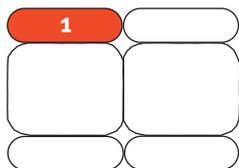




STORIA DELL'INFORMATICA E FORMAZIONE CULTURALE DEGLI STUDENTI

Paolo Giangrandi
Claudio Mirolo



L'Università di Udine aderisce all'iniziativa "Corsi AICA", volta a promuovere l'insegnamento della storia dell'informatica. Questo articolo presenta un'analisi condotta sugli esiti delle prove d'esame con l'obiettivo di esplorare la formazione culturale degli studenti. Dalle prime osservazioni emerge una fragile prospettiva storica, in particolare per quanto riguarda l'evoluzione della scienza, che rende loro difficile trasformare la spontanea curiosità per gli artefatti tecnologici in un più maturo interesse per gli sviluppi del pensiero e della società che li hanno resi possibili.

1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni si sta registrando a livello internazionale una crescita dell'interesse per le radici storiche dell'informatica, testimoniata da autorevoli proposte di introdurre lo studio nei programmi accademici [10, 11]. La prospettiva storica non è quindi considerata semplicemente come una curiosità o, detto con l'ironia di D. Knuth, come "uno dei modi per rendere più rispettabile l'informatica" [12], ma si ritiene possa anche contribuire ad allargare la formazione culturale degli studenti di una disciplina scientifico-tecnica.

In Italia l'AICA si è fatta promotrice dell'iniziativa illustrata in queste pagine da C. Bonfanti [4], volta a promuovere l'istituzione di corsi universitari sulla storia dell'informatica. Cogliendo tale opportunità, a partire dall'anno accademico 2005-06 la Facoltà di Scienze dell'Università di Udine ha attivato un insegnamento opzionale, indirizzato principalmente agli studenti dei corsi di laurea in discipline informatiche. Diversamente da quanto ci si poteva attendere, l'esperienza udinese si è caratterizzata rispetto a quella

delle altre sedi per il cospicuo numero di studenti che hanno scelto di inserire l'insegnamento nei loro piani di studio, diventando così un significativo banco di prova per valutare l'accoglienza e l'efficacia didattica degli argomenti trattati. Per questo motivo ci è sembrato utile mettere a disposizione i risultati della nostra analisi a conclusione del primo anno di attività, proponendo inoltre alcuni spunti di riflessione.

Analisi di questo tipo sono rilevanti, a nostro avviso, quando ci si interroga sugli obiettivi che possono essere realisticamente perseguiti in un corso di cultura generale, tenendo conto delle attitudini prevalenti tra gli allievi. Nel caso specifico dell'ateneo friulano, l'elevato numero di prove scritte d'esame disponibili, ben 260 nell'anno accademico 2005-06, e la forma di questionario con domande a risposta multipla hanno offerto una base particolarmente appropriata per l'indagine.

Prima di entrare nello specifico, richiamiamo per sommi capi i principali nodi su cui si confrontano gli storici della scienza e della tecnologia nel momento in cui si accingono a calare

questa materia in un contesto culturale diverso da quello delle scienze umane. Le difficoltà che incontrano gli educatori a fronte della complessità e della frammentazione dei saperi specialistici stanno infatti alimentando un dibattito sulle possibili ricadute didattiche dell'insegnamento della storia della scienza e della tecnologia, considerandone le potenzialità [5, 9, 14, 15, 17], ma anche i rischi di indurre concezioni erronee riguardo la natura della scienza, ovvero gli scopi e i metodi della ricerca storica [1, 3, 7]. Gli obiettivi perseguibili sono svariati, talvolta ambiziosi, sia sul piano culturale generale che su quello professionale:

- interpretare lo sviluppo delle conoscenze scientifiche e i rapporti tra scienza, tecnologia e società [18], al fine di maturare un punto di vista critico ed una maggiore autonomia di giudizio;
- arricchire la formazione generale, contribuendo a ridurre il divario fra sapere scientifico e sapere umanistico [17], affinché il cittadino sia in grado di partecipare responsabilmente ad un più ampio dibattito culturale;
- riflettere su natura e identità di una disciplina per scopi epistemologici o pedagogici [1, 6], in modo da "armonizzare l'esigenza di competenze specialistiche con la ricerca di un senso di cui si preoccupa l'educazione generale" [19];
- capire come "il cambiamento sia una caratteristica costante e ineluttabile della scienza e della tecnologia" [9], per imparare a farvi fronte assumendo una prospettiva a lungo termine;
- riconoscere i principali fattori che incidono sulla diffusione e sull'obsolescenza degli artefatti tecnologici, considerandone responsabilmente l'impatto sociale, psicologico ed economico.

Tuttavia è indispensabile chiedersi quali obiettivi sia realistico perseguire, e in quali termini in un contesto di formazione scientifico-tecnologica, tenendo conto da un lato delle attitudini vocazionali degli studenti, dall'altro del limitato spazio che può essere ritagliato dai curricula tradizionali per una simile attività. Alla luce della nostra esperienza, una parte non trascurabile degli studenti di discipline informatiche mostra di possedere un quadro storico e culturale ancora troppo fragile, su cui non si può fare affidamento per

agganciarvi i temi peculiari dello sviluppo scientifico e tecnologico. È perciò importante riuscire a capire in quale misura un corso di storia dell'informatica possa contribuire ad accrescere il bagaglio formativo generale degli allievi, motivandoli soprattutto a coltivare la sensibilità e l'interesse per i temi culturali anche al di là dell'impegno curriculare.

Con questo articolo ci proponiamo innanzitutto di avviare un dibattito, con l'auspicio che possa coinvolgere, oltre alla comunità accademica, anche gli ambiti scolastico e professionale. Nelle sezioni che seguono, dopo aver delineato sinteticamente l'impostazione del corso svolto a Udine, presentiamo il contesto e i risultati della nostra indagine. Infine, nell'ultima parte dell'articolo, discutiamo le interpretazioni che ne abbiamo tratto per concludere con alcune proposte preliminari.

2. IL CORSO DI STORIA DELL'INFORMATICA

Il corso di storia dell'informatica attivato presso l'ateneo di Udine è un corso opzionale rivolto agli studenti dei corsi di laurea di primo e secondo livello in discipline informatiche. Nei limiti delle 30 h di lezione allocate, i docenti del corso C. Bonfanti e P. Giangrandi hanno scelto di privilegiare gli obiettivi generali dei primi due ambiti individuati sopra. Si è giudicato infatti importante sia favorire l'ampliamento delle basi per una partecipazione responsabile alle scelte che la società moderna deve affrontare, sia dare rilievo alla stabilità nel tempo delle idee e dei principi generali in contrapposizione alla contingenza delle soluzioni tecnologiche di volta in volta adottate. Seguendo percorsi talvolta divergenti, attraverso svolte concettuali e scoperte inattese che hanno determinato drastici cambiamenti, la storia dell'informatica ci presenta interessanti esempi di non linearità e non determinismo nello sviluppo scientifico [13]. Per queste ragioni, invece di seguire una sequenza strettamente cronologica, i contenuti del corso si articolano attorno ad alcuni moduli tematici che illustrano la grande varietà di approcci all'automazione del calcolo (Tabella 1). Possiamo ad esempio osservare come solo una sessantina di anni fa non fosse ancora scontato che l'elaborazione elettronica digi-

1	Antichi strumenti di calcolo
2	Calcolatori meccanici analogici e digitali
3	Automati e macchine programmabili
4	Sistemi meccanografici
5	Pionieri del calcolo elettronico e architettura di von Neumann
6	Evoluzione delle tecnologie di CPU, memoria e dispositivi di I/O
7	Evoluzione del software e dei sistemi operativi
8	Algoritmi, cibernetica e intelligenza artificiale
9	Informatica in Italia
10	Sviluppo dell'industria e del mercato mondiale

TABELLA 1
Programma corso,
a.a. 2005-06

CFU / Livello	E	D	C	B	A	Totale
[0, 40)	4	7	2	0	0	13
[40, 80)	8	12	11	5	0	36
[80, 130)	12	11	15	5	2	45
[130, 177)	0	5	6	14	6	31
[177, 300)	1	1	2	14	15	33
Totale	25	36	36	38	23	158

TABELLA 2
Distribuzione
degli studenti
del campione

... tale avrebbe avuto il sopravvento su quella analogica. Inoltre, l'informatica rappresenta un caso emblematico di approccio multidisciplinare, dal momento che è nata dall'integrazione dei contributi di diverse discipline come la matematica, la logica, la fisica, l'elettronica, la linguistica e le scienze cognitive.

3. IMPOSTAZIONE DELL'ANALISI

L'analisi di cui qui ci occupiamo si riferisce alle prove scritte di cinque appelli d'esame (l'esame prevede anche una prova orale facoltativa i cui esiti non sono discussi in questa sede), ma non si propone come obiettivo di valutare il profitto degli studenti. Piuttosto, siamo interessati a capire meglio le conoscenze di base degli studenti e la loro attitudine verso tematiche culturali di ambito non prettamente tecnico. Non si tratta di un esperimen-

to didattico, preparato a tavolino, ma dell'osservazione di un "fenomeno non controllato" al fine di trarne quante più informazioni possibile, un *caso di studio* per cui "i confini fra il fenomeno e il contesto non sono del tutto chiari" [8] e le "domande di ricerca" vengono dopo la raccolta dei dati. Proporremo comunque alcune ipotesi interpretative, la cui generalità dovrà essere verificata estendendo l'analisi ad altri contesti.

3.1. Il campione di studenti

Gli studenti impegnati negli esami sono stati 158, la maggior parte dei quali iscritti da almeno due anni a un corso di laurea. Solo un gruppo ristretto ha seguito regolarmente le lezioni di storia dell'informatica, anche a causa di inevitabili sovrapposizioni di orario vista l'inattesa eterogeneità curricolare. La tabella 2 riassume inoltre la distribuzione degli studenti in relazione ai crediti maturati (CFU) e ai punteggi conseguiti nelle prove (livelli E-A). I crediti sono una misura della carriera degli studenti e possono essere rapportati ai 60 CFU corrispondenti al superamento degli esami di un anno di corso. I livelli quantificano il profitto in base alla percentuale di risposte corrette ai quesiti d'esame: E = 0-50%, D = 50-60%, C = 60-70%, B = 70-85%, A = 85-100% (dove nel caso di prova ripetuta è stato considerato il valore medio).

Probabilmente un risultato modesto (livelli E-C) indica che lo studente ha affrontato l'esame con un atteggiamento di tipo esplorativo, senza preoccuparsi seriamente di assimilare le nozioni del corso. Tuttavia, indipendentemente dall'assiduità di frequenza e dal profitto dimostrato, dal nostro punto di vista tutti i dati rilevati concorrono a caratterizzare il background generale degli allievi, ciò che qui ci interessa, a prescindere dalle nozioni specifiche di storia dell'informatica.

3.2. Le domande selezionate

Ogni prova d'esame consiste in una trentina di quesiti a scelta multipla. Per rispondere ad alcune domande di carattere generale non sono richieste competenze specifiche di storia dell'informatica, ma è sufficiente riflettere con un po' di buon senso su nozioni base di informatica e ricollegarsi al quadro storico sviluppato nella scuola secondaria (Tabella 3). Ai fini della

George Boole, Fibonacci, John von Neumann e Leonardo da Vinci sono personaggi di rilievo per la storia dell'informatica. Ordinali in ordine cronologico.

- [] Fibonacci, Leonardo, Boole, von Neumann
- [] Leonardo, Boole, Fibonacci, von Neumann
- [] Fibonacci, Leonardo, von Neumann, Boole
- [] Boole, Fibonacci, Leonardo, von Neumann
- [] Boole, Leonardo, Fibonacci, von Neumann

TABELLA 3

Esempio di quesito

nostra indagine abbiamo selezionato proprio le domande di questo tipo, in tutto 69 su un totale di 162, in quanto ci forniscono informazioni utili sul background degli allievi.

Una classificazione di queste domande per temi generali è schematizzata nella tabella 4, dove a fianco di ogni argomento è riportato il numero di quesiti pertinenti. Per *nozioni generali di storia della scienza* intendiamo le cognizioni che un allievo dovrebbe aver maturato nella scuola superiore; le *nozioni generali su tecnologie recenti* si riferiscono a strumenti comunemente considerati in ambito informatico, ancora in uso o comunque familiari per chi si interessa del settore; infine, la *familiarità con concetti e nozioni di base* riguarda il bagaglio culturale che lo studente dovrebbe aver acquisito frequentando un corso di laurea in informatica.

Argomenti dei quesiti	Numero di quesiti
<i>Nozioni generali di storia della scienza</i>	21
Problemi e strumenti	5
Personalità di rilievo	16
<i>Nozioni generali su tecnologie recenti</i>	26
Evoluzione nel secolo scorso	17
Principi di funzionamento	6
Tecnologie del software	3
<i>Familiarità con concetti e nozioni di base</i>	22
Concetti scientifici ricorrenti	4
Concetti matematici ricorrenti	6
Nozioni sugli algoritmi	2
Cultura informatica generale	10

3.3. Criteri dell'analisi

Le risposte fornite dagli studenti sono state analizzate applicando i seguenti criteri:

- i.** in relazione al numero di CFU, indice della maturità dello studente;
- ii.** come sopra, ma senza considerare le prove ripetute;
- iii.** in relazione al punteggio medio conseguito nelle prove, indice dello sforzo compiuto dallo studente per apprendere le nozioni di storia dell'informatica;
- iv.** come sopra, ma restringendo il campione agli studenti che hanno maturato da 80 a 176 CFU (terza e quarta riga di Tabella 2, cioè a studenti che hanno frequentato 2-3 anni di corso;
- v.** distinguendo studenti e studentesse, per verificare l'eventualità di un diverso atteggiamento (le allieve rappresentano circa il 15% del campione).

L'interesse per il punto (iv) deriva dal fatto che il corso di storia dell'informatica, per come è stato progettato, è prevalentemente in-

dirizzato alla corrispondente fascia di studenti; inoltre, questo campione appare meglio distribuito in relazione ai punteggi (si veda Tabella 2). D'ora in poi utilizzeremo il termine "campione ristretto" per riferirci a questo campione, distinguendolo dal "campione completo" che include tutti gli studenti che si sono cimentati nell'esame.

TABELLA 4

Classificazione dei quesiti analizzati

4. RISULTATI DELL'ANALISI

In questa sezione analizziamo le risposte degli studenti ai quesiti selezionati, seguendo lo schema di classificazione della tabella 4. Prima di entrare nel dettaglio, anticipiamo alcune osservazioni. Innanzitutto, dal confronto dei dati relativi ai punti (i) e (ii) si riscontra che i risultati non migliorano se si tiene conto delle prove ripetute; una possibile interpretazione di questo fatto è che le modalità di studio che gli studenti più deboli adottano incidono poco

sulle loro conoscenze culturali generali. Per quanto riguarda i punti (iii) e (iv), si rileva una correlazione fra nozioni di carattere generale e nozioni inerenti ai contenuti più specifici. Infine, in accordo con altri studi [2, 16], dai dati relativi al punto (v) emerge che gli studenti sono più interessati agli aspetti tecnologici rispetto alle studentesse, con uno scostamento più significativo per il campione ristretto.

4.1. Nozioni generali di storia della scienza

Riguardo a questa tematica, complessivamente poco più della metà delle risposte sono state corrette. Una selezione dei risultati è sintetizzata nella tabella 5, dove la seconda e terza colonna riportano il numero di risposte corrette rapportato al numero di allievi che si sono cimentati con il quesito, considerando rispettivamente il campione esteso e quello ristretto. Possiamo notare, per esempio, che i contributi di Church e di Wiener sono sconosciuti alla gran

parte degli allievi, mentre i ruoli di Boole e von Neumann vengono riconosciuti più facilmente, come ci si poteva aspettare per il frequente richiamo ai loro nomi in altri insegnamenti di base. Inoltre, i dati dell'ultima riga sono un indice della fragilità del quadro storico, dal momento che gli studenti faticano a collocare cronologicamente personaggi molto noti e appartenenti ad epoche chiaramente diverse.

4.2. Nozioni generali su tecnologie recenti

In questo caso le risposte corrette sono state circa i 2/3 del totale. L'impressione generale che se ne trae è che gli studenti sono incuriositi dagli artefatti e dagli strumenti tecnologici, ma non altrettanto interessati alle vicende e alle idee che ne hanno resa possibile la realizzazione. Talvolta anche l'identificazione di principi fisici o matematici alla base del funzionamento di un dispositivo risulta incerta. Una selezione dei risultati è riportata nella tabella 6.

TABELLA 5
Risposte
a una selezione
di quesiti su nozioni
storiche generali

Tipo di conoscenza oggetto del quesito: gli studenti...	Campione esteso	Campione ristretto
Sono in grado di riconoscere il ruolo preminente della geometria nella matematica della Grecia antica	20 / 50	6 / 24
Sono consapevoli delle proprietà distintive della rappresentazione numerica posizionale	26 / 60	16 / 33
Sanno identificare i principali ambiti dell'opera di Fibonacci, Nepero, Shannon	circa 50 %	10 / 29
Sanno riconoscere l'opera fondamentale di Frege o il problema chiave posto da Hilbert	25 / 50 26 / 44	circa 50 %
Sono in grado di associare i nomi di von Neumann e Boole ai rispettivi contributi più noti	46 / 50 19 / 20	circa 90 %
Sono in grado di collegare Wiener alla cibernetica e Church al lambda-calcolo	3 / 60 1 / 20	5 % o meno
Sono in grado di ordinare cronologicamente Fibonacci, Leonardo da Vinci, Boole, von Neumann	11 / 20	5 / 10

TABELLA 6
Risposte
a una selezione
di quesiti su aspetti
tecnologici

Tipo di conoscenza oggetto del quesito: gli studenti...	Campione esteso	Campione ristretto
Ricordano in quale decennio la RAM e la microprogrammazione furono introdotte	25 / 50 15 / 44	16 / 24 9 / 22
Sono in grado di ordinare cronologicamente dispositivi tecnologici recenti e ben conosciuti	44 / 60	23 / 33
Riescono a vedere il microprocessore come un'evoluzione dei circuiti integrati	11 / 20	3 / 10

4.3. Familiarità con concetti e nozioni di base

In questo ambito le risposte corrette sono state complessivamente meno della metà; una selezione è sintetizzata nella tabella 7. In alcuni casi abbiamo riscontrato una certa difficoltà a capitalizzare le conoscenze acquisite in altri corsi per rispondere ai quesiti proposti, forse perché la storia dell'informatica è percepita come una materia in cui il nozionismo prevale sulla riflessione. Alcuni studenti, tra l'altro, faticano a caratterizzare l'elaborazione analogica rispetto a quella digitale. Un'ulteriore considerazione pertinente questo tipo di quesiti: molti dei testi adottati presentano note di carattere storico, che includono gli argomenti oggetto delle ultime tre righe della tabella 7, ma evidentemente gli studenti non vi prestano attenzione o le considerano irrilevanti ai fini della loro formazione.

5. DISCUSSIONE

Tentiamo ora di formulare qualche ipotesi interpretativa dei risultati dell'analisi illustrati nelle sezioni precedenti. Nel fare questo è opportuno essere consapevoli delle condizioni in cui i dati sono stati raccolti: i campioni di studenti variano da una prova all'altra, ma non sono del tutto disgiunti perché era possibile ripetere la prova più volte; i quesiti presenti nei questionari sono stati formulati per

valutare il profitto e non ai fini di questa analisi; è verosimile che una parte degli studenti non abbiano affrontato seriamente lo studio del materiale del corso, ma in ogni caso le loro risposte riflettono le conoscenze maturate durante gli studi secondari e universitari.

La mancanza di nozioni come quelle a cui i quesiti fanno esplicito riferimento non è un problema di per sé stesso. Sapere che Church ha introdotto il lambda-calcolo ha poco a che vedere con la conoscenza del lambda-calcolo o del suo ruolo nella storia dell'informatica; analogamente, sapere che il test di Turing assume la forma di un gioco d'imitazione non implica alcuna cognizione della portata e della rilevanza del pensiero di Turing nel dibattito culturale. Tuttavia i risultati evidenziano un quadro culturale piuttosto modesto, ed è proprio in questo quadro generale che lo studente può collocare ogni nuova nozione o nuovo concetto. Per usare le parole di G. Gooday [9], "l'identità disciplinare di un fisico, di un chimico, di un biologo, di un chirurgo, di un ingegnere elettronico" e, aggiungiamo noi, di un informatico "fonda le proprie radici in questa conoscenza allargata dei rispettivi settori disciplinari".

Ecco, in sintesi, le nostre impressioni generali: □ il quadro storico degli allievi appare incerto, come si è detto, specialmente per quanto riguarda lo sviluppo scientifico; da qui la difficoltà di mettere in relazione le acquisizioni

Tipo di conoscenza oggetto del quesito: gli studenti...	Campione esteso	Campione ristretto
Hanno familiarità con le proprietà dei dispositivi analogici e digitali	18 / 58	6 / 29
Hanno un'idea di quali costruzioni geometriche possono essere fatte con riga e compasso	36 / 50	16 / 24
Conoscono le principali applicazioni delle tavole logaritmiche	30 / 60	15 / 33
Hanno buona familiarità con la combinatoria dei codici binari	16 / 44	10 / 22
Riescono a identificare il <i>titolo</i> o l' <i>argomento</i> del principale articolo di Turing	26 / 50 10 / 20	9 / 24 6 / 10
Sono in grado di riconoscere la natura dell'esperimento concettuale noto come test di Turing	11 / 50	2 / 24
Sono in grado di caratterizzare correttamente lo scopo della macchina di Turing universale	7 / 20	4 / 10

TABELLA 7

Risposte a una selezione di quesiti su concetti e nozioni di base

pertinenti l'informatica con lo sviluppo generale delle idee;

□ emerge abbastanza chiaramente una certa curiosità per gli artefatti tecnologici, disposizione che si presta ad essere sfruttata per catturare l'attenzione degli studenti anche quando sono in gioco concettualizzazioni più astratte;

□ gli interessi culturali degli studenti sembrano concentrarsi prevalentemente nell'ambito tecnico, indicando un atteggiamento opportunistico verso la conoscenza, dove sono privilegiati gli aspetti funzionali all'applicabilità concreta.

A livello più informale, sulla base di alcuni commenti raccolti in aula, si può forse aggiungere che gli interessi degli allievi tendono ad orientarsi verso le vicende recenti a discapito di una ricerca delle radici culturali che si collocano più lontano nel tempo.

A nostro avviso il principale interesse di questa analisi risiede nelle domande che solleva in relazione agli obiettivi di conoscenze generali realisticamente perseguibili per integrare le competenze tecniche. Progettare un corso di storia dell'informatica che possa contribuire in modo efficace ad accrescere il bagaglio culturale non appare un compito facile, e comunque presuppone l'individuazione del quadro concettuale *tipico* degli studenti (il focus della nostra indagine), nonché la comprensione dell'atteggiamento prevalente nei confronti della cultura.

Si possono tuttavia già trarre alcuni suggerimenti per migliorare l'impostazione del corso di storia dell'informatica. In particolare, è necessario insistere sul contesto culturale di ciascuna delle epoche considerate, richiamando quanto appreso dallo studio della storia nella scuola secondaria ed enfatizzando il ruolo delle idee generali. Da un punto di vista storico, è inoltre opportuno distogliere l'allievo dalla tentazione di una visione esclusivamente *internalista* [14] dell'evoluzione tecnologica, centrata sugli artefatti piuttosto che sulle relazioni fra questi e i processi sociali. Infine, è opportuno prevedere dei collegamenti espliciti con la materia di altri insegnamenti curricolari, in modo che il corso si integri maggiormente nel programma di studi complessivo e non sia percepito semplicemente come una collezione di aneddoti e cu-

riosità; a questo proposito si potrebbero per esempio sfruttare le note storiche presenti nei libri di testo adottati, ma che gli studenti sono soliti ignorare, come abbiamo già osservato, perché le giudicano poco rilevanti.

6. CONCLUSIONI

Con questo articolo abbiamo cercato di stimolare una discussione sul ruolo di un corso che introduce la prospettiva storica in un curriculum a carattere prevalentemente tecnico per conseguire la laurea in informatica. Sebbene l'inattesa accoglienza del corso da parte degli studenti e i commenti raccolti in classe siano stati confortanti e tendano a confermare la validità dell'iniziativa, i risultati della nostra analisi ci hanno indotti a riflettere ulteriormente e potrebbero fornire degli spunti per migliorarne l'efficacia anche in contesti diversi da quello preso in esame.

In ogni caso è necessario tenere ben presenti i limiti di spazio che, in un curriculum standard, può essere realisticamente assegnato a un corso con queste caratteristiche. Poiché tale spazio non è comunque sufficiente a esaurire gli argomenti chiave per una comprensione dei processi storici, il principale obiettivo da perseguire è motivare gli allievi a porsi domande e a coltivare autonomamente un interesse culturale più ampio, che sappia andare oltre gli aspetti meramente tecnici.

Bibliografia

- [1] Abd-El-Khalick F.: History of science, science education, and nature of science: Conceptual change, discourse, collaboration, and other oversights! *History of Science Society Newsletter*, Vol. 30, n. 1, 2001.
- [2] Acker S., Oatley K.: Gender Issues in Education for Science and Technology: Current Situation and Prospects for Change. *Canadian J. of Education*, Vol. 18, n. 3, 1993, p. 255-272.
- [3] Allchin D.: How not to teach history in science. *J. of College Science Teaching*, Vol. 30, 2000, p. 33-37.
- [4] Bonfanti C.: Storia dell'informatica nelle università: un'iniziativa dell'AICA. *Mondo Digitale*, Settembre 2007, p. 33-39.
- [5] Condoor S.: *Importance of teaching the history of technology*. In IEEE Frontiers in Educat. Conf., 2004.



- [6] Dodig-Crnkovic G.: *Computer science in a theory of science discourse*. Master Thesis in Computer Science, Department of Computer Science Mälardalen University, 2004.
- [7] Duschl R. A.: *Using and abusing: Relating history of science to learning and teaching science*. In Proc. BSHS Conf., 2000.
- [8] Fincher S., Petre M., editors: *Computer Science Education Research*. Routledge Falmer (Taylor and Francis), 2004.
- [9] Gooday G.: *U-rated not X-rated: reassessing how science students could benefit from learning history of science*. In BSHS Annual Conference, 2003.
- [10] Hazzan O., Impagliazzo J., Lister R., Schocken S.: Using history of computing to address problems and opportunities in computer science education. *SIGCSE Bulletin*, Vol. 37, n. 17, March 2005, p. 126–12.
- [11] Impagliazzo J., Lee J. A. N., Williams M. R.: *Using history to teach computing*. In Proc. 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conf., 2003.
- [12] Knuth D. E.: Ancient babylonian algorithms. *Commun. ACM*, Vol. 15, n. 7, 1972, p. 671–677.
- [13] Pannabecker J.: Technological impacts and determinism in technology education: Alternate metaphors from social constructivism. *J. of Technology Education*, Vol. 3, n. 1, 1991.
- [14] Pannabecker J.: For a history of technology education: Contexts, systems, and narratives. *J. of Technology Education*, Vol. 7, n. 1, 1995, p. 43–56.
- [15] Pannabecker J.: Technology education and history: Who is driving? *J. of Technology Education*, Vol. 16, n. 1, 2004, p. 72–83.
- [16] Sanders J.: *Gender and Technology: A Research Review*. www.josanders.com, 2005.
- [17] Simard J.: Histoire des sciences et pédagogie. *Pédagogie collégiale*, Vol. 16, n. 2, 2002, p. 4–12.
- [18] Simard J.: *Science, technologie et société*. Le Saut Quantique, www.apsq.org/sautquantique, 2002.
- [19] Simard J.: L'épistémologie. *Pédagogie collégiale*, Vol. 16, n. 3, 2003, p. 11–16.

PAOLO GIANGRANDI, laureato in Informatica a Udine, insegna Matematica presso l'I.T.I.A. Malignani di Udine. Tiene inoltre da alcuni anni il corso di Storia dell'Informatica per la Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento nella Scuola Secondaria e dal 2005-06 per i corsi di laurea in Informatica attivati presso l'Università di Udine. Nel 2000 e nel 2001 ha progettato e realizzato la mostra "Numeri e Macchine", organizzata con il contributo dell'Università di Udine, della Mathesis di Udine e del liceo scientifico N. Copernico di Udine. Ha al suo attivo diverse pubblicazioni scientifiche.
E-mail: giangran@dimi.uniud.it

CLAUDIO MIROLO è ricercatore presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Udine e insegna nell'ambito del corso di laurea in Informatica e della Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario. Coordina inoltre il Nucleo Dipartimentale di Ricerca in Didattica dell'Informatica e collabora con le scuole alla realizzazione di progetti didattici. I suoi principali interessi nel campo della ricerca riguardano gli algoritmi per risolvere problemi geometrici.
E-mail: claudio.mirolo@dimi.uniud.it