

4. La formazione degli insegnanti della classe 42/A – Informatica: l'esperienza dell'Università degli Studi di Milano

Carlo Bellettini, Violetta Lonati, Dario Malchiodi, Mattia Monga, Anna Morpurgo, Federico Pedersini¹

In Italia la formazione universitaria all'insegnamento nella scuola secondaria ha una tradizione piuttosto recente: alle scuole di specializzazione attive negli anni 1999-2008 dovrebbero – secondo quanto previsto dal Decreto Ministeriale del 10 settembre 2010, n. 249 – sostituirsi lauree magistrali innestate sulla corrispondente formazione disciplinare triennale; nel transitorio sono stati attivati corsi annuali riservati a laureati di secondo livello selezionati tramite esami (Tirocinio formativo attivo, TFA) o titolari di un'esperienza professionale di insegnamento di almeno 3 anni (Percorsi abilitanti speciali, PAS). Questo capitolo descrive l'esperienza dell'Università degli Studi di Milano nel progettare e gestire i corsi 42/A TFA e PAS, nel triennio 2012-2015.

4.1. Il contesto

A partire dal settembre 2010 i requisiti e le modalità della formazione dei futuri insegnanti della scuola secondaria sono stati oggetto di vari provvedimenti ministeriali². L'obiettivo, tuttora previsto dal regolamento del 2010, di attivare apposite lauree magistrali orientate all'insegnamento sembra per il momento piuttosto lontano. L'idea di “formazione universitaria all'insegnamento” presupporrebbe due importanti condizioni di partenza: da una parte gli abilitandi dovrebbero costruire la loro professionalità didattica sulla base di una solida competenza disciplinare, dall'altro le università dovrebbero essere in

¹ Dipartimento di Informatica, Università degli Studi di Milano.

² <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/web/universita/offertaformativa/formazione-iniziale-degli-insegnanti-corsi-universitari>.

grado di fornire corsi con obiettivi formativi sia pedagogici che di didattica disciplinare.

Non sono molte, però, le discipline per le quali già esiste un diffuso interesse scientifico volto a comprendere il modo migliore per insegnarle nelle scuole: l'area delle scienze fisiche prevede uno specifico settore disciplinare (FIS/08 – Didattica e storia della fisica), la matematica ha una consolidata tradizione di riflessione didattica, così come l'insegnamento delle lingue straniere (anche in questo caso è previsto uno specifico settore disciplinare L-LIN/02 – Didattica delle lingue moderne).

Per quanto riguarda la classe concorsuale 42/A – Informatica^{NDR}, la situazione di partenza pare invece, almeno in Italia, piuttosto insoddisfacente: gli abilitandi provengono spesso da formazioni di base molto eterogenee e la ricerca nell'ambito della didattica dell'informatica³ ha diffusione piuttosto limitata negli atenei italiani: per esempio, una ricerca di pubblicazioni posteriori al 2000 classificate come “K.3.2 Computer and Information Science Education” fra quelle edite dall'ACM, fornisce soltanto 55 risultati con un'affiliazione italiana (su un totale di 9223), contro i 207 della Germania (su 19513) e i 196 della Finlandia (su 3136).

A ciò si aggiunge un ulteriore fattore, la cui criticità è ormai riconosciuta internazionalmente [12] [4]: la ricorrente confusione su ciò che debba essere associato al termine informatica [11], equivocata con l'uso delle applicazioni e delle tecnologie digitali. Nonostante la formazione preveda un consistente numero di crediti INF/01 (perciò chiaramente orientati agli aspetti scientifici e metodologici dell'informatica), le linee guida ministeriali spesso mancano di marcare in modo inequivoco la distinzione. Ciò disorienta formatori, docenti in formazione e in definitiva gli studenti, che rischiano – soprattutto nel caso in cui non vengano esposti a studi specialistici – di identificare un intero ecosistema scientifico con una serie di abilità destinate a invecchiare piuttosto in fretta.

^{NDR} La classe concorsuale chiamata qui 42/A è detta altrove in questo volume A042; lo stesso dicasi per altre classi menzionate.

³ Si noti che la didattica dell'informatica è tutt'altra cosa rispetto alla tecnologia di supporto alla didattica (informatica per la didattica): purtroppo però le due cose sono spesso confuse.

4.2. I contenuti dei corsi d'informatica nella scuola superiore

Le riforme della scuola degli anni '90 hanno introdotto il principio della autonomia scolastica: ogni istituto redige annualmente un "Piano dell'offerta formativa" che può riorganizzare liberamente i percorsi didattici, a condizione che si rispettino le indicazioni e gli obiettivi d'istruzione fissati a livello nazionale.

Nel caso della scuola secondaria di secondo grado, i documenti di riferimento sono le "Indicazioni nazionali"⁴ per i Licei e le "Linee guida"⁵ per gli istituti tecnici e professionali.

4.2.1. Indicazioni nazionali (licei)

Iniziamo subito a notare come si fissi fra i risultati di apprendimento comuni a tutti i percorsi liceali di "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." A ciò però non sembra seguire un coerente disegno volto a presentare gli aspetti metodologici e scientifici dell'informatica: la materia con questo nome è infatti prevista solo per i licei scientifici "Opzione scienze applicate", il che fa pensare che gli estensori delle indicazioni abbiano sottovalutato il potenziale epistemologico, e in generale culturale, della rivoluzione informatica iniziata nel '900, anche per le scienze "pure".

Per l'indirizzo "Opzione scienze applicate", invece, si delinea un percorso di tutto rispetto, da svolgere però in sole 66 ore all'anno: "Dal punto di vista dei contenuti il percorso ruoterà intorno alle seguenti aree tematiche: architettura dei computer, sistemi operativi, algoritmi e linguaggi di programmazione, elaborazione digitale dei documenti, reti di computer, struttura di Internet e servizi, computazione, calcolo

⁴ http://nuovilicei.indire.it/content/index.php?action=lettura_paginata&id_m=7782&id_cnt=10497 [5].

⁵ Per gli istituti tecnici: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/nuovi_tecnici///INDIC/_LINEE_GUIDA_TECNICI_.pdf [6], per gli istituti professionali: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/nuovi_professionali///linee_guida/_LINEE_GUIDA_ISTITUTI_PROFESSIONALI_.pdf [7].

numerico e simulazione, basi di dati.”. Vale la pena riportare alcuni tratti del profilo dello studente modello descritto dalle indicazioni: “Ha una sufficiente padronanza di uno o più linguaggi per sviluppare applicazioni semplici, ma significative, di calcolo in ambito scientifico. Comprende la struttura logico-funzionale della struttura fisica e del software di un computer e di reti locali, tale da consentirgli la scelta dei componenti più adatti alle diverse situazioni e le loro configurazioni, la valutazione delle prestazioni, il mantenimento dell'efficienza. L'uso di strumenti e la creazione di applicazioni deve essere accompagnata non solo da una conoscenza adeguata delle funzioni e della sintassi, ma da un sistematico collegamento con i concetti teorici ad essi sottostanti. Il collegamento con le discipline scientifiche, ma anche con la filosofia e l'italiano, deve permettere di riflettere sui fondamenti teorici dell'informatica e delle sue connessioni con la logica, sul modo in cui l'informatica influisce sui metodi delle scienze e delle tecnologie, e su come permette la nascita di nuove scienze.”

L'obiettivo non può che risultare gradito a orecchie informatiche, ma – posto che sia alla portata degli studenti della scuola secondaria – è impossibile non notare come ciò sia in contrasto con il ridotto numero di ore a disposizione (analogo a quelle riservate a “Disegno e storia dell'arte” e “Scienze motorie e sportive”).

4.2.2. Linee guida (istituti tecnici e professionali)

Per gli istituti tecnici e professionali, materie informatiche sono proposte nel biennio a tutti gli indirizzi.

Per gli istituti professionali gli obiettivi previsti, molto strumentali, riguardano per lo più l'uso delle applicazioni dell'informatica, con particolare riferimento agli ambiti della grafica e della multimedialità.

Negli istituti tecnici del settore economico, è prevista una materia denominata “Informatica”. Nonostante si individui come obiettivo prioritario “una formazione tecnologica rivolta all'innovazione, che richiede sia la capacità di risolvere problemi sia quella di riflettere sui modelli e sui fondamenti concettuali”, l'elenco proposto per conoscenze e abilità della disciplina Informatica non brilla per limpidezza dei riferimenti fondamentali: si mischiano livelli di astrazione e impostazioni molto differenti. Per esempio fra le conoscenze si citano: informazioni, dati e loro codifica; software di utilità e software

gestionali; funzioni e caratteristiche della rete Internet e della posta elettronica; normativa sulla privacy e sul diritto d'autore. Per le abilità l'elenco comprende: riconoscere e utilizzare le funzioni di base di un sistema operativo; analizzare, risolvere problemi e codificarne la soluzione; riconoscere le principali forme di gestione e controllo dell'informazione e della comunicazione specie nell'ambito tecnico-scientifico-economico. Insomma c'è un po' di tutto, manca invece un filo conduttore evidente.

Per gli istituti tecnici del settore tecnologico (escluso l'indirizzo "Informatica e telecomunicazioni") si parla invece di "Tecnologie informatiche". Qui il disegno didattico sottostante è più chiaro: le conoscenze e abilità indicate sono sempre piuttosto vaghe, ma meno variegate: ad esempio si citano le "Funzioni e caratteristiche della rete internet", senza lo strano riferimento esplicito alla posta elettronica. La programmazione è descritta in maniera coerente ed esplicita.

Un discorso finale a parte meritano invece le materie informatiche dell'indirizzo "Informatica e telecomunicazioni". In questo caso si mira chiaramente a formare degli specialisti e i contenuti sono quindi orientati a formare professionalità spendibili immediatamente nel mondo del lavoro. Le aree tematiche classiche dell'informatica e delle sue ramificazioni professionali, fra "Informatica", "Sistemi e reti", "Tecnologie e progettazione di sistemi informatici e di telecomunicazioni", "Gestione progetto, organizzazione d'impresa" sono senz'altro presenti. Anche qui va rilevato che "Informatica" è la disciplina in cui il disegno didattico è meno esplicito, e fra le conoscenze appare il concetto di "File di testo" insieme a quello di ben altra caratura di "Programmazione ad oggetti", oltre a una strana distinzione fra linguaggi di programmazione lato client e lato server. Ciò che pare più difficile da comprendere, però, è la distinzione fra le discipline previste dall'articolazione "Informatica" e quella "Telecomunicazioni". Anche se denotate da insegnamenti con gli stessi nomi ("Sistemi e reti", "Tecnologie e progettazione di sistemi informatici e di telecomunicazioni", "Gestione progetto, organizzazione d'impresa") hanno obiettivi diversi. Si nota inoltre come i principi architettonici dei sistemi di calcolo sono praticamente assenti nella versione "Informatica".

4.3. L'insegnamento di materie informatiche affidato ai docenti 42/A

Ai docenti di ruolo nella classe 42/A possono essere affidati insegnamenti in corsi di studio molto diversi tra loro. La Tabella 4.1 riassume la situazione dopo i riordini del 2012 e 2013 (vedi Nota MIUR 2916 del 21/3/2013). In verde sono indicati gli insegnamenti che dovrebbero essere affidati esclusivamente a 42/A.

È da notare come l'insegnamento dell'informatica nei licei, benché contempli obiettivi didattici di ampio respiro, non risulti affidato a docenti della classe 42/A (salvo per l'opzione "Scienze applicate"); in genere spetta invece, come parte della loro materia, a docenti di matematica, quindi non necessariamente con una formazione specifica in informatica.

Gli insegnamenti di Sistemi e reti, Tecnologie e progettazione di sistemi informatici e di telecomunicazioni, Gestione progetto, organizzazione d'impresa negli istituti tecnici a indirizzo "Informatica e telecomunicazioni" sono affidati a docenti 42/A se l'articolazione è informatica, altrimenti (articolazione telecomunicazioni) a docenti 34/A (Elettronica).

In generale va notata la compresenza di professionalità piuttosto differenti eppure incaricate di perseguire i medesimi obiettivi formativi: è difficile immaginare che una tale varietà nel corpo docente riesca a trasmettere un'idea coerente delle discipline informatiche. Il problema è tutto sommato di secondaria importanza nei percorsi scolastici in cui l'informatica ha chiaramente un ruolo di servizio, ma diventa invece critico dove si suppone invece che essa diventi modello metodologico e chiave interpretativa della realtà, come dovrebbe avvenire in un percorso liceale.

Abbastanza sorprendente, infine, risulta l'esame della disciplina "Scienze e tecnologie applicate" per la quale è difficile capire il legame con la classe 42/A (e veramente anche con la 34/A – Elettronica). Le conoscenze elencate sono: I materiali e loro caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche e tecnologiche; Le caratteristiche dei componenti e dei sistemi di interesse; Le strumentazioni di laboratorio e le metodologie di misura e di analisi; La filiera dei processi caratterizzanti l'indirizzo e l'articolazione; Le figure professionali caratterizzanti i vari settori tecnologici. Le abilità: riconoscere le proprietà dei materiali e le

funzioni dei componenti; utilizzare strumentazioni, principi scientifici, metodi elementari di progettazione, analisi e calcolo riferibili alle tecnologie di interesse; analizzare, dimensionare e realizzare semplici dispositivi e sistemi; analizzare e applicare procedure di indagine; riconoscere, nelle linee generali, la struttura dei processi produttivi e dei sistemi organizzativi dell'area tecnologica di riferimento.

In definitiva, quindi, l'analisi complessiva delle assegnazioni alle diverse classi di concorso lascia qualche dubbio di coerenza.

ISTITUTO	INDIRIZZO	DISCIPLINA	ORE SETTIMANALI					CLASSE DI CONCORSO
			1	2	3	4	5	
	anno							
Tecnico	<i>Amministrazione, finanza e marketing</i>	<i>Informatica</i>	2	2				42/A + 75/A + 76/A
Tecnico	<i>Amministrazione, finanza e marketing</i>	<i>Informatica</i>			2	2		42/A
Tecnico	<i>Amministrazione, finanza e marketing: Relazioni internazionali per il marketing</i>	<i>Tecnologie della comunicazione</i>			2	2		42/A
Tecnico	<i>Amministrazione, finanza e marketing: Sistemi informativi aziendali</i>	<i>Informatica</i>			4	5	5	42/A
Tecnico	<i>Turismo</i>	<i>Informatica</i>	2	2				42/A + 75/A + 76/A
Tecnico	<i>Meccanica, mecatronica ed energia</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3					34/A + 35/A + 42/A
Tecnico	<i>Trasporti e logistica</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3					34/A + 35/A + 42/A
Tecnico	<i>Elettronica ed elettrotecnica</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3					34/A + 35/A + 42/A
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3					34/A + 35/A + 42/A
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni</i>	<i>Scienze e tecnologie applicate</i>		3				34/A + 42/A
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni: Informatica</i>	<i>Informatica</i>			6	6	6	42/A

Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni: Informatica</i>	<i>Sistemi e reti</i>	4	4	4	42/A	
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni: Informatica</i>	<i>Tecnologie e progettazione di sistemi informatici e di telecomunicazioni</i>	3	3	4	42/A	
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni: Informatica</i>	<i>Gestione progetto, organizzazione d'impresa</i>			3	42/A	
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni: Telecomunicazioni</i>	<i>Informatica</i>	3	3		42/A	
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni: Telecomunicazioni</i>	<i>Sistemi e reti</i>	4	4	4	34/A	
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni: Telecomunicazioni</i>	<i>Tecnologie e progettazione di sistemi informatici e di telecomunicazioni</i>	3	3	4	34/A	
Tecnico	<i>Informatica e telecomunicazioni: Telecomunicazioni</i>	<i>Gestione progetto, organizzazione d'impresa</i>			3	34/A	
Tecnico	<i>Grafica e comunicazione</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3			34/A + 35/A + 42/A	
Tecnico	<i>Grafica e comunicazione</i>	<i>Scienze e tecnologie applicate</i>		3		42/A + altri	
Tecnico	<i>Grafica e comunicazione</i>	<i>Progettazione multimediale</i>		4	3	4	42/A + altri
Tecnico	<i>Chimica, materiali e biotecnologie</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3			34/A + 35/A + 42/A	
Tecnico	<i>Sistema moda</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3			34/A + 35/A + 42/A	
Tecnico	<i>Agraria, agroalimentare e agroindustriale</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3			34/A + 35/A + 42/A	
Tecnico	<i>Costruzioni, ambiente e territorio</i>	<i>Tecnologie informatiche</i>	3			34/A + 35/A + 42/A	
Professionista	<i>Servizi per l'agricoltura e lo sviluppo rurale</i>	<i>Tecnologie dell'informazione e della comunicazione</i>	2	2		42/A + altri	
Professionista	<i>Servizi commerciali</i>	<i>Informatica e laboratorio</i>	3	3		42/A + 75/A + 76/A	

Professionista	<i>Produzioni industriali e artigianali</i>	<i>Tecnologie dell'informazione e della comunicazione</i>	2	2		42/A + altri		
Professionista	<i>Manutenzione e assistenza tecnica</i>	<i>Tecnologie dell'informazione e della comunicazione</i>	2	2		42/A + altri		
Professionista	<i>Manutenzione e assistenza tecnica</i>	<i>Tecnologie e tecniche di installazione e manutenzione</i>			3	42/A + altri		
Liceo	<i>Opzione scienze applicate</i>	<i>Informatica</i>	2	2	2	2	2	34/A + 35/A + 42/A

Tab. 4.1. Affidamento degli insegnamenti di area informatica alle classi di concorso: 42/A Informatica, 34/A Elettronica, 35/A Elettrotecnica e applicazioni, 76/A Trattamento testi, calcolo, contabilità.

4.3.1. Chi ha titolo per insegnare l'informatica nella scuola superiore?

Per rispondere occorre districarsi fra gli ordinamenti dei corsi di studio, in costante evoluzione da almeno un ventennio. Per questo motivo il Ministero mette a disposizione un'applicazione⁶ per conoscere quali titoli di studio danno accesso ai concorsi nella classe 42/A – Informatica. Occorre possedere una laurea in:

- Scienze dell'informazione
- Informatica
- Ingegneria informatica
- Matematica
- Fisica
- Ingegneria elettronica
- Ingegneria aerospaziale
- Ingegneria delle telecomunicazioni
- Ingegneria gestionale
- Discipline nautiche, purché il piano di studi seguito abbia compreso i corsi annuali (o due semestrali) di: calcolo numerico e programmazione, complementi di matematica per le applicazioni, teoria dei sistemi o esami ritenuti omogenei a questi, secondo un'apposita tabella di corrispondenze.

⁶ <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/PRTATitoliAccesso/ricercatitoliperclasse.action>.

Come si vede, una platea piuttosto variegata, con qualche presenza sorprendente. Ancora più sorprendente è l'elenco degli esami considerati omogenei: per "Teoria dei sistemi" sono Programmazione, Sistemi di elaborazione, Sistemi di elaborazione dell'informazione, Sistemi operativi. Nessuna difficoltà nel considerare questi ultimi come necessari per una formazione informatica, ma non è chiaro cosa significhi considerarli "omogenei" allo studio dei sistemi dinamici e retroazionati che è invece l'ambito classico della teoria dei sistemi. Le "omogeneità" sembrano improntate più ad assonanze terminologiche (la presenza della parola "Sistemi") che a vere relazioni semantiche: anche Calcolo numerico è ritenuto omogeneo a Calcolo parallelo!

La classe di concorso 42/A – Informatica prevede che i concorrenti possano essere messi alla prova secondo un programma ministeriale che, abbastanza sorprendentemente, e, al contrario di quanto accaduto per la maggior parte delle altre discipline, non è stato aggiornato dal Decreto Ministeriale 21 settembre 2012, n. 80. Bisogna pertanto riferirsi al precedente Decreto Ministeriale 11 agosto 1998, n. 357:

1. *Modelli dell'informatica*

- Soluzione dei problemi: processi euristici e processi algoritmici
- Proprietà degli algoritmi: costrutti fondamentali, complessità
- Algoritmi notevoli: ordinamento, ricerca, fusione
- Sistemi logico-deduttivi
- Linguaggi formali. Sintassi e semantica

2. *Programmazione e linguaggi*

- Rappresentazione dei dati e delle procedure, linguaggi e tecniche di programmazione secondo i diversi paradigmi:
 - programmazione imperativa
 - programmazione rivolta agli oggetti
 - programmazione non procedurale: funzionale e logica
- Proprietà dei linguaggi di programmazione in relazione ai diversi paradigmi
- Metodologia di costruzione dei programmi. Modularità.
- Ingegneria del software, tecniche di documentazione e di manutenzione dei programmi.

3. *Architettura dei sistemi di elaborazione*

- Sistemi digitali e programmabili. I microprocessori. Programmazione a livello macchina e con linguaggi orientati alla macchina.
- Componenti di un sistema di elaborazione. Unità centrale. Unità periferiche. Memorie e loro gerarchia
- Elaboratori con un solo processore: tipologie di architetture e loro caratteristiche funzionali.
- Architetture parallele. Sistemi multiprocessori. Sistemi a matrice.

4. *La struttura dei programmi di base*

- Sistemi operativi. Tipologie, struttura e funzioni. Tipologie di interfaccia con l'utente icone e comandi.
- La gestione delle risorse fisiche e dei programmi da parte del sistema operativo. Analisi delle prestazioni.
- Problemi di parallelismo e concorrenza.
- Programmi di elaborazione dei linguaggi: interpreti e compilatori.
- Programmi applicativi di utilità generale.

5. *Reti di elaboratori e reti di comunicazione*

- Fondamenti di comunicazioni: segnali, canali, mezzi e metodi di trasmissione (analisi funzionale). Modem.
- Protocolli. Standard di interfaccia, livelli e modelli.
- Reti locali e reti geografiche: architettura fisica, sistemi operativi e programmi di comunicazione.
- Servizi telematici.

6. *Gestione delle informazioni*

- Analisi e progetto dei sistemi informativi. Archivi.
- Gestione degli archivi con linguaggi di programmazione.
- Basi di dati: struttura, progetto, linguaggi per la realizzazione e per l'interrogazione.

7. *Sistemi multimediali*

- Rappresentazione dei diversi tipi di informazione: simboli, suoni, disegni, immagini.
- Componenti fisici per i sistemi multimediali.
- Strumenti di programmazione per i sistemi multimediali: linguaggi speciali orientati alle immagini, sistemi ipertestuali.

8. *Elementi di didattica*

- La lezione frontale
- Il problem solving
- La scoperta guidata
- L'analisi di caso e l'analisi tecnica
- L'indagine
- Il metodo dei progetti
- La funzione del laboratorio nella didattica delle discipline tecniche e nelle attività progettuali
- L'organizzazione del lavoro didattico: classe, gruppi, lavori individuali

9. *La programmazione e la progettazione didattica*

- Analisi disciplinare e definizione degli obiettivi
- Piani di lavoro
- Moduli e unità didattiche: scelta dei metodi e delle risorse
- Verifiche e valutazione.

4.4. La proposta di Unimi per la formazione degli insegnanti

Quando, durante l'anno accademico 2011/12, fu necessario segnalare l'interesse a erogare un corso TFA 42/A (ritenuto all'epoca del tutto transitorio, in attesa dell'attivazione delle lauree magistrali tuttora previste dalla legge per l'anno 2012/13), come gruppo ("ALaDDIn"⁷) di docenti del Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Milano che si occupa di didattica e divulgazione dell'informatica interpretammo l'occasione come lo spunto per stabilire una cinghia di trasmissione stabile con le scuole secondarie del territorio. Sembrava soprattutto una buona opportunità per acquisire esperienza da spendere al momento dell'attivazione delle lauree magistrali.

Fin dall'inizio ci fu chiaro che sarebbe stato necessario rincorrere pianificazioni approssimative (disattese innanzitutto dagli organismi ministeriali che le emanavano) e districarsi fra incertezze ed evoluzioni

⁷ <http://aladdin.di.unimi.it/>.

normative e organizzative⁸. Ciò nonostante decidemmo di provare a mettere in piedi un'offerta formativa originale che sfruttasse i 18 CFU a disposizione del settore INF/01 per riflettere seriamente sulla didattica della disciplina, con un chiaro aggancio con le parallele attività di ricerca in quest'ambito ([1] [2] [3] [7] [8] [10]), senza mutuazioni dai corsi curriculari, per loro natura focalizzati su obiettivi più schiettamente disciplinari.

Ad oggi abbiamo erogato tre edizioni del percorso di formazione, riprogettato più volte, in parte in risposta a riorganizzazioni e vincoli posti dall'esterno (la seconda edizione, per esempio, si rivolgeva a docenti già titolari di un'esperienza triennale di insegnamento, e prevedeva perciò una regolamentazione peculiare), ma soprattutto per adattarsi meglio all'obiettivo dichiarato di rendere più efficace l'insegnamento delle materie informatiche nella scuola secondaria di secondo grado. Per questo crediamo possa essere utile ripercorrere qui la storia delle tre edizioni.

4.4.1. TFA 2012/13

L'avventura del TFA 2012/13 inizia con la primavera 2012, quando il MIUR fissa i contingenti per la classe 42/A: verranno accettati 315 candidati in tutta Italia. La prima sorpresa è che i 25 posti riservati alla Lombardia sono divisi fra Università degli Studi di Milano e Università degli Studi di Milano – Bicocca (rispettivamente 10 e 15 posti). Che vi siano nella stessa regione due sedi, per di più nella stessa città, per un numero così esiguo di candidati, pare a chi scrive uno straordinario esempio di spreco di risorse umane e organizzative⁹. Dopo la selezione nazionale a luglio (con 60 domande a risposta multipla, di cui 16 valutate a posteriori ambigue o scorrette e le cui risposte verranno perciò considerate corrette in ogni caso) 31 candidati possono partecipare all'esame locale (50 a Bicocca)¹⁰, si presentano in 20 e solo 6 superano la prova.

⁸ Vale la pena ricordare che la legge che istituisce i corsi TFA, incardinandone il controllo a livello di Facoltà universitarie, è parte della stessa riforma della governance degli atenei, che, fra le altre cose, svuota le Facoltà del loro ruolo tradizionale, affidandone i compiti di organizzazione didattica ai Dipartimenti.

⁹ Per l'edizione 2014/15 le sedi lombarde sono diventate tre per 38 posti: alle due precedenti si è aggiunta l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia.

¹⁰ A livello nazionale, su 1505 candidati, le sufficienze con almeno 42 risposte esatte saranno 1004 (erano 451 prima della rettifica delle domande ambigue/errate).

Per la prova locale si è scelto di focalizzarsi sulla programmazione, chiedendo ai candidati di implementare (sulla carta) un algoritmo di ordinamento¹¹ a scelta fra Merge, Heap o Quick-sort in un linguaggio, di nuovo, a scelta. Si chiedeva inoltre di dare ragione della correttezza dell'implementazione, identificando casi di test ritenuti "significativi". Chiudeva il compito una domanda a scelta fra diagrammi E/R, cache e frammentazione della memoria.

Dei 6 ammessi, solo tre si presenteranno effettivamente a seguire i corsi. In totale il corso partirà con quattro studenti, tenuto conto di un'ammissione "extranumeraria" dovuta a situazioni particolari previste per legge. Solo due riusciranno a ottenere l'abilitazione nel luglio 2013, per i rimanenti (alla fine abilitati) sarà necessario ricorrere a una sessione suppletiva a febbraio 2014.

I corsi di informatica¹² previsti ricalcavano uno schema ereditato dalle precedenti scuole di specializzazione, anche se con contenuti del tutto rinnovati. Tre corsi da 6 CFU (Architetture, Programmazione, Sistemi operativi e Reti) di cui 2 CFU di ripasso e identificazione di nodi concettuali fondamentali e il resto focalizzato su strategie per l'insegnamento, con particolare riguardo alle esperienze laboratoriali.

La scelta dei tre corsi incentrati sulle "Architetture", la "Programmazione" e i "Sistemi operativi e reti" ha lo scopo di trasmettere una rappresentazione inequivoca dell'informatica come disciplina che studia l'elaborazione automatica dell'informazione: servono quindi mezzi di calcolo, e occorre saperli programmare e gestire in un'ottica sistemica e di rete. Questo nucleo essenziale dovrebbe far parte dell'esperienza di chiunque si avvicini allo studio dell'informatica a prescindere dall'eventuale (e in molti casi senz'altro consigliabile) acquisizione di specifiche abilità nell'uso di applicazioni di settore.

¹¹ Gli algoritmi di ordinamento sono espressamente citati nel programma ministeriale dei concorsi 42/A. Un candidato ha scritto di non conoscere nessun linguaggio di programmazione: ha perciò fornito una soluzione tramite un diagramma di flusso, peraltro sbagliato, dell'algoritmo Bubble-sort.

¹² Per i crediti di scienze dell'educazione, l'Università degli Studi di Milano ha erogato corsi comuni per tutte le classi dell'area scientifica.

4.4.2. PAS 2013/14

Nel 2013/14 è stato attivato un Percorso Abilitante Speciale (PAS) riservato a coloro i quali potessero vantare 3 anni di servizio nella classe 42/A. Nonostante non fosse prevista alcuna prova d'ingresso, il decreto istitutivo del PAS richiama la necessità di verificare la solidità delle competenze di base degli abilitandi.

Per questo motivo abbiamo deciso di iniziare con un corso introduttivo pluridisciplinare di informatica (3CFU), in cui si riepilogassero i concetti fondamentali su cui costruire una successiva riflessione didattica. Il corso ha insistito in particolare sui rudimenti della programmazione, oltre che sulle nozioni fondamentali di architetture, sistemi e reti.

L'ufficio scolastico regionale ha assegnato all'Università degli Studi di Milano 30 studenti aventi titolo alla partecipazione. Alla prima lezione se ne sono presentati soltanto 17 (ulteriori due verranno poi assegnati con un paio di settimane di ritardo a seguito di ricorsi), con questa composizione: 5 laureati in matematica, 4 in ingegneria informatica, 3 in ingegneria elettronica, 1 in scienze dell'informazione, 1 in ingegneria delle telecomunicazioni, 1 in fisica, 1 in ingegneria aerospaziale e 1 non laureato, ma esplicitamente autorizzato a partecipare dall'ufficio scolastico. Due erano già in possesso di abilitazione in altre classi.

Come prima attività abbiamo chiesto di fornire, in forma anonima, una concisa definizione di informatica, la disciplina per la quale i partecipanti aspiravano a una abilitazione (e che, non va dimenticato, avevano in forme più o meno precarie già insegnato per almeno 3 anni). Le risposte ottenute sono riportate di seguito.

- Comunicazione, risoluzione di problemi.
- Scienza che ha per oggetto gli studi teorici dell'informazione e ne permette la computazione e l'elaborazione.
- Lo studio della scienza dell'informazione.
- Un mezzo per migliorare la vita.
- Una materia multidisciplinare che permette di toccare più realtà e più discipline. Permette di astrarre ogni realtà e di farne un modello.
- Disciplina che studia le modalità di comunicazione tra uomo e PC utilizzando linguaggi di programmazione e reti di comunicazione.
- L'informatica è il progresso. E' la scienza che si propone di studiare tutto ciò che si può definire tecnologico e le modalità in cui si crea automazione.

- Scienza che si occupa del trattamento, memorizzazione, elaborazione e trasmissione dell'informazione, in maniera automatizzata.
- La scienza che studia l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione.
- Informazione automatica. Computer hardware/software programmazione, algoritmi. Linguaggi. Linguistica computazionale. Codici. 0 e 1.
- La scienza che si occupa dell'elaborazione dell'informazione (dati) mediante metodi che sono propri dell'automatica, in particolare mediante l'ausilio del computer.
- Letteralmente significa "Tecnologia dell'informazione", cioè parte della scienza che studia la comunicazione e l'elaborazione di dati digitali.
- Informazione tecnologica delle conoscenze acquisite.
- L'informatica nasce dalla necessità di meccanizzare le informazioni. Da qui nasce un nuovo mondo che permette di ampliare i metodi di comunicare e lavorare.
- Informazione automatica. Scienza che studia l'informazione, la sua trasmissione e il suo utilizzo all'interno di sistemi automatici; inoltre sviluppa sistemi automatici in grado di prendere decisioni in modo autonomo secondo una determinata programmazione.
- Strumenti e linguaggi che aiutano a vivere meglio.
- È una materia multidisciplinare perché con i suoi strumenti permette di spaziare in molti campi lavorativi.

Dei 19 studenti che hanno perfezionato l'iscrizione, 9 si sono ritirati durante l'anno (la maggioranza durante il corso introduttivo pluridisciplinare) e 1 non ha conseguito l'abilitazione perché respinto agli esami di profitto.

I 15 CFU rimanenti, tolti i 3 dedicati al corso pluridisciplinare, sono stati focalizzati sulla didattica attiva e laboratoriale, con l'organizzazione descritta di seguito.

4.4.2.1. Metodi per l'insegnamento della programmazione

Obiettivo del corso era presentare un approccio metodologico alla programmazione basato su una serie di analogie con il metodo scientifico, che costituisce il paradigma culturale centrale delle discipline scientifiche e tecniche insegnate nella scuola secondaria di secondo grado. Il corso era stato progettato attorno a tre moduli concettuali:

- Formulare una teoria. Le prime due lezioni di natura più "motivazionale" hanno avuto per argomento gli elementi concettuali

della programmazione e sono state incentrate sullo strumento visuale di programmazione Scratch; l'ultima lezione ha offerto un'introduzione al (segmento imperativo della versione 3 del) linguaggio Python.

- Dedurre comportamenti. Grazie all'introduzione delle funzionalità offerte dalla libreria standard di Python, sono stati sviluppati alcuni progetti di programmazione, scelti anche in funzione della loro attrattività interdisciplinare.
- Osservare. Le ultime lezioni hanno avuto per argomento debugging e testing che, tra gli argomenti collegati alla programmazione, sono quelli che più naturalmente si pongono in relazione con il metodo scientifico.

È stato purtroppo necessario ridimensionare i contenuti e gli obiettivi del corso, a causa dello scarso livello generale di competenze disciplinari pregresse degli abilitandi.

4.4.2.2. Metodi per l'insegnamento delle architetture degli elaboratori

Sull'opportunità di includere nella didattica dell'informatica una parte sulle architetture degli elaboratori esistono pareri discordanti. Effettivamente, se i contenuti di architetture sono intesi (come in alcuni casi i programmi ministeriali sembrerebbero suggerire) come una carrellata nozionistica e necessariamente superficiale sulla struttura e il funzionamento dei componenti hardware di un elaboratore, la loro rilevanza didattica è sicuramente discutibile. Viceversa, partendo dalla definizione di informatica come scienza che ha come oggetto l'elaborazione automatica delle informazioni, diviene chiaro l'obiettivo didattico dell'architettura: la comprensione del funzionamento dei dispositivi fisici in grado di effettuare tali elaborazioni automatiche. Riteniamo che la missione di una didattica delle architetture sia, in sintesi, la comprensione del fatto che l'elaboratore non è un "cervello elettronico" in grado di pensare o scegliere, bensì nient'altro che una gran quantità di porte logiche opportunamente collegate fra loro, ciascuna in grado soltanto di effettuare automaticamente un'operazione logica elementare come NAND o NOR¹³.

¹³ Un esempio illustre di questo approccio è il corso "From NAND to Tetris"

In virtù di tali considerazioni, la proposta didattica è partita dalla definizione e progettazione della porta logica come dispositivo elementare di elaborazione di informazioni binarie. Si è passati quindi alla definizione di dispositivi via via più complessi (decoder, mux, ALU, flip-flop, registri, ecc.), sempre visti come composizione di porte logiche o di moduli precedentemente sviluppati. Ad ogni definizione è seguita la progettazione pratica del modulo, avvalendosi di strumenti di simulazione di circuiti digitali (Logism, <http://www.cburch.com/logisim>). Così procedendo, si è giunti a definire la struttura e il funzionamento di un elaboratore e quindi a progettare uno funzionalmente completo.

4.4.2.3. Didattica dell'informatica

Il fulcro di questo insegnamento è stato quello di ragionare sulla progettazione di esperienze didattiche volte all'insegnamento dell'informatica, sulle modalità con cui queste esperienze possono essere presentate agli studenti e sulle tecniche che permettono di valutare la loro efficacia. Si è posta una specifica enfasi su argomenti che potessero essere proposti agli studenti sfruttando una metodologia attiva di apprendimento, sfruttando la pluriennale esperienza del gruppo dei docenti del corso nell'organizzare workshop introduttivi a argomenti di carattere informatico rivolti a studenti delle scuole secondarie. In particolare, le lezioni hanno riguardato:

- un'introduzione metodologica alla progettazione di percorsi didattici, anche alla luce delle menzionate linee guida e indicazioni nazionali ministeriali;
- la proposta di percorsi didattici attivi legati alla codifica dei testi formattati, della rappresentazione delle immagini, delle macchine di Turing, degli algoritmi greedy, della progettazione di algoritmi e delle tecniche crittografiche di base;
- una serie di suggerimenti didattici legati alla sicurezza informatica, ai sistemi operativi, alle reti e all'utilizzo di tecnologie specifiche per gli studenti con bisogni educativi speciali (BES).

4.4.3. TFA 2014/15

Per la seconda edizione del TFA alla Lombardia vengono assegnati 38 posti, divisi su tre atenei: Università degli Studi di Milano (12), Università degli Studi di Milano – Bicocca (13), Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia (13). Alla selezione nazionale di luglio partecipano 125 candidati lombardi, di cui risultano sufficienti 68¹⁴. Alla selezione locale si presentano presso Unimi 21 candidati, di cui 18 vengono giudicati idonei. Il numero finale degli studenti partecipanti ai corsi sarà 17: ai 12 previsti si aggiungeranno 2 “extranumerari” ammessi senza esami e 3 ammessi alla partecipazione con un mese di ritardo in base a una redistribuzione degli idonei (ma esclusi per punteggio) fra i tre atenei effettuata dall'ufficio scolastico regionale. Al momento della scrittura di questo articolo il percorso non si è ancora concluso, ma è già possibile contare un ritiro e uno studente respinto agli esami di profitto.

Questa seconda edizione del TFA è stata profondamente riprogettata, alla luce dell'esperienza accumulata e cercando anche di tenere conto delle indicazioni e linee guida ministeriali. Seguendo le indicazioni del coordinamento d'ateneo volte a uniformare le modalità organizzative fra tutte le classi, la parte disciplinare del corso ha poi dovuto essere divisa in due insegnamenti, rispettivamente da 11 e 7 CFU, ciascuno comprendente 1 CFU esplicitamente rivolto ad attività laboratoriali. Abbiamo perciò deciso di attivare due corsi: “Didattica 1 – Progettazione di sistemi informatici e pensiero computazionale”, più legato agli aspetti metodologici della disciplina; “Didattica 2 – Tecnologie per la realizzazione di sistemi informatici”, che si focalizza maggiormente sugli aspetti tecnologici.

4.4.3.1. Didattica 1 (Aspetti metodologici)

Il corso “Didattica 1” è organizzato in quattro moduli prevalentemente metodologici: (Programmazione, Didattica della programmazione in laboratorio, Metodi per la didattica del pensiero computazionale, Progettazione di sistemi informatici), che sono senz'altro la parte più originale della nostra offerta formativa.

¹⁴ A livello nazionale le sufficienze saranno 683 su 1244 candidati. In questa seconda tornata l'ateneo della regione dove effettuare la prova locale veniva scelto in un secondo momento.

Oltre ai contenuti relativi alla programmazione, già proposti nel PAS, il corso propone strumenti utili a presentare, a partire dal biennio, l'informatica come disciplina scientifica, senza limitarsi agli aspetti strumentali, come invece spesso succede perfino negli istituti a chiaro indirizzo tecnologico. Nei contesti in cui è più fragile la motivazione degli studenti nei confronti dell'informatica (magari proprio a causa di una percezione distorta) suggeriamo di proporre in classe occasioni coinvolgenti di avvicinamento a temi informatici significativi, con una valenza formativa di carattere generale (es: rappresentazione delle informazioni, problem solving, modularità e astrazione, ecc.).

Durante il corso vengono dunque proposti percorsi didattici basati sull'uso di metodologie attive di apprendimento, che mettano gli allievi in condizione di esplorare in prima persona il tema in questione. Lavorando ad esempio suddivisi in piccoli gruppi, o partendo da materiali o contesti non convenzionali, il tema potrà essere indagato sotto diversi punti di vista, si potranno costruire modelli interpretativi e fare ipotesi che possano essere messe alla prova nel contesto guidato dell'attività proposta. I percorsi didattici proposti sono frutto di un lavoro di progettazione e sperimentazione in numerose scuole che il gruppo ALaDDIn svolge con regolarità dal 2012 [1].

In coerenza con quanto proponiamo di fare in classe, il corso stesso è sviluppato usando questo metodo di insegnamento: gli abilitandi sono quindi chiamati a farsi coinvolgere in maniera partecipe nelle attività proposte e nelle discussioni che ne seguono, che tipicamente si concentrano sul ruolo che l'insegnante deve avere in classe durante lo svolgimento di tali attività: da trasmettitore di conoscenza, a facilitatore/mediatore nel processo cognitivo di ciascun allievo.

Gli stessi docenti del corso sono titolari da quest'anno anche di un insegnamento di "Didattica dell'informatica" attivato presso il corso di laurea magistrale in informatica, e alcuni dei laboratori proposti agli abilitandi del TFA sono stati seguiti anche dagli studenti di laurea magistrale. L'iniziativa si è rivelata un successo: oltre ad aumentare il numero degli studenti, che diventa, grazie all'inserimento di una decina di nuovi frequentanti¹⁵, simile a quello di una classe delle scuole

¹⁵ Hanno partecipato alle lezioni, come uditori, anche tre professori di ruolo nella scuola secondaria di primo grado.

superiori rendendo particolarmente realistico il lavoro di gruppo, l'interazione fra docenti in formazione e studenti freschi di competenze disciplinari si è rivelata molto positiva.

Il corso di Didattica 1 include inoltre un modulo di progettazione di sistemi informatici, utile in particolare a fornire spunti e riflessione didattica per i corsi di Gestione di progetto e organizzazione d'impresa, cui sono chiamati (in esclusiva!) i docenti 42/A. Il modulo, tenuto da un docente esperto di ingegneria del software, dopo una classica presentazione delle qualità peculiari del software e che influenzano particolari scelte nella gestione dei processi di sviluppo, si è focalizzato sulle metodologie "agili" in quanto ritenute portatrici di elementi didatticamente interessanti per introdurre i problemi della pianificazione e gestione delle attività di sviluppo. In particolare due elementi tipici caratterizzanti le metodologie agili, quali la struttura poco gerarchica con figure interscambiabili e la autorganizzazione dei team nella schedulazione e pianificazione di processi iterativi di sviluppo, possono essere a nostro avviso applicati efficacemente anche in lavori di gruppo da proporre agli studenti. È stato inoltre realizzato un laboratorio "agile" specifico per comprendere e sperimentare tecniche collaborative di stima dei tempi e modalità correttive in itinere delle stime stesse.

4.4.3.2. Didattica 2 (aspetti tecnologici)

Il corso di Didattica 2 è organizzato in tre moduli più tecnologici: Architettura dei sistemi informatici, Sistemi operativi e reti, Basi di dati.

La maggiore novità in questo caso è l'introduzione delle Basi di dati e la conseguente riduzione della parte di Architetture, che le linee guida di fatto eliminano dal dominio dei docenti 42/A. Riteniamo che sia comunque importante trasmettere il legame indissolubile che l'elaborazione delle informazioni ha con lo strumento di calcolo e abbiamo deciso perciò di mantenere almeno una piccola parte in cui si discute come da dispositivi puramente combinatori è possibile derivare elementi sequenziali.

4.4.4. Considerazioni

La prima esperienza del TFA e quella del PAS, in definitiva, sono state molto deludenti: tralasciando le difficoltà gestionali, va notato

che il considerevole sforzo progettuale è stato proposto a pochi abilitandi (solo quattro nel caso del TFA), tutti già inseriti nel sistema scolastico. Sulla carta questi percorsi formativi dovrebbero corrispondere a un impegno a tempo pieno: lezioni, tirocinio diretto e indiretto e attività di scrittura della relazione finale, comprese in un arco temporale limitato, sarebbero più che sufficienti a saturare le energie degli studenti. Nei fatti, il caso più comune è che gli abilitandi affrontino il percorso di abilitazione senza rinunciare all'insegnamento che molti di loro già praticano: l'alternativa sarebbe sommare alla non irrisoria tassa d'iscrizione (circa 2500 EUR) il mancato stipendio. Si capisce quindi come una delle maggiori fonti di tensione fra studenti e docenti sia il tema del riconoscimento di attività pregresse, volto a ridurre l'obbligo di attività TFA. Il risultato è che un'offerta formativa pensata con obiettivi complessivi coerenti viene fruita in modo frammentato, spesso accompagnata da un contenzioso strisciante capace di frustrare la buona volontà di tutti.

L'esperienza del TFA 2014/15, ancora in corso, invece ci appare soddisfacente, forse anche grazie ad un meccanismo di selezione più efficace: gli abilitandi hanno dimostrato in generale competenze disciplinari pregresse più solide e maggiore motivazione e impegno alla riflessione didattica-metodologica.

4.5. Conclusioni

La prospettiva dell'insegnamento dell'informatica nella scuola secondaria italiana dal punto d'osservazione della formazione nella classe 42/A desta più di una preoccupazione. Da una parte indicazioni e linee guida mancano di chiarire senza ambiguità il ruolo delle discipline informatiche nella scuola secondaria, confondendo aspetti scientifici e tecnologici con il piano più meramente strumentale e di servizio: siamo ben lontani da una formulazione coerente dell'informatica capace di chiarire il suo "influsso sui metodi delle scienze e delle tecnologie, e su come permetta la nascita di nuove scienze". In alcuni casi si ha l'impressione che gli estensori di programmi e mansionari concepiscano l'informatica come un'accozzaglia di parole chiave, il cui insegnamento può essere affidato a chiunque abbia avuto a che fare con un computer (tutti, al giorno d'oggi).

Dall'altra parte c'è poi il problema della preparazione del personale docente: specie nelle zone in cui le aziende del settore informatico assorbono senza problemi tutti i tecnici di valore, il rischio che si dedichino all'insegnamento elementi scartati dal mondo del lavoro purtroppo è alto.

Non bisogna disperare, però, e negli anni ci sembra di avere messo a punto una proposta che, nel rispetto di vincoli normativi non sempre coerenti né del tutto condivisibili, crediamo sia in grado di rispondere alle esigenze di formazione per una classe di concorso cui sono affidati incarichi didattici decisamente variegati.

Bibliografia

- [1] BELLETTINI, C., LONATI, V., MALCHIODI, D., MONGA, M., MORPURGO, A., TORELLI, M., *Exploring the processing of formatted texts by a kynesthetic approach*, pp. 143-144., 2012.
- [2] BELLETTINI, C., LONATI, V., MALCHIODI, D., MONGA, M., MORPURGO, A., TORELLI, M., ZECCA, L., *Extracurricular activities for improving the perception of Informatics in Secondary schools*, 8730 pp. 161-172, 2014.
- [3] BELLETTINI, C., LONATI, V., MALCHIODI, D., MONGA, M., MORPURGO, A., TORELLI, M., ZECCA, L., *Informatics Education in Italian Secondary School*, ACM Transactions on Computing Education 14: 15:1-15:6., 2014.
- [4] HRONKOVIVC, J., *Contributing to General Education by Teaching Informatics*, pp. 25-37, 2006.
- [5] *Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all'art. 10, comma 3, del DPR 15/3/2010, n. 89, in relazione all'art. 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento*, 2010.
- [6] *Istituti professionali, linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento*, http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/nuovi_professionali/linee_guida/_LINEE%20GUIDA%20ISTITUTI%20%20PROFESSIONALI_.pdf, 2010.

- [7] *Istituti tecnici, linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento*, http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/nuovi_professionali/linee_guida/_LINEE%20GUIDA%20ISTITUTI%20%20PROFES-SIONALI_.pdf, 2010.
- [8] LISSONI, A., LONATI, V., MONGA, M., MORPURGO, A., TORELLI, M., *Working for a leap in the general perception of computing*, pp. 134-139, 2008.
- [9] LONATI, V., MALCHIODI, D., MONGA, M., MORPURGO, A., *Is coding the way to go?*, 2015.
- [10] LONATI, V., MONGA, M., MORPURGO, A., TORELLI, M., *What's the Fun in Informatics? Working to Capture Children and Teachers into the Pleasure of Computing*, 7013 pp. 213-224, 2011.
- [11] MIROLO, C., *Quale informatica nella scuola?*, 2003.
- [12] THE ROYAL SOCIETY, *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*, 2012.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare Ottavio D'Antona, Alfio Ferrara, Massimo Santini, colleghi docenti di corsi TFA e PAS per la classe 42/A presso l'Università degli Studi di Milano e i tutor che hanno collaborato con ALaDDIn nella messa a punto e nella sperimentazione dei percorsi didattici svolti presso le scuole.