

Il progetto "Matematica e Computer"

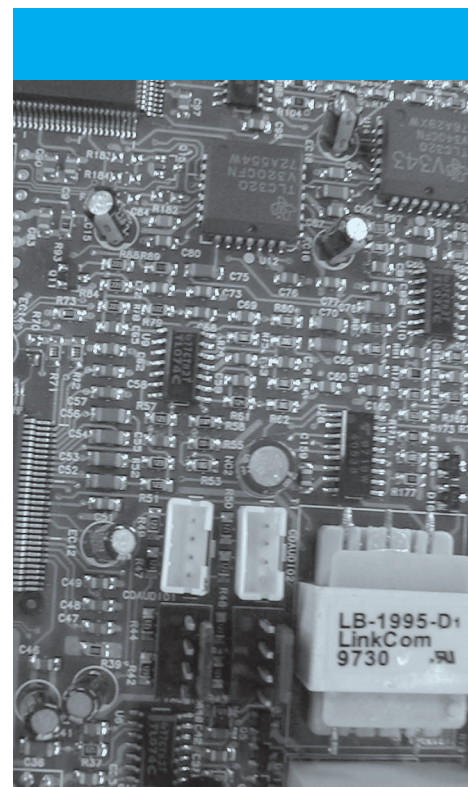
DI FRANCESCO A. COSTABILE E ANNAROSA SERPE

D

a un'analisi della qualità dell'insegnamento/apprendimento della Matematica nella scuola secondaria calabrese, nasce e si sviluppa un progetto di ricerca-azione interdisciplinare tra la Matematica e l'Informatica. Infatti, ribadendo la scelta della programmazione come momento fondamentale nella formazione informatica, se ne estende l'utilizzo come supporto all'insegnamento/apprendimento della Matematica.

Determinante si è rilevato l'ambiente di programmazione, denominato MatCos, appositamente costituito. Tale ambiente, fortemente finalizzato alla Matematica, è in lingua italiana, sintatticamente semplice e privo di fase dichiarativa, perciò realmente adeguato alle capacità logico- astrattive-linguistiche dei discenti. Nella fase di sperimentazione del progetto si è rivelato efficace il metodo di formazione dei docenti. Alcuni quadri sinottici sui risultati ottenuti in questi anni, nonché sulle possibili prospettive future, chiudono l'articolo.

Un progetto
di ricerca-azione
interdisciplinare



Quando e come nasce

Circa 10 anni fa, il Centro Interdipartimentale di Ricerca Didattica dell'Università della Calabria (C.I.R.D.) avviò un'indagine conoscitiva sull'insegnamento/apprendimento della Matematica nel territorio calabrese.

Supportato dall'Assessorato all'Istruzione della Regione Calabria, fu avviato il progetto *Nuovi Programmi e Qualità degli Studi* che prevedeva il coinvolgimento di un certo numero di scuole polo e d'insegnanti di ruolo di matematica, come interlocutori privilegiati e, quindi, sperimentatori.

Le scuole polo, naturalmente, furono individuate tra quelle impegnate, o almeno che avevano dichiarato di farlo, nei vari progetti sperimentali varati dal Ministero della Pubblica Istruzione: *Brocca, P.N.I.*¹, ed Igea, che prevedevano l'uso del calcolatore nel delicato processo di insegnamento/apprendimento della Matematica. I risultati emersi dal campione significativo delle scuole

superiori calabresi evidenziarono due grandi lacune:

- un insegnamento della Matematica, ancora, in modo dichiarativo;
- un mancato utilizzo del computer come strumento da programmare, per altro, esplicitamente previsto dalla normativa ministeriale dei nuovi programmi di studio.

L'analisi condotta dal C.I.R.D., naturalmente, non poteva esimersi dall'individuare o dal cercare di individuare le cause del fallimento, di fatto, di ciò che, agli occhi di molti, sembrava la "grande" novità del momento. Tra le più significative furono segnalate:

- l'inadeguatezza dello strumento proposto per l'interazione studente-computer, ovvero un linguaggio di programmazione evoluto e generale quale poteva essere il Pascal o il Basic;
- il mancato reale aggiornamento della classe docente, per la maggior parte dei quali l'uso del computer non figurava nemmeno nel *curriculum* degli studi universitari, sia sul piano squisitamente tecnico-informatico, che, soprattutto, sul piano didattico, ovvero sull'impatto del computer quale strumento per una maggiore o più facile comprensione dei concetti e metodi matematici²;
- efficienza dell'*hardware* nei singoli istituti e mancata assistenza tecnica, in laboratorio, durante le ore di lezione; ciò risulta importante in relazione al tempo, molto limitato, di utilizzo delle attrezzature.

Per maggiori dettagli si rimanda alla bibliografia [1], [2], [3], [4], [5]. Su questa base nasce il Progetto "Matematica e Computer".

Prima fase: la ricerca

L'aver individuato nel linguaggio di programmazione proposto agli allievi, una delle principali cause del mancato

decollo dell'integrazione, sul piano didattico, del calcolatore, o se vogliamo dell'Informatica e della Matematica, portò alla seguente domanda: il calcolatore è davvero utile nel processo insegnamento/apprendimento della Matematica, e, se sì, in quale forma, ovvero qual è il suo ruolo?

La risposta non fu e non è semplice, ma è, purtroppo, drammaticamente attuale ed ineludibile.

Infatti già, in quei tempi, con la scoperta delle reti telematiche, il calcolatore cominciava ad assumere altre notevoli funzioni, ovvero da strumento quasi esclusivamente da programmare, diventava anche strumento per informare, comunicare, comporre e stampare in maniera diversa e considerevolmente più efficace che nel passato.

Oltre queste funzioni, note col nome di ICT (*Information Communication Technology*) iniziarono la loro comparsa i prodotti *software* specificatamente dedicati alla matematica, i così detti CAS (*Computer Algebra System*) tra cui, i più noti *Mathematica*, *Derive* e *Maple*. Questi *software* sono in grado di fornire direttamente la soluzione dei principali problemi di matematica, senza il minimo sforzo dell'utente.

D'altra parte comparivano anche *software* più specificatamente di natura geo-

metrica, quali *Cabri-Géomètre*, *Cartesio*, ecc., in grado di sostituire l'uso manuale dei tradizionali strumenti da disegno. Nessuna delle "filosofie" che sta alla base dei due filoni citati, ovvero TIC e CAS, ci sembrò, e ci sembra, adeguata allo scopo di un'utile integrazione del calcolatore nell'insegnamento/apprendimento della Matematica.

Infatti la Matematica, oggi più che mai, ad ogni livello è da intendersi come attività di pensiero, ma di un pensiero rivolto alla risoluzione di problemi, intesi anche nel senso più ampio del termine.

Quindi l'insegnamento/apprendimento della Matematica non può che essere finalizzato alla formazione e sviluppo del pensiero; di un pensiero razionale, creativo e fantasioso, che trovi il suo campo d'azione nella realtà fisica che ci circonda, al fine di interpretarla e, se necessario, modificarla.

In questo contesto il calcolatore, diventa uno strumento assai utile, anzi necessario, solo se si pone come strumento da programmare, ovvero uno strumento di mediazione tra il pensiero umano e la realtà.

La programmazione, poi, intesa come metodo di lavoro, non fa che esaltare il metodo matematico, volto alla risoluzione di problemi, attraverso la costruzione di algoritmi risolvitori sempre più efficienti; inoltre, contribuisce alla chiarezza di idee e alla precisione e rigore del linguaggio formale, caratteristiche precipue della Matematica, che rientrano tra gli obiettivi del suo insegnamento/apprendimento.

Ribadimmo e ribadiamo, quindi, in accordo con i principi ispiratori dei vari progetti ministeriali, nonché dei programmi ufficiali della scuola elementare del 1985-1990, che l'uso del calcolatore nel processo insegnamento/apprendimento della Matematica deve essere essenzialmente finalizzato ad "esplorazioni, verifiche di proprietà matematiche, rappresentazioni grafiche e calcoli..." sotto

**La Matematica
è da intendersi
come attività
di un pensiero rivolto
alla risoluzione
di problemi, intesi
anche nel senso
più ampio del termine**



la guida fattiva e razionale dello studente; evitando, così pericolose infatuazioni. Tutto ciò, può essere realizzato, solo se si dispone di un opportuno "ambiente di programmazione", ovvero adeguato alle effettive capacità logiche-espressive-linguistiche degli allievi cui si rivolge, e, naturalmente, finalizzato all'insegnamento/apprendimento della Matematica.

Nacque, così, l'ambiente di programmazione MatCos funzionale al seguente duplice scopo:

- avviare lo studente alla programmazione utilizzando concetti matematici adeguati alla sua età;
- far apprendere ed interiorizzare metodi e concetti matematici sfruttando le potenzialità del computer.

L'ambiente MatCos, ideato e costruito nel C.I.R.D., dispone di un linguaggio di programmazione, fortemente orientato alla matematica, che utilizza comandi specifici relativi a precisi concetti matematici, in lingua italiana, con

una sintassi semplice e con istruzioni molto vicine al linguaggio naturale e al linguaggio matematico.

Inoltre, è intermedio tra un linguaggio generale e un CAS, ovvero con qualche comando specifico di calcolo simbolico da utilizzare per lo più come momento di verifica.

Ogni comando ha i parametri essenziali relativi al concetto matematico che si vuole rappresentare.

Il linguaggio è modulare, con ogni modulo riferito ad una precisa fascia d'età scolare; è privo di fase dichiarativa, cosa che contribuisce a snellire il fardello delle regole sintattiche di un linguaggio di programmazione usuale. La caratteristica precipua del linguaggio si esplica nell'istruzione "passo-passo" che consente di eseguire ogni programma mediante un comando alla volta, visualizzando così i risultati intermedi. Questa peculiarità è molto importante perché consente allo studente di controllare ogni passo dell'algoritmo e correggere, più facilmente, eventuali errori.

Ognuna delle suddette caratteristiche ha un'immediata ricaduta sul piano didattico, ovvero funzionale all'apprendimento; l'uso della lingua italiana non grava di ulteriori difficoltà linguistiche la mente dello studente, mentre è concentrata su concetti matematici; la modularità consente di finalizzare i comandi del linguaggio ai contenuti matematici oggetto dell'apprendimento, senza fughe in avanti che potrebbero essere deleterie sul piano formativo. Questo ambiente integrato consente allo studente, opportunamente stimolato e/o guidato, di esplorare, elaborare concetti matematici sia numerici che grafici, interagendo col computer.

Seconda fase: la sperimentazione

Effettuata la ricerca, occorre passare alla sperimentazione. Superati i problemi logistici con il contributo fattivo delle istituzioni scolastiche³, di quelle politiche⁴, di quelle sociali⁵, restava quello della formazione dei docenti sperimentatori che si erano dichiarati disponibili. Come impostarla, visto che era stata precedentemente enumerata tra le possibili cause dell'insuccesso?

Si elaborò, allo scopo, il progetto di ricerca-azione *Matematica e Computer*, finalizzato alla formazione continua di insegnanti di scuole del I ciclo⁶ e II ciclo⁷, con tempi di sperimentazione, rispettivamente, di tre anni per la scuola media, due anni per il biennio della scuola superiore, di tre anni per il triennio della scuola superiore.

Gli obiettivi precipui del progetto si articolano su tre livelli:

- professionalizzazione per gli insegnanti;
- elaborazione di percorsi didattici fruibili dagli alunni con l'uso continuo e costante del computer come strumento da programmare;
- apprendimento attivo e partecipato

della Matematica accentuando l'aspetto algoritmico e di *problem solving*.

La procedura di progetto prevede le seguenti tappe tecniche:

- modello formativo differenziato per gli insegnanti, strutturato in tre *stage* annuali con incontri in presenza;
- sperimentazione nelle classi del modello formativo mediante test di verifica per gli studenti;
- valutazione degli esiti mediante apposito monitoraggio dei test;
- seminario conclusivo di presentazione dei risultati.

Il *target* del progetto prevede anche azioni di supporto, agli insegnanti sperimentatori, sia in presenza che a distanza; nonché l'elaborazione di nuovi protocolli didattici sperimentali (prodotti della ricerca-azione). I test, elaborati nel C.I.R.D., costituiscono il modello di verifica dell'apprendimento. I quesiti che compongono i test sono dieci e strutturati in due tipologie entrambi con difficoltà graduate:

- tipologia 1: si richiede un listato di programma, un lavoro di qualità più che di quantità;
- tipologia 2: assegnato un listato di programma si richiede cosa esegue il programma "passo-passo".

La tipologia 2, completamento della tipologia 1, è lungi da essere un mero esercizio di addestramento sul linguaggio di programmazione, ma ha lo scopo di guidare l'allievo alla scoperta del pensiero matematico.

La tipologia 1 consente allo studente di analizzare, eseguire, costruire, semplificare, disegnare ed inventare; la tipologia 2, invece, permette di riconoscere, interpretare, analizzare e sintetizzare [12].

Lo *scaffolding* operativo del progetto è stato ideato ed elaborato con l'intento precipuo di valorizzare, con un progressivo affinamento, le competenze individuali sia degli insegnanti che degli allievi in una dimensione collettiva di apprendimenti e verifiche; nonché, di avviare processi circolari di comunicazione dei saperi matematici, e di implementazione degli stessi, mediante circoli virtuosi collegati sinergicamente (le scuole *partner*).

Il modello organizzativo

Nato da un'attività di ricerca con conseguente progetto esecutivo per la sperimentazione, qui di seguito, si riporta il quadro sinottico relativo al modello organizzativo per anno scolastico:

Modello organizzativo annuale	
Settembre	Primo <i>stage</i> di formazione per gli insegnanti sperimentatori
Gennaio	Somministrazione del Primo test di verifica agli studenti
Febbraio	Secondo <i>stage</i> di formazione per gli insegnanti sperimentatori e valutazione dei risultati del Primo test
Maggio	Somministrazione del Secondo test di verifica agli studenti
Giugno (I settimana)	Terzo <i>stage</i> di formazione per gli insegnanti sperimentatori e valutazione del Secondo test
Giugno (II settimana)	Monitoraggio complessivo inerente la valutazione degli esiti dei test
Giugno (IV settimana)	Seminario conclusivo di presentazione dei risultati del monitoraggio

Negli *stage* di formazione vengono affrontate le tematiche disciplinari inerenti lo svolgimento annuale dei programmi ministeriali, che gli insegnanti sperimentatori sono tenuti a svolgere; le tematiche vengono proposte in una nuova veste metodologica, rispetto a quella tradizionale; si costruiscono, inoltre, percorsi didattici fruibili per gli alunni con una didattica adattata allo stile di apprendimento dell'età degli studenti.

La verifica della sperimentazione nelle classi del modello formativo consta di due test che vengono somministrati agli studenti durante l'anno scolastico. Per la valutazione degli esiti dei test viene effettuato un monitoraggio intermedio durante gli *stage*, che culmina poi in uno finale, di tipo sistemico quantitativo, inerente il modello di verifica dell'apprendimento registrato dal campione totale degli studenti.

L'analisi relativa alla valutazione del modello di verifica d'apprendimento è articolata nel seguente modo:

- ogni test è composto da 10 quesiti, che vengono, singolarmente, valutati dall'insegnante sperimentatore, mediante degli *item*, riportati a piè di passo del quesito stesso;
- ogni test è corredato da due schede.

L'insegnante sperimentatore, nella prima scheda, riporta i risultati ottenuti da ogni studente nei singoli quesiti; nella seconda, riassuntiva, riporta per ogni quesito, il numero totale riferito ai vari *item*.

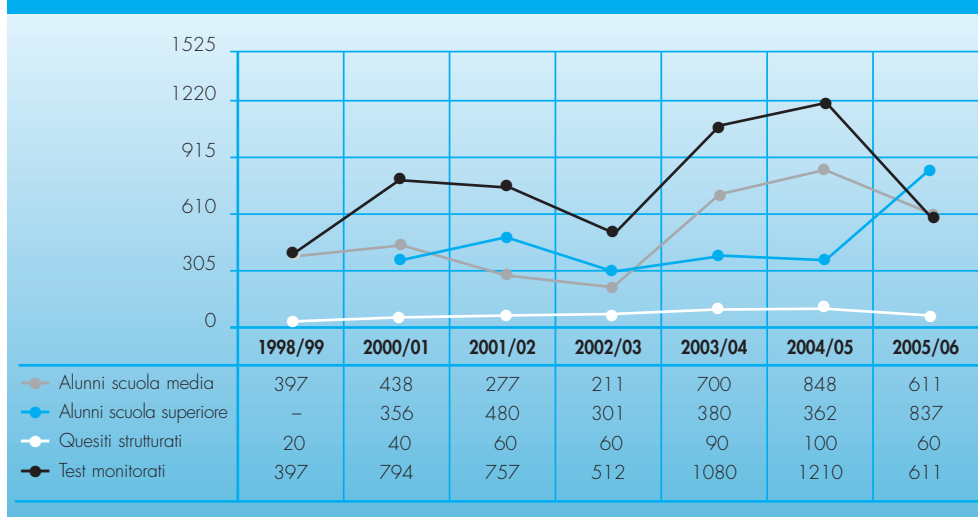
La seconda scheda fornisce il quadro complessivo inerente la valutazione della classe sull'andamento del test; successivamente, i test elaborati e corredati dalle due schede, vengono raccolti e monitorati ai fini di una statistica generale del livello d'apprendimento del campione degli studenti.

Il monitoraggio statistico finale, considerata la peculiarità del modello formativo, si sviluppa su due campi d'indagine: il numero del quesito e la positività registrata.

Quadro sinottico 1



Quadro sinottico 2



I risultati finali, relativi ad ogni specifica annualità del progetto sono presentati alla fine di ogni anno scolastico mediante apposito seminario.

Risultati

Il progetto ha già concluso differenti cicli di sperimentazione: due cicli triennali per la scuola media e per la scuola superiore; al momento sono in

atto il terzo ciclo di sperimentazione per la scuola media e per la scuola superiore. I risultati di tali sperimentazioni sono reperibili presso il C.I.R.D.⁸; sono stati anche oggetto di numerose relazioni in convegni nazionali ed internazionali inerenti l'insegnamento della Matematica con l'uso delle tecnologie didattiche [7], [8], [9], [10], [12], [15], [17], [18], [19], e di articoli su riviste specializzate del settore [6], [11], [14].

Negli ultimi quattro anni sono pervenute richieste di istituzioni scolastiche extraregionale; pertanto, il C.I.R.D., sempre attento ai nuovi scenari d'innovazione tecnologica, ha introdotto, anche, la formazione in modalità *blended*.

Per la realizzazione della formazione a distanza sono stati utilizzati dei DVD, prodotti nel C.I.R.D., realizzati mediante le tecniche del *learning by doing*.

La formazione a distanza è stata supportata da un *counselor* didattico che ha operato in comunicazione differita mediante l'utilizzo della posta elettronica.

Qui a lato si riportano due quadri sinottici inerenti le attività del progetto di ricerca-azione "Matematica e Computer".

I risultati conseguiti in questi anni di lavoro sono documentati nelle pubblicazioni riportate in bibliografia; tuttavia, crediamo che si possano enucleare i seguenti assunti:

- l'uso del calcolatore nell'insegnamento/apprendimento della Matematica per esplorare, elaborare, interagire attraverso un ambiente di programmazione, non solo è possibile, ma è opportuno; esso ha contribuito alla formazione razionale, così come ha favorito lo sviluppo di creatività e fantasia, testimoniato dalla ricerca di concetti matematici nella realtà fisica, del vissuto quotidiano;

- la maggiore sorpresa positiva di questo lavoro risiede proprio nella scoperta, da parte degli allievi, della matematica al di fuori degli angusti "spazi" scolastici (cosa inusuale nella tradizione del nostro insegnamento), e di cercare di interpretare, e talune volte di modificare secondo il proprio sentire, alcune realtà;

- la formazione in servizio degli insegnanti deve avvenire sulla base di un progetto innovativo che prevede una fase sperimentale e di verifica con discussioni e riscontri oggettivi, sia sulla positività/negatività della proposta, che sull'avvenuta acquisizione dei nuovi metodi e/o contenuti culturali, con i proponenti il progetto.

Sviluppi futuri

Il lavoro svolto ed i risultati conseguiti, incoraggiano e spingono verso un proseguo dell'esperienza.

Essa potrebbe svilupparsi su tre filoni:

- la ricerca, atta al miglioramento dell'ambiente di programmazione MatCos, creando la versione 3, affinando gli obiettivi di programmazione e di apprendimento di specifici contenuti matematici;
- formazione in servizio degli inse-

gnanti di ruolo, creando altri gruppi di docenti sperimentatori ed affinando il metodo su esposto;

- formazione in servizio a distanza, immaginando altre forme quali videoconferenze con centro a stella, e/o interazione *on line*.

Naturalmente tutto ciò sarà possibile se gli Enti istituzionali preposti (MPI, USR, Istituti scolastici, Assessorati Regionali e Provinciali all'Istruzione, ecc.) collaboreranno alla realizzazione

del progetto, che è poi un progetto di crescita e sviluppo culturale e sociale.

- 1 Piano Nazionale Informatica.
- 2 Malgrado fosse stato varato dal Superiore Ministero il Piano Nazionale d'Informatica.
- 3 Ufficio Scolastico Regionale per la Calabria, Istituti scolastici di vario tipo.
- 4 Assessorato all'Istruzione della Regione Calabria, Provincia di Cosenza.
- 5 Fondazione CARICAL.
- 6 Classe di concorso A059.
- 7 Classi di concorso A047, A048 e A049.
- 8 <http://cird.unical.it> (Rapporti dal n° 24 al n°46).

Bibliografia

- [1] Costabile F. A. (1992), *L'insegnamento della matematica nell'era del Computer*, Convegno Mathesis – Catanzaro, 13/04/1992.
- [2] Costabile F. A. (1995), *Progetto Nuovi Programmi e qualità degli studi: Relazione Anno*, Rapporto n° 8, C.I.R.D., Università della Calabria, Rende, (CS).
- [3] Costabile F. A. (1996), *Progetto Nuovi Programmi e qualità degli studi: Relazione II anno*, Rapporto n° 9, C.I.R.D., Università della Calabria, Rende, (CS).
- [4] Costabile F. A. (1997), *Come va il Piano Nazionale per l'Informatica*, Periodico di Matematiche.
- [5] Costabile F. A. (2000), *Matematica e computer: un binomio ormai scisso?*, Periodico di Matematiche VII, 7, n° 2-3, pp. 21-36.
- [6] Costabile F. A., Serpe A. (2002b), *Matematica & Computer con MatCos: un esperimento nella I media*, Progetto Alice, Vol. III, n° 7, pp. 79-98.
- [7] Costabile F. A., Serpe A. (2002c), *Matcos: un nuovo strumento per fare matematica*, in Dileo V., Fazio R., Leoci G. (eds), Atti 4° Convegno Nazionale ADT, "Nuovi obiettivi, curricula e metodologie nella didattica della matematica e delle scienze", Monopoli, Editrice Arti Grafiche Alberobello, pp. 262-273.
- [8] Costabile F. A. (2003a), *Un progetto per l'insegnamento-apprendimento della Matematica-Informatica*, in Costabile C. e Serpe A. (eds), Atti del Convegno Internazionale, "Didattica in ambito scientifico con le nuove tecnologie", Caposuveto CZ, Costabile Editore, Rende, pp. 41-54.
- [9] Costabile F. A., Serpe A. (2003b), *Le Projet Matcos*, in Lagrange et al. (eds), Actes du Colloque Européen ITEM "Integration des Technologies dans l'Enseignement des Mathématique Ecole", IUFM (Instituts Universitaires de Formation des Maîtres) di Reims, France, giugno 2003, WEB SITE URL: http://www.reims.iufm.fr/Recherche/ereca/item-com/index_fr.htm
- [10] Costabile F. A., Serpe A. (2003c), *La programmazione in MatCos come supporto ad applicazione matematiche nel reale*, in D'Amore B. e Sbaragli S. (eds), Atti del Convegno Nazionale "Incontri con la Matematica n° 17" e V Convegno Nazionale ADT "La didattica in aula", Castel San Pietro Terme (BO), Pitagora Editrice, Bologna, pp. 260-261.
- [11] Costabile F. A. (2004a), *Il calcolatore, motore dell'azione didattica e scientifica in matematica*, in Zampillo G. (ed), Quaderni di Matematica n° 2, 2004, Dipartimento di Matematica, Università di Lecce, Edizioni del Grifo, Lecce, pp. 141-160.
- [12] Costabile F. A., Serpe A. (2004b), *MatCos: un linguaggio di programmazione per l'insegnamento-apprendimento della Matematica*, in Andronico A., Frignani P., Poletti G. (eds), Atti del Convegno Didattica 2004 "E-learning: qualità didattica e knowledge management", Omnicom Editore, Ferrara, pp. 163-178.
- [13] Costabile F. A., Serpe A. (2005a), *Progetto Pluriennale Matematica e Computer Monitoraggio delle attività – Modulo MATCOS 2.1 Anno Scolastico 2003-04*, Vol. 986, Centro Programmazione Editoriale, S. Prospero S/S (MO).
- [14] Costabile F. A., Serpe A. (2005b), *Formazione in servizio e ricerca-azione: il modello C.I.R.D. dell'UNICAL*, in Didattica e didattiche disciplinari, Costabile F. A. (ed), Quaderni di didattica, Vol. 1, Luigi Pellegrini Editore, Cosenza, pp. 89-102.
- [15] Costabile F. A., Serpe A. (2005c), *Il calcolatore elettronico nel processo insegnamento-apprendimento della Matematica: sì, no, perché, come*, in Ancona R. L., Faggiano E., Montone A., Pupillo R. (eds), Atti del convegno "Insegnare la Matematica nella scuola di tutti e di ciascuno", Ghisetti&Corvi Editore, Milano, pp. 192-197.
- [16] Costabile F. A., Serpe A. (ed.) (2005d), *Matematica & Computer. Progetto Pluriennale. Monitoraggio del Modulo MATCOS 2.2 – Anno Scolastico 2004-2005*, Quaderni di didattica: Numero tematico, Luigi Pellegrini Editore, Cosenza.
- [17] Costabile F. A., Serpe A. (eds), (2006) *Progetto "Matematica e Computer" – Giornata di lavoro con gli studenti protagonisti*, Cosenza: Luigi Pellegrini Editore.
- [18] Costabile F. A., Serpe A. (2007), *Esperienze di programmazione in ambiente MatCos nella scuola secondaria*, Atti del Convegno Didattica 2007 Informatica per la Didattica, Cesena, 10-12 maggio 2007, Società Editrice Asterisco snc, Vol. II, pp. 687-700.
- [19] Serpe A. (2006) *"La programmazione per il rinnovamento dell'insegnamento della matematica"*, in Di Stefano C. (ed), Atti del convegno "Sul rinnovamento per l'insegnamento della matematica", Gela (CL), 5-7 ottobre 2006, Ghisetti&Corvi Editore, pp. 33-48.