

Test interattivi di Matematica e Fisica on-line: il \LaTeX come strumento di sviluppo

Salvatore Palma

Sommario

Nell'anno scolastico 2005/06 appena trascorso, ho incominciato a realizzare sul sito della mia scuola un progetto di recupero e approfondimento di argomenti di Matematica e di Fisica per i miei studenti.

Nei miei lavori faccio uso soprattutto di AcroTeX del Prof. D.P. Story dell'università di Akron e di PdfScreen del Prof. C.V. Radhakrishnan.

1 Obiettivi e difficoltà

L'idea da cui sono partito era quella di dare agli allievi diversi tipi di "appunti" personali su alcune parti di programma, che trattavo in modo diverso dal libro di testo in uso, e chiarimenti su argomenti importanti per i quali occorrevano frequenti richiami. Volevo, inoltre, creare una serie di test per dare loro l'opportunità di verificare la propria preparazione con la possibilità di comprendere gli errori commessi.

Avevo già l'abitudine di scrivere in \LaTeX le verifiche in classe, quindi, produrre appunti con formule non mi creava alcun problema.

La ricerca sul Web per creare test di Matematica, mi fornisce una quantità notevole di esempi, alcuni prodotti da case editrici per facilitare il lavoro dell'insegnante. Quasi tutti questi test venivano scritti in HTML e avevano la caratteristica di essere di un solo tipo: occorreva "spuntare" la risposta corretta scelta tra più risposte proposte.

I più belli, dal punto di vista didattico, davano la possibilità di correggersi, di valutarsi e di stampare la correzione.

Se volevo seguire questa strada dovevo convertire il \LaTeX in HTML o incollare le formule necessarie come immagini, tutte le volte che la formulazione delle domande lo richiedeva.

Tra gli esempi di quiz on-line esaminati sul Web, segnalo quelli dell'Università di Vienna. Sono scritti in Java e sono di notevole impatto per lo studente.

Oltre alle tipologie classiche Vero/Falso o a risposta multipla, comparivano i puzzle, esercizi in cui si dovevano associare le risposte trascinandole accanto alle relative domande. A richiesta, l'Università di Vienna dava la possibilità di scriverne di personalizzati.

Io però volevo progettarli e scriverli senza disturbare nessuno e, soprattutto, non cercavo solo test a risposta multipla, del tipo V/F o puzzle,

ma, ad una domanda del tipo: calcola la derivata della seguente funzione. . . , l'allievo doveva poter inserire la sua risposta e il test doveva interpretare la correttezza o meno della risposta inserita.

Lancio l'ennesima ricerca con Google, digitando distrattamente "Test interattivi in Latex" e trovo un articolo in PDF del Prof. PierLuigi Zezza:

Introduzione a MetM@t versione per lo schermo.

Nell'articolo, il Professore presentava il suo progetto di Matematica e quiz on-line e ringraziava i Proff. **C.V. Radhakrishnan** per il package PdfScreen, **Sebastian Rahtz** per il package hyperref, **Christian Schenk** per il progetto MikTeX e **Donald P. Story** per il suo progetto AcroTeX ed in particolare per il package *exerquiz* che è stato utilizzato per tutti i test e quiz interattivi.

Nei miei lavori, non avevo mai utilizzato i packages PdfScreen, hyperref e exerquiz.

Dopo un periodo di studio e documentazione mi convinco, definitivamente, che ciò che volevo fare era già stato fatto dal Prof. D.P. Story per i suoi allievi. Dovevo solo imparare ad usare i packages sopra citati e adattare, alle mie personali esigenze, i numerosi esempi presenti nei lavori del professore.

Segnalo le uniche due mie conoscenze di "lavori italiani" con questi pacchetti:

1. A.M.B.O. Argomenti di Matematica di Base per l'Orientamento. Un grosso lavoro per l'orientamento coordinato dal Prof. Giuseppe Accascina dell'università di Roma, cui hanno collaborato anche alcuni docenti delle superiori.
2. MetM@t - Modelli e Metodi Matematici del Prof. PierLuigi Zezza della Università di Firenze.

2 Cos'è AcroTeX

AcroTeX, acronimo di Acrobat e \LaTeX , è un progetto che si propone di pubblicare su Web quiz interattivi, test da spedire al docente, lavori per casa. Una interazione docente-studente via web!

In "AcroTeX eDucation Bundle", il Prof. D.P. Story definisce così il suo lavoro. . . È una collezione di macro files in \LaTeX , corredata di vari files di supporto ed esempi, progettata per la ePublication e concepita per il settore dell'educazione.

Usa L^AT_EX come sistema autore per le applicazioni e Adobe Acrobat come programma per gestire e leggere i documenti prodotti. Il lavoro nasce nel 1999, ma è stato continuamente aggiornato e ampliato. Oggi si presenta così strutturato:

1. **web package** per presentare in modo piacevole i propri lavori;
2. **exerquiz package** per creare con facilità esercizi e test interattivi;
3. **eforms package** per gestire i form in Acrobat.

Altri packages: **insdljs** (per inserire javascript nei documenti PDF), **dljslib** (funzioni di libreria in Javascript), **eqExam** (per creare esami, test, lavori per casa da inviare al docente), **eq2db** (per salvare i risultati dei test in un database), completano l'opera veramente ammirevole del Prof. D.P. Story.

Exerquiz è il package che permette la realizzazione di tutti i lavori interattivi e mette a disposizione i seguenti ambienti:

- Exercise Environment: macro per creare esercizi on-line;
- Shortquiz Environment: macro per creare quiz interattivi con risposta immediata, ma senza soluzioni;
- Shortquiz con soluzioni: macro per creare quiz interattivi con risposta immediata con link alle soluzioni;
- Quiz Environment: macro per creare quiz, in cui i link, alle risposte, alle soluzioni, alla valutazione sono governati da JavaScripts.

Quest'ultimo ambiente è arricchito, nelle sue funzionalità, dal package **insdljs**. I test prodotti in questo ambiente sono molto belli.

Se si sanno creare istruzioni in JavaScript, **insdljs** permette di inserirle nei documenti PDF, digitandole nel sorgente L^AT_EX, anche senza usare **exerquiz**.

Exerquiz dà, inoltre, la possibilità di inserire risposte distinguendo tra due tipi di domande:

1. una domanda che richiede come risposta un'espressione matematica;
2. una domanda che richiede come risposta un testo;

e mette a disposizione le macro `\RespBoxMath` e `\RespBoxTxt` per "leggere" la risposta inserita. Un esempio verrà dato più avanti.

Come pacchetto per presentare, **web package** non è indispensabile, e, non essendoci incompatibilità tra **exerquiz** e PdfScreen, molti autori, me compreso, preferiscono quest'ultimo.

Voglio ancora sottolineare una caratteristica di questo pacchetto: la libertà di modificare dimensioni e colori dei bottoni, cambiare la scala di valutazione, attribuire punteggi diversi alle singole domande, punteggi parziali diversi ai singoli punti di una domanda strutturata in più quesiti . . .

3 "RemeDialMaths"

Quando mi sono sentito sufficientemente sicuro nell'adattare alle mie esigenze, i numerosi esempi trovati in AcroTeX, ho presentato al Collegio dei Docenti del mio Istituto, un progetto di recupero e approfondimento di Matematica (e Fisica) on-line. I materiali prodotti dovevano essere inseriti sul sito della scuola e potevano essere usati da tutti gli studenti del Liceo. Ai colleghi chiedo collaborazione nella progettazione dei test e di segnalarmi eventuali errori. Il progetto mi viene approvato all'unanimità il 9/9/05.

Il nome "RemeDialMaths", mi è stato suggerito successivamente da una collega di Inglese, che avendo capito cosa volevo realizzare, intendeva sottolineare l'azione a distanza della mia didattica.

Il progetto si proponeva di produrre:

- Test di autovalutazione con correzione;
- Test di verifica con punteggio, ma senza correzione;
- Test da compilare e inviare al docente (...ancora non realizzati);
- Esercizi e problemi (con o senza soluzione);
- Approfondimenti monotematici sotto forma di libro elettronico.

Quello che fin qui ho realizzato è:

1. *Test di ottica geometrica* (424 kb)
2. *Test di ottica geometrica con correzione* (520 kb) – Test eseguito durante un tirocinio attivo SIS. Si utilizza anche il file esterno di Cabri: *specchio.fig*
3. *Test sui logaritmi* (516 kb)
4. *Test sui logaritmi con correzione* (643 kb) – Test di valutazione
5. *Rotazioni di centro l'origine* (377 kb) – Approfondimento con test
6. *Funzioni trigonometriche* (348 kb) – Test di valutazione con punteggio e correzione
7. *Logaritmi* (791 kb) – Richiami di teoria e test di valutazione con punteggio e correzione
8. *Derivate 1* (461 kb) – Esercizi sulle applicazioni

9. *Derivate 2* (435 kb) – Test di valutazione con punteggio e correzione

A parte, *Relatività ristretta*. Un e-book sulla relatività ristretta con un test finale di verifica con versione a schermo e versione stampabile

Particolare importanza ho dato alla spiegazione degli errori.

Alcuni test possono fare riferimento a file esterni di Cabri o Derive, programmi molto noti nelle nostre scuole, da esplorare prima di rispondere ad una specifica domanda.

Le verifiche in classe rispecchiano il modello proposto on-line.

4 Esempi

Un tipico preambolo presente nei test è il seguente:

```
\documentclass{article}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[absolute]{textpos}
\usepackage{multicol}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{color,xcolor}
\usepackage[screen,sectionbreak]{pdfscreen3}
%pdfscreen3=versione modificata
%con men in italiano
\usepackage[pdftex,italian,execJS,%
  insdljs]{exerquiz}
\usepackage[colorlinks=true]{hyperref}
\usepackage{chemarrow}
\usepackage[italian]{babel}
```

Per il dimensionamento dello schermo ho fatto la scelta `\bottombuttons` con le istruzioni

```
\margins{.65in}{.65in}{.65in}{.65in}
\screensize{6.25in}{8.5in}
\overlay{Immagine5.pdf}
%overlay1.pdf righeg.pdf quartafront.pdf
%4c3.pdf panel.pdf gbhole1bis.pdf
%(vari sfondi personali per la
%prima pagina)
\bottombuttons
```

Bottoni personalizzati in dimensione, colori, messaggi...

```
\everyqRadioButton{\textColor{0 0 1 rg}%
  \BC{1 0 0}\BG{1 .973
  .863}\F{\FPrint}}%.690 .769 .871
\useBeginQuizButton[\BC{255 0 0}%
  \textColor{1 0 0}%
  \CA{Inizio }\RC{Test}\AC{}} % use buttons
\useEndQuizButton[\BC{255 0 0}%
  ]\textColor{1 0 0}%
  \CA{Fine}\RC{Test}\AC{}}
\everyCheckBox{\BC{1 0 0}%
  \BG{0.98 0.92 0.73}%
  \F{\FPrint}}%0.98 0.92 0.73
\everyeqTextField{\BG{1 .973 .863}}
\everyRespBoxMath{\rectW{1.8in}\textSize{0}}
\everyRespBoxTxt{\rectW{1.8in}\textSize{0}}
```

La valutazione finale, in relazione al punteggio, si può ridefinire anche con messaggi del tipo: correggiti, bravo, discreto... Io ho preferito la valutazione classica.

```
% \begin{verbatim}
\renewcommand\eqGradeScale{%
  "10",[95, 100],"9 ",[90,95],"9",[85,90],
  "8 ",[80,85],"8",[75,80],"7 ",[70,75],
  "7",[65,70],"6 ",[60,65],"6",[55,60],
  "5 ",[50,55],"5",[45,50],"4 ",[40,45],
  "4",[35,40],"3 ",[30,35],"3",[25,30],
  "2 ",[20,25],"2",[15,20],"1",[10,15],
  "0",[0,10]}
```

Un'osservazione importante. Quando si stampano i test, può accadere che alcuni form (nel mio caso i **RadioButton**), ed il loro contenuto, non vengano stampati.

Al termine del tirocinio di ottica geometrica, i miei allievi dovevano compilare il test progettato dal tirocinante, stamparlo e consegnarlo al docente. Oltre al punteggio in automatico, si doveva aggiungere la valutazione di una risposta libera che poteva essere di parecchie righe.

Provando il test, mi sono accorto di questo problema e ho controllato che tra gli attributi di campo dei vari form STORY (a) fosse inserito `\F{\FPrint}`.

Ho quindi rimediato nel modo seguente:

```
% \begin{verbatim}
\everyqRadioButton{\textColor{0 0 1 rg}
  \BC{1 0 0}\BG{1 .973 .863}\F{\FPrint}}
% \end{verbatim}
```

Lo schema di un test molto semplice, con punteggi e soluzioni si presenta così:

```
\begin{quiz}*{tiroc1}\label{tir1}
\begin{questions}
  \item\PTs{3} domanda 1 con punti 3
  \begin{answers}
    .....
  \end{answers}
  \item\PTs{2} domanda 2 con punti 2
  \begin{answers}
    .....
  \end{answers}
  .....
  \end{questions}
\end{quiz}
```

mentre un parziale listato di *testlog2*, riferito alla prima domanda (figura 1), è dato in appendice.

```
% \begin{verbatim}
\begin{quiz}*{log1}
\hypertarget{log1}{\label{log1}}

\begin{questions}
```

```

\inizio
1. (3P*)Applicando la definizione di logaritmo, trovare il valore della x
(...controlla le avvertenze prima di rispondere):
a.  $\log_{\sqrt{2}} 32 = x$   b.  $\log_{1.5} x = -\frac{3}{4}$   c.  $x = \log_{\frac{1}{4}} \sqrt{\frac{16}{9}}$  

```

Figura 1: testlog2

```

%%%%1 %%%
\item{PTs{3}\label{def1}\hypertarget{1}{
  Applicando la definizione di logaritmo,
  trovare il valore della $x$ (...controlla
  le avvertenze prima di rispondere):
  \vspace{-.1in}
  $$
  \def\vi#1{\setlength{\fboxrule}{0pt}%
    \setlength{\fboxsep}{1bp}
    \fbox{\RespBoxMath[\rectW{11bp}\Q{1}%
      \textSize{0}]{#1}*{1}{.0001}]{[0,1]}}
  %
  \begin{mathGrp}[mygrpEval]\PTs*{1}
    a.\; ;\; \backslash(\log_{\sqrt{2}})32=x\backslash ;\;
    \RespBoxMath[\rectW{.60in}\Q{1}%
      \textSize{0}]{10}{1}{.0001}]{[0,1]}\quad
    b.\; ;\; \backslash(\log_{1.5})x=
      -\displayfrac{3}{4}\backslash ;\;
    \RespBoxTxt[\rectW{.80in}
      \Q{1}]{1}{0}{1}{\sqrt{4}(8/27)}\quad
    c.\; ;\; \backslash(x=\log_{\frac{3}{4}})\sqrt{3}\{
      \displayfrac{16}{9}\}\backslash ;\;
    \RespBoxTxt[\rectW{.60in}\Q{1}]%
      {1}{0}*{1}{-2/3}
    \end{mathGrp}\quad
    \CorrAnsButtonGrp{10,\sqrt{4}(8/27),-2/3}
  $$
  %spiegazione degli errori
  \begin{solution}\hyperlink{1}{.1}\backslash
  Risolviamo i tre esercizi:\backslash
  \medskip
  \myblue{1a.}\triangolo
  Scriviamo, in base alla definizione di
  logaritmo, l'espressione
  data in forma esponenziale\backslash
  \backslash(\log_{\sqrt{2}})32=x\rightarrow
  \big(\sqrt{2}\big)^x=32\rightarrow
  \Big(2^{\frac{1}{2}}\Big)^x=
  2^5\rightarrow 2^{\frac{x}{2}}=2^5
  \backslash
  quindi\backslash
  \backslash(\displayfrac{x}{2}=5\rightarrow x=10)\backslash
  \medskip
  \myblue{1b.}\triangolo Idem
  \backslash(\log_{1.5})x=-\displayfrac{3}{4}
  \rightarrow (1,5)^{-\frac{3}{4}}=x
  \rightarrow
  \Big(\displayfrac{15}{10}\Big)^
  ^{-\frac{3}{4}}=x
  \rightarrow
  \Big(\displayfrac{3}{2}\Big)^
  ^{-\frac{3}{4}}=x
  \backslash
  quindi \backslash
  \backslash(x=\Big(\displayfrac{2}{3}\Big)^
  ^{\frac{3}{4}})\sqrt{4}

```

```

\Big(\displayfrac{2}{3}\Big)^3=
\sqrt[4]{\displayfrac{8}{27}}
\backslash
\medskip
\myblue{1c.}\triangolo Idem
\backslash(x=\log_{\frac{3}{4}})\sqrt{3}\{
  \displayfrac{16}{9}\}
  \rightarrow
  \Big(\displayfrac{3}{4}\Big)^x=
  \sqrt[3]{\displayfrac{16}{9}}
  \rightarrow
  \Big(\displayfrac{3}{4}\Big)^x=
  \Big(\displayfrac{16}{9}\Big)^
  ^{\frac{1}{3}}
  \rightarrow
  \Big(\displayfrac{3}{4}\Big)^x=
  \Big(\displayfrac{4}{3}\Big)^
  ^{\frac{2}{3}}
  \backslash
  quindi
  \backslash(\Big(\displayfrac{3}{4}\Big)^x=
  \Big(\displayfrac{3}{4}\Big)^
  ^{-\frac{2}{3}}
  \rightarrow
  x=-\displayfrac{2}{3}\backslash
  \hrulefill\end{solution}\vspace{-.2in}
%% Fine domanda 1

```

5 Alcuni limiti

L'entusiasmo per AcroTeX non deve però farmi tralasciare alcuni problemi di notazione che ho incontrato.

Quando si deve inserire una risposta di tipo matematico, tutto funziona se l'inserimento rispetta le regole matematiche standard e si usano le funzioni classiche di libreria $\ln x$, $\arctan x$... (fig.2)

```

3. Derivare  $f(x) = x^4 - 3\frac{1}{x} \Rightarrow 4x^3 + 3x^{-2}$ 

```

Figura 2: derivata

ma se devo inserire $\log_2 x$, non posso farlo da tastiera.

Lo stesso accade per i simboli di operazioni \cup , \cap , tra insiemi, \sqrt{x} ...

Io sono ricorso a notazioni non standard, che passo da tastiera, facendole accettare come testo. Dunque una risposta matematica passata come testo. Ad es., in figura 3, l'allievo deve inserire la risposta corretta $\sqrt[4]{\frac{8}{27}}$, leggendo le mie istruzioni (prima di fare il test), deve digitare da tastiera $\sqrt[4]{8/27}$.

$$\log_{1.5} x = -\frac{3}{4} \sqrt[4]{8/27}$$

Figura 3: radice quarta

Discorso analogo per $\log_3 \frac{1}{2}$, nella domanda relativa al cambiamento di base (figura 4)

$$\log_{\frac{1}{2}} \frac{5}{8} = \frac{\log_3 \frac{5}{8}}{\dots} \boxed{\log(1/2,3)}$$

Figura 4: cambiamento di base

Le notazioni che suggerisco sono arbitrarie, anche se plausibili. In Derive, per es., $\log_2 x$ deve essere digitato come $\log(2,x)$.

Credo sia questo il principale motivo per cui, autori più preparati del sottoscritto preferiscano non usare i campi a riempimento.

6 Considerazioni finali e ricaduta didattica

Il lavoro di progettare e costruire test con il \LaTeX è abbastanza oneroso, sia nella stesura che nella progettazione. È infatti improbabile che le due abilità siano concentrate, in maniera equilibrata, in un'unica persona.

Ho comunque voluto provare, anche se questa esperienza giunge verso la fine della mia carriera e non è capita dai colleghi; è opinione comune che ad una certa età si debbano “tirare i remi in barca”, e attrezzarsi per una vita più tranquilla.

Alcuni, però, mi danno suggerimenti e promettono di provare questi materiali nelle loro classi.

Un collega più giovane, che sa usare \LaTeX , è positivamente impressionato e mi ha promesso collaborazione.

La scelta di usare colori e sfondi può sembrare fastidiosa o pesante, ma si deve tenere conto che questi test sono concepiti principalmente per essere visualizzati e non stampati, tuttavia è possibile mettere sfondi bianchi quando si vogliono dare le due opportunità o prevedere la versione stampabile accanto a quella a schermo. E poi c'è un altro problema. Come si può *catturare* l'attenzione dello studente superficiale e, contemporaneamente, dare risposte che soddisfino lo studente seriamente motivato se l'aspetto estetico del test non è accattivante? Noi prof. delle superiori lavoriamo con studenti che vanno dai 14 ai 19 anni e che non sempre hanno scelto il liceo consapevolmente; talvolta l'indirizzo P.N.I. (Piano Nazionale dell'Informatica), con maggior carico di lavoro, è scelto dal quattordicenne perché...lì si lavora col computer!

Lo studente reagisce bene a proposte didattiche messe sul web esplicitamente per lui dal proprio docente e consulta i lavori soprattutto se si accorge che le verifiche in classe sono dello stesso tipo o trattano gli stessi argomenti. Il test sui logaritmi, in quarta, era stato preceduto da due test di autovalutazione e la verifica in classe non è andata male. Lo stesso era accaduto per le trasformazioni del

piano applicate alle funzioni trigonometriche e l'approfondimento sulle rotazioni, oggetto di verifica orale.

Nella classe quinta, il lavoro sulla Relatività ristretta, è stato fatto tutto sulle dispense e, il test finale di autoverifica con correzione, è stato anche un ottimo ripasso dell'argomento. Alcune applicazioni delle derivate, gli studenti le hanno studiate sugli esercizi on-line.

Molti miei studenti hanno propri siti e sanno fare con l'HTML cose eccezionali. Trovano strano che un vecchio docente come me produca questi materiali e li valutano anche sotto il profilo estetico, esprimendo pareri e suggerimenti... con un misto di ammirazione.

Proprio basandomi su questa ammirazione ho proposto un mini corso per apprendere il \LaTeX . L'iniziativa è stata accolta con entusiasmo, come tutte le iniziative che implicano l'utilizzo del laboratorio informatico, ma il tempo è tiranno e non se ne è fatto nulla. Ho preferito proporlo solo ad alcuni veramente motivati a proseguire negli studi universitari in facoltà scientifiche, avvertendoli che il grosso del lavoro dovevano farlo nel loro tempo libero.

Un grande risultato l'ho ottenuto con uno studente particolarmente bravo¹. La classe aveva fatto in laboratorio uno studio su alcuni luoghi geometrici: la cissoide di Diocle, la strofoide retta, la versiera di Agnesi, la conoide di Nicomede utilizzando il programma Cabri per tradurre le proprietà geometriche di questi luoghi e, successivamente, in un riferimento cartesiano si doveva dedurre l'equazione del luogo, fare lo studio completo e verificare con Derive l'esattezza delle conclusioni. Mentre i suoi compagni hanno utilizzato PowerPoint, Word o FrontPage per creare la loro relazione, lo studente mi chiede istruzioni per scriverla in \LaTeX . Incredulo gli fornisco tutte le informazioni necessarie e il CD con MikTeX e WinEdt. Solo alcune domande al termine delle ore di lezione per chiedermi come si inseriscono i grafici o tabelle... mi fanno capire che Luca non aveva desistito. Un mese dopo mi consegna la relazione in un ottimo \LaTeX (migliore del mio), i file sorgente e i file pdf finali, chiedendomi se, gentilmente, potevo metterli sotto forma di un e-book.

Riferimenti bibliografici

- DODSON, C. «Including colour .pdf graphics and hyperlinks».
- PAKIN, S. «The comprehensive \LaTeX symbol list».
- RADHAKRISHNAN, C. «pdfscreen.sty - manual».
- RAHTZ, S. e OBERDIEK, H. «Hypertext marks in \LaTeX : a manual for hyperref».

1. Luca Ferreri, attualmente iscritto al II anno di Matematica nell'ateneo Torinese

STORY, D. (a). «Acrotex bundle-eform supporte».

STORY, D. (b). «The acrotex education bundle».

ZEZZA, P. «Introduzione a metm@t – versione per lo schermo».

▷ Salvatore Palma
Liceo Scientifico A. Volta - Torino
palmasal@hotmail.com