f = (0 - k_{vp} \cdot 100) / t_f = - k_{vp} \cdot 100 / t_f \\ \text{Pot} &= k_{pv} \cdot v = \\ &= - k_{pv} \cdot \text{radiceQuadrata} ((100 / k_{pv})^2 (s - 10) / 90) = \\ &= - \text{radiceQuadrata} (100^2 \cdot (s - 10) / 90) \end{aligned}$$

Concludendo il moto uniformemente decelerato richiede che si imponga un profilo distanza/potenza che ha l'andamento di una radice quadrata (fig. 1.5.18).

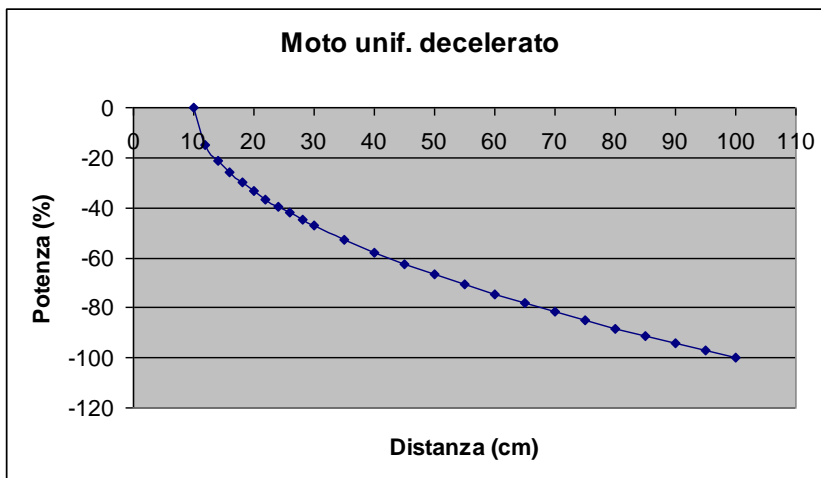


Fig. 1.5.18 – Profilo spazio/velocità nel caso di moto uniformemente decelerato

Le esperienze con Lego Mindstorms presentate in questo capitolo testimoniano della varietà di competenze coinvolte nei campi della matematica, della logica, della geometria, della trigonometria, dell’acustica, solo per citarne alcune. Ci si aspetta che i robot di prossima generazione, ed in particolare gli umanoidi, possano ampliare ulteriormente lo spettro di competenze collegate e potenziare il valore educativo di queste architetture robotiche.

1.6 Robotica e informatica nella didattica per competenze

In quest’ultima sezione dell’introduzione vorremmo mettere in relazione le esperienze che vengono successivamente presentate, e quelle che sono state esemplificate nelle sezioni che precedono, con una riflessione che recentemente ha assunto un’importanza strategica nella attualizzazione dei curricula, ovvero la cosiddetta ‘didattica per competenze’. La rilevanza dell’innovare il curriculum attraverso un ripensamento in termini di competenze della didattica dei diversi assi culturali è stata ben evidenziata ed esemplificata nella pubblicazione ‘Nuovo obbligo di istruzione e didattica per competenze: le scuole padovane in rete per l’innovazione del curriculum’ [Rif. 1.21]. Raccogliendo i risultati di una attività progettuale della ‘comunità professionale’ degli insegnanti coinvolti all’interno della Rete di Scuole padovane, e con il supporto di un Laboratorio

Interateneo di Ricerca Educativa e Didattica, la pubblicazione fornisce gli elementi per uno sviluppo del lavoro dell'educatore verso una più incisiva integrazione di conoscenze, abilità, competenze, saperi teorici ed operativi.

L'argomento *competenze* è anche ampiamente trattato nella recente pubblicazione dell'Ufficio scolastico regionale del Veneto [Rif. 1.22] ed in particolare dall'intervento 'Didattica delle competenze per una formazione efficace' [Rif. 1.23]. Secondo l'autrice di quest'ultimo è degna di particolare nota la visione per la quale competenza è mobilitazione efficace della persona di fronte ai problemi, punto di vista che è in armonia con le più recenti direttive emanate dal Consiglio e dal Parlamento europei. Si passa pertanto da un insieme di competenze disciplinarizzate ad una visione più unitaria dove la parola è al singolare, competenza, per significare l'unitarietà di questo 'saper agito' che coinvolge l'intera sfera personale delle conoscenze e delle abilità. In altri termini si passa dai tre saperi fondamentali (sapere, saper fare e saper essere) ad un singolo "saper agire" e [reagire]".

In una didattica per competenze si deve superare la semplice trasmissione del sapere offrendo allo studente occasioni per risolvere problemi insieme alla assunzione di compiti ed iniziative autonome. Ciò richiede di strutturare unità di lavoro inter-disciplinari centrate sulla competenza. Pertanto non si deve commettere l'errore di pensare che le competenze siano qualcosa di nuovo o di diverso da insegnare. Ciò che cambia è la modalità con cui si organizza tutto l'insegnamento. I docenti devono anche maturare la consapevolezza che la loro disciplina è al servizio della costruzione di competenze diverse.

La competenza non esiste fino a quando non viene praticata in un contesto significativo. Anche se si può ottenere una migliore applicazione del sapere in un contesto reale, e da questo punto di vista le iniziative di alternanza scuola-lavoro offrono condizioni particolarmente efficaci, cionondimeno le attività di laboratorio a scuola riescono a stimolare l'autonomia degli studenti al fine di gestire situazioni complesse.

Nelle conclusioni ai lavori di Lisbona del Parlamento Europeo del 2000 si indicano 3 obiettivi principali: definizione di competenze chiave; innalzamento dei livelli di istruzione e allargamento dell'educazione permanente; riconoscimento degli apprendimenti non formali e informali nell'ambito di quelli formali. Il lavoro di definizione delle competenze chiave si è successivamente concretizzato nel proporre le seguenti otto come competenze chiave per la cittadinanza europea (fig. 1.6.1):

1. comunicazione nella madrelingua;

2. comunicazione nelle lingue straniere;
3. competenza matematica e competenza di base in scienza e tecnologia;
4. competenza digitale;
5. imparare ad imparare;
6. competenze sociali e civiche;
7. spirito di iniziativa e imprenditorialità;
8. consapevolezza ed espressione culturale.

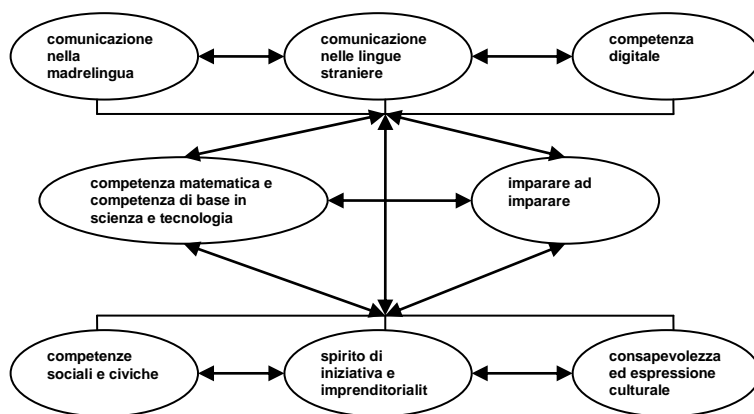


Fig. 1.6.1 – Il reticolo delle competenze

Anche nel successivo Quadro Europeo delle Qualifiche (EQF) [Rif. 1.24] si sottolinea l'esigenza di promuovere la convalida dell'apprendimento non formale e informale, soprattutto per gli studenti che manifestano difficoltà secondo i criteri di valutazione tradizionali. È rimarchevole che in questa raccomandazione, assieme alle definizioni di conoscenza e abilità, la competenza venga vista come comprovata capacità di utilizzare conoscenze e abilità in situazioni operative ma anche capacità personali, sociali e metodologiche, applicando *responsabilità ed autonomia*. Come si vede una definizione che include un significativo valore etico: infatti responsabilità e autonomia danno concretezza alla cittadinanza attiva e all'inclusione sociale.

Le competenze forniscono il significato dell'istruzione e forti motivazioni alle abilità praticate, alle nuove conoscenze e più in generale ai contenuti didattici. Una didattica per competenze attira maggiormente l'interesse degli studenti e, travalicando i rigidi confini di divisione disciplinare, fornisce stimoli per mobilitare le loro risorse personali. Poiché un curriculum basato sulle otto competenze chiave manifesta una maggiore coerenza interna, esso promuove un sapere consapevole in una prospettiva etica.

Dopo questo succinto inquadramento del concetto di competenza e di competenze, si può osservare la stretta attinenza esistente con l'approccio costruttivista/costruzionista illustrato nelle sezioni precedenti. Infatti attività laboratoriale, autonomia, responsabilità, creazione di artefatti, modalità induttive e collaborative di apprendimento, ben si sposano con la visione incentrata sulla competenza come saper agito.

Nello specifico delle attività laboratoriali di informatica e di robotica, va osservato che un laboratorio di informatica non può essere ridotto alla semplice acquisizione di capacità operative con il computer e i suoi linguaggi e software, né si può limitarne lo spettro d'influenza alla sola competenza digitale, che pur ne costituisce elemento cardine. L'uso del computer, nella sua accezione più ampia, che include tutte le diverse espressioni della tecnologia digitale, è oggi assolutamente pervasivo. Esso trova applicazione nei contesti più diversi e quindi unità didattiche ben progettate possono stimolare la maggior parte delle competenze di base oltre che quella digitale. Queste esperienze trovano inoltre maggiore ricchezza se coinvolgono nella progettazione i docenti di diverse discipline e non solo l'insegnante 'tecnologico'.

Per quanto riguarda la robotica, si è già visto nelle sezioni precedenti che essa, in ambito didattico, presenta alcune caratteristiche che la rendono uno strumento flessibile e stimolante per promuovere la maggior parte delle competenze di base: multidisciplinarietà, attrattiva, costruzione di artefatti 'intelligenti', collegamenti con la letteratura ed il cinema, ecc. Ancora una volta l'enfasi si sposta su una meditata progettazione delle unità didattiche che vedono nella realizzazione del robot e del suo programma solo un aspetto strumentale per il raggiungimento degli obiettivi educativi nell'ambito delle competenze che si vogliono stimolare.

Entrambe le discipline, robotica ed informatica, per altro come abbiamo visto intimamente connesse, forniscono quei mediatori didattici (attivi, iconici, analogici e simbolici) che sono ritenuti necessari per differenziare le modalità di apprendimento, comprese quelle non formali. Di pari passo occorre naturalmente aggiornare i metodi di valutazione che consentano di misurare ad ampio spettro i diversi modi dell'apprendere tenendo conto delle attitudini e dei bisogni personali dei singoli studenti. L'unitarietà del sapere che in questo modo si ottiene rende anche più esplicito a tutti gli attori in gioco (studenti, docenti, famiglie) il significato dell'istruzione e mira alla costruzione di individui *competenti* onde favorire sia lo sviluppo individuale che quello sociale.

Riferimenti del capitolo 1

- [1.1] Rocard, M et al. (2007) Science Education NOW: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission, Directorate-General for Research, Information and Communication Unit.
- [1.2] Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2008). PISA 2006 Technical Report.
- [1.3] Aclufi, A. et al. (2005), Doing Science: the process of scientific inquiry, NIH Curriculum Supplement Series 6-8, Colorado Springs, CO,.
- [1.4] National Research Council (1996), National Science Education Standards (NSES), Washington, DC: National Academy Press.
- [1.5] Resnick, M., Bruckman, A., and Martin, F. (1996a). Planos not stereos: Creating computational construction kits. ACM Interactions. September/October 1996.
- [1.6] Mataric, M. (2004). Robotics Education for All Ages, Proceedings, AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education, Palo Alto, CA, Mar 22-24, 2004.
- [1.7] Druin, A., Hendler, J. (eds) (2000) Robots for kids: exploring new technologies for learning experiences. Morgan Kaufman/Academic Press, San Francisco.
- [1.8] Arlegui, J. Menegatti, E., Moro, M., Pina, A. (2008). Robotics, Computer Science curricula and Interdisciplinary activities, Workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS, Venice(Italy) 2008 November,3-4, ISBN 978-88-95872-01-8, pp. 10-21.
- [1.9] Papert, S. (1980). Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas. New York: Basic books.
- [1.10] diSessa, A. (2000). Changing minds, computers, learning and literacy. Cambridge, MA: MIT Press.
- [1.11] Resnick, M., Berg, R. and Eisenberg, M. (2000) Beyond Black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation, Journal of the Learning Sciences, (9) 7-30.
- [1.12] Mor, Y., Hoyles, C., Kahn, K., Noss, R. and Simpson, G. (2006) Designing to see and share structure in number sequences, International Journal for Technology in Mathematics Education, 13, 65-78.
- [1.13] Kynigos, C. (2004). A Black-and-white-box Approach to User Empowerment with Component Computing, Interactive Learning Environments, Carfax Pubs, Taylor and Francis Group, Vol. 12, Nos. 1-2, 27-71.
- [1.14] Kafai Y., Resnick M. (Eds) (1996) Constructionism in Practice, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Mahwah, New Jersey.

- [1.15] Kynigos, C. (1995). Programming as a Means of Expressing and Exploring Ideas in a Directive Educational System: Three Case Studies. Computers and Exploratory Learning, diSessa, A, Hoyles, C. and Noss, R. (eds), Springer Verlag NATO ASI Series, 399-420.
- [1.16] Resnick, M., Martin, F. G., Sargent, R., & Silverman, B. (1996). Programmable bricks: Toys to think with. IBM Systems Journal, 35(3&4), 443-452.
- [1.17] Resnick, M. (2006). Computer as Paintbrush: Technology, Play, and the Creative Society. In Singer, D., Golikoff, R., and Hirsh-Pasek, K. (eds.), Play = Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth. Oxford University Press.
- [1.18] Martin, F., Mikhak, B., Resnick, M., Silverman, B. and Berg, R. (2000). To Mindstorms and Beyond: Evolution of a Construction Kit for Magical Machines, Morgan Kaufmann Series In Interactive Technologies, Robots for kids: exploring new technologies for learning, Pages: 9 – 33.
- [1.19] De Michele, S., Demo, B., Siega, S. (2008). A Piedmont SchoolNet for a K-12 Mini-Robots Programming Project: Experiences in Primary Schools, Workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS, Venice(Italy) 2008 November,3-4, ISBN 978-88-95872-01-8, pp. 90-99.
- [1.20] Battegazzore, P. (2009) Bee-bot, fare robotica con un giocattolo programmabile a banalità limitata, Proceedings of the Didamatica 2009 Conference, Trento (Italia), 2009 April, 22-24, ISBN 978-88-8443-277-3.
- [1.21] AA.VV. (2009), *Nuovo obbligo di istruzione e didattica per competenze: le scuole padovane in rete per l'innovazione del curriculum*, Ufficio scolastico provinciale di Padova.
- [1.22] AA.VV. (2009), *Formare giovani autonomi e responsabili: la didattica per competenze in Veneto*, Ufficio Scolastico Regionale per il Veneto, 2009.
- [1.23] Da Re, F. (2009), Didattica delle competenze per una formazione efficace, in *Formare giovani autonomi e responsabili: la didattica per competenze in Veneto*, Ufficio Scolastico Regionale per il Veneto, 2009.
- [1.24] Unione Europea (2008), Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa all'istituzione di un Quadro Europeo delle Qualifiche per l'apprendimento permanente, Bruxelles, 23/4/2008.

2. Attività di Robotica al Severi

Sergio Mirandola

Sistemi Elettronici Automatici – I.T.I.S. “F. Severi” - Padova

2.1 Premessa

Ho scritto nel 2006²:

“La robotica, ovvero la nuova scienza, la chiave di volta della rivoluzione industriale e culturale dei prossimi anni, come lo è stato negli anni '80 il personal computer, si affaccia alle porte delle aule scolastiche.

La proposta, promossa a livello nazionale dal ministero dell'Istruzione, si pone l'obiettivo di diffondere questi nuovi saperi e di porli al servizio dell'apprendimento delle discipline tecniche.

Questi i principi fondanti: l'apprendimento attraverso attività di laboratorio: rispetto al tradizionale lavoro pratico, si è chiamati a operare nei settori elettronico, pneumatico, meccanico, informatico, telecomunicazioni attraverso modelli interdisciplinari e approcci globali; la centralità del fare, tramite il quale si acquisiscono competenze trasversali a molte discipline e si utilizza la tecnologia per la costruzione di macchine che lavoreranno in autonomia; la precocità dell'insegnamento: la robotica è proposta fin dalla scuola primaria come ausilio per apprendere i fondamenti delle tecnologie, mentre alla secondaria è insegnata in funzione di studio e di apprendimento di una molteplicità di discipline tecniche: la robotica insegna l'imparare a imparare. Robot a scuola si attiva attraverso una rete di 27 scuole, distribuite su tutto il territorio nazionale; l'ITIS “F. Severi” di Padova è l'istituto capofila. Le istituzioni partecipanti sono collegate on line attraverso appositi forum di discussione tramite i quali chi ha già conseguito risultati li rende disponibili, condividendoli con i colleghi e stimolando ricerca, creatività, sviluppo di nuove idee tecnologiche e di metodologie didattiche. L'auspicio è che l'esperienza possa proseguire in modo fecondo e svilupparsi negli anni a venire. “

2.2 L'attività dell'I.T.I.S. “Francesco Severi” nel coordinamento di reti di robotica

Nell'Istituto Tecnico Industriale “Francesco SEVERI” di Padova i progetti di automazione e di robotica hanno sempre avuto un'attenzione

² “Il sole 24 ore Scuola”: 21 apr.-4 Mag. 2006

particolare nel Piano dell'Offerta Formativa, in particolare nei corsi di elettronica, elettronica industriale ed informatica.

Ciò è stato favorito dalla presenza di docenti interessati a questo settore, di laboratori attrezzati, di software appositi con cui si sono progettate applicazioni specifiche centrate sulla realizzazione di circuiti di automazione robotica e dalla possibilità di simulare processi robotici attraverso l'utilizzo di un braccio antropomorfo in dotazione al laboratorio di robotica e automazione.

Nell'indirizzo elettronico la presenza di un centro di lavoro robotizzato ha stimolato l'acquisizione di competenze nel settore dell'automazione. Inoltre l'applicazione di controllori e di microcontrollori programmabili ha creato la necessaria predisposizione per l'evoluzione delle applicazioni verso i campi d'impiego specifici della robotica.

Dal 2004 al 2006 l'I.T.I.S. "F. Severi" è stato scuola capofila del progetto "Robot@Scuola" voluto e finanziato dal Ministero della Pubblica Istruzione (MIUR) in collaborazione con "Scuola di Robotica"(Genova). A questo progetto hanno partecipato 26 scuole, primarie e secondarie di primo e secondo grado di tutta Italia³.

A seguito di questo progetto l'Istituto "Severi" ha costruito, sviluppato e ampliato esperienze di utilizzo della robotica a supporto della didattica, per mezzo delle quali è stato maggiormente analizzato l'apporto positivo, dato da alcune tecnologie, allo sviluppo cognitivo degli alunni coinvolti.

Nel 2006 l'USR del Veneto ha ritenuto utile continuare l'esperienza di [Robot@Scuola](#) affidando all'I.T.I.S. "Francesco Severi" il coordinamento di una rete regionale sperimentale per l'applicazione della robotica a scuola; a questa rete hanno aderito scuole primarie e secondarie di primo e secondo grado delle province del Veneto.

³ Una sintesi del progetto Robot @ Scuola è riportata in appendice

2.3 Progetto per lo sviluppo verticale di una rete fra scuole del primo e del secondo ciclo per realizzare una sperimentazione di robotica nella Regione Veneto.



FINALITÀ

Lo scopo del progetto è la creazione di una rete di scuole primarie e secondarie di primo e secondo grado, coordinate dall'ITIS Severi di Padova, impegnate nello studio di fenomeni matematici, fisici e naturali attraverso l'impiego di semplici apparecchiature robotiche per diffondere contenuti relativi alla robotica, intesa come scienza multidisciplinare.

La scuola polo promuove, rivolgendosi a scuole delle province di Padova, Treviso, Vicenza e Venezia, iniziative riguardanti gli aspetti contenutistici e laboratoriali della robotica, tese a:

- consentire lo sviluppo di concetti, metodologie e strumenti tecnologici per indagare i processi di apprendimento, attraverso la realizzazione di creature artificiali che interagiscono in maniera autonoma con l'ambiente;
- diffondere la cultura robotica;
- presentare materiali e proposte didattiche che possano essere realizzate dai ragazzi con l'obiettivo futuro di realizzare un laboratorio di robotica;

Sarà creato uno spazio di costruzione attiva dove i ragazzi svolgeranno, con spirito di reciproca collaborazione, attività di costruzione di piccoli automi funzionanti. Questa per gli studenti sarà un'esperienza che riguarda il saper fare, anche con momenti ludici, e porterà pertanto uno stimolo forte all'apprendimento.

LINEE D'AZIONE

Gli istituti partecipanti al progetto si caratterizzano per la realizzazione di interventi mediante le seguenti azioni:

- ampliamento e miglioramento dell'offerta formativa in favore degli alunni
- progettazione e realizzazione di percorsi integrativi tra diversi sistemi formativi
- diffusione e sperimentazione didattica nelle scuole partecipanti alla rete e condivisione dei materiali didattici, favorendo lo scambio di esperienze fra i docenti delle scuole della rete
- contrasto della dispersione scolastica
- costituzione di una rete inizialmente limitata a poche scuole con successivo ampliamento, a seguito di finanziamenti futuri, e diffusione in una rete più estesa, favorendo in progress la costituzione di ulteriori reti

PARTNER – ATTORI

Scuola polo – capofila della rete territoriale

I.T.I.S. “Francesco Severi” - Padova

Scuole partner della rete territoriale

Provincia di Padova

Provincia di Venezia

Provincia di Vicenza

Provincia di Treviso

Provincia di Rovigo

MIUR - Direzione Generale Ufficio Scolastico Regionale del Veneto,

MIUR - Ufficio Scolastico Provinciale di Padova

DESTINATARI

- Docenti di scuola primaria
- Docenti di scuola secondaria di primo grado
- Docenti di scuola secondaria di secondo grado (coordinamento e consulenza)
- Alunni scuola secondaria di primo grado
- (Studenti scuola secondaria di secondo grado)

ATTIVITA' DEL POLO

Studio e progettazione, da parte della scuola polo di un complemento per l'avvio di conoscenze robotiche nelle prime classi della scuola primaria

Incontri operativi della scuola Polo con la scuola partner:

- presentazione del progetto
- rilevazione dei bisogni formativi delle scuole partner
- linee comuni progettuali,
- presentazione delle unità didattiche
- raccolta suggerimenti
- azioni territoriali.

Incontri/corsi di formazione

- Fenomeni fisici che ci si propone di studiare come applicazione della robotica
- Dispositivi di I/O: Sensori e attuatori
- Elementi di programmazione: kit e/o microprocessori
- Programmazione dei dispositivi

Acquisto dei prodotti di robotica e loro programmazione

Fase divulgativa e di diffusione della cultura robotica con Filmati, diapositive, schizzi, disegni,....

Fase realizzativa del progetto nelle classi delle scuole partner:

- Conoscenza dei concetti fondamentali della robotica
- Conoscenza software e hardware dell'apparecchiatura robotica
- Realizzazione di progetti di robotica per la soluzione di semplici problemi: ludici, fisici, ...

Presentazione dei risultati

RISORSE FINANZIARIE

I costi del progetto si riferiscono alle spese per l'acquisto di materiali e per il personale.

- Per scuola partecipante al progetto: acquisto Kit robotici
- Per scuola partecipante al progetto: spese di personale docente e/o non docente
- Ogni scuola partecipante si attiva per procurarsi finanziamenti presso enti locali
- Per la scuola polo: la gestione delle risorse e l'organizzazione generale del progetto.

Scuole appartenenti al network durante l'anno scolastico 2006/07 - 2007/2008.

Le scuole partner della rete territoriale, nella prima fase sperimentale del progetto (anno scolastico 2006/07) sono state:

Provincia di Padova

I.C. di Limena
I.C. di Cadoneghe
I.C. di Vigonza

Provincia di Venezia

S.M.S. di Fossò⁴

Presenza delle scuole appartenenti al network negli anni scolastici 2006/07 - 2007/2008⁴

Scuola	Tipo	Alunni N.	Classi N.	Docenti N.
Vigonza	Secondaria 1 ^a	30	2	3
Cadoneghe	Primaria	38	2	1
Limena	Secondaria 1 ^a	27	3	2
Fossò	Secondaria 1 ^a	17	2	2
Severi	Secondaria 2 ^a	57	3	2

Gli alunni coinvolti sono stati: 38 per la scuola primaria, 74 nella scuola secondaria di primo grado e 57 nella secondaria di secondo grado. In totale 169 alunni, 12 classi, 10 docenti.

Scuole appartenenti al network durante l'anno scolastico 2008/2009.

Alla rete, nell'anno scolastico 2008/09, hanno partecipato le scuole sotto elencate e divise per provincia:

⁴ Dati segnalati dalle scuole del network, a.s. 2007/08

Provincia di Padova

I.C. di Limena
I.C. di Cadoneghe
I.C. di Vigonza
I.C. VI - G. Rodari

Provincia di Rovigo

I.C. di Badia Polesine

Provincia di Venezia

S.M.S. di Mira
S.M.S. di Sottomarina

Provincia di Vicenza

I.C. di Montecchio Maggiore

Presenza delle scuole appartenenti al network nell'anno scolastico 2008/2009⁵

Scuola	Tipo	Alunni N.	Classi N.	Docenti N.
VI comprensivo	Secondaria 1 [^]	16	1	2
Vigonza	Secondaria 1 [^]	37	2	3
Cadoneghe	Primaria	46	2	1
	Secondaria 1 [^]	25	1	1
Limena	Secondaria 1 [^]	20	1	1
Mira	Secondaria 1 [^]	48	2	2
Montecchio Maggiore	Primaria	43	2	2
Chioggia	Secondaria 1 [^]	20	1	2
Badia	Primaria	40	2	2
Severi	Secondaria 2 [^]	20	1	2

Gli alunni coinvolti sono stati: 129 per la scuola primaria, 166 nella scuola secondaria di primo grado e 20 nella secondaria di secondo grado. In totale 315 alunni, 15 classi, 18 docenti.

⁵ Dati segnalati dalle scuole del network, a.s. 2008/09

Attività svolte nelle scuole

Le scuole hanno acquistato mediamente 4-6 kit robotici. In alcuni casi gli enti locali hanno dimostrato notevole interesse per il progetto mettendo a disposizione ulteriori finanziamenti che hanno consentito l'acquisto di ulteriore materiale robotico e/o informatico. E' il caso dei Comuni di Cadoneghe, di Limena e di Vigonza.

Agli incontri in presenza svoltisi a Padova presso l'Istituto Severi hanno partecipato i docenti di tutte scuole aderenti alla rete.

Il corso è stato tenuto da docenti del Severi e con intervento di personale della ditta Media Direct, distributrice nazionale dei robot Lego.

Durante queste riunioni sono stati sviluppati argomenti di programmazione e di logica, si sono discussi gli aspetti tecnologici fondamentali dei sensori e degli attuatori. La parte teorica così sviluppata, è stata poi applicata alla robotica.

Oltre agli incontri in presenza, sono state programmate lezioni tenute da insegnanti del Severi presso le scuole della rete e rivolte a docenti e studenti. Particolare attenzione è stata dedicata agli studenti partecipanti. Sono state date nozioni di programmazione, di tecnologia dei sensori e degli attuatori e si sono svolte applicazioni volte a far capire fenomeni fisici matematici con la robotica. L'approccio agli argomenti, di tipo didattico laboratoriale, si è basato sull'esperienza diretta (*learning by doing*), invitando i ragazzi ad approfondire lo studio con ricerca di documentazione, cercando risposte a specifiche problematiche.

Risultati e modalità di diffusione nelle scuole

Le varie scuole si sono organizzate in modi diversi per la diffusione del progetto.

Le modalità più significative sono state:

- articolo su giornale locale
- circolare informativa a genitori, docenti, alunni.
- coinvolgimento degli organi collegiali, incontri con genitori e rappresentanti delle autorità civili locali
- presentazione/organizzazione di eventi particolari: inaugurazioni, convegni, manifestazioni, con dimostrazione di percorsi di robot costruiti e programmati dai ragazzi.

Le scuole partecipanti hanno effettuato degli adeguamenti al progetto comune al fine di renderlo attuabile nel rispetto delle esigenze specifiche e di quanto previsto dal POF.

In alcune scuole, ad esempio, non è stato sempre possibile far partecipare l'intera classe a causa della specificità del progetto, ma il lavoro è stato predisposto per gruppi di studenti coinvolti in laboratori pomeridiani.

In altre, invece, il progetto è stato esteso agli alunni delle varie classi della scuola primaria con uno specifico "progetto ponte".

I risultati ottenuti sono stati eccellenti.

I docenti coinvolti hanno dimostrato interesse per l'innovazione proposta e non hanno incontrato difficoltà nell'uso di questa risorsa didattica, che è entrata nella programmazione di classe in un contesto interdisciplinare.

Conclusioni

Data la novità della proposta non sempre l'attuazione è stata immediata, ma si sono riscontrate delle difficoltà sulle quali sarà necessario intervenire in un'ottica di continuo miglioramento.

E' necessario migliorare la fase di aggiornamento dei docenti visto il tema del progetto, ancora "estraneo" alle tematiche solitamente affrontate dalla scuola primaria e secondaria di primo grado. Gli stessi insegnanti operanti hanno sentito la necessità di una presenza fisica maggiore dell'esperto durante le fasi di lavoro-studio dei ragazzi, soprattutto nel momento della programmazione dei robot.

Visti i risultati raggiunti si può prevedere una buona prospettiva di sviluppo dell'insegnamento interdisciplinare attraverso la robotica nella scuola; organizzando una efficace e capillare presentazione del progetto, si può prevedere di arrivare ad una partecipazione di circa l'80% dell'intera popolazione delle scuole della rete.

Con l'affermazione del progetto è ipotizzabile la sua integrazione strutturale nel curriculum della scuola estendendo il campo di applicazione alle normali attività di laboratorio scientifico e tecnologico.

Ciò premesso, a conclusione di questo periodo di sperimentazione si può prevedere che la rete possa rimanere attiva per il perseguimento dei seguenti obiettivi:

- introduzione di unità strutturate nella didattica curricolare;

- ampliamento e sviluppo della rete con l'inserimento di nuove scuole per stimolare ed arricchire le conoscenze su un piano interdisciplinare.

2.4 Percorsi ed itinerari didattici sviluppati da scuole della rete

Si riportano alcune esperienze significative realizzate dalle scuole della rete. Naturalmente il livello di analisi e di astrazione è diverso da un ordine di scuola all'altro, può addirittura risultare diverso all'interno dello stesso tipo di scuola: ad esempio tra la classe prima e la classe quinta di una scuola primaria.

Tutti gli studenti sono comunque coinvolti nell'esame del problema, nella formulazione di ipotesi e nella elaborazione delle risposte.

In questo lavoro la robotica interverrà creando l'ambiente di apprendimento nel quale affrontare problemi sempre nuovi, stimolando lo studente a trovare soluzioni attraverso la creatività e la capacità di formulare e verificare ipotesi.

I saperi coinvolti spaziano dall'informatica alla matematica, dalle scienze alla tecnologia, dalla storia alla letteratura.

Progetti ed unità formative di apprendimento realizzati nella scuola primaria

Un primo esempio di progettazione di un percorso robotica è il laboratorio realizzato dall'insegnante Silvana Caliaro dell'I.C. di Montecchio Maggiore (Vicenza).

Esempio 1

Fase iniziale: raccolta delle preconoscenze e dei pregiudizi dei bambini di classe prima



COME SONO FATTI I ROBOTS?

Ci sono quelli dei cartoni o dei film ...

Sono cose come i Transformer che si cambiano in auto, camion, elicotteri e possono essere buoni o cattivi.

Sono fatti di⁶ ...

.. pezzi di forma geometrica come il quadrato e il cerchio, in metallo robusto e resistente.

Sono dei giganti, costruiti dagli uomini e capaci di sparare anche dei missili.



Ci sono anche i robot giocattolo ...

Sono di metallo, altre volte di plastica resistente, costruiti con tanti

pezzettini squadrati, ma con un corpo simile al nostro.

Li fai muovere, camminare o tirare pugni usando il telecomando, perché non hanno gli occhi per guardare.

Funzionano a batteria ed emettono anche dei suoni, anche se non sentono, perché non hanno le orecchie.



Nelle pubblicità alla tv ...

I robot afferrano le cose come i bicchieri e li sistemano nel lavello, o ti portano la merenda con il vassoio, oppure raccolgono



⁶ Si è volutamente lasciato quanto scritto dai bambini

la polvere e tagliano l'erba in giardino.

Anche nelle fabbriche ...

... come quella del mio papà, ci sono i robot, che sono molto strani e fanno lavori molto difficili e faticosi.



Nel progetto che segue l'insegnante Loredana Cacco dell'I.C. di Cadoneghe ha sintetizzato l'esperienza di robotica applicata realizzata nell'anno scolastico 2007/08 con una classe prima.

Esempio 2

Progetto di robotica

Visione del film "L'uomo bicentenario".

Un robot, progettato per uso domestico, viene acquistato da una famiglia che lo chiamerà Andrew.

- Esso è impeccabile nell'eseguire le consegne e le faccende domestiche.
- Tuttavia mostra atteggiamenti particolari come se all'interno della sua corazza palpitassero bagliori di personalità.
- Anche se alcuni suoi tratti sono fortemente antropomorfi, due sono gli elementi che differenziano Andrew dagli uomini: il tempo (non invecchia) e la libertà (non può gestire autonomamente la sua esistenza).
- Andrew rinuncerà all'eternità in nome dell'amore e troverà se stesso.



Successivamente, con i disegni dei bambini si è cercato di ricostruire la storia del film utilizzando il programma PowerPoint.

Le insegnanti hanno verificato le loro ipotesi di lavoro e questa attività è rimasta come esercitazione per un lavoro più significativo svolto in seguito.

L'idea

Nei laboratori a struttura aperta in cui sono state divise le due classi, è stato chiesto di ipotizzare un loro progetto di robot da costruire attraverso uno schizzo o un'idea di massima.



In questa fase, ogni alunno si è confrontato con i compagni e ha sperimentato che per raggiungere un obiettivo è indispensabile che ciascuno fornisca il proprio contributo, e, allo stesso tempo, che ognuno rinunci a qualcosa in favore degli altri.



Il prototipo

Ogni gruppo ha costruito i prototipi dei robot con materiale di recupero, verificando l'ipotesi o, nel caso di errori, riformulando dell'ipotesi stessa.

Gli alunni sono stati protagonisti: hanno lavorato, si sono impegnati, hanno discusso, progettato, risolto problemi in modo non stereotipato, creando connessioni e relazioni, affrontando le difficoltà in modo creativo.



Il robot

Assemblaggio del robot della Lego



Eppur si muove

Programmazione per far muovere il robot



Nell'unità di apprendimento riportata qui sotto l'insegnante Loredana Cacco dell'I.C. di Cadoneghe ha sintetizzato l'esperienza di robotica applicata nell'anno scolastico 2008/09 con una classe seconda.

Esempio 3

Titolo dell'unità formativa di apprendimento Robotica con Percorsina* ⁷			
Contesto didattico			
<i>Classe</i>	<i>Periodo</i>	<i>Assi culturali</i>	<i>Discipline coinvolte</i>
<i>Seconda della scuola primaria</i>	<i>Laboratori settimanali intero anno</i>	<i>Informatico Geometrico Geografico</i>	<i>Informatica Geometria Geografia</i>
Motivazione della proposta e suo valore formativo			
<p>L'uso di robot come strumento didattico favorisce nell'alunno un approccio attivo e creativo.</p> <p>Ogni alunno potrà investire nel compito stili cognitivi che preferisce rendendolo più sicuro di sé e aperto a nuove conoscenze.</p>			

⁷ Percorsina è un sussidio didattico robotizzato, realizzato dagli studenti della classe 3TA a.s. 2008/09 guidati dal prof. Sergio Mirandola, che, opportunamente programmato, consente di riprodurre un percorso geometrico.

Apprendimenti che si intendono promuovere

Competenza attesa

Alla termine dell'attività l'alunno dovrà saper risolvere semplici problemi usando le conoscenze acquisite sia del software sia dell'hardware per realizzare semplici progetti di robotica, riflettendo su conoscenze geografiche e geometriche.

Inoltre dovrà saper lavorare in gruppo, trovando il modo di andare d'accordo con i compagni per perseguire un fine comune.

Conoscenze

I concetti topologici: AVANTI, INDIETRO, DESTRA, SINISTRA.

Linee aperte, chiuse, semplici, non semplici, confine, regione interna regione esterna

Abilità/capacità

Comprendere il significato logico-operativo di semplici concetti topologici che diventano i comandi per "Percorsina". Utilizzare le diverse notazioni e trasferendole in contesti diversi.

Atteggiamenti/comportamenti

Gli alunni saranno i protagonisti: discuteranno, progetteranno, risolveranno problemi in modo non stereotipato, creeranno connessioni e relazioni, affronteranno le difficoltà in modo creativo.

Ogni alunno si confronterà con i compagni e sperimenterà che per raggiungere un obiettivo è indispensabile che ciascuno fornisca il suo contributo e che, allo stesso tempo, ognuno rinunci a qualcosa in favore degli altri.

Metodo

L'approccio del percorso scolastico è quello di fare inizialmente esperienze reali, che verranno poi rappresentate graficamente con i disegni e i simboli convenzionali del programma con cui si muove "Percorsina".

L'attività in classe sarà impostata a piccoli gruppi che potranno anche confrontarsi tra loro.

L'insegnante fornirà gli strumenti e sarà il regista del lavoro.

Verifica e valutazione

- Gli indicatori di valutazione della prova finale si baseranno sull'uso corretto dei concetti topologici e nell'eseguire e rappresentare i percorsi.
- Si terrà conto anche della capacità dimostrata nel risolvere problemi e relazionarsi con gli altri per raggiungere un obiettivo comune.

Tempi previsti

2 ore settimanali durante i laboratori, per tutta la durata dell'intero anno scolastico

Fasi indicative e previsionali del percorso

Visione di un cartone animato:

l'attività con gli alunni inizierà con la visione di cartoni animati i cui protagonisti sono dei robottini. Questo per creare interesse e curiosità nei confronti dell'argomento.

Ideazione e realizzazione di un prototipo di testa di robot:

ai bambini, divisi in piccoli gruppi, verrà chiesto di immaginare e ideare delle teste di robot e di rappresentarle con disegni; i vari gruppi realizzeranno, con materiali di recupero, dei prototipi di teste di robot.

Nel far questo verificheranno la loro ipotesi di lavoro e se necessario la riformuleranno seguendo il metodo scientifico.

Percorsi i palestra:

i bambini "indosseranno" i prototipi delle teste, e si trasformeranno in robottini che si muovono su un reticolo. Rifletteranno sui percorsi fatti sia dal punto di vista geografico che geometrico, usando il linguaggio della robotica (avanti, indietro, destra, sinistra).

Far fare percorsi ad un pupazzo:

il passaggio successivo sarà di far muovere un pupazzo sul reticolo dopo aver analizzato e trovato le istruzioni di un percorso.

Percorsi con Percorsina:

a questo punto sarà facile dare a PERCORSINA le istruzioni per effettuare un percorso sullo stesso reticolo.

Progetto realizzato nella scuola secondaria di primo grado.

Nella scuola secondaria il percorso può essere rivolto alla tecnologia interessando direttamente insegnamenti specifici quali: matematica fisica, tecnologia, informatica.

Esempio 3

Un progetto può essere organizzato nel seguente modo:

(Anno scolastico 2008/09 - Estratto da una proposta di progetto dei professori: Giambattista BUONAJUTO -Matematica e Scienze- e Massimo MASCIARELLI -Arte e Immagine- docenti presso l' I.C. DE CONTI di CHIOGGIA (VE).

PREMESSA

La grande avanzata dell'ingegneria robotica dopo aver invaso il settore industriale sostituendo il lavoro umano con sistemi programmabili, sta per conquistare in maniera irreversibile la nostra vita quotidiana.

Elettrodomestici intelligenti, giocattoli sofisticati e Personal Computer influenzano ormai il nostro modo di agire e di pensare. Lo stesso modo di comprendere gli oggetti e i fenomeni della realtà che ci circonda, dilatata da Internet e dalle Nuove Tecnologie, richiede supporti moderni che aiutino il bambino/ragazzo a programmare i computer e non viceversa.

In questo ambito si ritiene necessario sperimentare strategie e ambienti didattici "del fare" con i quali riuscire a promuovere in modo più autonomo e gratificante la costruzione di conoscenze e competenze attraverso la progettazione e la realizzazione delle idee.

PROGETTO

Con tali premesse si è pensato di costruire questo percorso didattico extracurricolare che integra l'utilizzo delle nuove tecnologie applicate ai sistemi automatici (robot), la sperimentazione di estetica funzionale e lo studio dei moderni linguaggi della comunicazione.

Lo sviluppo del progetto prevede la costruzione di 4 modelli di robot atti all'espletamento di altrettante funzioni operative e del relativo scenario d'azione. All'interno di questo percorso verranno utilizzati linguaggi di comunicazione specifici ed orientati:

- alla comunicazione uomo-macchina mediante l'interfaccia software specifica

- a evidenziare il linguaggio della forma estetica in funzione dell'utilizzo del prodotto (product design)
- alla comunicazione uomo-uomo attraverso la costruzione di una presentazione multimediale (testi, immagini e video) che, ripercorrendo le fasi del progetto, ne documenti lo sviluppo e la verifica funzionale

FINALITA'

- Sviluppare una metodologia progettuale finalizzata alla realizzazione di sistemi automatici programmati per specifici compiti operativi.
- Avvio alla pratica del prototipo attraverso l'impiego di materiali di finzione.
- Potenziare la comunicazione dell'idea-progetto attraverso l'utilizzo delle moderne tecnologie della comunicazione.

Obiettivi dell'area comportamentale e di relazione

- migliorare la capacità di lavorare in gruppo
- favorire la creazione di gruppi di discussione e ricerca
- sviluppare la versatilità nel ricoprire ruoli differenti (programmatore, assemblatore, disegnatore)
- riconoscere l'importanza del singolo nel team
- saper relazionare sulle attività svolte e/o programmate
- saper presentare un progetto

Obiettivi dell'area cognitiva

- potenziare le capacità logiche
- acquisire competenze nell'uso di software specifico
- capacità di progettare e realizzare idee in maniera autonoma

CARATTERISTICHE OPERATIVE DEL PROGETTO

Gruppi impegnati per incontro :	2
Numero di studenti per gruppo :	da 6 a 8
Periodo :	2° quadrimestre
Durata :	20 ore
Frequenza :	bisettimanale
Numero incontri :	10 (due ore ciascuno)

Tipologia delle lezioni

Robotica

Product design
Comunicazione multimediale

LOGISTICA - SUSSIDI - MATERIALI

Le attività saranno svolte in due aule contemporaneamente con la possibilità di utilizzo di aule speciali (tecnica - artistica - informatica).

Saranno utilizzate apparecchiature speciali per un valore di € 3500 (5 notebook e 4 Kit Robotica) fornite dai docenti responsabili.

Sarà a carico della scuola il compenso per le ore di insegnamento e per la fornitura di:

- batterie tipo AA (eventualmente ricaricabili con caricabatteria)
- n.4 micro videocamere + trasmettitore e ricevitore per PC
- tavole di compensato 1,40 x 1,40
- polistirene
- colla per polistirene
- plastilina
- garze
- pitture acriliche ad acqua
- pennelli
- gesso bianco per calco

Unità formative di apprendimento realizzate nella scuola secondaria di secondo grado

L'esperienza del Severi nella robotica ha coinvolto intere classi dei corsi di Elettronica e Telecomunicazioni. I progetti sviluppati e le conseguenti attività svolte per realizzare i prodotti finali hanno permesso di esplorare il rapporto esistente tra le varie discipline.

Ciò che oggi sollecita l'attenzione dei ragazzi nei confronti della robotica è il coniugarsi tra il fare e il conoscere. La robotica consente non solo di imparare a costruire o ad usare i robot, ma anche di avvicinarsi alla sperimentazione utilizzando la creatività del singolo. Questa scienza si è rivelata un valido strumento didattico per sviluppare negli alunni capacità logiche, di analisi, di sintesi e di progettazione, essa permette inoltre di fornire agli studenti i concetti necessari per comprendere, lavorare e vivere nella società attuale. Sarà loro utile anche nei prossimi anni visto che si prevede un forte sviluppo delle applicazioni di robotica negli oggetti di uso comune: a casa, sul lavoro, negli ospedali, a scuola.

La robotica è una scienza nata dall'interazione tra varie discipline: meccanica, automazione, elettronica, informatica, cibernetica, fisica, matematica, logica, design industriale, ecc. Per tali caratteristiche con la robotica a scuola non ci si propone di introdurre una nuova materia, ma di creare una metodologia didattica per far interagire le discipline sopra menzionate.

Durante le lezioni di robotica si è potuto osservare quanto quest'approccio sia utile all'apprendimento degli argomenti trattati; gli studenti sono stati chiamati a progettare e a costruire i robot secondo delle tracce proposte, utilizzando la loro creatività. In questa attività hanno ideato il modello e sono stati guidati nella creazione del prototipo; hanno realizzato la struttura del robot; ne hanno progettato i circuiti elettrici di controllo e comando, redatto i programmi per farli funzionare, verificato la coerenza e la correttezza del lavoro realizzato.

Un robot è composto da una parte meccanica, da una parte elettronica e da una parte software; un programma informatico lo istruisce su cosa dovrà fare e come dovrà reagire una volta avviato. I robot costruiti dagli studenti sono dotati di alcuni sensori, quali: sensore di contatto, che segnala al robot di aver toccato un ostacolo, sensore di temperatura, di luce, di colore, ad ultrasuoni che sono in grado di percepire caratteristiche fisiche dell'ambiente in cui si trovano ad operare.

Per la movimentazione e per le segnalazioni verso l'utente i robot sono provvisti di attuatori che possono essere motori o elementi luminosi o di visualizzazione a display.

Come il software di un computer dipende dalla presenza o meno di alcune periferiche, il software che guida un robot dipende dalla disponibilità di sensori e attuatori che sono le sue periferiche.

Visto il tipo di scuola e il livello di studio, si utilizzano microcontrollori che ricevono l'input dai sensori e che usano il dato ricevuto per comandare gli attuatori.

Nella scuola secondaria di secondo grado il percorso può essere rivolto alla costruzione di un automatismo robotico, interessando direttamente insegnamenti specifici quali: elettronica, sistemi elettronici ed informatici, TDP, telecomunicazioni, meccanica, informatica.

Nelle prime attività, agli studenti sono stati spiegati gli elementi comuni di un robot: il robot riceve dati da sensori che interagiscono con l'ambiente; motori, leve, ingranaggi gli servono invece per compiere i movimenti. A regolare l'attività della macchina interviene il software dedicato di un microprocessore/controllore.

Le unità formative di apprendimento realizzabili in un intero periodo (trimestre, quadrimestre), per studenti del terzo, quarto e quinto anno di un'ITIS ad indirizzo Elettronico possono essere organizzate come mostrato nelle tabelle che seguono.

In tutti gli esempi riportati lo studente dovrà ideare, realizzare, progettare, costruire e collaudare un automatismo robotico in grado di operare nel modo descritto all'inizio di ogni unità.

Alla fine di ciascun lavoro seguirà sempre la fase di collaudo cioè lo studente dovrà verificare la coerenza del funzionamento con le ipotesi inizialmente stabilite.

Le unità di apprendimento che seguono sono proposte di lavoro per il triennio conclusivo di un corso di robotica per studenti che si specializzeranno in elettronica e telecomunicazioni.

Esempio 4a - Classe terza ITIS specializzazione elettronica⁸

In questa unità formativa si realizza un automatismo robotico in grado di seguire una pista. Sono necessari per questo sensori di contatto (interruttori o ad infrarosso) che comandano i motori e le segnalazioni luminose. Il controllo è di tipo semplice con logica combinatoria, adatto a studenti che hanno iniziato gli studi specialistici del triennio.

⁸ U.F. realizzata dal prof. Sergio Mirandola ITIS Severi - Padova

<p align="center">Titolo dell'unità formativa di apprendimento</p> <p>Progetto di una unità robotica: Automatismo robotico in grado di seguire una pista.</p>			
Contesto didattico			
Classe	Periodo	Assi culturali	Discipline coinvolte
<i>Allievi del terzo anno dell'ITIS specializzazione elettronica telecomunicazioni</i>	<i>Trimestre quadrimestre</i>	<i>Matematico Tecnologico</i>	<i>Matematica TDP Sistemi Elettronica Elettrotecnica</i>
Motivazione della proposta e suo valore formativo			
<p>Il robot come strumento didattico favorisce nell'alunno l'interesse per le discipline il loro collegamento.</p> <p>Lo studente potrà pensare e creare il suo robot utilizzando le risorse che preferisce, questo lo renderà più sicuro di sé e aperto a nuove conoscenze.</p>			
Prerequisiti			
<ul style="list-style-type: none"> • conoscenza delle leggi della cinematica; • conoscenza delle leggi fondamentali dell' elettronica, dell'elettronica digitale e dell'elettrotecnica; • conoscenza dei concetti di interruzione e di interruttore; • concetti base di: ottica e luce; • concetti base sulla progettazione CAD elettronico; • concetti base e struttura dei motori elettrici. 			
Obiettivi Formativi			
<ul style="list-style-type: none"> • saper costruire un apparato meccanico semplice; • saper descrivere le caratteristiche elettriche e meccaniche di un sistema; • saper identificare le variabili del sistema; • saper utilizzare gli strumenti di calcolo specifici della logica elettronica; • saper analizzare e studiare un sistema; • saper rappresentare un sistema mediante diagrammi a blocchi; • documentare l'attività svolta. 			

Competenze Mirate		
Apprendimenti che si intendono promuovere		
Competenze	Abilità	Conoscenze
Costruire, progettare e realizzare un robot	Saper costruire il modello logico del robot	<ul style="list-style-type: none"> • variabili logiche, circuiti combinatori e algebra di Boole; • funzioni logiche primarie e gruppi universali; • livelli logici dei circuiti; • funzioni logiche e minimizzazione; • famiglie logiche TTL e CMOS.
	Saper collegare e comandare i motori	<ul style="list-style-type: none"> • saper accoppiare i motori alla struttura meccanica; • il motore elettrico: funzionamento, motori a c.c. e step; • il transistor nel funzionamento on/off ; • controllo e pilotaggio di un motore: moto e inversione del moto.
	Saper costruire il diagramma a blocchi	<ul style="list-style-type: none"> • Elementi dei DaB: segmenti, nodi, nodi sommatori; • Blocco; • Regole per la semplificazione degli schemi a blocchi; • Blocchi in cascata e in parallelo; • Blocco di retroazione.

Strumenti	<ul style="list-style-type: none"> • aula multimediale; • laboratorio di Sistemi, di Elettronica, di TDP.
Criteri di valutazione e Griglie di valutazione	Verranno stabiliti i criteri di valutazione per le varie fasi e redatte le relative griglie.
Tempi previsti	30 ore di laboratorio (Sistemi, TDP, informatica) nel quadrimestre

Esempio 4b - Classe quarta ITIS specializzazione elettronica⁹

In questa unità si realizza un automatismo robotico in grado di muoversi secondo un percorso prefissato (Percorsina). Sono necessari per questo interruttori, sensori di contatto che comandano i motori e le segnalazioni luminose. Per il controllo si utilizza un microprocessore/controllore che verrà programmato in assembler.

Titolo dell'unità formativa di apprendimento: Progetto di una unità robotica: automatismo robotico programmabile in grado di ricordare singoli step e di muoversi secondo il percorso impostato(Percorsina ¹⁰).			
Contesto didattico			
Classe	Periodo	Assi culturali	Discipline coinvolte
Allievi del quarto anno dell'ITIS specializzazione elettronica	Trimestre quadrimestre	Matematico Tecnologico	Matematica Meccanica

⁹ U.F realizzata dal prof. Sergio Mirandola ITIS Severi - Padova

¹⁰ "Percorsina" è un sussidio didattico realizzato dagli studenti nell'anno scolastico 2008/09 che, opportunamente programmato, consente di riprodurre un percorso geometrico. Il progetto è stato presentato al concorso creatività e Innovazione – progettare a 360° indetto dalla CCIA di Padova in collaborazione con il Parco Tecnologico Galileo nell'anno 2009 e si è classificato al primo posto.

<i>telecomunicazioni</i>			<i>TDP Sistemi Elettronica Informatica</i>
Motivazione della proposta e suo valore formativo			
<p>Il robot come strumento didattico stimola nell'alunno l'interesse per le discipline il loro collegamento.</p> <p>Lo studente potrà pensare e creare il suo robot utilizzando le risorse che preferisce, questo lo renderà più sicuro di sé e aperto a nuove conoscenze.</p>			
Prerequisiti			
<ul style="list-style-type: none"> • strutture meccaniche semplici; • elementi base di programmazione; • concetti e strumenti base di elettronica con particolare riferimento ai dispositivi logici; • concetti e strumenti base di elettrotecnica con particolare riferimento ai motori; • conoscenza dei sistemi di numerazione binario ed esadecimale; • struttura di un personal computer; • concetti base sulla progettazione di un circuito elettronico. 			
Obiettivi Formativi			
<ul style="list-style-type: none"> • acquisire le conoscenze di base di hardware e di software del microprocessore/controllore; • acquisire le informazioni e le conoscenze base dei modi di indirizzamento; • conoscere le caratteristiche principali dei sensori e saperli applicare; • conoscere le funzioni base dell'I/O; • documentare in modo rigoroso l'attività svolta; • saper collaborare e discutere il problema con i compagni. 			

Competenze Mirate		
Apprendimenti che si intendono promuovere		
Competenze	Abilità	Conoscenze
Gestire il progetto robotica nel rispetto delle norme	Identificare le caratteristiche funzionali di microprocessori/controlleri	<ul style="list-style-type: none"> • il microprocessore e il microcontrollore; • hardware e software del microprocessore/controllore; • ambienti per la creazione del progetto software, la simulazione e il debug del programma; • indirizzamento; • i/o di un microprocessore/controllore; • riferimenti tecnici e normativi.
	Saper scegliere e gestire i sensori	<ul style="list-style-type: none"> • sensori di contatto; • luce e sensori di luce; • suono e sensori di suono ; • ultrasuono e sensori di ultrasuono; • programmazione dei sensori; • temperatura e sensore di temperatura; • colore, temperatura di colore e sensore di colore; • riferimenti tecnici e normativi.

	Saper alimentare e controllare i motori	<ul style="list-style-type: none"> • alimentazione alimentatori stabilizzati e non; • circuiteria integrata per alimentatori; • amplificazione; • PWM; • Hbridge; • Riferimenti tecnici e normativi.
Strumenti	<ul style="list-style-type: none"> • aula multimediale; • laboratorio di Sistemi, di Elettronica, di TDP. 	
Criteri di valutazione e Griglie di valutazione	Verranno stabiliti i criteri di valutazione per le varie fasi e redatte le relative griglie.	
Tempi previsti	30 ore di laboratorio (Elettronica, Sistemi, TDP, informatica) nel quadrimestre	

Esempio 4c: classe quinta ITIS specializzazione elettronica¹¹

In questa unità si realizza un automatismo robotico in grado di muoversi su pareti verticali. Sono necessari per questo ventose e componenti pneumatici, sensori di contatto e di prossimità. E' fondamentale il controllo del movimento su due assi, per questo si utilizza sia il microprocessore/controllore sia l'uscita parallela o seriale di un Personal Computer con un linguaggio ad oggetti (Delphi, Java, Visual Basic).

¹¹ U.F realizzata dal prof. Sergio Mirandola ITIS Severi - Padova

<p align="center">Titolo dell'unità formativa di apprendimento Progetto di una unità robotica: robot climber¹².</p>			
Contesto didattico			
Classe	Periodo	Assi culturali	Discipline coinvolte
<i>Allievi del quinto anno dell'ITIS specializzazione elettronica telecomunicazioni</i>	<i>Trimestre quadrimestre</i>	<i>Tecnologico</i>	<i>Meccanica Idraulica TDP Sistemi Elettronica Informatica</i>
Motivazione della proposta e suo valore formativo			
<p>Il robot come strumento didattico stimola nell'alunno l'interesse per le discipline il loro collegamento. Lo studente potrà ideare e creare il suo robot utilizzando le risorse che preferisce, questo lo renderà più sicuro di sé e aperto a nuove conoscenze.</p>			
Prerequisiti			
<ul style="list-style-type: none"> • conoscenze di base di elettronica, di dispositivi logici ed elettrotecnica; • conoscenza della struttura hardware e software di un microprocessore e/o di un microcontrollore; • nozioni di base sul funzionamento delle porte dei PC; • conoscenze di base di programmazione assembler e ad alto livello; • informazioni essenziali sui trasduttori e sugli attuatori; • concetti base di idraulica; • concetti base di meccanica; • concetti base sulla progettazione di un circuito elettronico; 			
Obiettivi Formativi			
<ul style="list-style-type: none"> • saper applicare correttamente il microprocessore/controllore a problemi concreti anche complessi; • saper applicare correttamente le nozioni teoriche sul funzionamento di 			

¹² "Climber" è una apparecchiatura in grado di arrampicarsi su pareti verticali realizzata dagli studenti nell'anno scolastico 2005/06. Il progetto è stato presentato al concorso creatività e Innovazione – progettare a 360° indetto dalla CCIA di Padova in collaborazione con il Parco Tecnologico Galileo nell'anno 2006 e si è classificato al secondo posto

un PC, all'uso delle porte e alla programmazione ad oggetti; <ul style="list-style-type: none"> • acquisire la capacità di cooperative learning; • documentare in modo rigoroso e responsabile l'attività svolta; • saper relazionare; 		
Competenze Mirate		
Apprendimenti che si intendono promuovere		
Competenze	Abilità	Conoscenze
Progettare un automatismo robotica con riferimento al settore di impiego	Scegliere i componenti in base all'impiego e alle caratteristiche del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • proprietà, trattamento e distribuzione dell'aria • tipi di valvole e valvole di controllo direzionale • attuatori lineari (cilindri), funzionamento, fissaggio , costruzione • calcolo del consumo d'aria • elettrovalvole • comandi elettrici di emergenza
	Progettare i circuiti elettronici con riferimento al particolare impiego	<ul style="list-style-type: none"> • l'alimentatore stabilizzato • concetti generali a vari tipi • la modulazione digitale e la modulazione PWM • alimentatori SWITCH • interfacciamento al micro processore/controllore • uso delle porte di I/O del PC

	Saper controllare via software il robot	<ul style="list-style-type: none"> • uso avanzato dell'assembler del microprocessore/controllore • uso avanzato dei modi di indirizzamento • evitare gli ostacoli • trasferimento dati seriale e parallelo • standard RS232
	Sviluppare applicazioni software con linguaggi visuali	<ul style="list-style-type: none"> • la programmazione ad oggetti, classi e oggetti • programmazione visuale • l'ambiente di programmazione • form, controlli, proprietà ed eventi • gestione degli errori • programmazione delle porte del PC
Strumenti	<ul style="list-style-type: none"> • aula multimediale. • laboratorio di Sistemi, di Elettronica, di TDP 	
Criteri di valutazione e Griglie di valutazione	Verranno stabiliti i criteri di valutazione per le varie fasi e redatte le relative griglie.	
Tempi previsti	50 ore di laboratorio (Sistemi, TDP, informatica) nel quadrimestre	

2.5 Appendice - Il progetto ROBOT @ SCUOLA

**Estratto dal resoconto delle attività del network Robot@Scuola redatto dall'ITIS Severi in collaborazione con Scuola di Robotica Genova*



M.P.I. - D.G.S.I.



I.T.I.S. "F. Severi" Padova

Scuola di Robotica



Premessa

Il progetto Robot @ scuola nasce dall'esigenza di divulgare la robotica nella scuola.

Il M.P.I. – Direzione Generale dei Sistemi Informativi (già M.I.U.R. – D.G.S.I.), nell'anno scolastico 2004/05, accoglie la proposta dell'Associazione "Scuola di Robotica" di creare un network di scuole sul tema della robotica, a seguito di diverse precedenti collaborazioni con l'associazione stessa e nell'intento di sostenere i processi di rinnovamento, sia sul piano dell'offerta formativa sia della formazione a distanza dei docenti.

La direttiva n. 60/2004 riguardante l'individuazione di interventi prioritari, i criteri generali, le indicazioni sul monitoraggio, il supporto e le valutazioni sugli interventi stessi ai sensi della l. 44/97, ha affidato alla Direzione Generale per i Sistemi Informativi la realizzazione di progetti finalizzati all'innovazione didattica mediante supporti telematici ed informatici.

Il progetto Robot @ Scuola risponde al bisogno della diffusione dell'innovazione tecnologica attraverso l'aggregazione di 27 scuole a livello nazionale che hanno intrapreso attività nel settore della robotica, delle telecomunicazioni e della formazione a distanza.

Il ministero della P.I. ha ritenuto di affidare all'Ufficio Scolastico Regionale per il Veneto l'attuazione del progetto e quest'ultimo ha individuato l'Istituto Tecnico Industriale Statale "F. Severi" di Padova quale soggetto realizzatore.

Pertanto i presupposti che hanno permesso lo sviluppo del progetto e la sua sperimentazione quale esempio di buona pratica da diffondere sul territorio sono stati:

- la volontà del M.P.I. – Direzione Generale dei Sistemi Informativi – di consentire il confronto delle esperienze e la crescita qualitativa della didattica nella scuola attraverso l'innovazione tecnologica;
- l'accettazione da parte del M.P.I. della proposta formativa dell'Associazione "Scuola di Robotica" in grado di fornire, per l'esecuzione, adeguate garanzie sul piano scientifico e tecnico;
- l'individuazione di una scuola superiore quale soggetto realizzatore in possesso dei requisiti di competenza, esperienza ed affidabilità nel settore dell'elettronica e della robotica e, più in generale, sul piano gestionale ed organizzativo;
- l'individuazione nel progetto di finalità che rispondessero ai bisogni delle scuole di innovazione metodologico-didattica attraverso l'uso delle tecnologie;
- l'aggregazione di scuole primarie, secondarie di primo e secondo grado che avevano dimostrato l'esigenza di percorrere modelli di insegnamento-apprendimento nuovi, mediante il supporto delle tecnologie;
- la definizione di due momenti di incontro collettivo all'inizio e alla fine dell'esperienza per la condivisione di tutti i processi e le relative azioni come previsto dal progetto;
- la attivazione della community e della piattaforma a sostegno dell'attività didattica;
- la stipula di una convenzione tra l'Istituto Tecnico Industriale Statale "F. Severi" di Padova e l'Associazione "Scuola di Robotica" di Genova che definiva i rapporti tra le parti nonché l'individuazione di un comitato di valutazione di tre membri, uno in rappresentanza del M.P.I., uno in rappresentanza dell'Istituto Severi, uno designato dall'Istituto Severi in qualità di esperto, comitato al quale è stato affidato il compito di verificare la valutazione periodica dei risultati raggiunti nell'ambito del progetto.

Soggetti coinvolti

Ministero della Pubblica Istruzione

Direzione Generale per i Servizi Informativi
Ufficio V - Innovazione tecnologica nella scuola

Istituto Tecnico Industriale Statale “Francesco Severi”

Ha sede in Padova, via Pettinati 46.

La scuola offre tre indirizzi, due per l'Istituto Tecnico Industriale: Elettronica e Telecomunicazioni, Informatica e il Liceo Scientifico Tecnologico.

E' istituzione certificata ISO 9001 e accreditata, presso la Regione del Veneto, per l'orientamento e la formazione superiore. E' sede di corsi I.F.T.S.

Soggetto Capofila

L'I.T.I.S. Severi è una presenza nella realtà culturale e industriale di Padova. Agli studenti diplomati viene riconosciuta una preparazione culturale, scientifica e tecnica che ha trovato e trova una favorevole accoglienza nel settore industriale, permettendo un rapido inserimento dei periti nel mondo produttivo. Altri studenti si sono iscritti all'Università portando a termine con successo il corso di laurea scelto.

Con il territorio si sono realizzati rapporti di fattiva collaborazione mediante contatti che coinvolgono, oltre alle diverse Istituzioni Locali quali Provincia, Comune ed Università, anche le associazioni Imprenditoriali (in particolare UNINDUSTRIA Padova, Camera di Commercio) e soprattutto le singole imprese che si rivolgono al nostro istituto per la ricerca di diplomati. Presso aziende che operano nei settori di elettronica, telecomunicazioni e informatica si svolgono visite di istruzione e stage estivi.

Nel contesto dello sviluppo economico sopra delineato la presenza di indirizzi di studio di alta specializzazione come Elettronica, Telecomunicazioni ed Informatica, attivi col supporto di strutture di laboratorio altamente competitive, aumenta l'interesse delle forze produttive del territorio e degli enti locali. Nel futuro prossimo l'attività dell'Istituto mirerà non solo all'inserimento di tecnici qualificati e formati in differenziati contesti occupazionali ma anche a stabilire rapporti di collaborazione per realizzare progetti per utenti esterni finalizzati all'impiego delle nuove tecnologie nel campo della formazione on line e dell'orientamento.

In applicazione della legge sull'autonomia (Legge 440/97 e Regolamento recante norme in materia di autonomia delle Istituzioni scolastiche: DPR 275 del marzo 1999) si sviluppa anno dopo anno la molteplicità degli accordi di rete con altre istituzioni scolastiche, centri della formazione professionale, Università, il CNR di Padova, enti del privato sociale ed enti locali.

Scuola di Robotica

La Scuola di Robotica è un'associazione culturale non profit costituita a Genova nel 1999, e

fondata nel 2000, per iniziativa di un gruppo multidisciplinare di ricercatori e studiosi. Ha come

scopo la promozione della cultura mediante attività di istruzione, formazione, educazione e

divulgazione delle arti e delle scienze coinvolte nel processo di sviluppo di questa nuova scienza.

Ne è Presidente Gianmarco Veruggio, scienziato robotico e fondatore del CNR-Robotlab di Genova.

Scuola di Robotica è Membro di EURON, European Robotics Research Network.

Scuole appartenenti al network

PIEMONTE

ITI G. OMAR - Novara

IC FOGAZZARO DI BAVENO
(Verbania)

D.D. I CIRCOLO DI PINEROLO¹³
(Cuneo)

IIS G. VALLAURI

¹³ Il primo Circolo Didattico ha partecipato anche al progetto Roberta richiamato nel paragrafo 1.5 del capitolo 1.

VENETO

ITIS SEVERI (Padova)
ITIS ZUCCANTE (Mestre- Venezia)

ITIS FERRARI CVT VERONA

FRIULI VENEZIA GIULIA

ITI MALIGNANI DI UDINE

LOMBARDIA

LICEO ARTISTICO FOPPA - Brescia
POLO TECNICO PROFESSIONALE
di TREVIGLIO BG
IIS A. MASERATI Voghera PV

SMS ALLENDE-CROCI & SMS
MANZONI BENZI
IC MARCONI (Gambolò)

LIGURIA

IPSIA MARCONI - Imperia

ITI DON BOSCO - Genova

TOSCANA

ITIS MEUCCI - Firenze
IIS FORESI DI PORTOFERRAIO (LI)
IPSIA G. FASCETTI - Pisa
ITIS GALILEO GALILEI - Arezzo

SMS DA VINCI-CHELINI - Lucca
LICEI CLASSICO E SCIENTIFICO
G. CHELLI - Grosseto

EMILIA ROMAGNA

ITIS BLAISE PASCAL - Cesena

IC FONTANELLATO & ITIS “
A.VOLTA” - Bologna

LAZIO

CS SERAPHICUM - Roma
ITIS J. VON NEUMANN - Roma
ITIS MARCONI di LATINA
IC DON MILANI di LATINA

IST. SCUOLA PRIMARIA e PRIMA
INFANZIA E. DE FILIPPO & ITIS G.
VALLAURI - Roma

BASILICATA

IC E. GIANTURCO – Stigliano (Matera)

CAMPANIA

IPSIA FERRARI – Battipaglia (SA)

ITIS GIORDANI - Napoli

CALABRIA

ITI MONACO - Cosenza
IPSIA L. DA VINCI - Catanzaro

PUGLIA

ITIS A. RIGHI - Taranto

SICILIA

ITIS CANNIZZARO - Catania

Conclusioni

Il progetto “Robot @ Scuola” nelle intenzioni del MIUR e di Scuola di Robotica, è nato come progetto pilota della durata iniziale di un anno. L'obiettivo primario era quello di individuare, far emergere e raggruppare una rete di scuole (dalle primarie alle superiori) nelle quali la robotica fosse utilizzata come strumento didattico. Lo scopo dichiarato era quello di creare un network, una rete che collegasse tutti i “nodi” e che potesse funzionare da punto di riferimento per le scuole italiane nell'utilizzo didattico della robotica. Tutte le scuole partecipanti, durante l'anno scolastico, hanno svolto importanti e significativi lavori di robotica all'interno dei loro programmi di insegnamento, come testimoniano le relazioni scritte dagli stessi docenti.

Uno dei concetti attorno al quale il network si è sviluppato era quello della collaborazione, della condivisione, il concetto di “fare rete” lavorando assieme all'interno di un sistema dove il confronto e lo scambio di diverse esperienze e competenze potessero rappresentare i punti di forza.

Questo obiettivo è stato pienamente raggiunto dal network che in diverse forme (nei forum, tramite l'utilizzo di strumenti “esterni” come skype, mailing list, incontri in presenza) – e se vogliamo, con comportamenti meno canonici rispetto a quelli che mediamente si verificano nelle Community Online - ha realizzato la necessità di condivisione che a Giugno 2005, in fase di avvio del progetto, era stata prospettata ed individuata come essenziale per le scuole del network.

E' stato interessante notare come nella seconda metà del progetto si siano verificati fenomeni spontanei di creazione di nuovi “mini-progetti” da parte delle scuole - di ogni ordine e grado - che hanno sentito la necessità di unirsi e porre le basi per lavori interscolastici per il successivo anno scolastico. Il confronto e l'aggregazione hanno dato vita alla nascita di nuove idee e nuove progettualità. I docenti hanno utilizzato il forum di Robot @ Scuola come punto di partenza per incontrarsi su Skype, MSN Messenger o su Yahoo Groups per parlare, discutere, proporre e confrontarsi sui nuovi possibili percorsi da fare assieme.

Da sottolineare che con lo sviluppo della nuova piattaforma personalizzata e gestita interamente da SdR, si è cercato e ottenuto la presenza di molteplici e

diversi canali comunicativi in modo tale da poter soddisfare le diverse esigenze dei docenti; si è, infatti, notato come ogni docente preferisca un modo diverso di comunicare, chi le conferenze audio, chi il forum, chi il video ecc.

I numerosi articoli pubblicati sul sito e i diversi documenti scaricabili e messi a disposizione non solo da SdR ma anche dai docenti stessi hanno reso il sito utile, sempre rinnovato, aggiornato ed efficiente per venire incontro anche a membri meno esperti di robotica e di tecnologie interattive per la collaborazione online.

Come ulteriore bersaglio centrato dal progetto è da sottolineare come molti docenti, inizialmente non inclusi nell'elenco iniziale dei partecipanti, hanno, durante l'anno, richiesto formalmente la partecipazione e l'adesione al network, per una nuova edizione di Robot @ Scuola e come durante l'anno scolastico appena conclusosi le scuole siano aumentate da 28 a 40. Questo risultato è stato reso possibile dalla scelta di rendere una parte del sito pubblica, dall'ottima campagna di ottimizzazione dei motori di ricerca (dove il progetto figura sempre ai primi posti) e di divulgazione del sito svolta da SdR e dalle scuole che hanno inserito l'indirizzo del sito all'interno di tutti i propri siti web; l'azione continuata di aggiornamento e rinnovamento di news sulla robotica, eventi ad essa connessi ed articoli sulla didattica in classe, hanno poi contribuito al successo (sia in termini numerici che in termini di apprezzamento qualitativo) della piattaforma, punto di riferimento per la Comunità di docenti che utilizzano la robotica come strumento didattico.

Negli ultimi mesi SdR ha attivato una proficua interazione video con diverse scuole rendendo il servizio sempre più efficiente e aumentando il coinvolgimento dei ragazzi.

Concludendo crediamo che questo progetto pilota abbia creato una rete estesa ed efficiente, pronta a espandersi e ad accogliere nuovi “nodi”. Inoltre con il lavoro degli ultimi si stanno creando le basi per nuovi progetti, iniziative e la creazione di nuovi percorsi che abbiano come filo conduttore l'uso didattico della robotica in classe.

3. Polo Informatico

Giovanni Pistorio

Sistemi Informatici – I.T.I.S. “F. Severi” - Padova

3.1 Innovazione e Apprendimento

L'innovazione ha aumentato la domanda di lavoratori altamente qualificati (informatici, tecnici) e ha creato nuove occupazioni nell'ambito della società dell'informazione. Nel contempo ha cambiato i requisiti di capacità e competenza per un'ampia gamma di occupazioni.

Se è vero che la grande maggioranza delle grandi imprese europee si scontra con la mancanza di qualifiche al loro interno, il problema della mancanza di competenza è ancora più grave a livello delle piccole e medie imprese. Inoltre, la carenza di specialisti potrebbe aumentare se non si intraprenderanno le necessarie iniziative di formazione e di adattamento.

Un approccio integrato deve tenere conto dei più ampi aspetti sociali e occupazionali legati alla trasformazione dell'economia.

Apprendimento

Perché i giovani siano preparati al futuro, studenti e scuole devono usare nuove forme di istruzione e formazione comprendenti i nuovi strumenti della società dell'informazione.

Gli insegnanti devono essere formati, consigliati, equipaggiati e aiutati per rispondere a tale sfida e i programmi scolastici devono essere modernizzati.

Lavoro

Poiché nella società dell'informazione vi è una forte domanda di lavoratori flessibili, orientati alle mansioni e versatili, tutti i lavoratori devono poter rafforzare le loro abilità nel campo della società dell'informazione.

Si deve inoltre assicurare la disponibilità nel breve e medio termine di specialisti della società dell'informazione se non si vogliono perdere opportunità sul piano della occupazione e della crescita. Analogamente, nuove forme di organizzazione del lavoro

accregono la produttività e la qualità della vita nella società dell'informazione.

I giovani saranno la risorsa del futuro che deve essere dotata di qualifiche elevate, competenza e adattabilità.

Questa generazione vivrà e lavorerà in un mondo tutto pervaso di telefoni mobili, PC, Internet, sistemi automatici-computerizzati durante tutto l'arco della vita.

I sistemi educativi di oggi devono preparare gli studenti ad affrontare questa realtà. Ciò implica un primo accesso ad hardware e software e imparare ad usare la tecnologia. Questo però non basta. Ciò che conta, è usare-fare anche per imparare, vale a dire usare le potenzialità della tecnologia per trovare informazioni, comunicare e innovare lo stesso processo di apprendimento grazie a queste nuove possibilità. Inoltre, si devono migliorare la formazione e il sostegno agli insegnanti e i sistemi educativi nel complesso devono essere sottoposti ad un ripensamento strategico se si vuole che affrontino le sfide poste dalla società dell'informazione.

In linea con gli obiettivi della strategia europea per l'occupazione imperniata sulla transizione dalla scuola al mondo del lavoro, tutti gli Stati membri preparano i giovani a usare le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione ed hanno per questo avviato o preparato programmi per attrezzare le scuole con tali strumenti tecnologici, prevedendo in certi casi anche un'adeguata formazione degli insegnanti. Tuttavia, a partire da questi primi passi, si deve accelerare l'adattamento dell'insegnamento e dell'apprendimento alle esigenze della società dell'informazione.

Il Consiglio europeo ha tenuto una sessione straordinaria il 23 e 24 marzo 2000 a Lisbona per concordare un nuovo obiettivo strategico per l'Unione al fine di sostenere l'occupazione, le riforme economiche e la coesione sociale nel contesto di un'economia basata sulla conoscenza, come sfida da raggiungere nel prossimo decennio.

In ottemperanza a tale accordo l'Italia deve entro il 2010, aumentare sensibilmente il numero di persone in possesso di certificazioni, attestanti le raggiunte competenze inerenti soprattutto l'uso del computer e Internet.

Ciò premesso nel 2006 si è firmata a Roma una convenzione tra il Ministero della Pubblica Istruzione e l'AICA (Associazione Italiana per il Calcolo Automatico) per la costituzione in 6 regioni di 40 poli informatici.

Tali poli di carattere provinciale sono formati da un istituto di istruzione secondaria di II grado (quale un liceo, un istituto tecnico, o altro) e gli istituti

comprensivi (ex scuole elementari più ex scuole medie) e/o gli istituti di istruzione secondaria di I grado (ex scuole medie).

La scuola polo promuove, rivolgendosi alle scuole del proprio territorio, iniziative riguardanti sia gli aspetti metodologici e contenutistici dell'insegnamento informatico, sia la certificazione delle competenze informatiche, tese a migliorare le competenze acquisite dagli studenti al termine dei vari corsi di studio e a diffondere la cultura della certificazione.

Il progetto polo informatico di durata triennale prevede quindi il conseguimento della certificazione ECDL (European Computer Driving Licence) Start da parte degli studenti a conclusione del ciclo di studi dell'istruzione secondaria di I grado.

La certificazione ECDL attesta la conoscenza dei concetti fondamentali dell'informatica e la capacità di saper usare un personal computer a livello base. Essa costituisce uno standard a carattere internazionale perché le procedure e i criteri di certificazione sono identici in tutte le nazioni europee, incluse quelle dell'Est e anche nel resto del mondo in paesi come Australia, Canada, Sud Africa, Hong Kong, ...

ECDL Start è un certificato intermedio che viene rilasciato a chi abbia superato almeno quattro dei sette esami previsti.

Per la provincia di Padova è stata individuata come scuola polo, l'Istituto Tecnico Industriale Statale "F. Severi" con sede in zona Mortise a Padova. Tale scelta nasce dal forte radicamento nel territorio dell'istituto Severi, da una forte propensione all'erogazione di servizi quali corsi di formazione per gli insegnanti forTIC, oppure corsi di formazione secondaria superiore IFTS. L'istituto non è nuovo a queste iniziative, infatti è anche scuola polo per la robotica.

Al progetto polo informatico hanno aderito 22 scuole della provincia distribuite su l'intero territorio provinciale.

L'istituto Severi mette a disposizione delle scuole le sue competenze informatiche sia per la gestione, manutenzione e acquisizione delle risorse strumentali, sia per la costruzione di unità didattiche che permettano una valutazione oggettiva e l'acquisizione di competenze, di abilità volte al superamento dell'esame ECDL.

L'istituto quindi si pone come soggetto per uniformare e omogeneizzare il lavoro quotidiano delle scuole appartenenti a diverse realtà territoriali e scolastiche.

Si compie quindi un decennio di ECDL nel nostro Paese. Una storia di cui molti sono stati protagonisti e i cui effetti hanno avuto ampio e positivo

rilievo a livello di tutta la comunità nazionale. Per sintetizzare in un solo numero il successo dell'iniziativa, basti dire che ad oggi circa un milione e mezzo di persone, in Italia, hanno acquisito o stanno acquisendo la certificazione ECDL.

Non meno importante, è la diffusione e il riconoscimento dell'ECDL su scala mondiale.

Si può affermare che l'ECDL costituisce un esempio tra i più riusciti della strategia europea per la Società dell'Informazione e della Conoscenza, secondo i dettami di Lisbona 2010.

In sintesi il polo aveva le seguenti finalità e obiettivi.

Finalità

- migliorare le competenze acquisite dagli studenti al termine dei vari corsi di studio,
- diffondere la cultura della certificazione.

Obiettivi

- Costituire una rete con le scuole medie e gli Istituti comprensivi del territorio padovano
- migliorare le competenze didattiche (di base e avanzate) acquisite dagli studenti al termine dei vari corsi di studio,
- diffondere la cultura della certificazione.
- Diffondere la cultura del saper fare curando azioni di apprendimento in "situazione"
- Valorizzare le competenze dei docenti
- Offrire formazione nell'ambito IT a docenti e studenti
- Integrare le risorse strumentali e favorirne il pieno utilizzo

Per raggiungere gli obiettivi la rete ha programmato le seguenti linee d'azione:

- pubblicizzazione del progetto e analisi nelle scuole del territorio dei fabbisogni formativi informatici e relative certificazioni,
- diffusione e sperimentazione didattica, nelle scuole partecipi alla rete territoriale, dei materiali didattici ECDLmedia.it, messi a disposizione dal MPI, d'intesa con AICA, favorendo lo scambio di esperienze e il dialogo con gli autori dei materiali, la ricerca e produzione di ulteriori moduli formativi (di cui si riportano alcuni esempi in fondo all'articolo),
- approntamento e realizzazione di corsi di formazione sulla didattica laboratoriale per docenti delle scuole del territorio, miranti

all'introduzione dell'informatica nei diversi insegnamenti della scuola secondaria di primo e secondo grado,

- azioni di promozione delle certificazioni informatiche di base ed avanzate, facendone conoscere i vantaggi nell'ambito delle attività formative e lavorative,
- costituzione iniziale di una rete di scuole più ristretta, con successivo ampliamento e diffusione in una rete più estesa, favorendo in progress la costituzione di ulteriori reti territoriali,
- azioni per ottenere riconoscimenti (crediti formativi) a favore di chi ha conseguito le varie certificazioni, in accordo con le istituzioni formative, accademiche e le organizzazioni datoriali,
- offerta alle scuole della rete di costi contenuti per l'acquisto delle skills card e il sostenimento degli esami; collaborare con le istituzioni scolastiche che vogliono diventare test center di base o avanzato,
- fornitura di servizi di consulenza informatica didattica, tecnologica e giuridica alle scuole della rete, anche da parte degli alunni delle classi terminali delle scuole polo (stage, alternanza scuola-lavoro)
- fornitura di servizi di formazione continua e certificazione in ambito informatico di base o avanzato sul territorio, per utenza adulta.

3.2 Attività in relazione al Polo Informatico del SEVERI

La costruzione di unità didattiche miranti a coniugare le esigenze delle attività scolastiche con l'acquisizione di competenze previste dai moduli ECDL apre nuove prospettive per la conduzione delle attività informatiche d'istituto.

Generalmente nelle scuola secondaria di primo grado, dopo aver sperimentato progetti con finalità didattiche anche multidisciplinari, il passaggio che si è attivato è stato verso l'acquisizione più concreta degli elementi del Syllabus.

3.2.1 Ricaduta didattica e ricaduta sulla organizzazione dell'uso del laboratorio di informatica.

Il passaggio non è stato né rapido né semplice per la maggior parte degli insegnanti e quindi si è potenziata un'attività di supporto alla Figura Strumentale con organizzazione di un gruppo di lavoro che si riunisce regolarmente e che sperimenta per primo test e simulazioni già predisposte

on line o create dal gruppo Polo Informatico o dalla Figura Strumentale stessa con supporti software adeguati.

Spesso risulta necessario modificare la programmazione di istituto se già questa non prevedeva la trattazione dei temi che richiedono le competenze ECDL .

Le famiglie sono informate sulla possibilità di acquisire per gruppi di alunni la certificazione.

Nell'ambito dell'organizzazione temporale dell'istituto si è potenziato all'interno delle ore di attività di informatica il lavoro impostato e svolto per la didattica prodotto dal Polo Informatico, potenziando sia la conoscenza dei quiz per l'Ecdl sia i concetti base del patentino europeo. L'esito e le conoscenze acquisite dagli alunni hanno prodotto notevoli risultati, anche soprattutto nell'esito delle prove di verifica delle competenze acquisite. L'interesse per il patentino europeo è stato soddisfacente.

Molti docenti sono improntati verso una didattica tradizionale e non collegata allo strumento informatico.

Il curriculum d'istituto di informatica elaborato dai docenti di tecnologia con il supporto del referente prevede il raggiungimento in linea di massima di una parte considerevole delle competenze richieste per il superamento delle prove per il conseguimento dell' ECDL

Si è potuto apprezzare le attività del polo informatico, il quale, proponendo nuove modalità di approccio alle attività didattiche, fornisce un utile stimolo all'innovazione e alla razionalizzazione dell'insegnamento dell'informatica nella scuola. Significativa è stata in particolare la possibilità di confrontarsi fra colleghi di differente provenienza e formazione e di collaborare nella costruzione dei materiali.

Le direttrici d'intervento del polo si sono snodate su due assi, quello della promozione della cultura della certificazione ECDL e quello della organizzazione di attività di aggiornamento relative all'informatica per i docenti.

Ambedue adeguatamente sviluppati hanno assunto gli obiettivi prioritari per la prosecuzione delle attività.

Per potere organizzare le attività, la scuola capofila del progetto, cioè l'ITIS Severi di Padova, è stata svolta un'indagine conoscitiva, coinvolgente tutti i docenti della rete, sulle loro competenze informatiche e poi presso i propri alunni sulla disponibilità all'acquisto delle skills card e a sostenere alcuni esami per la certificazione Ecdl.

Il confronto fra gli obiettivi didattici richiesti e concordati dalla rete di scuole e gli obiettivi stabiliti nelle programmazioni dei docenti che si occupavano di informatica nelle varie scuole ha messo in evidenza che in alcuni casi c'era una sostanziale coincidenza, in quanto già da parecchi anni la scuola aveva stabilito con i docenti della commissione informatica lo svolgimento di programmi in linea con i principali moduli dell'Ecdl e una attività settimanale in laboratorio di un'ora per tutti gli alunni. Si è evidenziato che pur svolgendo però come da programma, lezioni di informatica, seguendo l'impostazione Ecdl, di fatto, tali scuole non fossero in grado di fare partire una seria preparazione per la certificazione Ecdl.

3.2.2 Competenze informatiche nelle scuole elementari e nelle scuole medie

È da tenere presente che gli alunni che si iscrivono alle classi prime delle scuole medie provengono da più scuole elementari e spesso le loro conoscenze informatiche sono molto diverse e in taluni casi del tutto inesistenti. E' quindi compito primo di chi fa informatica nella scuola media di uniformare le conoscenze e poi di incrementarle.

Risulta perciò indispensabile organizzare delle strategie atte a fornire una preparazione trasversale per conseguire la certificazione europea d'informatica.

La fattiva partecipazione alla Rete ha portato alla somministrazione di un questionario, prodotto dal gruppo di lavoro della Rete stessa, rivolto alle scuole elementari su quanto veniva svolto in questo ordine di scuole, relativamente alla videoscrittura, al fine di cercare di stabilire per questo "modulo" obiettivi minimi comuni per tutte le scuole elementari. La raccolta dei dati e la relativa tabulazione sulle competenze acquisite presso le elementari sono servite poi a stabilire standard minimi comuni per tutte le scuole elementari della rete.

A conclusione del periodo della rete istituita dal Ministero i docenti che vi hanno partecipato ritengono che l'esperienza fatta sia stata utile e si spera che possa continuare, nonostante la mortificante presenza data alla materia

informatica dalla riforma in via di attuazione. E' stato un momento di confronto importante ed estremamente utile per uno scambio di informazioni e per una didattica efficiente ed innovativa e con l'augurio che possa continuare anche negli anni successivi.

3.3 Esempi di unità didattiche elaborate dalle rete Severi

Esempi di unità didattiche sono la creazione di oggetti multimediali anche legati ad argomenti disciplinari, ipertesti in Html a tema scientifico, Giornalino cartaceo e on line (creazione di sito e blog) ...

ATTIVITÀ DI LABORATORIO

1. TITOLO

Catalogo audio

2. AMBITO DISCIPLINARE DI RIFERIMENTO

Informatica, Musica

3. ARGOMENTI SYLLABUS

Modulo 5

5.2 Tabelle	5.2.1 Operazioni fondamentali	5.2.1.1	Creare e salvare una tabella, specificare i campi con i relativi tipi di dati.
		5.2.1.2	Inserire, eliminare record in una tabella
		5.2.1.3	Inserire un campo in una tabella esistente

- 5.2.1.4 Inserire, modificare dati in un record.
- 5.2.1.5 Eliminare dati da un record
- 5.2.1.6 Usare il comando “Annulla”
- 5.2.1.7 Navigare in una tabella al record successivo, precedente, primo, ultimo, e su un record specifico.
- 5.2.1.8 Cancellare una tabella.
- 5.2.1.9 Salvare e chiudere una tabella.

4. TEMPO PREVISTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ: 4 h

5. CONOSCENZE PROPEDEUTICHE: *modulo 5 sez. 5.1*

6. PROPOSTA DI LAVORO: *vedi scheda allegata*

7. SUGGERIMENTI PER IL DOCENTE: *vedi scheda allegata*

8. TEST DI VERIFICA: *vedi scheda allegata*

6. SCHEDA PROPOSTA DI LAVORO

A) Situazione problematica

“Creare un catalogo di tutte le risorse audio (cd e audiocassette) disponibili nel laboratorio di musica”

B) Richiesta di soluzione

Fase 1 Discussione e ricerca della soluzione

Alcune domande guida:

Possiamo creare una tabella che ci permetta di organizzare razionalmente le informazioni relative alle risorse audio (cd e audiocassette) disponibili nel laboratorio di musica modificabile e/o aggiornabile all'occorrenza?

Può essere organizzata tale tabella in modo tale da essere sottoposta in un secondo momento ad “interrogazioni” finalizzate all'estrapolazione di informazioni determinate?

Per rispondere a queste domande la classe viene divisa in gruppi e ad ognuno viene assegnato il compito di riempire una scheda con le possibili risposte:

Gruppo n.

Domanda	Risposta	Come?	Con quali strumenti
Possiamo creare una tabella che ci permetta di organizzare razionalmente le informazioni relative alle risorse audio (cd e audiocassette) disponibili nel laboratorio di musica modificabile e/o aggiornabile all'occorrenza?			
Può essere organizzata tale tabella in modo tale da essere sottoposta in un secondo momento ad "interrogazioni" finalizzate all'estrapolazione di informazioni determinate?			
Altre considerazioni			

Successivamente si mettono a confronto le considerazioni espresse dai gruppi e le soluzioni individuate.

Suggerimenti operativi: questa fase dell'unità di apprendimento è da realizzare in tempi brevi max 30 (15+15) minuti.

7. SCHEDA SUGGERIMENTI PER IL DOCENTE

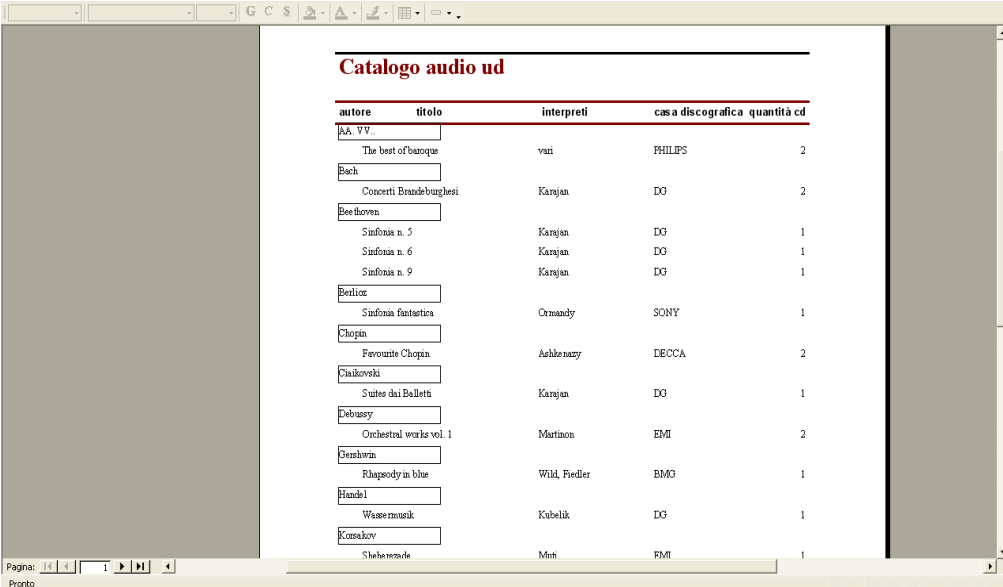
Le attività possono essere svolte nella sequenza di seguito garantendo l'acquisizione in via preliminare (per informazione-trasmissione o per ricerca di gruppo) di informazioni sistematiche ed esaustive sulla corretta procedura da utilizzare e su eventuali alternative. Il lavoro può essere agevolmente approfondito toccando i successivi temi e sezioni del modulo 5 del Syllabus.

Fase 2 - Raccolta delle informazioni

Per creare tabelle che consentono l'archiviazione di dati e la trasformazione di questi ultimi in informazioni, sono disponibili applicazioni per database, ad esempio Microsoft Access.

Fase 3 – Operatività

Con l'ausilio del programma Microsoft Access creiamo il catalogo audio del nostro laboratorio di musica.

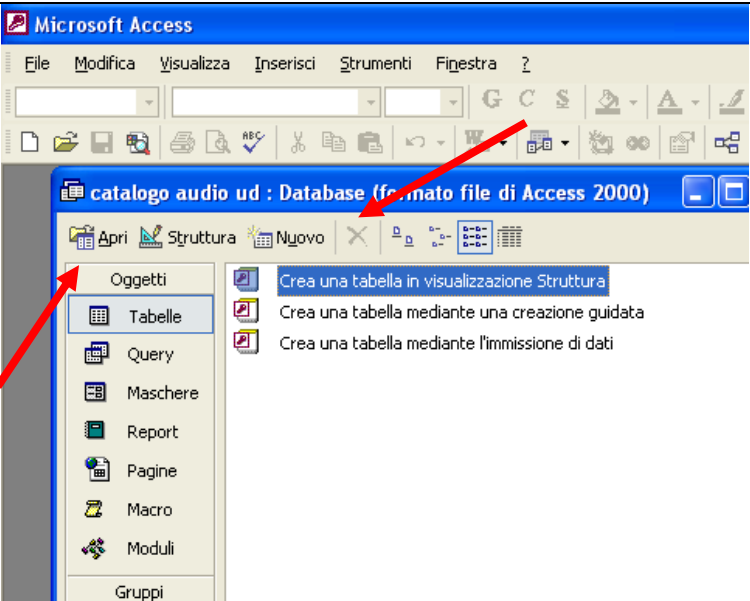


autore	titolo	interpreti	casa discografica	quantità cd
AA. VV.	The best of baroque	vani	PHILIPS	2
Bach	Concerti Brandeburghesi	Karajan	DG	2
Beethoven	Sinfonia n. 5	Karajan	DG	1
	Sinfonia n. 6	Karajan	DG	1
	Sinfonia n. 9	Karajan	DG	1
Berlioz	Sinfonia fantastica	Ormandy	SONY	1
Chopin	Foroite Chopin	Ashkenazy	DECCA	2
Ciaikovski	Suite dei Balletti	Karajan	DG	1
Debussy	Orchestral works vol. 1	Martinon	EMI	2
Denkhorn	Rhapsody in blue	Wild, Fiedler	BMG	1
Handel	Wassermusik	Kubelik	DG	1
Korsakov	Scherzetto	Muti	EMI	1

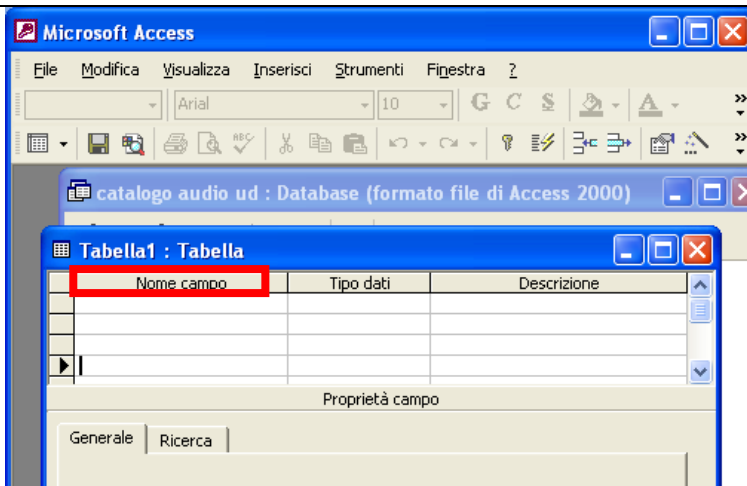
PASSO PASSO Creazione guidata della stampa unione.

All'alunno viene consegnato uno schema formato dalle colonne A e B, per ciascuna operazione una parte è già compilata mentre l'altra è vuota e deve essere riempita (Se la parte nella colonna B è compilata il compito è quello di scrivere le istruzioni della colonna A e viceversa)

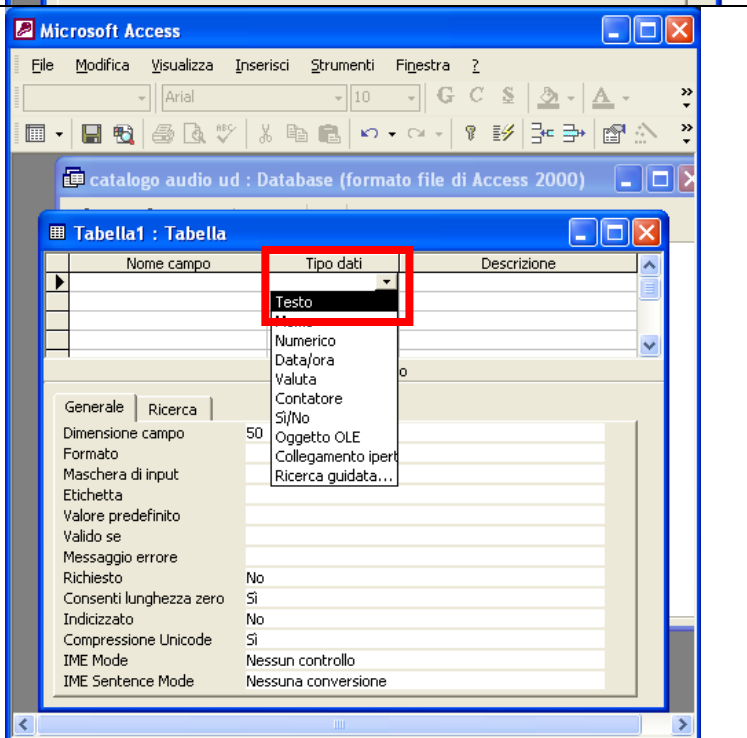
Lo schema riportato è la soluzione di riferimento da confrontare con il lavoro svolto

Colonna A	Colonna B
1. Dal pannello oggetti selezionare l'oggetto Tabella e fare doppio clic su <i>Crea una tabella in visualizzazione struttura</i>	

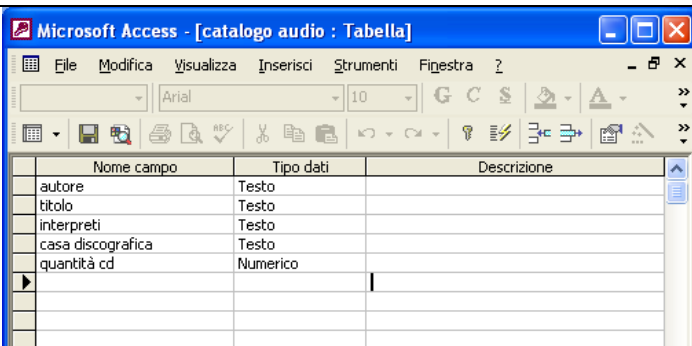
2. Digitare il nome del campo per la prima colonna che si vuole creare nella colonna *Nome campo*.



3. Fare clic sulla casella *Tipo di dati* per assegnare al campo un tipo selezionandolo dall'apposito menù a tendina.



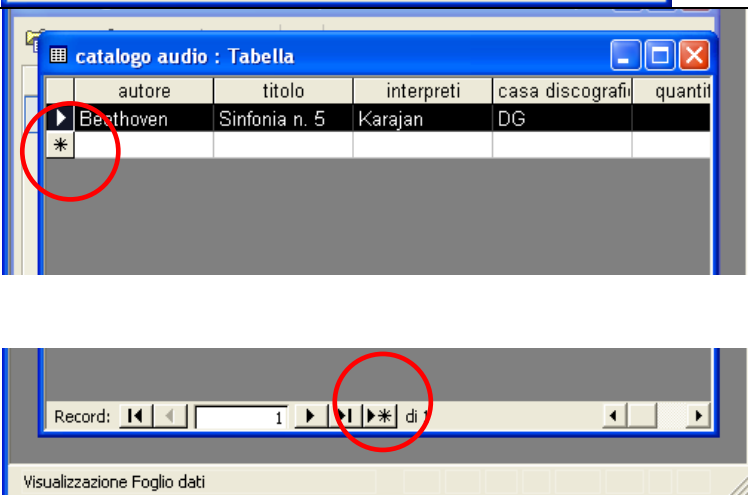
4. Ripetere le operazioni descritte ai punti 2 e 3 per ciascuno dei campi che devono essere creati.



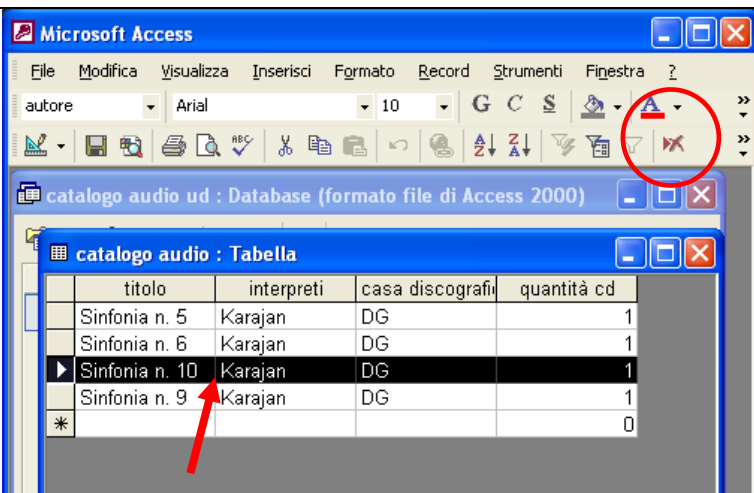
5 Salvare la tabella con il nome Catalogo audio.



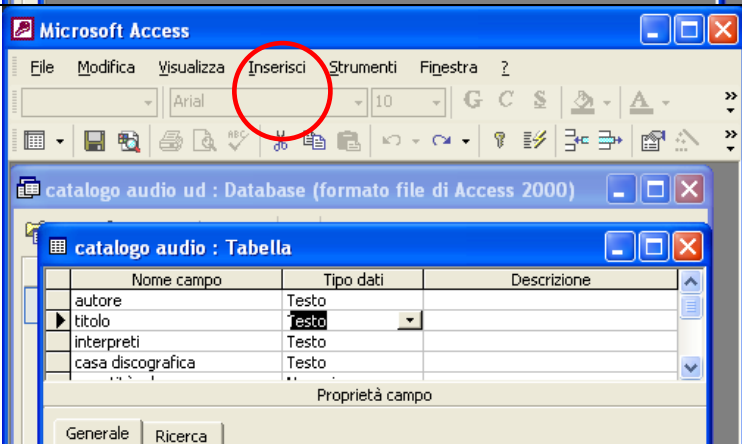
6. Aprendo la tabella in visualizzazione dati è possibile creare record immettendo dati nei campi vuoti. Per inserire nuovi record selezionare nuovo record dal menù contestuale oppure fare clic sul pulsante di navigazione *nuovo record* in basso nella finestra.



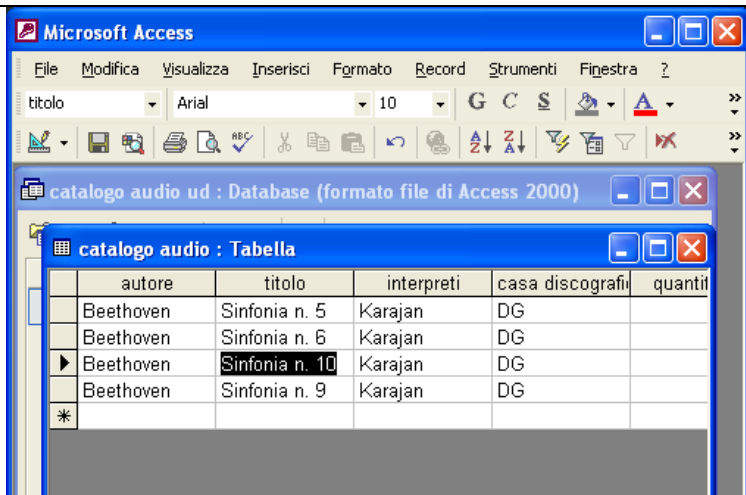
7. Per eliminare un record selezionare l'intestazione di riga e premere il pulsante *elimina record* sulla barra degli strumenti oppure premere il tasto Canc oppure selezionare la voce *elimina record* dal menù contestuale.



8. Per inserire un nuovo campo in una tabella esistente selezionare in modalità struttura la riga sopra la quale vogliamo posizionare il nuovo campo e selezionare Inserisci→Righe poi digitare nome campo e selezionare tipo dati.



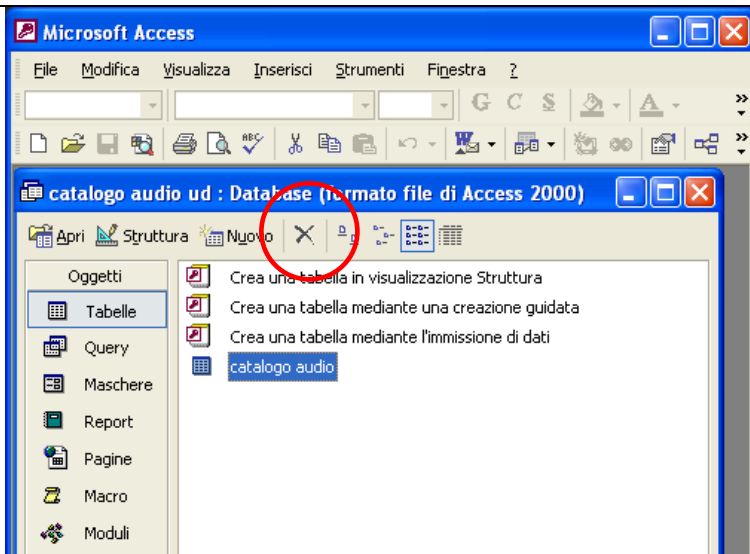
9. Per inserire, modificare o eliminare dati da un record, fare clic nel campo in visualizzazione foglio dati e procedere, per selezionare l'intero contenuto del campo premere F2 oppure portare il puntatore in alto a sinistra del campo e fare clic appena assume la forma di una croce.



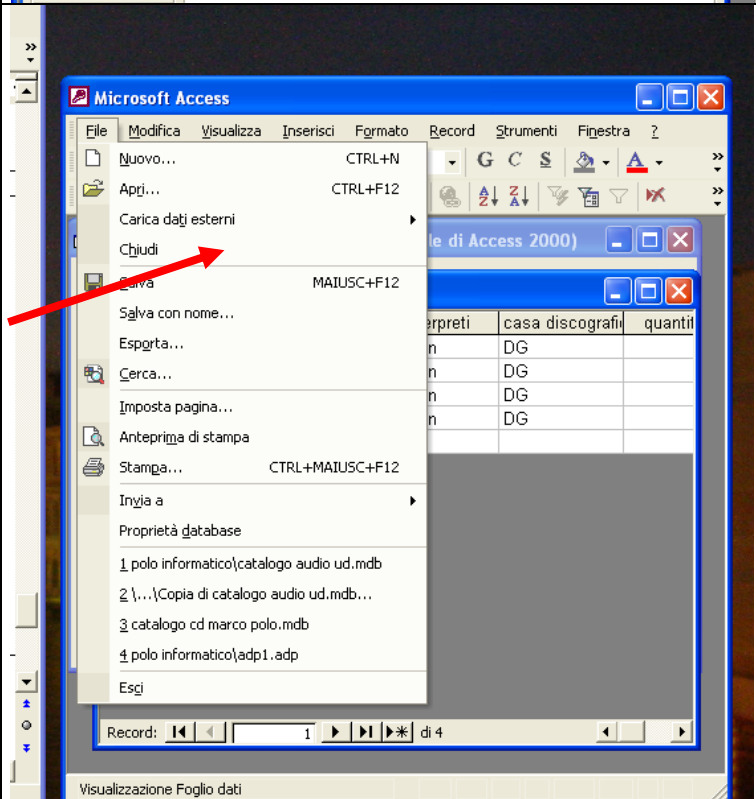
10. Selezionando Modifica→Annulla digitazione in visualizzazione foglio dati si annulla l'ultima modifica o inserimento. Per navigare all'interno della tabella si possono usare le frecce direzionali oppure i pulsanti di navigazione o spostamento in basso nella finestra.



11. Per cancellare una tabella la si seleziona nel pannello oggetti e si fa clic su Modifica→*Elimina* oppure sul pulsante *Elimina* nella barra degli strumenti.



12. Per chiudere una tabella si seleziona File→*Chiudi* dalla barra dei menu oppure sull'icona chiudi sulla barra del titolo.



Suggerimenti operativi: l'esempio riportato utilizza solo alcuni dei modi utilizzabili per ottenere determinate azioni, sarà cura del docente illustrare le varie alternative possibili portando l'alunno a padroneggiarle in modo da poter scegliere di volta in volta in modo consapevole quella più adatta al compito da svolgere o quella più congeniale al proprio temperamento. L'attività proposta è stata sviluppata utilizzando il programma Microsoft Access, ma è ovviamente proponibile anche utilizzando qualsiasi altro applicativo in grado di gestire database.

7. TEST DI VERIFICA

1. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. Per creare una tabella selezionare *Tabella* dal menù *Inserisci*. V ☐ F ☐
- b. Per creare una tabella selezionare *Tabella* dal pannello oggetti. V ☐ F ☐
- c. Per creare una tabella selezionare *Tabella* dal menù Strumenti. V ☐ F ☐

2. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. È obbligatorio salvare la tabella assegnandole un nome prima di definire i campi che la compongono. V ☐ F ☐
- b. È possibile salvare la tabella selezionando salva con nome dal menù File. V ☐ F ☐
- c. È possibile salvare la tabella dopo una modifica chiudendo la finestra, rispondendo affermativamente alla domanda “salvare le modifiche alla

struttura di tabella [...]” e assegnando un nome.

V ☐ F ☐

3. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. Per inserire un nuovo campo in una tabella è necessario operare in visualizzazione Foglio dati
- b. Per inserire un nuovo campo in una tabella è necessario operare in visualizzazione Struttura.
- c. Per inserire un nuovo campo in una tabella è necessario operare in visualizzazione Tabella pivot.

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

4. Se nella struttura di una tabella non viene indicato il tipo di dati:

- a. Il programma inserisce automaticamente il tipo deducendolo dal contenuto del nome campo.
- b. Non è possibile proseguire.
- c. Appare un avviso che impone di compilare la casella “tipo dati”.

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

5. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. Per inserire record in una tabella è necessario operare in visualizzazione Foglio dati

V ☐ F ☐

- b. Per inserire record in una tabella è necessario operare in visualizzazione Struttura.
- c. Per inserire record in una tabella è necessario operare in visualizzazione Tabella pivot.

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

6. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. Quando si modifica un dato, in un record è necessario salvare la tabella prima di chiudere la finestra.
- b. Quando si modifica un dato, in un record è necessario salvare la tabella prima di uscire dal programma.
- c. Quando si modifica un dato in un record, la memorizzazione è automatica.

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

7. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. Per eliminare un record lo si seleziona in visualizzazione struttura e si fa clic sul pulsante *elimina record* nella barra degli strumenti.
- b. Per eliminare un record lo si seleziona in visualizzazione foglio dati e si fa clic sulla voce *elimina record* del menù contestuale.
- c. Per eliminare un record lo si seleziona in visualizzazione foglio dati e si fa clic sulla voce *elimina record* del menù modifica.

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

8. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. Per cancellare una tabella la si seleziona nel pannello oggetti e si fa clic su Modifica→ Elimina.
- b. Per cancellare una tabella la si seleziona nel pannello oggetti e si fa clic sul pulsante Elimina nella barra degli strumenti.
- c. Per eliminare una tabella è necessario prima cancellare tutti i dati in essa contenuti.

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

9. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. I pulsanti di navigazione o spostamento permettono di importare nella tabella oggetti da database presenti in internet.
- b. I pulsanti di navigazione o spostamento permettono di spostarsi tra i vari dati contenuti in un record.
- c. I pulsanti di navigazione o spostamento permettono di spostarsi fra i vari record inseriti in una tabella.

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

10. Indica quali delle seguenti affermazioni sono vere (V) e quali sono false (F):

- a. In visualizzazione Struttura il pulsante Annulla visualizza un elenco delle ultime 20 azioni che è possibile annullare.

V ☐ F ☐

- b. In visualizzazione Foglio dati il pulsante Annulla visualizza un elenco delle ultime 20 azioni che è possibile annullare.
- c. In visualizzazione Foglio dati il pulsante Annulla permette di ripristinare l'ultima modifica apportata.

V ☐ F ☐

V ☐ F ☐

1. TITOLO

Che tempo fa ?

2. AMBITO DISCIPLINARE DI RIFERIMENTO

Informatica, Matematica, Scienze

3. ARGOMENTI SYLLABUS

Modulo 4

Sezione	Tema	Rif.	Argomento
4.2-Celle	4.2.1-Inserire i dati	4.2.1.1	Inserire un numero, una data o del testo in una cella.
	4.2.5-Copiare, spostare, cancellare	4.2.5.1	Copia il contenuto di una cella o di un insieme di celle all'interno di un foglio di lavoro, tra fogli di lavoro diversi e tra fogli elettronici diversi.
		4.2.5.2	Usare lo strumento di riempimento automatico per copiare o incrementare dati.
		4.2.5.4	Cancellare il contenuto di una cella.
4.4-Formule e funzioni	4.4.1-Formule aritmetiche	4.4.1.1	Generare formule usando i riferimenti di cella e le operazioni aritmetiche (addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione).
	4.4.2-Riferimenti di cella	4.4.2.1	Comprendere ed applicare alle formule i riferimenti relativi, misti e assoluti
	4.4.3-Lavorare con le funzioni	4.4.3.1	Generare formule usando le funzioni di somma, media, minimo, massimo e





			conteggio.
4.5- Formattazione	4.5.1-Numeri e date	4.5.1.1	Formattare le celle in modo da visualizzare una quantità specificata di decimali, visualizzare i numeri con o senza punto per indicare le migliaia.
	4.5.2-Contenuto	4.5.2.1	Modificare l'aspetto dei dati: tipo e dimensioni dei caratteri.
		4.5.2.2	Applicare la formattazione al contenuto delle celle, quale: grassetto, corsivo, sottolineatura, doppia sottolineatura.
		4.5.2.3	Applicare colori diversi al contenuto o allo sfondo delle celle.
		4.5.2.5	Applicare la proprietà di andare a capo al contenuto di una cella.
	4.5.3–Allineamenti e bordi	4.5.3.1	Allineare il contenuto di una cella o di un insieme di celle: a sinistra, al centro, a destra, in alto, in basso.
		4.5.3.2	Centrare un titolo su un insieme di celle.
		4.5.3.4	Aggiungere bordi a una cella o a un insieme di celle.
4.6-Grafici	4.6.1-Usare i grafici	4.6.1.1	Creare differenti tipi di grafici a partire dai dati di un foglio di calcolo: grafici a colonne, a barre, a righe e a torta.
		4.6.1.2	Aggiungere, cancellare un titolo o un'etichetta a un grafico..
		4.6.1.3	Modificare il colore dello sfondo di un grafico.
		4.6.1.4	Modificare il colore di colonne,

			barre, righe e torte in un grafico
		4.6.1.7	Ridimensionare, cancellare un grafico.




4. TEMPO PREVISTO PER REALIZZARE L'ATTIVITÀ: 8 h

5. CONOSCENZE PROPEDEUTICHE:




Informatica:

-  *avvio di un programma applicativo;*
-  *caratteristiche generali di Excel (finestra di lavoro, struttura di un foglio di calcolo, celle e loro indirizzo, selezione di singole celle o intervalli di celle anche non contigui);*
-  *familiarità con il programma per creare semplici fogli di calcolo (Syllabus -Mod. 4, Sez. 1).*
-  *Ricerca guidata dall'insegnante su sito specifico per il controllo dei dati locali*

Matematica:

-  *tabelle e grafici, valori medi e campi di variazione;*
-  *coordinate cartesiane, piano cartesiano, rappresentazione di punti*
-  *distinzione fra righe e colonne;*

Scienze

-  *concetti di meteorologia fondamentali: temperature massime , minime ed istantanee ,pressione, umidità,piovosità*
-  *funzionamento degli strumenti utili per i dati meteo*
-  *lettura degli strumenti*

6. PROPOSTA DI LAVORO: vedi scheda allegata

7. SUGGERIMENTI PER IL DOCENTE: vedi scheda allegata

8. TEST DI VERIFICA: vedi test allegato

6. SCHEDA PROPOSTA DI LAVORO

Situazione problematica

1. analizzare, sintetizzare i vari fattori che influenzano il clima
2. Confrontare i dati dell'anno in corso (anche mensili) rispetto andamento degli ultimi anni
3. predisporre pagine web per inserimento grafici nel sito della scuola

www.icsangiorgiobosco.it/meteo1A

(pagina accessibile anche da home page , alunni)

Richiesta di soluzione

La situazione problematica si sviluppa nell'arco dell'intero anno scolastico nella parte relativa alla raccolta dati a cui si affianca il curriculum di scienze relativo ad unità meteorologia ([vedi allegato](#)), segue poi la rielaborazione con l'utilizzo di un foglio di calcolo nel mese di maggio per la sintesi annuale ed il confronto con i dati degli anni precedenti nonché la pubblicazione nel sito scolastico

Per garantire un'efficace acquisizione di conoscenze (sapere) e di competenze (saper fare), l'attività consta di due momenti fondamentali :

- ✚ lezione frontale per illustrare a grosse linee le fasi del lavoro da svolgere e dei contenuti di tipo "tecnico" sulle funzionalità di Excel collegate allo sviluppo dell'attività da realizzare;
- ✚ lavoro al computer: ad ogni gruppetto di alunni per pc (2) viene assegnata rielaborazione dei dati di un mese, ad una coppia la sintesi annuale e ad un'ultima coppia la sintesi con i dati degli anni precedenti

Suggerimenti per la richiesta di soluzione

1. Per la realizzazione di questa attività si utilizzeranno le funzioni SOMMA, MEDIA, MIN e MAX e i dati relativi agli alunni iscritti alla scuola per creare una tabella che riporti:

- a. Date utili dei giorni in cui si è svolta l'osservazione, i valori delle 3 temperature, pressione, umidità (in %), piovosità
 - b. I valori minimi, massimi delle serie, la media mensile
2. creazione dei grafici per ciascuna delle serie prese in considerazione

Il risultato del lavoro, riferito al mese di ottobre 2005 , è riportato nel file [dati meteo 2005-06](#) allegato

Le procedure necessarie per realizzare questa attività sono state già acquisite dagli alunni con la realizzazione delle esercitazioni precedentemente proposte sull'inserimento di dati, la formattazione e inserimento di semplici funzioni già acquisite dal punto di vista matematico nelle ore curricolari .

Seguono le due immagini di esempio (fig 1 e 2)

Nelle figura 3 , 4 e 5 sono visualizzate le operazioni minime per inserire una funzione (media) ma il percorso è lo stesso anche per la funzione MIN e MAX

	dati ottobre 2005				
Data	minima	massima	istantanea	pressione	umidità
5 ott.	14	25	21	1000	48%
6 ott.	17	22	21	995	42%
7 ott.	12	23	20	998	51%
8 ott.	18	22	20	992	47%
9 ott.	15	24	19	995	49%
11 ott.	14	23	15	999	30%
12 ott.	12	24	14	1019	20%
13 ott.	9	11	9	1010	23%
14 ott.	7	18	15	1004	28%
15 ott.	10	16	14	991	36%
16 ott.	12	16	15	985	40%
18 ott.	18	17	14	1001	31%
19 ott.	8	17	12	1001	46%
20 ott.	14	16	16	996	40%
21 ott.	15	17	17	996	45%
22 ott.	16	18	17	1001	57%
23 ott.	15	18	17	1003	55%
25 ott.	12	19	16	1003	50%
26 ott.	16	19	16	997	49%
27 ott.	16	21	21	988	47%
28 ott.	16	22	17	991	52%
29 ott.	14	19	14	994	60%
30 ott.	13	19	15	992	46%
MEDIA	13,6	19,4	16,3	997,9	43%
MINIMO	7	19	9	985	20%
MASSIMO	18	25	21	1019	60%
figura 1					

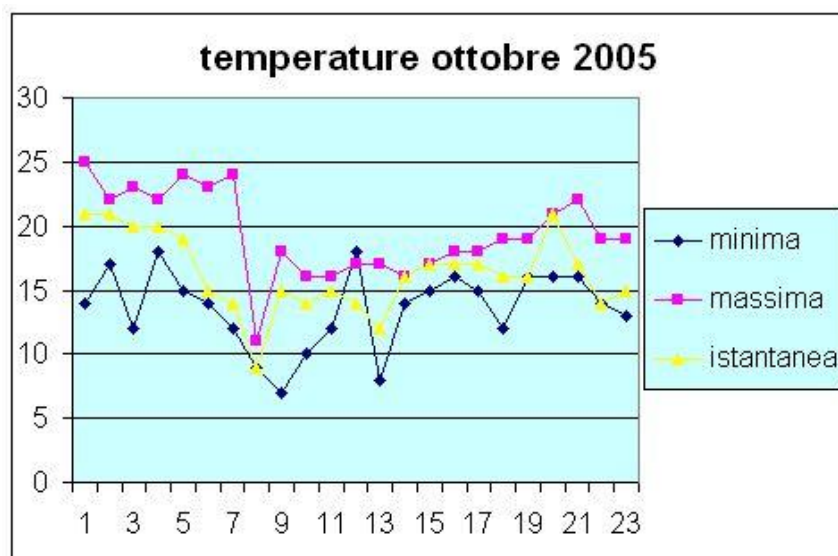
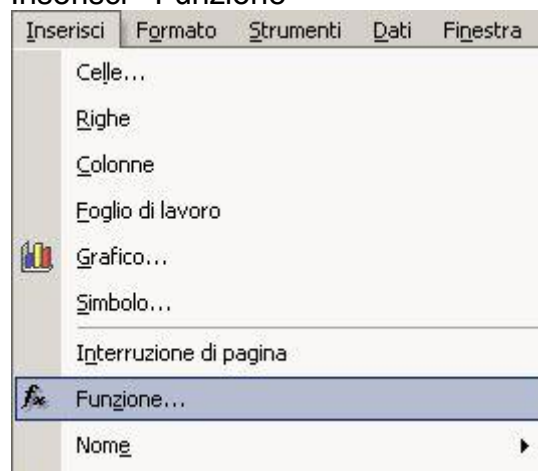
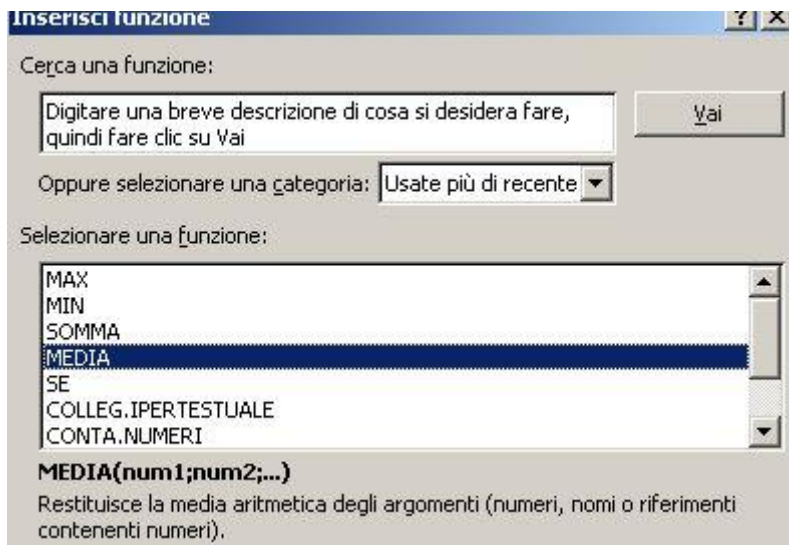


figura 2

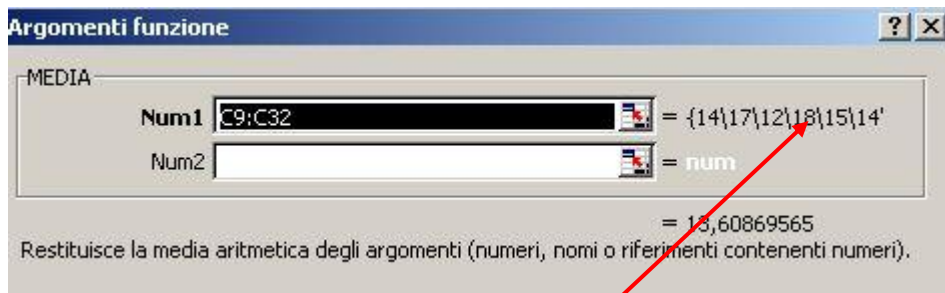
Per inserire la funzione media

- seleziona la cella dove inserire il valore
- Menù Inserisci –Funzione





- c. Seleziona la MEDIA
- d. Controlla se il campo dei valori corrisponde



- e. Altrimenti clicca su “linguetta rossa” e seleziona l'intervallo corretto

7. Suggerimenti per il docente

In varie occasioni della vita domestica e professionale, e anche a scuola, spesso si ha la necessità di presentare organicamente dei dati, effettuare su di essi calcoli più o meno complessi, e talvolta

mostrare i risultati in forma grafica per renderli più facilmente leggibili.

I programmi denominati Fogli elettronici (o Spreadsheet), sono stati sviluppati per rendere facile questo lavoro. Essi consentono di effettuare i calcoli in modo automatico (creando una “tabella dinamica” che si aggiorna da sola quando si cambia un dato di partenza), aiutano nell’organizzare l’aspetto della tabella e permettono, infine, di creare con facilità grafici di vario tipo.

Un semplice esempio di utilizzo in ambito didattico, a livello di Scuola secondaria di 1° Grado, è riportato nell’esempio del file “[peso.xls](#)” in cui oltre a tabulare dati si possono inserire moduli per operare semplici verifiche di lettura di un grafico

Per come inserire i moduli in excel vedi [tutorial](#) preparato da Patrizia Bolzan (www.grancaffè.it) tutor per i corsi TIC AB e DL59 in piattaforma <http://puntoedu.indire.it>

VERIFICA

1. Una cella di foglio elettronico può contenere :
 - Solo dati numerici
 - Dati numerici, alfanumerici , formule e commenti
 - solo formule
 - Formule e commenti
2. Come inserisci la media utilizzando il menù
 - Menù Inserisci – Funzione – Media
 - Menù Inserisci – Media
 - Menù Strumenti – Verifica Formule
 - Menù Inserisci – Funzione - Se
3. Come inserisci la funzione Somma utilizzando la barra strumenti
 - Con il pulsante Σ ▾

○ Con il pulsante



○ Con il pulsante



○ Con il pulsante



4. Come si fa a copiare una formula?
- Non è possibile copiare una formula.
 - Si seleziona la cella che contiene il risultato della formula e si compie un'operazione di "Copia e Incolla".
 - Si seleziona l'insieme di celle utilizzato nella formula e si fa clic sul pulsante "Copia formato".
 - Si seleziona l'insieme di celle utilizzato nella formula e si utilizza il comando "Incolla speciale" dal menu "Formato".
5. Come si allarga la colonna per ottenere una colonna larga "15"
- Menù Formato – Colonna - Larghezza – 15
 - Menù Formato – Colonna – Adatta
 - Menù Formato – Colonna – Larghezza standard
 - Menù Formato – Cella
6. Come si modifica la colonna in modo da inserire testi da andare a capo
- Menù Formato – Celle - Allineamento – Controllo Testo – Riduci ed adatta
 - Menù Formato – Celle – Allineamento – Controllo Testo – Testo a capo
 - Menù Formato – Celle – Allineamento – Controllo Testo – Unione celle
 - Menù Formato – Celle – Motivo
7. Che cosa rappresenta il riferimento di cella?
- Il nome della cartella di lavoro dove è stata selezionata la cella.
 - Le coordinate della cella all'interno della griglia di righe e colonne.
 - Il nome dell'intervallo di celle.

o Il nome del foglio dove è stata selezionata la cella.

8. Come si inserisce il bordo alla cella tratteggiato :
 - o Menù Formato – Celle – Bordo –
 - o Menù Formato – Celle – Bordo – Linea - Stile
 - o Menù Formato – Celle – Bordo – Linea
 - o Menù Inserisci – Celle – Bordo – Linea
9. Come inserire il titolo ad un grafico già esistente
 - o Non si può, va rifatto la procedura guidata del grafico
 - o Seleziona grafico – Menu Grafico – Opzioni
 - o Seleziona grafico – Menu Grafico – Tipo di grafico
 - o Seleziona grafico – Menu Grafico – Opzioni – Titoli
10. Per modificare il colore di uno spicchio di un grafico a torta devi :
 - o Seleziona il settore – Menù Formato – Formato Dato selezionato
 - o Seleziona il grafico – seleziona il settore – Menù Formato – Formato Dato selezionato
 - o Seleziona il grafico – seleziona il settore – Menù Formato – Formato Dato selezionato- Motivo
 - o Seleziona il grafico - Menù Formato
11. Per indicare gli argomenti durante l'inserimento guidato di una funzione, è obbligatorio utilizzare il mouse?
 - o Sì.
 - o No.
 - o E' indifferente.
12. Quale funzione svolge l'operatore "^"?
 - o Esegue una divisione.
 - o o Esegue l'elevamento a potenza.
 - o o Esegue un concatenamento di testo.
 - o o Serve per unire due formule.
13. Volendo creare la sequenza dei numeri 2 - 4 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14 è necessario:
 - o o creare una serie personalizzata.
 - o o riempire le prime due celle e poi premere il tasto "Invio".
 - o o selezionare solo le prime due celle e poi trascinarle con il quadratino di riempimento.
 - o o riempire la prima cella e poi premere il tasto "Invio".