

“Testi digitali interattivi” per il recupero nella matematica nel progetto per la riduzione della dispersione scolastica “Scuola dei Compiti”

Alice Barana^a, Marina Marchisio^b

^a Università degli Studi di Torino, alice.barana@unito.it

^b Università degli Studi di Torino, marina.marchisio@unito.it

Abstract

Le risorse digitali giocano un ruolo strategico nel recupero scolastico soprattutto in matematica. Nel progetto “Scuola dei Compiti”, realizzato dalla Città di Torino, con la collaborazione dell’Università di Torino, sono prodotti, e messi a disposizione degli studenti, testi digitali, realizzati con un ambiente di calcolo evoluto, e contenenti parti interattive e parti valutate automaticamente. La produzione di tali testi avviene durante gli incontri in presenza o a distanza con gli studenti o in un secondo momento da parte di tutor nella filosofia del problem posing e solving. Lo scopo è promuovere, attraverso un ambiente virtuale di apprendimento, un ruolo attivo dello studente nell’apprendimento della disciplina e suscitare un maggiore interesse verso la materia.

Parole chiave: ambiente di calcolo evoluto; dispersione scolastica; matematica; piattaforma e-learning; recupero.

Abstract

Digital resources play a key role in remedial teaching, especially in Mathematics. In “The Homework School” project, carried out by the town of Turin, in collaboration with the University of Turin, digital texts, containing interactive and automatically assessed activities, are produced by means of an advanced computing environment and made available to students. The realization of these texts occurs during lessons with students, both in presence and online, or in a second time, performed by the tutors according to the philosophy of problem posing and solving. The aim is to promote, through a virtual learning environment, an active role of the student while learning the discipline and arise a stronger interest toward the subject.

Keywords: advanced computing environment; school dropout; mathematics; e-learning platform; remedial teaching.

1. Il progetto “Scuola dei Compiti”

L'insuccesso scolastico è un problema importante che riguarda non solo l'Italia ma tutti i Paesi occidentali. In questi ultimi anni, tutti i governi rivolgono maggiore attenzione a tale questione per evitare che diventi uno dei fattori di rischio di declino. In Italia, come dicono le statistiche del MIUR (2008a; 2008b; 2011), il fenomeno colpisce soprattutto gli istituti professionali e gli istituti tecnici industriali ed una delle discipline maggiormente coinvolte, insieme alle lingue, è proprio la matematica.

Il periodo a cavallo tra la fine della scuola secondaria di primo grado e l'inizio di quella di secondo grado è riconosciuto come particolarmente importante e delicato della vita di ogni individuo. In questa fase di transizione, qualora si manifestassero segni di insuccesso scolastico, è fondamentale intervenire quanto prima per prevenire che ciò si trasformi in un disagio così forte da portare in taluni casi all'abbandono definitivo degli studi.

In questo contesto, nell'anno scolastico 2012-2013, è nato il progetto “Scuola dei Compiti” (<http://scuoladeicompiti.i-learn.unito.it/>) che, proprio per il recupero scolastico, ha messo in piedi una grossa azione di tutoring supportata dalle nuove tecnologie e dalle didattiche digitali innovative adottate e sviluppate dall'Università di Torino. Il progetto è stato promosso e realizzato dalla Città di Torino, in particolare fortemente voluto e sostenuto dall'Assessore alle politiche educative la Dott.ssa Mariagrazia Pellerino, in convenzione con l'Università di Torino (Dipartimento di Matematica G. Peano e Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione), il Politecnico di Torino, la Fondazione Agnelli e le associazioni torinesi di insegnanti in pensione.

L'obiettivo principale del progetto è quello di offrire agli studenti del terzo anno della scuola secondaria di primo grado, e del biennio della scuola secondaria di secondo grado, sostegno didattico integrato al fine di rafforzare le competenze nelle materie fondamentali riducendo le insufficienze, e di elevare il grado di consapevolezza rispetto alle proprie potenzialità e limiti, contribuendo al sistema di orientamento e ri-orientamento per contrastare il rischio di insuccesso e abbandono scolastico. Con questo progetto si vogliono, inoltre, sperimentare metodi didattici innovativi, utilizzando in particolare per l'insegnamento della matematica la piattaforma Moodle (www.moodle.org) integrata con l'ambiente di calcolo evoluto Maple (www.maplesoft.com).

L'attività di tutoring è realizzata nel pomeriggio, al di fuori dall'orario curriculare, ed è rivolta a gruppi omogenei per materia e grado di difficoltà, composti al massimo da cinque o sei studenti cadauno per il recupero di alcune materie fondamentali considerate più difficili, in particolare matematica, italiano e lingua straniera. Dopo le edizioni 2012-2013 e 2013-2014 svoltesi con grande successo, l'edizione dell'anno scolastico 2014-2015 vede coinvolte ben 31 scuole, 10 secondarie di secondo grado (classi prime) e 21 secondarie di primo grado (classi terze) appartenenti a tutte le circoscrizioni della città di Torino. L'attività di supporto, coordinata da uno o più insegnanti del corpo docente di ciascuna scuola, è stata tesa a favorire azioni di *peer to peer* tra adolescenti in difficoltà scolastica e giovani universitari (tutor). I tutor coinvolti sono 108 e sono studenti frequentanti corsi di Laurea Magistrale attinenti alle materie oggetto dell'intervento di sostegno, individuati con appositi bandi e specificamente formati per l'attività da svolgere. La scelta di tutor universitari è stata fatta appositamente per avere una maggiore efficacia nell'azione di tutoring, dal momento che per questioni anagrafiche e di carriera scolastica sono molto più vicini ai ragazzi da supportare rispetto ai docenti.

Complessivamente sono stati coinvolti 670 studenti della scuola secondaria di primo grado e 369 della scuola secondaria di secondo grado. Sono stati attivati 216 corsi di varie discipline: 42 di matematica sperimentale, quattro di italiano sperimentale, due di latino sperimentale, 50 di matematica tradizionale, 20 di fisica, 40 di inglese, 50 di italiano, otto di chimica. I corsi sperimentali utilizzano in maniera essenziale tecnologie e soprattutto risorse digitali.

Per il progetto “Scuola dei Compiti” è stato allestito e gestito dal Dipartimento di Matematica in collaborazione con i servizi ICT del Dipartimento di Informatica dell’Università di Torino un ambiente virtuale di apprendimento Moodle (Figura 1), sul quale sono stati accreditati e lavorano sia i tutor che gli studenti dei corsi sperimentali. La piattaforma messa a disposizione è dotata dell’integrazione con il software di videoconferenza Adobe Connect per la realizzazione di tutoring a distanza e dell’integrazione con la suite Maple (Maple, MapleNet, MapleTesting and Assessment - T.A.) (Marchisio, Melgiovanni & Rabellino, 2013). Queste integrazioni sono state sviluppate dall’Università di Torino, utilizzate con successo nella didattica dall’università stessa e recentemente adottate dal MIUR (Direzione generale per gli ordinamenti scolastici e la valutazione del sistema nazionale di istruzione) nel progetto nazionale “Problem Posing and Solving” (<http://minerva.miurprogetttopps.unito.it/>), partito nel 2012 che, tra gli obiettivi, ha proprio l’innovazione didattica attraverso le nuove tecnologie (Palumbo & Zich, 2012).



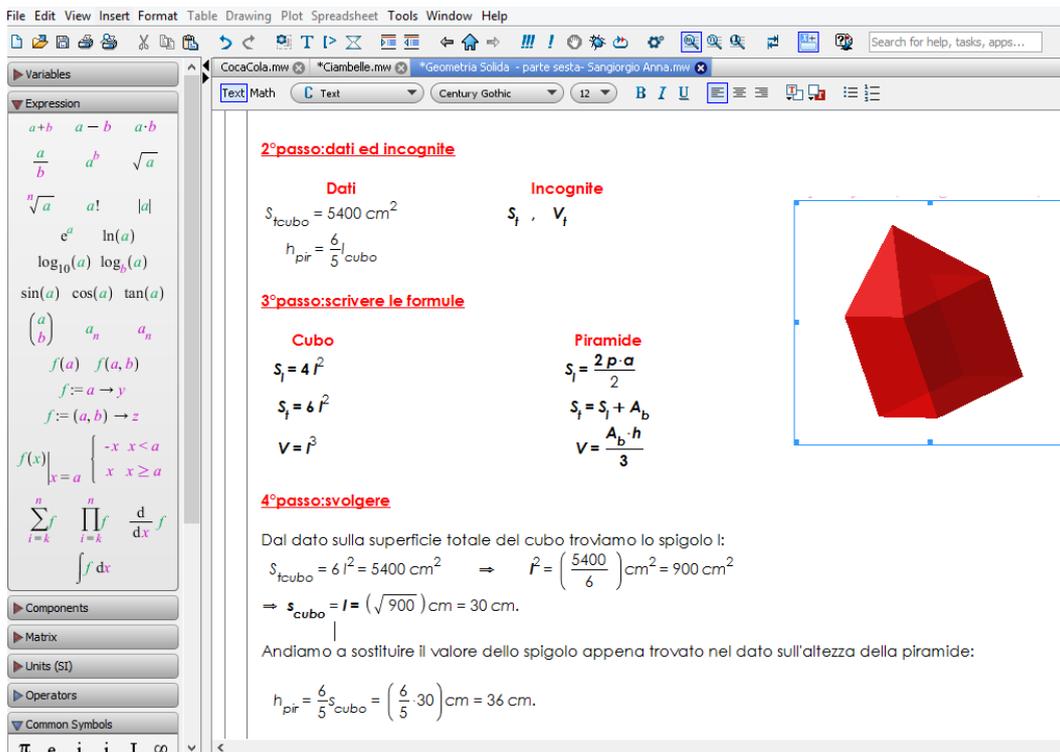
The screenshot shows the Moodle homepage for the 'Scuola dei Compiti' project. On the left, there is a navigation menu with sections like 'NAVIGAZIONE', 'IL PROGETTO', 'UTENTI ONLINE', and 'NEWS'. The central area features a large logo for 'SCUOLA dei compiti' and a detailed description of the project, including its goals and the use of digital tools. On the right, there is a 'LOGIN' form with fields for 'Username' and 'Password', and a 'CALENDARIO' for January 2015. Below the calendar, there is a 'MANUALE DI E-LEARNING' section with a small image of a book.

Figura 1. Homepage della piattaforma Moodle dedicata al progetto “Scuola dei Compiti”.

2. Modalità di recupero della matematica attraverso “testi digitali interattivi”

I corsi di matematica sperimentale del progetto “Scuola dei Compiti” si svolgono in un’aula informatizzata. Cinque postazioni di ogni laboratorio, una per studente, sono state dotate di licenza Maple, un Ambiente di Calcolo Evoluto (ACE) progettato per lavorare con la matematica: con Maple si possono non solo eseguire operazioni di calcolo simbolico e numerico, rappresentare graficamente oggetti algebrici e geometrici, operare

in ogni ambito della matematica, ma anche scrivere e presentare i risultati in linguaggio e formato matematico. Il foglio di lavoro di Maple (Figura 2) si presenta come una pagina bianca in cui è possibile scrivere in due diverse modalità, “text” e “math”: la prima consente di inserire testo come in un normale programma di scrittura; la seconda permette di scrivere espressioni matematiche in formato simbolico in modo molto semplice e intuitivo e con un’ottima resa grafica. Le “palettes” ai margini dell’area di lavoro contengono un’ampia gamma di simboli e formule preformattate che con un click del mouse possono essere inserite direttamente nel documento e modificate con i numeri e le lettere desiderati. Con semplici comandi si possono tracciare grafici bidimensionali o tridimensionali di funzioni, curve e superfici, disegnare figure geometriche; lo studente le può manipolare, ruotare, capovolgere e ingrandire per osservarle da ogni punto di vista. È inoltre possibile animare i grafici, introducendo un parametro che varia nel tempo. Tutto ciò è essenziale per una piena comprensione della matematica: il ragazzo può scrivere, calcolare, rappresentare ed esplorare i risultati, variare le componenti e osservare le conseguenze. Alternando righe di commento a grafici e formule si rafforza la chiarezza dell’esposizione; i documenti prodotti con Maple possono essere visualizzati sotto forma di presentazione (slideshow), salvati in formato worksheet (.mw) oppure esportati in formato pdf.



The screenshot shows the Maple software interface with a worksheet titled "Geometria Solida - parte sesta - Sangiorgio Anna.mw". The worksheet content is as follows:

2° passo: dati ed incognite

Dati	Incognite
$S_{\text{fcubo}} = 5400 \text{ cm}^2$	S_l, V_l
$h_{\text{pir}} = \frac{6}{5} s_{\text{cubo}}$	

3° passo: scrivere le formule

Cubo	Piramide
$S_l = 4 l^2$	$S_l = \frac{2 p \cdot a}{2}$
$S_f = 6 l^2$	$S_f = S_l + A_b$
$V = l^3$	$V = \frac{A_b \cdot h}{3}$

4° passo: svolgere

Dal dato sulla superficie totale del cubo troviamo lo spigolo l:

$$S_{\text{fcubo}} = 6 l^2 = 5400 \text{ cm}^2 \Rightarrow l^2 = \left(\frac{5400}{6} \right) \text{ cm}^2 = 900 \text{ cm}^2$$

$$\Rightarrow s_{\text{cubo}} = l = (\sqrt{900}) \text{ cm} = 30 \text{ cm.}$$

Andiamo a sostituire il valore dello spigolo appena trovato nel dato sull'altezza della piramide:

$$h_{\text{pir}} = \frac{6}{5} s_{\text{cubo}} = \left(\frac{6}{5} \cdot 30 \right) \text{ cm} = 36 \text{ cm.}$$

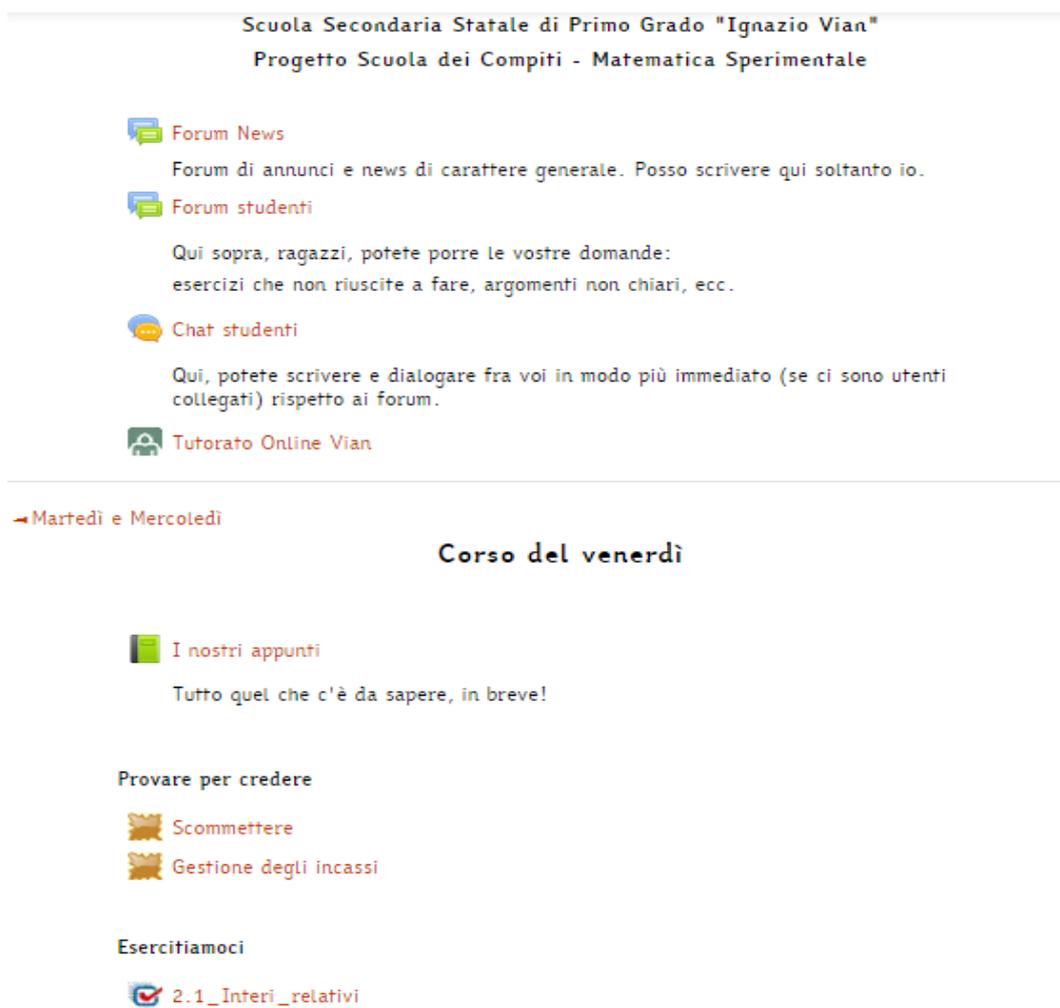
On the right side of the worksheet, there is a 3D visualization of a red pyramid.

Figura 2. Esempio di foglio di lavoro di Maple.

Con Maple e l’aiuto del tutor lo studente in laboratorio può svolgere esercizi e problemi e rivedere gli argomenti spiegati in classe. Il corso di recupero non termina con le due ore di lezione pomeridiane: ogni gruppo di studenti è iscritto ad un corso sulla piattaforma Moodle dedicata al progetto, in cui il tutor può inserire attività interattive e risorse di supporto. I ragazzi possono accedere in qualunque momento della giornata e trovano non solo materiale, ma anche e soprattutto i compagni e il tutor, a sostegno dello studio

individuale. Forum e chat consentono di comunicare, esporre i dubbi e trovare risposte anche al di fuori dell'orario scolastico. Attività integrative e interattive, come "Glossario", "Mindmap" e "Workshop", permettono di costruire insieme contenuti, consolidare le conoscenze e confrontarsi con i compagni. La piattaforma Moodle dell'Università di Torino ha adottato EasyReading (<http://www.easyreading.it>), font ad alta leggibilità. Tutte le risorse e le attività proposte sono scritte in EasyReading e, di conseguenza, accessibili anche agli studenti con DSA (Disturbi Specifici dell'Apprendimento).

La piattaforma è, inoltre, integrata con MapleNet, plugin che consente di visualizzare direttamente all'interno dei corsi i testi digitali interattivi creati con Maple. Ogni settimana i tutor pubblicano sul corso di Moodle (Figura 3) un file in cui l'argomento della lezione viene presentato attraverso un problema reale e risolto utilizzando gli strumenti di Maple: operazioni, grafici, formule matematiche, il tutto opportunamente commentato e spiegato. In fondo ad ogni file, il tutor aggiunge un pannello interattivo, programmato per generalizzare il problema, in cui gli studenti possono modificare i dati iniziali e osservare come cambia la soluzione. Grazie a MapleNet questi file possono essere letti e utilizzati interattivamente all'interno di una pagina di Moodle, senza bisogno che lo studente abbia installato Maple sul proprio computer.



The screenshot shows a Moodle course page for "Scuola Secondaria Statale di Primo Grado 'Ignazio Vian'" under the "Progetto Scuola dei Compiti - Matematica Sperimentale" project. The page is organized into several sections:

- Forum News:** Forum di annunci e news di carattere generale. Posso scrivere qui soltanto io.
- Forum studenti:** Qui sopra, ragazzi, potete porre le vostre domande: esercizi che non riuscite a fare, argomenti non chiari, ecc.
- Chat studenti:** Qui, potete scrivere e dialogare fra voi in modo più immediato (se ci sono utenti collegati) rispetto ai forum.
- Tutorato Online Vian:** A section with a user icon.

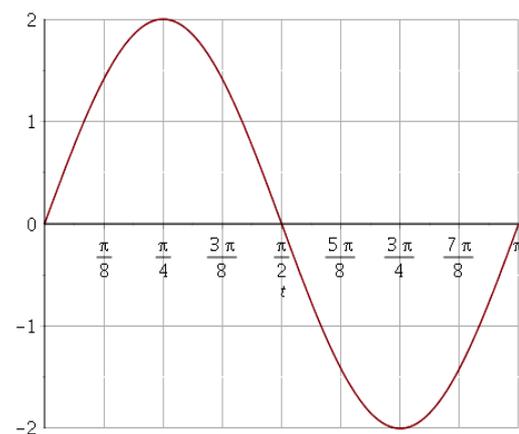
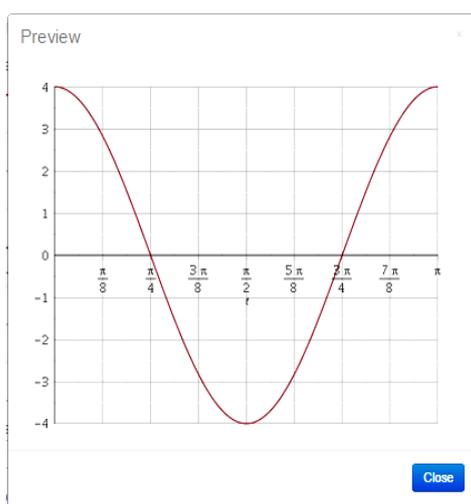
Below these sections, there is a navigation bar with "← Martedì e Mercoledì" and "Corso del venerdì". The "Corso del venerdì" section includes:

- I nostri appunti:** Tutto quel che c'è da sapere, in breve!
- Provare per credere:** A section containing "Scommettere" and "Gestione degli incassi".
- Esercitiamoci:** A section containing "2.1_Interi_relativi".

Figura 3. Esempio di schermata di un corso di "Scuola dei Compiti" nella piattaforma Moodle.

L'apprendimento della matematica si completa al momento della valutazione: quando allo studente viene proposto un problema su cui ragionare, deve riconoscere quale delle conoscenze acquisite è necessaria e applicarla nell'esercizio. È proprio in questa fase che ci si rende conto dell'utilità dei concetti appresi, si comprendono i limiti della loro applicazione e li si memorizza. Nei corsi di matematica sperimentale viene digitalizzato anche questo processo formativo. Per preparare verifiche i tutor utilizzano Maple T.A. (Testing and Assessment), un'applicazione web integrata in Moodle, progettata per la valutazione della matematica. Le domande create con Maple T.A. (Figura 4) sono costituite da un testo in cui si possono inserire formule matematiche, grafici, e aree di risposta che vengono valutate automaticamente. In particolare Maple T.A. supporta non solo scelte multiple, vero o falso, o collegamento di frasi, ma anche l'inserimento di formule, numeri, equazioni, insiemi, espressioni letterali; grazie al motore di Maple su cui è basato, Maple T.A. è in grado di valutare la loro correttezza indipendentemente dalla forma in cui sono scritte. Nei fogli di esercizi e problemi costruiti con Maple T.A. lo studente è obbligato a ragionare autonomamente e formalizzare i risultati impraticandosi con il linguaggio matematico che il software è in grado di leggere, interpretare e valutare. Inoltre, nelle domande si possono inserire parametri che variano con casualità ogni volta che la domanda viene riproposta, consentendo di ripetere esercizi e ragionamenti con dati diversi, fino al consolidamento delle conoscenze acquisite.

Il grafico della figura rappresenta la legge oraria di un moto armonico.

1. trova la legge oraria del moto
 $s(t) =$  

2. determina la velocità in funzione del tempo e osserva il suo grafico.
 $v(t) =$  

Dal grafico deduci:

3. In quali istanti il mobile è fermo?
  

4. In quali istanti il mobile inverte il senso di marcia?
  

Figura 4. Un esempio di domanda posta con Maple T.A..

La tipologia di domanda “adaptive” offre la possibilità di guidare lo studente nella risoluzione di un problema, insegnandogli passo passo un metodo per trovare la strategia

risolutiva più adatta. Ad esempio, a fronte della domanda "Calcola il volume del cilindro la cui circonferenza di base misura 20π cm, sapendo che l'altezza è pari ai $7/2$ del raggio di base" lo svolgimento proposto allo studente è quello indicato in Figura 5.

✓ Il problema ci chiede di calcolare il volume di un cilindro.
Il volume di un solido si calcola moltiplicando

area di base ✓

Correct response: area di base per altezza ✓

Correct response: altezza

Possiamo immaginare che un cilindro sia costituito da tanti cerchi, uguali a quello di base, impilati uno sopra l'altro.
Il suo volume si calcola quindi moltiplicando l'area del cerchio di base per l'altezza.
Cominciamo dall'area del cerchio. Indicando con r la misura del raggio, la formula per calcolare l'area è:

$A = r^2 \pi$ ✓

Correct response: $\pi * r^2$

✓ Per calcolare l'area della base ci serve la misura del raggio. Lo possiamo ricavare dalla formula della circonferenza. Se C è la lunghezza della circonferenza e r è il raggio:

$C = 2 \pi r$ ✓

Correct response: $2 * r * \pi$

Da cui ricaviamo il raggio:

$r = \frac{C}{2 \pi}$ ✓

Correct response: $1/2 * C / \pi$

✓ Sostituendo i dati del nostro problema troviamo la misura del raggio:

$r = 10$ ✓

Correct response: 10 cm.

Con questo possiamo quindi calcolare l'area della base:

$A = 100 \pi$ ✓

Correct response: $100 * \pi \text{ cm}^2$

✓ L'altezza del cilindro misura $7/2$ del raggio. Quindi, sostituendo il dato appena calcolato:

$h = 35$ ✓

Correct response: $7/2 * 10 \text{ cm}$

Abbiamo tutti i dati per calcolare il volume del cilindro:

$V = 3500 \pi$ ✓

Correct response: $100 * \pi * 35 \text{ cm}^3$

Figura 5. Esempio di risposta guidata ad una domanda di tipo "adaptive" con indicazione del procedimento risolutivo di un problema.

Maple T.A. è accessibile dal corso di Moodle: i test preparati dai tutor possono essere svolti in classe, con la supervisione del tutor, o a casa, come esercizi di preparazione alle verifiche. A sostegno dello studio autonomo è inoltre stata attivata un'ora settimanale di tutorato sincrono online, da svolgersi in orario pomeridiano o pre-serale mediante il sistema di webconference Adobe Connect integrato in Moodle (Figura 6). Gli studenti che la richiedono, possono collegarsi da casa e trovano dall'altra parte dello schermo i compagni e il tutor pronto a rispondere alle loro domande. Adobe Connect supporta la condivisione di voce, chat e dello schermo (non viene utilizzata la webcam). Il tutor può servirsi di un foglio di Maple con cui scrivere le spiegazioni e mostrare i file preparati,

oppure può proporre esercizi con Maple T.A. e chiedere ai partecipanti di svolgerli collaborativamente. È possibile inoltre utilizzare una “lavagna digitale” predisposta da Adobe Connect, su cui il tutor può liberamente scrivere e disegnare. Gli studenti possono seguire le spiegazioni con il supporto visivo dello schermo condiviso, e comunicare tra di loro attraverso la chat.

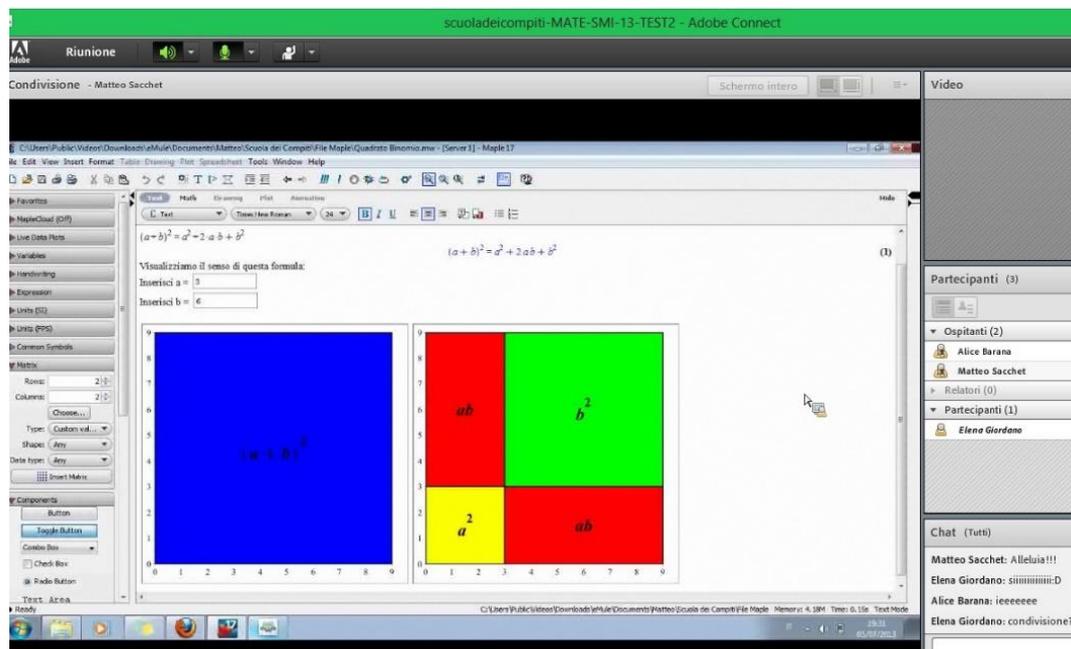


Figura 6. Esempio di tutorato online effettuato con sistema di webconference Adobe Connect.

3. L'impatto cognitivo delle tecnologie nel recupero in matematica

Lavorare con le tecnologie in ambito scolastico, e in particolar modo per il recupero, spesso suscita perplessità in docenti, genitori, educatori. Chiaramente ambienti di calcolo evoluto e ambienti virtuali di apprendimento non sono che strumenti e, in quanto tali, il loro utilizzo non porta automaticamente vantaggi: è piuttosto il modo in cui li si utilizza a fare la differenza. Nel progetto “Scuola dei Compiti” il successo dei corsi di matematica sperimentale, appurato dalle indagini di valutazione effettuate, può essere spiegato proprio dall’impiego mirato e consapevole degli strumenti digitali sopra descritti (Giraud, Marchisio & Pardini, 2014).

L’utilizzo delle tecnologie sperimentato in tale progetto agisce su tre diversi livelli che influiscono sul raggiungimento degli obiettivi di apprendimento: il livello non cognitivo, il livello metacognitivo e il livello cognitivo (Ferrari, 2011).

Il livello non cognitivo si riferisce a emozioni, disposizioni e atteggiamenti rilevanti per l’apprendimento. L’utilizzo del computer pone lo studente in una situazione di minore stress rispetto alle tradizionali attività didattiche svolte di fronte al professore. La tecnologia è familiare allo studente che, “nativo digitale” (i partecipanti ai corsi di “Scuola dei Compiti” sono nati all’alba del nuovo millennio) impiega poco tempo ad acquisire dimestichezza con lo strumento, ne comprende immediatamente il linguaggio e impara velocemente ad utilizzarlo (Prensky, 2001). Poter “vedere” e “toccare” la

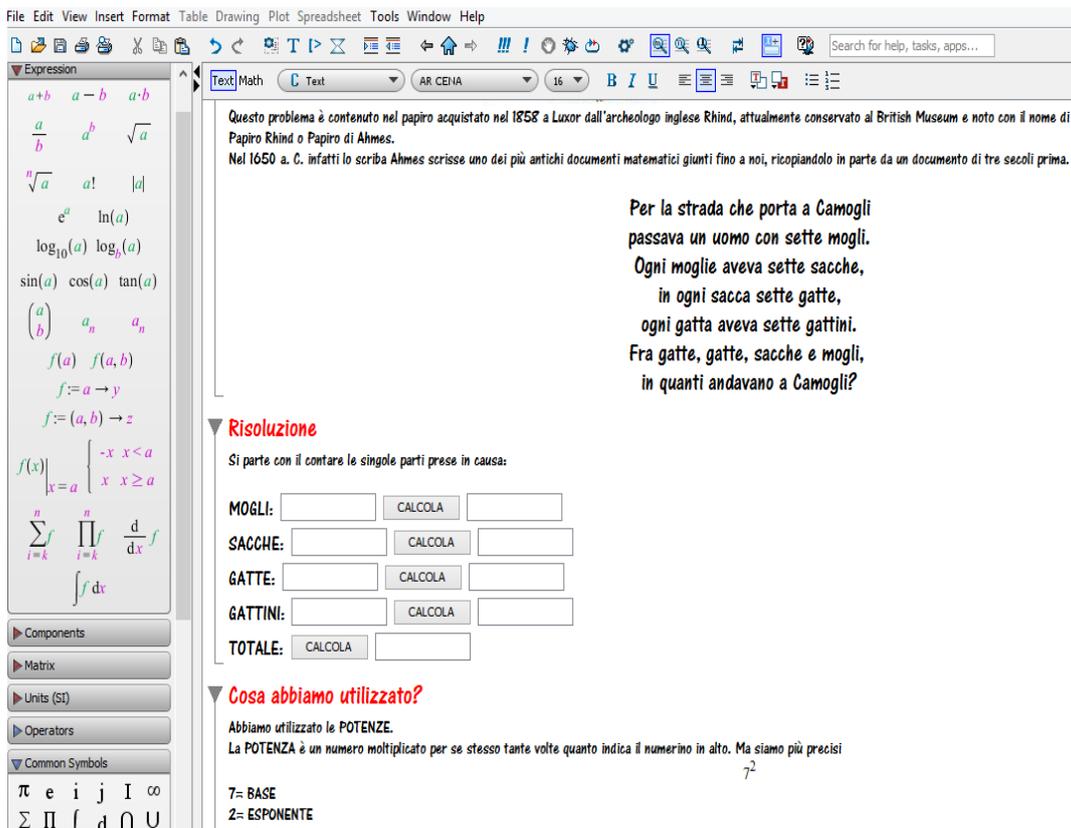
matematica con le rappresentazioni grafiche bi- e tri-dimensionali interattive di Maple rende la materia concreta e interessante, cattura l'attenzione dello studente, generalmente meno stimolato dalle tradizionali lezioni con numeri e formule astratte scritte alla lavagna. Scrivere un testo digitale presenta inoltre l'indiscusso vantaggio di poter cancellare in modo tanto rapido quanto definitivo ogni errore: lo studente, lavorando con Maple, si accorge di uno sbaglio autonomamente, perché i comandi successivi non funzionano, o non restituiscono il risultato previsto, e può porre rimedio con una semplice modifica dei comandi. L'errore acquista dunque valenza didattica e diviene parte integrante del processo di apprendimento, lo studente si sente libero di tentare più strade e sperimentare operazioni diverse, senza provare vergogna per i propri sbagli. Allo stesso modo anche la valutazione automatica con Maple T.A. permette di imparare dai propri errori, che non sono messi in luce dalla penna rossa del professore, bensì da un computer, che offre un feedback ed eventualmente la possibilità di tentare nuovamente la domanda (Scriven, 1967). Anche Moodle agisce sulla sfera emotiva, accogliendo lo studente in un ambiente virtuale progettato per l'apprendimento, in cui egli assume un ruolo ben preciso, ritrova i compagni, con cui può interagire e collaborare, e il tutor che lo può aiutare; può accedere ai materiali e alle attività senza vincoli di orario, ripetere gli esercizi secondo i propri tempi che spesso in classe sono inadeguati alle sue esigenze e diventano un importante fattore di demotivazione.

Il lavoro in piattaforma incide inoltre sugli aspetti metacognitivi dell'apprendimento, che fanno riferimento a come i soggetti regolano i propri processi. In particolare accedere al materiale dopo ogni lezione, e svolgere esercizi coerenti con quanto spiegato in classe, aiuta i ragazzi a rimanere al passo con il programma e a organizzare lo studio autonomo; avere la possibilità di porre attraverso un forum una domanda al tutor, e ottenere una risposta in breve tempo, permette di chiarire immediatamente i dubbi, senza dover aspettare la lezione successiva per poter proseguire nello studio. Inoltre i quiz interattivi forniscono allo studente un feedback immediato sulla sua preparazione, evidenziando le lacune in modo che egli stesso possa rendersi conto delle proprie difficoltà e dei propri progressi, migliorando il senso di autoefficacia e favorendo la motivazione.

Molteplici sono i fattori che agiscono nella dimensione cognitiva sull'apprendimento della matematica. L'utilizzo delle tecnologie praticato nel progetto è studiato per stimolare tutti i processi cognitivi che intervengono nell'apprendimento, a partire dai più semplici fino ad arrivare ai più complessi, se si fa riferimento alla tassonomia di Bloom rivisitata da Anderson e Krathwohl (2001). Il materiale messo a disposizione e le attività interattive, come i quiz di Maple T.A., svolti immediatamente dopo le lezioni, sono utili per memorizzare i concetti di base. Quesiti ripetuti e valutati automaticamente favoriscono la meccanizzazione dei procedimenti elementari, spesso individuati come lacune negli studenti bisognosi di recupero; una volta assimilati, questi meccanicismi possono essere lasciati al calcolatore, permettendo allo studente di volgere l'attenzione su aspetti più profondi e significativi della materia (Artigue, 2002). I testi scritti con Maple, dagli studenti stessi in laboratorio oppure dal tutor e messi a disposizione in piattaforma, forniscono un notevole contributo alla comprensione profonda degli argomenti trattati, in quanto all'interno dello stesso documento sono presenti formule matematiche scritte in formato simbolico estremamente leggibile, non ostacolate da sintassi e codici di programmazione, e alternate a frasi di commento, grafici e immagini che chiariscono i concetti. Pannelli interattivi permettono allo studente di osservare le differenze nei risultati ottenuti al variare di alcuni parametri: il confronto apre le porte alla congettura di possibili generalizzazioni. Anche le animazioni mettono in luce la modifica delle immagini causata da un parametro, e per la loro natura dinamica rimangono più

facilmente impresse nella memoria dello studente. Nessuno di questi esempi può essere riprodotto tanto efficacemente con carta e penna. L'esecuzione autonoma di calcoli e procedimenti e la creazione di grafici e animazioni, mettendo in atto i processi cognitivi classificati nella categoria dell'applicare (Anderson & Krathwohl, 2001), assumono una rilevanza maggiore se effettuati all'interno di un ACE (Ambiente di Calcolo Evoluto), in quanto lo studente deve porre una maggiore attenzione nello scrivere gli oggetti matematici in modo formalmente corretto perché il software li possa interpretare e possa eseguire i comandi senza restituire errori. In tal modo lo studente si rende maggiormente conto della funzione di ogni oggetto e del significato di ogni scrittura, ed è inoltre indotto alla formalizzazione, processo più avanzato di notevole interesse nell'apprendimento della matematica. L'azione di supporto svolta dal tutor, in questo passaggio, è fondamentale.

I processi cognitivi più complessi sono stimolati dai test con Maple T.A., che non chiedono solo di scegliere tra opzioni suggerite, spuntare una casella, collegare frasi già scritte, trascinare e spostare oggetti presenti nel foglio, ma anche di completare, scrivere e inserire formule: prevedono dunque un atto non solo applicativo, ma anche attivo e creativo da parte dello studente. La risoluzione dei problemi (Figura 7) proposti dai tutor secondo la metodologia del problem posing e problem solving esercita l'insieme completo dei processi cognitivi coinvolti nell'apprendimento della matematica, dall'analisi della situazione e organizzazione dei dati, alla rievocazione di formule e la loro applicazione, alla scelta di una strategia risolutiva e alla valutazione dei risultati ottenuti.



The screenshot shows the Maple T.A. interface. On the left is a toolbar with mathematical symbols and functions. The main window contains the following text:

Questo problema è contenuto nel papiro acquistato nel 1858 a Luxor dall'archeologo inglese Rhind, attualmente conservato al British Museum e noto con il nome di Papiro Rhind o Papiro di Ahmes.
Nel 1650 a. C. infatti lo scriba Ahmes scrisse uno dei più antichi documenti matematici giunti fino a noi, ricopiandolo in parte da un documento di tre secoli prima.

**Per la strada che porta a Camogli
passava un uomo con sette mogli.
Ogni moglie aveva sette sacche,
in ogni sacca sette gatte,
ogni gatta aveva sette gattini.
Fra gatte, gatte, sacche e mogli,
in quanti andavano a Camogli?**

Risoluzione
Si parte con il contare le singole parti prese in causa:

MOGLI:
 SACCHE:
 GATTE:
 GATTINI:
 TOTALE:

Cosa abbiamo utilizzato?
Abbiamo utilizzato le POTENZE.
La POTENZA è un numero moltiplicato per se stesso tante volte quanto indica il numerino in alto. Ma siamo più precisi

7= BASE
2= ESPONENTE

Figura 7. Esempio di un problema proposto con Maple.

L'ambiente virtuale di apprendimento concorre all'acquisizione di diverse delle otto competenze chiave per l'apprendimento permanente delineate dalla Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio nel 2006 (2006/962/CE): la competenza matematica, ampiamente discussa precedentemente; la competenza digitale, in quanto non si fornisce un semplice accesso al web e alla tecnologia, ma si educa al suo utilizzo per scopi istruttivi e formativi; la competenza sociale e civica, lo studente è obbligato a relazionarsi con utenti che ricoprono ruoli diversi e ben determinati nelle numerose attività che prevedono il confronto o richiedono la collaborazione con i compagni.

Le tecnologie utilizzate nelle attività di recupero della matematica nel progetto "Scuola dei Compiti" sono capaci di esprimere un valore aggiunto che supera il maggior costo (organizzativo, economico, sociale) che il loro uso comporta, grazie all'esperienza e alle competenze acquisite nell'utilizzo di tali strumenti per l'apprendimento della matematica maturate dal Dipartimento di Matematica dell'Università di Torino, coinvolto da anni in programmi di e-learning sia a livello universitario sia a livello scolastico, e dei responsabili del servizio ICT del Dipartimento di Informatica, che curano la piattaforma messa a disposizione per il progetto, migliorandola ogni giorno per andare incontro alle esigenze di tutor e studenti.

Gli strumenti digitali adottati consentono di condurre il trasferimento di informazioni in modalità multiple, rendendolo maggiormente efficace; l'accessibilità delle risorse è moltiplicata grazie all'utilizzo del carattere EasyReading, in tutti i documenti e le attività disponibili in piattaforma, fruibili senza difficoltà anche dagli studenti con DSA. Ogni studente può dunque trovare online risorse condivise nella modalità che meglio si addice al suo stile di apprendimento. Le naturali capacità dei ragazzi sono assecondate e potenziate dall'utilizzo della tecnologia: in piattaforma si crea un ambiente adatto a tutti e in cui tutti insieme possono collaborare per raggiungere gli obiettivi di apprendimento stabiliti.

In conclusione le tecnologie assumono il ruolo di partner cognitivo nel recupero dello studente. Certamente richiedono un maggiore sforzo e costanza nell'applicazione, ma l'impegno è ampiamente ripagato da un apprendimento più solido, stabile e significativo.

Queste riflessioni trovano riscontro nelle indagini di valutazione del progetto, svolte al termine di ogni edizione (maggio 2013 e maggio 2014), (Cavagnero, Gallina & Marchisio, 2015; Giraud, Marchisio & Pardini, 2014; Ricchiardi & Torre, 2014). Dalle analisi dei questionari emerge che, in generale, le materie di recupero hanno visto un aumento di votazione al termine del percorso di 0,66 punti; per i corsi di matematica sperimentale questo dato si alza a 0,71. Il miglioramento è riscontrato anche nel grado di fiducia con cui lo studente ritiene di padroneggiare la materia (che, in una scala da uno a cinque, mediamente è salito da 2,74 all'inizio del corso, a 3,78 al termine), nell'interesse per la disciplina (da 2,87 a 3,7), nell'impegno a casa (da 2,78 a 3,52), nella partecipazione in classe (da 3,03 a 3,67) e nella conoscenza della disciplina (da 2,64 a 3,65)¹. Tali valori aumentano in proporzione al numero di ore frequentate nei corsi pomeridiani, e sono più marcati per matematica sperimentale rispetto alle altre discipline. In particolare al termine della prima edizione (maggio 2013) è stata eseguita un'analisi comparata tra i risultati relativi ai corsi di matematica sperimentale e matematica tradizionale, in cui non è stato fatto uso di Moodle e Maple per il recupero. Dall'analisi si evince che il grado di

¹ I numeri sono relativi all'anno scolastico 2013/2014, e fanno riferimento a 1476 alunni.

apprezzamento del corso, in termini di materiale, spiegazioni del tutor e positività dell'esperienza, è maggiore nei corsi di matematica sperimentale rispetto a quelli di matematica tradizionale, così come i valori medi al termine del corso relativi a fiducia, interesse e conoscenza della materia, impegno a casa e in classe, sono superiori in modo statisticamente significativo. Questi risultati provano l'analisi sulla funzione dei testi digitali interattivi nel recupero della matematica, che consentono il raggiungimento di obiettivi di apprendimento più elevati rispetto all'applicazione degli strumenti tradizionali.

4. Conclusioni

Il progetto “Scuola dei Compiti” si è rivelato un servizio molto prezioso per le scuole che in questi ultimi anni dispongono di meno risorse finanziarie per far fronte alle numerose necessità, per le famiglie, specialmente quelle che vivono in condizioni economiche meno favorevoli, oltre che ovviamente per gli studenti stessi. Nella seconda edizione del progetto, ed in quella corrente, molti studenti che hanno la piena sufficienza in matematica hanno chiesto di partecipare ai corsi di matematica sperimentale per poter fruire delle risorse e metodologie innovative utilizzate nel recupero. L'entusiasmo dei compagni che sono riusciti a recuperare in maniera non tradizionale ha suscitato in altri studenti, al tempo stesso, interesse e timore di rimanere indietro. Probabilmente, se i docenti adottassero anche solo in parte queste nuove risorse digitali nel loro insegnamento, parte degli insuccessi nella matematica sarebbero prevenuti a monte.

Il progetto ha suscitato molto interesse anche da parte delle istituzioni scolastiche e del MIUR stesso che, nella Nota sulla Prevenzione della dispersione scolastica del 2014, (MIUR, 2014), ha invitato ad usare le nuove tecnologie e le risorse digitali nella lotta all'insuccesso e all'abbandono scolastico. Altre città come Genova e Milano hanno chiesto informazioni sul progetto per poter valutare la possibilità di avviarne uno simile nella loro città.

L'Università di Torino è partner, mettendo a disposizione le proprie competenze e continuando a sperimentare nuove metodologie, di altri progetti di lotta all'abbandono scolastico, in particolare del progetto “Scuola per Tutti: Prevenzione e Contrasto alla Dispersione Scolastica”, coordinato dall'istituto scolastico Carlo Anti di Villafranca di Verona, che vede il coinvolgimento di sei scuole della provincia di Verona, 40 docenti di matematica, italiano ed inglese e 360 studenti. In questo progetto non è possibile avvalersi dei tutor universitari e questo si traduce da un lato nello svantaggio di poter attivare meno corsi di recupero, ma dall'altro nell'enorme vantaggio di poter effettuare una forte azione di formazione dei docenti e quindi in una grossa azione di innalzamento della qualità dell'insegnamento nelle scuole partecipanti.

Auspichiamo che il progetto “Scuola dei Compiti” possa proseguire nel tempo e veda il coinvolgimento di tutte le scuole della città; siamo inoltre convinte che le nuove tecnologie, e in particolare l'utilizzo di testi digitali interattivi condivisi su piattaforme di collaborative learning, siano lo strumento del futuro per il recupero, ma più in generale per l'apprendimento di tutte le discipline.

Bibliografia

- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. (eds.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York, NY: Allyn Bacon Longman.
- Artigue, M. (2002). Learning Mathematics in a CAS Environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245–274.
- Cavagnero, S.M., Gallina, M.A., & Marchisio, M. (in press). Scuola dei compiti. Didattica digitale per il recupero dell'insuccesso scolastico. *Atti Didattica Informatica per la didattica*.
- EasyReading. <http://www.easyreading.it/> (ver. 04.04.2015).
- Ferrari, P.L. (2011). Le potenzialità dell'e-learning in educazione matematica e il ruolo della ricerca. *Tecnologie Didattiche*, 19(3), 136–141. http://www.tdjournal.itd.cnr.it/files/pdfarticles/PDF54/1_TD54_Ferrari.pdf (ver. 04.04.2015).
- Giraud, M.T., Marchisio, M., & Pardini, C. (2014). Tutoring con le nuove tecnologie per ridurre l'insuccesso scolastico e favorire l'apprendimento della matematica nella scuola secondaria. *Atti Didattica Informatica per la didattica*, 834–843, Napoli: AICA.
- Maple. <http://www.maplesoft.com/> (ver. 04.04.2015).
- Marchisio, M., Melgiovanni, R., & Rabellino, S. (2013). La piattaforma Moodle al servizio del recupero scolastico nel Progetto "Scuola dei Compiti" della Città di Torino. In T. Leo (ed.), *Atti del MoodleMoot Italia 2013* (pp. 81–88). Napoli: AICA. http://www.moodlemoot.it/pluginfile.php/8857/block_html/content/MoodleMoot2013.pdf (ver. 04.04.2015).
- MIUR. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2008a). *La dispersione scolastica. Indicatori di Base*. http://archivio.pubblica.istruzione.it/mpi/pubblicazioni/2008/allegati/dispersione_2007.pdf (ver. 04.04.2015).
- MIUR. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2008b). *La scuola in cifre. Rapporto 2007*. <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/getOM?idfileentry=57118> (ver. 04.04.2015).
- MIUR. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2011). *Esiti degli scrutini e degli Esami di stato del secondo ciclo di istruzione*.
- MIUR. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2014). Decreto Direttore Generale 7 febbraio 2014, n. 25. *Direzione Generale per lo Studente, l'Integrazione, la Partecipazione e la Comunicazione*. http://www.istruzione.lombardia.gov.it/wp-content/uploads/2014/02/protlo2595_14-miur25_14.pdf (ver. 04.04.2015).
- Moodle. <https://moodle.org/> (ver. 04.04.2015).

- Palumbo, C., & Zich, R. (2012). Matematica ed Informatica: costruire le basi di una nuova didattica. *Bricks*, 2(4), 10–19. http://bricks.maieutiche.economia.unitn.it/Numeri/2012/4/2_Palumbo.pdf (ver. 04.04.2015).
- Prensky, M. (2001). Digital Natives. Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf> (ver. 04.04.2015).
- Progetto Nazionale “Problem Posing and Solving”. <http://minerva.miurprogettops.unito.it/> (ver. 04.04.2015).
- Progetto “Scuola dei Compiti”. <http://scuoladeicompiti.i-learn.unito.it/> (ver. 04.04.2015).
- Raccomandazione 2006/962/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, 18 dicembre 2006. *Competenze chiave per l'apprendimento permanente*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=IT> (ver. 04.04.2015).
- Ricchiardi, P., & Torre, E. (2014). Progetti di tutoring per contrastare l'insuccesso scolastico e favorire la motivazione ad apprendere nella scuola secondaria. *L'integrazione scolastica e sociale*, 13(3), 285–306.
- Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. In R.W. Tyler, R.M. Gagnè & M. Scriven (eds.), *Perspectives of curriculum evaluation* (pp. 39-83). Chicago, IL: Rand McNally.