

Interazione dinamica tra informatica e matematica nel Problem Posing and Solving

A. Brancaccio, C. Demartini¹, M. Marchisio², C. Pardini³, A. Patrucco
MIUR – Viale Trastevere 76/a Roma - anna.brancaccio@istruzione.it

¹Dipartimento di Automatica e Informatica - Politecnico di Torino
Corso Duca degli Abruzzi 29 - 10129 Torino - claudio.demartini@polito.it

²Dipartimento di Matematica - Università di Torino
Via Carlo Alberto 10 - 10123 Torino - marina.marchisio@unito.it

³Istituto Statale di Istruzione Superiore Carlo Anti
Via Magenta 7B – 37069 Villafranca di Verona - dirigente@carloanti.it
⁴Fondazione Torino Wireless, Via Francesco Morosini, 19 – 10128 Torino
amelio.patrucco@torinowireless.it

Il Progetto Problem Posing and Solving promosso dal MIUR, Direzione Ordinamenti Scolastici e Autonomia Scolastica, con l'obiettivo di conseguire un forte rinnovamento nei contenuti e nei metodi dell'insegnamento della matematica e dell'informatica, al termine del suo secondo anno analizza questa interazione dinamica nata tra i docenti delle due discipline all'interno della comunità. Si può affermare che è così profonda da aver innescato l'inizio di un radicale processo di innovazione.

1. Introduzione

L'uso consapevole delle tecnologie ICT assume ormai un ruolo preponderante nella vita di tutti i giorni, per questo motivo la scuola è chiamata sempre più a formare ragazzi con competenze digitali, capaci ad utilizzarle in modo critico soprattutto nella formulazione e risoluzione di problemi reali. Le ICT permettono di fare balzi avanti enormi nella creazione di modelli matematici e sono delle vere e proprie representational infrastructures, [4], cioè svolgono un ruolo assolutamente fondamentale nell'apprendimento della matematica. Sviluppare il valore abilitante dell'ICT nel processo formativo non è un problema di struttura, quanto piuttosto un problema "culturale", un problema quindi che riguarda il sistema formativo nel suo complesso ed investe l'organizzazione, le persone che vi operano, le metodologie didattiche, i docenti, gli studenti e, almeno in parte, le famiglie. L'informatica, a sua volta, come disciplina a sé stante, è un buon ambiente per sviluppare la metodologia del Problem Posing and Solving; richiede analisi, riflessione, tecnica e concretezza, si confronta sempre con situazioni reali, prevede molteplici soluzioni che possono essere dibattute anche a posteriori. Ecco quindi che solo un'interazione dinamica delle due discipline permette la pratica del confronto e della condivisione e promuove lo sviluppo di processi logici induttivi e deduttivi. All'interno del Progetto MIUR Problem Posing and Solving, PP&S, si sta proprio lavorando in questa direzione

DIDAMATICA 2014

anche per allineare il nostro Paese a scelte che altri Paesi da tempo hanno fatto. Si rimanda a [1] per un quadro internazionale e una riflessione più generale sull'insegnamento dell'informatica.

2. Il Progetto Problem Posing and Solving

Il Progetto PP&S della Direzione Generale degli Ordinamenti Scolastici e dell'Autonomia Scolastica è nato il primo giugno 2012, [5], come misura di accompagnamento per l'attuazione delle Indicazioni Nazionali e le Linee Guida relative agli insegnamenti della Matematica e dell'Informatica dei nuovi Licei, Istituti Tecnici e Professionali, [3]. Il progetto si avvale della collaborazione dell'AICA, del Politecnico di Torino, dell'Università di Torino, del CNR e dell'Unione Industriale.

Ha come obiettivi quelli di:

- sviluppare uno spazio di formazione integrata che interconnetta logica, matematica e informatica;
- costruire una cultura "Problem Posing & Solving" investendo, nell'ampio dominio applicativo degli insegnamenti disciplinari, anche d'indirizzo, una attività sistematica fondata sull'utilizzo degli strumenti logico-matematico-informatici nella formalizzazione, quantificazione, simulazioni ed analisi di problemi di adeguata complessità, [6];
- assicurare una crescita della cultura informatica della docenza chiamata ad accompagnare la trasformazione promossa;
- adottare una quota significativa di attività in rete con azioni di erogazione didattica, tutorato e autovalutazione.

Il Progetto, partito con 150 scuole secondarie di secondo grado, attualmente vede il coinvolgimento di circa 400 scuole distribuite su tutto il territorio nazionale, 600 docenti e 12000 studenti. I numeri possono sembrare piccoli rispetto alla popolazione studentesca italiana delle scuole secondarie di secondo grado e rispetto al numero dei docenti, ma è il più grosso Progetto in piattaforma che abbia mai avuto il MIUR e nei prossimi scolastici vorrebbe raggiungere tutte le scuole. L'obiettivo è quello di mettere tutti i docenti di matematica e di informatica delle scuole secondarie di secondo grado del Paese nelle condizioni di poter lavorare con questa metodologia. Partecipano Istituti Secondari di Secondo grado di ogni tipo: licei scientifici, tecnologici, classici, artistici, istituti tecnici di differenti indirizzi e istituti professionali. I docenti che partecipano sono stati, in questi primi due anni scolastici, per la maggior parte quelli di matematica ma vi sono anche alcuni docenti di informatica e fisica che lavorano soprattutto con le classi terze e quarte. Ciascun docente ha accreditato in piattaforma al massimo due classi, ma può estendere la metodologia del problem posing & solving con le nuove tecnologie a tutte le classi in cui insegna. Da fine febbraio 2014 il Progetto è stato aperto, visto le numerose richieste delle scuole, anche ai docenti del primo biennio e ai docenti di tutte le discipline scientifiche. A partire da febbraio 2014 sono partiti molti corsi di formazione in tutte le regioni per consentire ai docenti appena entrati nel Progetto o a quelli interessati di conoscere le

metodologie adoperate. Il numero di docenti che partecipano a questi corsi è elevato, per esempio sono 240 in Veneto, 127 in Abruzzo, 94 in Calabria, 120 in Lombardia, 96 in Piemonte, altrettanti in Emilia Romagna, Lazio, Sicilia.

Per il conseguimento degli scopi sopra descritti, si utilizza la piattaforma di e-learning Moodle integrata sia con un ambiente di calcolo evoluto, ACE, che con un software per tutoring on line in modo da permettere a docenti e studenti di lavorare sia in presenza che a distanza, [7].

Si è costituita una vivace comunità di docenti del PP&S che pratica il collaborative learning attraverso Moodle: condivide materiali, costruisce percorsi didattici, si confronta attraverso i forum. In parallelo sono nate le comunità delle classi accreditate, in questo modo anche gli studenti possono lavorare in piattaforma praticando il cooperative learning, [2].

3.La comunità di informatici e matematici all'opera

Nell'ambito del progetto PP&S, partendo dall'esperienza già testata della matematica nel primo anno, è stato esteso il procedimento e la metodologia all'informatica creando una comunità di docenti attivi e protagonisti verso il cambiamento. All'inizio dell'anno scolastico 2013/14 sono stati coinvolti 20 docenti di informatica di 20 scuole dove è già presente la disciplina, in particolare sono entrati nel Progetto dieci Licei delle Scienze Applicate, sette Istituti Tecnici Tecnologici e tre Istituti Professionali. L'iniziativa è rivolta agli studenti del primo biennio in modo da effettuare, fra due anni, un raccordo con quanto è stato previsto nell'ambito matematico nel secondo biennio. La comunità dei docenti di informatica attualmente dai 20 iniziali consta di ben 66 docenti e circa 600 studenti. Essi partecipano attivamente alla loro comunità ma anche a quella di tutti i docenti del PP&S; viceversa i docenti di matematica interessati possono accedere alla comunità degli informatici e ai materiali dei loro corsi. In questo modo è assicurata una reale interazione attiva tra le due discipline attraverso lo scambio di idee e la preparazione di materiali e problemi trasversali. E' stato attivato un tutoring asincrono e sincrono specifico sul linguaggio Python e per la fine dell'anno i docenti avranno preparato attraverso il living lab descritto nel paragrafo successivo dei percorsi possibili per l'informatica del primo anno, assolutamente non prescrittivi, ma fruibili da tutti i docenti interessati.

Prima di iniziare a lavorare in piattaforma, nel mese di settembre, la comunità dei docenti di informatica si è incontrata in presenza a Roma per un confronto su come impostare il lavoro; nel mese di novembre, in occasione del Job Orienta di Verona si è incontrata nuovamente una giornata in presenza durante la quale, oltre ad approfondire alcuni temi scottanti sulla computing education e a confrontarsi con altre esperienze del MIUR come le Olimpiadi dell'Informatica e le Olimpiadi del Problem Solving, ha condiviso gli obiettivi da raggiungere nel biennio come illustrato nella Fig.1.

Da ottobre ad ora, soprattutto i 20 docenti iniziali, stanno condividendo in piattaforma moduli di apprendimento e relativi problemi/stimoli per il primo anno. Stanno anche già riflettendo sugli obiettivi e sui moduli del secondo. Nelle Fig.2 e 3 sono illustrati, a titolo di esempio, due corsi di due docenti.

LOs Attesi al I biennio

- comprendere e applicare i principi fondamentali dell'informatica - tra i quali logica, algoritmi, rappresentazione dei dati - e della comunicazione
- analizzare problemi e formularli in termini computazionali, consolidando esperienza di scrittura di programmi finalizzati alla soluzione di tali problemi
- valutare e utilizzare le tecnologie dell'informazione, comprese quelle emergenti, per affrontare analiticamente e risolvere problemi
- operare in modo responsabile, competente, sicuro come utenti creativi di tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

Fig.1 – Obiettivi di informatica per il biennio

INTRODUZIONE

ALGORITMI

SCRATCH

Fig.2 – Corso in un Liceo

Le reti e in particolare la rete INTERNET

- le reti
- INTERNET
- WEB 2.0
- i social network
- netiquette
- reti e in particolare la rete INTERNET
- video reati informatici
- crimini informatici

Fig3 – Corso in un Istituto Professionale

3.Il Living Lab e la costruzione di percorsi

Come detto sopra la metodologia di collaborative learning praticata dai docenti è il Living Lab. Lo scenario della scuola secondaria superiore dopo la riforma si presenta in una situazione ancora problematica per la maggior parte delle discipline alla ricerca di strategie che conducano ad una valutazione delle competenze che non sia solo il frutto di un'operazione compilativa al termine di

un percorso essenzialmente tradizionale.

L'informatica nella fattispecie soffre in aggiunta le contingenze dovute alle tante classi di concorso titolari dell'insegnamento. Appare quindi essenziale l'individuazione di uno o più percorsi didattici che possano costituire una traccia da sperimentare sul campo. D'altra parte non è pensabile tutto questo possa realizzarsi a tavolino e senza la partecipazione attiva di molti docenti coinvolti.

Il Living Lab, visto come concetto di ricerca in cui si integrano processi di innovazione e di co-creazione attraverso la sperimentazione di idee, appare il terreno ideale per produrre concretamente materiali da sperimentare sul campo.

Occorre dunque costituire un *contesto esperienziale* che porti ad un *apprendimento esperienziale* dinamico e fortemente legato ai problemi reali.

Il modello del Living Lab, formulato per la prima volta al MIT (Massachusetts Institute of Technology) nel 2003 e adottato a partire da questo anno scolastico nella comunità dei docenti di informatica del PP&S e nelle loro comunità delle classi degli studenti accreditati in piattaforma è, più in generale, un ecosistema di innovazione aperta e guidata dagli utenti basata sullo sviluppo di partnership tra governi, imprese e ricercatori con l'obiettivo di favorire il contributo attivo all'innovazione dei servizi (energia e ambiente, salute, media), in particolare l'Unione Europea ha promosso la nascita e la diffusione di queste esperienze in tutti gli Stati membri. E' nata addirittura una rete europea di Living Labs. Il PP&S quindi, oltre ad utilizzare questa metodologia per il raggiungimento delle competenze disciplinari previste dalle Indicazioni Nazionali e Linee Guide nelle discipline dell'Informatica e della Matematica, abitua i ragazzi a lavorare insieme in modo creativo assolvendo quindi ad un'altra, e forse la più alta, funzione educativa che ha la scuola: quella della formazione di cittadini più attivi, più partecipativi, più propositivi.

Di seguito alcuni dei temi di un forum aperto in piattaforma su cui i docenti di informatica del PP&S si confrontano.



Fig.4 – Forum usato nel Living Lab

4.Un esempio di problema reale

Riportiamo di seguito, a titolo di esempio, un problema affrontato utilizzando in modo sinergico la matematica e l'informatica: la dinamica delle popolazioni. Si tratta di un esempio particolarmente significativo di evoluzione di un modello matematico, che può essere trattato anche a livello elementare, e che ha numerose applicazioni in Geografia, Biologia, Ecologia, Economia, Medicina, Sociologia. La logica è l'elemento unificante le due discipline, il terreno comune dove i ragazzi riflettono sulla formulazione del problema, sulla ricerca delle strategie risolutive e sulla valutazione delle soluzioni trovate. La matematica consente di creare il modello che descrive la realtà attraverso una ricostruzione semplificata che cerca di evidenziare unicamente gli aspetti ritenuti essenziali alla risoluzione del problema e le relazioni tra questi tralasciando ogni altro elemento secondario, l'informatica e il computational thinking consentono di rielaborare dati, fare calcoli di un certo livello, scrivere procedure e preparare rappresentazioni grafiche. In questa interazione attiva tra matematica e informatica lo studente impara le competenze digitali e non solo ad usare le tecnologie. Nelle Indicazioni Nazionali a tal proposito così recitano nei risultati di apprendimento dell'informatica: *“Lo studente deve essere in grado di utilizzare criticamente strumenti informatici e telematici nelle attività di studio e di approfondimento; comprendere la valenza metodologica dell'informatica nella formalizzazione e modellizzazione dei processi complessi e nell'individuazione di procedimenti risolutivi.”* Esistono molti modelli per lo studio delle popolazioni, in questo problema si lavora con studenti del primo biennio e vengono analizzati tre modelli utilizzando le differenze finite: quello del precursore Fibonacci (1175-1250), quello di Malthus (1766-1830) e infine quello di Lotka e Volterra noto anche col nome preda-predatore del 1925-26. I tre modelli potrebbero essere ripresi nella classe quinta nelle scuole dove si studiano le equazioni differenziali per soffermarsi sul passaggio dal discreto al continuo.

Per la costruzione di ciascuno dei tre modelli dopo la formulazione in termini matematici del problema è stato utilizzato sia l'ambiente di calcolo evoluto Maple sia diversi linguaggi dell'informatica come Python, Java per la costruzione di procedure, per la rappresentazione dei grafici, per la ricerca delle soluzioni. In questo modo è possibile comparare i diversi metodi risolutivi e riflettere e valutare la loro efficacia. Per esempio il modello di Fibonacci fu costruito dal matematico pisano per risolvere il seguente problema: *“Quante coppie di conigli si ottengono in un anno (salvo i casi di morte) supponendo che ogni coppia dia alla luce un'altra coppia ogni mese e che le coppie più giovani siano in grado di riprodursi già al secondo mese di vita?”*

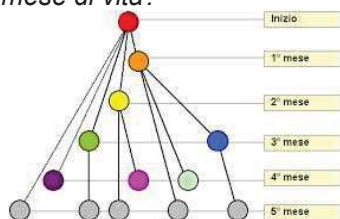


Fig.5 – Riproduzione dei conigli

Egli scoprì la successione che ancor oggi porta il suo nome che ha la seguente regola: il numero di conigli al mese n si ottiene sommando il numero di conigli del mese precedente, $n-1$, e il numero di conigli di due mesi precedenti, $n-2$, si ottiene cioè la formula ricorsiva $F(n) = F(n-1) + F(n-2)$. Con Maple sono state costruite sia una procedura che calcola l'ennesimo numero della successione di Fibonacci sia una componente interattiva che rappresenta graficamente la successione.

La seguente procedura viene richiamata mediante il nome "FibonacciNumber(n)" in modalità math, e restituisce l'n-esimo elemento della successione.

```

Codice della procedura "FibonacciNumber".
proc(n:integer):integer;
local Fib_1, Fib_2, FibTemp, i;
description "Calcola il n-esimo numero di Fibonacci";
Fib_1 := 1;
Fib_2 := 1;
if n <= 0 then return "Input non valido: n deve essere maggiore o uguale a 1" elif n = 1 or n = 2 then return 1 end if;
for i from 3 to n do FibTemp := Fib_2, Fib_2 := Fib_1 + Fib_2, Fib_1 := FibTemp end do;
return Fib_2;
end proc;
FibonacciNumber(1)
FibonacciNumber(2)
FibonacciNumber(3)
FibonacciNumber(7)
FibonacciNumber(33)
    
```

FibonacciNumber(1)	1	(1.1.1.1)
FibonacciNumber(2)	1	(1.1.1.2)
FibonacciNumber(3)	2	(1.1.1.3)
FibonacciNumber(7)	13	(1.1.1.4)
FibonacciNumber(33)	3524578	(1.1.1.5)

Fig.6 – Procedura con l’ACE Maple

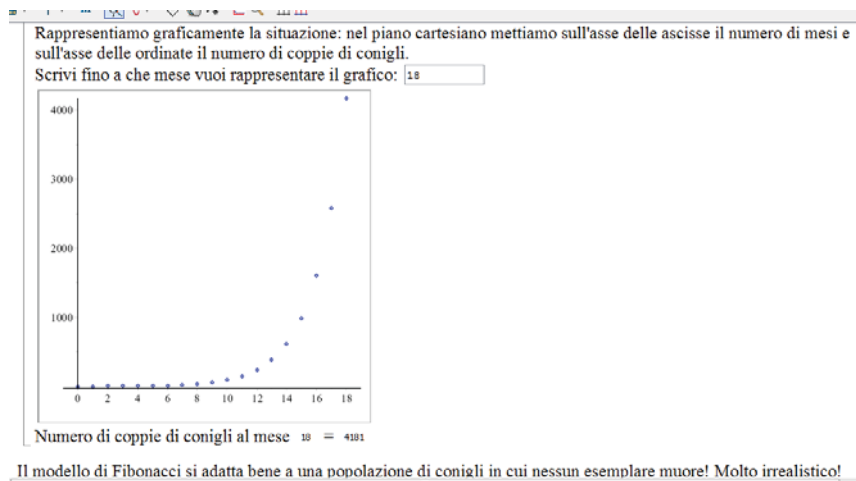


Fig.7 – Rappresentazione dei dati con una componente interattiva di Maple

Con altri linguaggi dell'informatica, Python, Java, Pseudocodice, sono state costruite analoghe procedure che scrivono la successione di Fibonacci.

<p>PSEUDOCODICE</p> <pre> Gestione "esplicita" casi N=0 e N=1; I = 1; // indice iniziale a 1 FIBU = 1; // Numero "corrente" 1 (per I=1) FIBP = 0; // Numero "precedente" 0 (per I=1) // All'ingresso del ciclo: FIBU contiene F(I), FIBP contiene F(I-1) Finchè (I<N) // esce se i=N, quando FIBU corretto! FIBNUOVO=FIBP+FIBU; FIBP=FIBU; FIBU=FIBNUOVO; I=I+1; // a questo punto I=N e FIBU è F(N) WRITE FIBU; </pre>	<p>PYTHON</p> <pre> def fibonacci(): a, b = 0, 1 while b < 1000: print b, a, b = b, a + b fibonacci() </pre> <hr/> <p>JAVA</p> <pre> class Fibonacci { public static void main(String[] args) { int penultimo, ultimo, nuovo; int limite=10000; penultimo=1; ultimo=1; System.out.println(penultimo); while(ultimo < limite) { System.out.println(ultimo); nuovo=penultimo+ultimo; penultimo=ultimo; ultimo=nuovo; } } </pre>
---	---

Fig.8 – Procedure in altri linguaggi

Al ragazzo è stato richiesto di fare delle riflessioni e valutazioni sulla scelta del linguaggio, sui vantaggi e sugli svantaggi che si possono avere ed è stato invitato a scrivere altre procedure che contemplano varianti più o meno sostanziali in modo da fargli prendere confidenza con i differenti ambienti.

5.Computational Thinking and Problem Solving

Il Progetto PP&S ha suscitato interesse a tal punto da far partire varie iniziative in parallelo. Alcune a sostegno come il Progetto Computational Thinking and Problem Solving, CT&PS, dell'Accademia delle Scienze di Torino

in collaborazione con l'Accademia Nazionale dei Lincei. Venti docenti piemontesi di matematica (14) e di informatica (6) del biennio della scuola secondaria di secondo grado, in maggioranza dei licei, si incontrano un pomeriggio alla settimana per lavorare in maniera sinergica tutti insieme. Dopo una prima formazione sul linguaggio Python e sull'ACE Maple, sviluppano in un laboratorio informatico messo a disposizione dal Dipartimento di Matematica dell'Università di Torino e guidati da alcuni tutor, dei temi di attualità come la crittografia e il traffico da presentare in classe per l'acquisizione di competenze in informatica e matematica. La presenza di docenti laureati in matematica che insegnano a scuola anche informatica (in quanto hanno conseguito l'abilitazione A042) facilita e potenzia la complementarietà e la cooperazione fra gli insegnanti. Per permettere a questi docenti di proseguire la loro fruttuosa collaborazione in un ambiente virtuale attrezzato il MIUR ha deciso di accreditarli sulla sua piattaforma del PP&S. In questo modo possono anche usufruire del servizio di tutoring a distanza sugli strumenti imparati, avere del materiale a disposizione ed soprattutto di entrare a far parte del Progetto Nazionale stesso.

Altro terreno molto fertile in cui il computational thinking come paradigma di pensiero trova il suo habitat naturale, sempre in questa interazione attiva tra informatica e matematica, è il processo di simulazione che richiede il ritrovamento di una soluzione adeguata di un problema. Nel PP&S i docenti oltre ad usare l'ambiente di calcolo evoluto Maple e i vari linguaggi come Python sono invitati ad utilizzare MapleSim per simulare le soluzioni trovate. Per questo motivo nel mese di aprile è partita una massiccia formazione dei docenti anche di discipline come l'Elettronica, Sistemi, Elettrotecnica, Fisica, sulle potenzialità di questo strumento. Questa formazione prevede incontri in presenza ma anche tutoring asincrono e sincrono in piattaforma.

Contemporaneamente è partita una sperimentazione legata al PP&S all'interno del corso di "Gestione dell'Innovazione e Sviluppo Prodotto (ICT)" tenuto dal professor Claudio Demartini per gli studenti del secondo anno della laurea magistrale di Ingegneria del Politecnico di Torino. Durante il corso viene proprio usata la piattaforma di simulazione di sistemi complessi MapleSim insieme alle metodologie del Logical Framework Analysis, Quality Function Deployment e UML.

6. Conclusioni

Il Progetto PP&S nato da un'esigenza profonda di innovazione tende a trasformarsi da *progetto* a *processo* in quanto sta innescando proprio quella radicale trasformazione culturale nella scuola che porta inevitabilmente ad un cambiamento di metodologie, di contenuti, di tecnologie nell'apprendimento.

Al momento attuale possiamo considerare raggiunti alcuni obiettivi almeno parzialmente: innanzitutto i docenti in piattaforma hanno adottato una quota significativa di attività in rete con i loro studenti nell'apprendimento della matematica e dell'informatica; è partita una formazione su tutto il territorio italiano che coinvolge, oltre ai 600 docenti già in piattaforma, altri 1200 docenti circa tra matematici, informatici e altre discipline scientifiche come fisica,

elettronica; inoltre alla fine di questo anno scolastico si prevede la preparazione di percorsi di informatica per il primo anno del primo biennio e di matematica per il quarto anno (per il terzo anno erano già stati preparati alla fine dello scorso anno scolastico) nella logica del problem posing and solving che saranno messi a disposizione di tutti i docenti.

E' previsto, nel futuro a breve/medio termine, uno scambio di queste buone pratiche con scuole secondarie di secondo grado e con Università europee che hanno adottato simili iniziative da alcuni anni. Lo scambio prevede anche momenti di confronto con istituzioni del mondo del lavoro che richiedono sempre più a diplomati e laureati capacità di collaborare in piattaforma e con competenze informatiche.

Ci auspichiamo che il MIUR, lungimirante nell'aver promosso questo progetto, continui a farlo nei prossimi anni e che negli scenari futuri preveda in tutte le scuole secondarie di secondo grado, nel biennio, la disciplina di Informatica proprio per consentire questa interazione dinamica tra informatica e matematica che sicuramente concorre alla formazione di un cittadino più consapevole.

Bibliografia

[1] Brancaccio A., Demartini C., Marchisio M., Pardini C., Patrucco A., (2014). Il Progetto PP&S. Informatica a scuola. Sottoposto per la pubblicazione in DIDAMATICA 2014.

[2] Demartini C., Marchisio M., Pardini C. (2013). PP&S100: una comunità di comunità di collaborative learning attraverso le nuove tecnologie. Atti DIDAMATICA 2013, Tecnologie e Metodi per la Didattica del Futuro, 989-999.

[3] Indicazioni Nazionali e le Linee Guida relative agli insegnamenti della Matematica e dell'Informatica dei nuovi Licei, Istituti Tecnici e Professionali, MIUR, D.P.R. Marzo 2010.

[4] Noss R., Hoyles C., Kaput J., (2001). Developing new notations for learnable Mathematics in the computational era, in L. D. English, (Ed.), The handbook of international research in Math, 51-73, London, Kuwer.

[5] Nota Ministeriale, Problem Posing&Solving per l'attuazione delle Indicazioni Nazionali e le Linee Guida relative agli insegnamenti della Matematica e dell'Informatica dei nuovi Licei, Istituti Tecnici e Professionali, MIUR/ODGOS/3420, 1 giugno 2012.

[6] Palumbo C., Zich R., Matematica ed Informatica: costruire le basi di una nuova didattica, Bricks, Anno 2, numero 4, ISSN 2239-6187, 2012, 10-19.

[7] Zich R., Pardini C., Marchisio M., Moodle&Maple: una struttura integrata al servizio del Progetto MIUR su Problem Posing and Solving, G. Fiorentino (Ed.) – Atti del MoodleMoot Italia 2012, 10-12.