

Informatica: didattica possibile e pensiero computazionale

Giuseppe Bizzarri^{1,2}, Luca Forlizzi², Guido Proietti²

¹ *Istituto Tecnico Commerciale Programmatori "B.Pascal "*
via Bafile - 64100 Teramo,

giuseppe.bizzarri@istruzione.it

² *Università degli Studi dell'Aquila*

Dipartimento di Informatica, via Vetoio - 67100 L'Aquila,
{luca.forlizzi, guido.proietti}@univaq.it

In questo articolo, partendo dalle indicazioni ministeriali di riforma della scuola media superiore inerenti a ciò che uno studente debba sapere e saper fare in informatica, discutiamo di come sarebbe opportuno sviluppare la relativa programmazione didattica in virtù della triplice natura dell'informatica: scienza, tecnologia e strumento trasversale. In particolare enfatizziamo come, a nostro avviso, emerga una certa sottovalutazione dell'educazione al pensiero computazionale, e di quanto invece tale attitudine sia potenzialmente importante nella formazione culturale degli individui nella società della conoscenza. Infine proponiamo alcuni spunti di riflessione sul seguente fondamentale quesito legato alla concreta organizzazione del contesto educativo: l'uso nell'istruzione delle tecnologie, in cui i giovani sono attualmente immersi, produce una acquisizione più profonda dei concetti che si vogliono trasmettere?

1.Introduzione

Ancora oggi esiste la confusione sulla didattica dell'Informatica che, pur essendo frequentemente descritta come lo studio sistematico dei processi computazionali che descrivono e trasformano l'informazione, si riduce nella maggioranza dei casi all'informatica di consumo, cioè limitata a nozioni spicciole sull'uso dei computer.

L'informatica ha natura triplice: scienza, tecnologia e strumento trasversale (ad esempio come strumento di apprendimento). Gli aspetti tecnologici e della sua trasversalità hanno preso il sopravvento nella didattica della scuola superiore sull'altro, secondo noi, di importanza superiore o quantomeno alla pari.

Nella sua natura di scienza sono presenti concetti matematici, ma anche nuovi come ad esempio le grammatiche formali (classificate da Chomsky), il concetto di calcolabilità indipendente dal modo di calcolo (tesi di Church-Turing) o la indecidibilità di un problema.

Persiste in alcuni di essi la stessa difficoltà che si ha in matematica in cui l'apprendimento non può essere che concettuale e d'altra parte è solo per mezzo di rappresentazioni semiotiche che è possibile una attività su questi oggetti. Non abbiamo l'oggetto ma solo la sua rappresentazione semiotica e quindi si rischia di confonderla con esso.

Un punto importante è il rapporto fra conoscenza e rappresentazione, tra noetica (acquisizione concettuale di un oggetto) e semiotica (rappresentazione realizzata per mezzo di segni): non esiste noetica senza semiotica (*“une loi fondamentale du fonctionnement cognitif de la pensée: il n'y a pas de noésis sans sémosis, c'est-à-dire sans le recours à une pluralité au moins potentielle de systèmes sémiotiques, recours qui implique leur coordination le sujet lui-même”*, paradosso cognitivo di Duval [Duval, 1995].

Si devono riconoscere descrizioni diverse di uno stesso problema perché “la comprensione comincia quando diventa necessario articolare fra loro due rappresentazioni diverse di uno stesso oggetto” [Duval 2005].

Giova ricordare che gli algoritmi lavorano sulle rappresentazioni, non sui concetti.

Esistono in Informatica stessi argomenti che vengono contestualizzati in base all'ambiente teorico considerato e che portano alle medesime soluzioni algoritmiche ma apparenti dissimili perché su rappresentazioni diverse.

L'educazione al pensiero algoritmico deve essere inteso nel comprendere il modello computazionale sottostante: non interessa che l'alunno abbia capito l'algoritmo risolutivo di un problema ma il ragionamento, il modello mentale che ha portato alla soluzione per poter essere in grado di proporre una propria soluzione.

Bisogna dunque partire da queste considerazioni per la realizzazione di corsi sull'informatica, affrontare l'aspetto tecnologico ma non trascurare i nuclei fondanti e i saperi essenziali della disciplina.

Descriviamo ora brevemente l'organizzazione del lavoro. Nella sezione 2. viene presentata una panoramica delle indicazioni ministeriali sui curricula dei vari indirizzi della scuola secondaria superiore evidenziandone alcuni aspetti critici.

Nella sezione 3. proponiamo alcuni suggerimenti sugli argomenti da inserire sulla programmazione della didattica dell'informatica e infine nella 4. presentiamo alcune considerazioni sull'utilizzo delle tecnologie nella organizzazione del contesto educativo.

2.La scuola secondaria superiore riformata

I nuovi piani di studio della scuola secondaria superiore danno rilievo, nel biennio, allo sviluppo di competenze informatiche:

- nei Licei esiste “Matematica con informatica” (“Informatica” nell'opzione Scienze applicate del Liceo Scientifico);
 - nel settore Economico degli Istituti Tecnici è presente “Informatica”;
 - nel settore Tecnologico “Tecnologie informatiche”;
 - nei Professionali per Industria, Artigianato, Servizi per l'agricoltura e lo sviluppo rurale e Manutenzione e assistenza tecnica, è presente
-

“Tecnologie dell’informazione e della Comunicazione”, per Servizi commerciali “Informatica e laboratorio”.

Nel triennio

- nell’opzione Scienze applicate del Liceo scientifico è presente “Informatica”;
- “Informatica” anche negli indirizzi Amministrazione, finanza e marketing e Sistemi informativi aziendali del settore Economico
- degli Istituti Tecnici è pure presente “Informatica”;
- nell’indirizzo Informatica e Telecomunicazioni del settore Tecnologico degli Istituti Tecnici sono presenti: “Informatica”, “Sistemi e Reti” e “Tecnologie e Progettazione di Sistemi Informatici e di Telecomunicazione”.

Nel biennio delle scuole medie superiori è previsto dunque la materia “Tecnologie informatiche” e viste anche le classi di concorso di abilitazione degli insegnanti preposti al suo insegnamento, nella maggior parte dei casi, ci si riduce all’addestramento all’uso del computer e ad alcuni software in ambiente ufficio.

Si sta cercando di sostituire la logica del programma con una logica delle competenze, fortemente richiesta dal mondo del lavoro e sostenuta dalla Comunità Europea.

Una competenza è la “comprovata capacità di utilizzare conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e/o metodologiche, in situazioni di lavoro o di studio e nello sviluppo professionale e personale”

Ragionare secondo una logica di competenze richiede che scuole e insegnanti rinuncino all’auto-referenzialità e assumano riferimenti esterni che a livello informatico per alcuni esperti possono essere rappresentati dalle certificazioni CEPIS e i relativi Syllabus. In particolare nel triennio si tenderà a far riferimento all’EUCIP.

In particolare i *Syllabus core* e *IT Administrator* sarebbero per molti quelli che più corrispondono a competenze acquisibili al termine di indirizzi informatici nella scuola superiore.

La certificazione **Core** verifica il possesso di un **ampio spettro di conoscenze ed abilità basilari** che dovrebbero essere comuni a tutti i professionisti informatici, qualunque siano le specializzazioni e le attività svolte.

- Area "Pianificazione" (Plan) - È connessa ai processi gestionali e alla definizione delle necessità aziendali in ambito ICT inquadrata in una prospettiva strategica. Elementi importanti all'interno di quest'area sono ad esempio le nozioni di organizzazione aziendale, ritorno d'investimento, analisi dei processi, finanziamenti, rischi, pianificazione, etc.
 - Area "Realizzazione" (Build) - Comprende i processi di specifica, sviluppo e acquisizione di sistemi ICT. Il nodo centrale dell'area è costituito dagli aspetti dello sviluppo di sistemi informatici, implementazione e integrazione.
-

- Area "Esercizio" (Operate) - Riguarda l'installazione, la supervisione e la manutenzione di sistemi informatici. Include aspetti quali la gestione reti, la gestione di aggiornamenti e ampliamenti, il supporto agli utenti etc.

Presentiamo di seguito le indicazioni del ministero in materia di insegnamento dell'informatica presenti nelle guide dei vari indirizzi:

Istituti Tecnici Settore Economico (Sistemi informativi aziendali):

Il docente di "Informatica" concorre a far conseguire allo studente, al termine del percorso quinquennale, risultati di apprendimento che lo mettono in grado di: utilizzare le reti e gli strumenti informatici nelle attività di studio, ricerca e approfondimento disciplinare; individuare ed utilizzare le moderne forme di comunicazione visiva e multimediale, anche con riferimento alle strategie espressive e agli strumenti tecnici della comunicazione in rete; padroneggiare l'uso di strumenti tecnologici con particolare attenzione alla sicurezza nei luoghi di vita e di lavoro, alla tutela della persona, dell'ambiente e del territorio; agire nel sistema informativo dell'azienda e contribuire sia alla sua innovazione sia al suo adeguamento organizzativo e tecnologico; elaborare, interpretare e rappresentare efficacemente dati aziendali con il ricorso a strumenti informatici e software gestionali; analizzare, con l'ausilio di strumenti matematici e informatici, i fenomeni economici e sociali.

Istituti Tecnici settore Tecnologico.

Il docente di "Tecnologie informatiche" concorre a far conseguire allo studente, al termine del percorso quinquennale, risultati di apprendimento che lo mettono in grado di: utilizzare le reti e gli strumenti informatici nelle attività di studio, ricerca e approfondimento disciplinare; utilizzare, in contesti di ricerca applicata, procedure e tecniche per trovare soluzioni innovative e migliorative, in relazione ai campi di propria competenza; utilizzare gli strumenti culturali e metodologici acquisiti per porsi con atteggiamento razionale, critico e responsabile di fronte alla realtà, ai suoi fenomeni e ai suoi problemi, anche ai fini dell'apprendimento permanente.

Istituti Professionali settore "Servizi".

Il docente di "Informatica e laboratorio" concorre a far conseguire allo studente, al termine del percorso quinquennale di istruzione professionale del settore "Servizi commerciali", risultati di apprendimento che lo mettono in grado di: utilizzare le reti e gli strumenti informatici nelle attività di studio, ricerca e approfondimento disciplinare; utilizzare e produrre strumenti di comunicazione visiva e multimediale, anche con riferimento alle strategie espressive e agli strumenti tecnici della comunicazione in rete; padroneggiare l'uso di strumenti tecnologici con particolare attenzione alla sicurezza nei luoghi di vita e di lavoro, alla tutela della persona, dell'ambiente e del territorio; svolgere attività connesse all'attuazione delle rilevazioni aziendali con l'utilizzo di strumenti tecnologici e software applicativi di settore; interagire col sistema informativo aziendale anche attraverso l'uso di strumenti informatici e telematici.

Istituti Professionali settore “Industria e artigianato”.

*Il docente di “Tecnologie dell’informazione e della comunicazione” concorre a far conseguire allo studente, al termine del percorso quinquennale di istruzione professionale del settore “Industria e artigianato”, indirizzo “**Produzioni industriali e artigianali**”, risultati di apprendimento che lo mettono in grado di: utilizzare e produrre strumenti di comunicazione visiva e multimediale, anche con riferimento alle strategie espressive e agli strumenti tecnici della comunicazione in rete; utilizzare le reti e gli strumenti informatici nelle attività di studio, ricerca e approfondimento disciplinare; individuare e utilizzare gli strumenti di comunicazione e di team working più appropriati per intervenire nei contesti organizzativi e professionali di riferimento; utilizzare adeguatamente gli strumenti informatici e i software dedicati agli aspetti produttivi e gestionali; padroneggiare tecniche di lavorazione e adeguati strumenti gestionali nella elaborazione, diffusione e commercializzazione dei prodotti artigianali; intervenire nelle diverse fasi e livelli del processo produttivo, mantenendone la visione sistemica.*

Liceo Scientifico opzione “Scienze applicate”.

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.
(dalle Linee guida per i nuovi indirizzi del secondo ciclo del Ministero dell’Istruzione)

Si può notare che si insiste sull’aspetto di conoscenza degli strumenti, sull’aspetto tecnologico dando meno rilievo a “*comprendere la valenza metodologica dell’informatica nella formalizzazione e modellizzazione dei processi complessi*”, come indicato nel solo Liceo.

Bisogna addestrare all’utilizzo degli strumenti tecnologici per eliminare il “digital divide” ancora molto presente. Ma quali altri argomenti dovrebbe contenere il programma di un corso di “Informatica” nella scuola superiore?

Le indicazioni ministeriali sono ancora non completamente definite e orientate verso il saper fare: ma non dobbiamo fare in modo che “*Per gli utenti più giovani i dispositivi sono più importanti per ciò che consentono di fare, non di capire. La nostra capacità di fare ha superato la capacità di capire e prevedere*” [Longo, 2009].

3.Spunti di riflessione sugli argomenti da trattare nella programmazione didattica

In merito agli argomenti da trattare in un corso di informatica rivolto agli alunni delle scuole medie superiori e distinguendo la sua triplice natura, ci sentiamo di proporre i seguenti spunti di riflessione:

Informatica come strumento trasversale.

Consideriamo dunque necessario l'utilizzo delle tecnologie per la didattica e l'insegnamento di quelle attitudini informatiche utili sia per l'apprendimento che per la vita sociale e le professioni lavorative.

Ma riteniamo che non debba essere solo l'insegnante di informatica a preparare all'utilizzo di strumenti necessari anche ad altre discipline ma debba essere coadiuvato dai colleghi, ad esempio, per un software di elaborazione di testi dall'insegnante di italiano, per un foglio elettronico dall'insegnante di matematica, per gli strumenti di presentazione da tutti i colleghi del consiglio di classe. E sicuramente non limitarsi a questo aspetto nel biennio.

Informatica come tecnologia.

Questo è l'aspetto più presente nei programmi e, in alcuni indirizzi, trattato in maniera approfondita. Tuttavia ci si concentra quasi esclusivamente sulle applicazioni delle tecnologie informatiche e non si dà rilievo agli aspetti legati al **pensiero computazionale** come ad esempio che la conoscenza di metodi e modelli computazionali (e la possibilità di usarli in modo effettivo) consente di affrontare problemi che gli uomini da soli non potrebbero neppure prendere in considerazione (*"Computational thinking is an approach to solving problems, designing systems, and understanding human behavior that draws on concepts fundamental to computer science"* [Wing, 2006]). La dimostrazione di alcuni teoremi matematici non sarebbe stata possibile senza l'uso del computer, oppure in altre discipline è fondamentale l'uso di

- sistemi intelligenti (chimica)
- problem solver (discipline scolastiche)
- simulatori (meteorologia, fisica e astronomia)

Informatica come scienza.

Si dovrebbe affrontare in maniera più approfondita il pensiero informatico dai punti di vista epistemologico e storico. Far comprendere che l'informatica non è nata insieme ai calcolatori ma molto prima. Insistere sulla trattazione nella scuola superiore di quei concetti che rendono l'informatica una scienza che ha cambiato il modo di pensare e affrontare problemi quotidiani della vita reale, come ad esempio:

- il concetto di indecidibilità di alcuni problemi: ciò ha una rilevanza quasi alla pari del teorema di incompletezza di Gödel per la Matematica
- la tesi di Church-Turing che la classe delle funzioni calcolabili coincide con quella delle funzioni calcolabili da una macchina di Turing
- dato un problema computazionale, classificarne la complessità intrinseca, e progettare un algoritmo risolutivo efficiente, ove possibile
- la classe dei problemi P e NP e come la risposta alla domanda P=NP? influenzi la vita di tutti i giorni

Quelli elencati sono argomenti che suscitano interesse e affasciano i giovani

ma soprattutto li avvicinano alla vera essenza di questa materia e a comprendere che “... *studying computer science, one has the chance of learning how to combine theoretical knowledge with practical experience and hence develop a **way of thinking** that is powerful enough to attack complex real-world problems*” [Hromkovič, 2006].

4. Considerazioni sugli strumenti per la didattica

Dopo aver esaminato le linee guida dei programmi ministeriali e proposto spunti di riflessione su di essi vogliamo soffermarci sulla organizzazione del contesto educativo con gli strumenti tradizionali e con l'uso di tecnologie.

Nella scuola la didattica si concentra sulla lezione frontale, il problem solving, la ricerca guidata con l'utilizzo degli strumenti laboratoriali per la programmazione. Il rapporto docente-discente è empatico e si instaura un “**contratto didattico**” che, come afferma Brousseau è “*l'insieme dei comportamenti dell'insegnante che sono attesi dall'allievo e l'insieme dei comportamenti dell'allievo che sono attesi dall'insegnante*” [Brousseau, 1986]. L'alunno studia in funzione a ciò che l'insegnante vuole, l'apprendimento è mediato dalla figura del maestro. Egli deve dunque stimolare la rottura di questo contratto didattico, spingere l'allievo ad una implicazione diretta nell'apprendimento perché solo allora utilizzando il proprio sapere imparerà [Sarrazy, 1995].

Negli studenti l'attitudine al computer influenza i risultati dell'azione didattica e spesso si suddividono i discenti in “digital native” ed “immigrati digitali”. Termini conosciuti da Prensky [Prensky, 2001] per indicare nel primo coloro che sono nati e cresciuti con le nuove tecnologie e nel secondo coloro che le hanno dovuto apprendere. A tal proposito esiste una vasta discussione se i “nativi digitali” siano anche diversi dalle generazioni dei loro padri, per modalità di comunicazione e apprendimento, e sulle necessarie ricadute di questo processo evolutivo sul piano della didattica e della formazione (si veda [Longo, 2009]).

Non si può trascurare che i ragazzi vivono immersi nella rete delle nuove tecnologie, con il bisogno di essere sempre “connessi” e si rende necessario un adeguamento dell'offerta formativa nel proporre occasioni di apprendimento on-line o comunque su strumenti con cui sono a contatto quotidianamente.

Anche per questo motivo esistono corsi di addestramento per gli insegnanti all'utilizzo delle nuove tecnologie per la realizzazione di lezioni su questi strumenti.

Ad esempio **Sloop2desc** è un progetto a cofinanziamento europeo che affronta sia il “cosa” insegnare sia il “come” e che si rivolge prevalentemente ad insegnanti di Informatica e materie affini, a coloro, dunque, che devono formare i futuri professionisti dell'informatica e ha, come obiettivo centrale, la formazione di tali insegnanti sui due temi della didattica delle competenze e dell'uso della rete e del web 2.0 ad integrazione della formazione in presenza. [Ravotto e Fulantelli, 2010].

Si sta sperimentando anche l'utilizzo di ambienti virtuali utile soprattutto per la acquisizione delle abilità, si apprende non solo ascoltando ma anche facendo (apprendimento non verbale).

Il plus di questo sistema è la possibilità di poter ricreare qualsiasi ambiente e qualsiasi situazione (ad esempio un viaggio virtuale nel corpo umano o percorrere gli archi di un grafo alla ricerca del cammino minimo ecc.).

Diverse università italiane stanno sperimentando il trasferimento di alcuni corsi su piattaforme di questo tipo.

Partendo da alcune considerazioni di Calvani: "gli scenari di Second Life e degli altri ambienti tridimensionali che possono attrarre suggestivamente il visitatore con gli aspetti scenografici dell'animazione, ma anche distoglierlo da eventuali obiettivi di apprendimento" (dal libro "Teorie dell'istruzione e del carico cognitivo" [Calvani, 2009]) reputiamo che piattaforme come Second Life risultino utili per chi:

1. Non ha difficoltà nell'utilizzo dell'ambiente (per non provocare nell'allievo "carico cognitivo estraneo" determinato dalla necessità di capirne il funzionamento)
2. Non viene distratto dall'ambiente scenografico ovvero è già abituato a calarsi in ambienti di realtà virtuale (vedi videogiochi)

Strumenti di questo tipo migliorano la didattica, utili per migliorare l'esperienza di apprendimento, fanno apprendere più persone **ma non è detto che migliorino l'apprendimento nel senso di una comprensione più profonda** (deeper thinking).

Alcuni studi hanno indicato che l'utilizzo di strumenti di e-learning asincroni hanno indotto una comprensione più profonda degli argomenti trattati, mentre l'utilizzo di strumenti sincroni si sono rilevati utili per la discussione più spontanea. [Gregory e Smith, 2009]

Infine l'uso della Lavagna Interattiva Multimediale (LIM) si sta diffondendo sempre più nelle nostre scuole e sta mostrando tutte le sue potenzialità soprattutto per quanto riguarda la capacità di coinvolgimento degli alunni, la promozione di forme di lavoro collaborativo, l'utilizzo simultaneo di canali comunicativi diversi, l'adattamento e la riorganizzazione dei materiali di studio. Indubbiamente, questi stessi pregi la rendono uno strumento utile per migliorare la didattica per tutti gli alunni in una prospettiva inclusiva.

Permette quindi di mantenere il classico paradigma didattico centrato sulla lavagna, estendendolo con l'integrazione di multimedia, l'accesso ad internet e la possibilità di usare software didattico in modo condiviso. E' uno strumento che trova la sua applicazione in tutti i livelli scolastici e nelle diverse aree disciplinari.

La letteratura dimostra che questo strumento è particolarmente utile per gli alunni diversamente abili e per quegli studenti che hanno maggiori difficoltà a seguire le lezioni tradizionali e traggono vantaggio da approcci multimediali, più coinvolgenti e in grado di stimolare intelligenze diverse. Particolarmente apprezzato dagli studenti, sempre più abituati a ragionare e filtrare le

informazioni del mondo secondo le regole comunicative del mondo digitale. Ma è anche molto apprezzato dai docenti, perché a differenza di altre tecnologie applicate alla didattica, permette di convogliare l'attenzione dei ragazzi sulla lezione grazie a metodi innovativi che favoriscono la spiegazione dei concetti più complessi e di utilizzare al meglio il tempo proiettando schemi, formule, brani senza doverli riprodurre manualmente sulla lavagna.

È ovviamente uno strumento efficace se non lo si utilizza solo come un touch-screen di un computer senza sfruttarne appieno le potenzialità.

Vogliamo concludere questa sezione con una nostra opinione, giustificata in parte dalle precedenti considerazioni e dall'osservazione delle azioni didattiche presenti nei contesti educativi dei diversi cicli di istruzioni, dalla didattica in presenza, a quella esclusivamente on-line e quella di tipo misto, blended, nel ritenere comunque necessaria in ogni contesto educativo la presenza di un maestro, una guida per la conoscenza. Questo convincimento è motivato:

- dalla età dell'allievo. Si consideri la teoria della "zona di sviluppo prossimale" (Fig. 1) di Lev Vygotskij: essa è la zona cognitiva entro la quale un bambino riesce a svolgere con il sostegno (*scaffolding*) di un adulto o in collaborazione con un pari più capace, attraverso la mediazione degli scambi comunicativi, compiti che non sarebbe in grado di svolgere da solo. [Vygotskij, 1966]. Obiettivo dell'insegnante è la progressiva riduzione, fino alla sua scomparsa, quando il bambino è in grado di mettere in atto autonomamente l'abilità o la conoscenza appresa.
- Dal ruolo di educatore del docente, almeno fino alla scuola superiore
- Da obblighi di tipo temporale. Ottenere dei risultati entro un certo lasso di tempo.
- Dalla necessità di comunicare esperienza



Fig. 1: Zone cognitive di Vygotskij

Senza dimenticare che a tutt'ora si nota la mancanza di un **sistema di valutazione dell'e-learning** (un sistema terzo, esterno), la mancanza di un modello efficace a livello nazionale. Mancano in molti ambienti, la valutazione sull'effettiva ricaduta sugli utenti come manca la **certificazione** delle competenze acquisite.

Manca un vero e-learning formale, esiste solo quello non formale.

È l'autore che descrive l'esperienza e la valuta. Ci si affida ancora all'**autorevolezza** di chi organizza l'azione didattica. Quindi è nostra opinione che una didattica erogata esclusivamente on-line risulta incompleta

sicuramente fino ai cicli dell'istruzione secondaria, e sarebbe preferibile di tipo blended sia per l'istruzione superiore che per l'istruzione per adulti.

Bibliografia

[Brusseau, 1986] Brousseau, G., *Fondaments et méthodes de la didactique des mathématiques*, Recherches en didactique del mathématiques, 7, 2, 1986, 33-115.

[Calvani, 2009] Calvani A., *Teorie dell'istruzione e carico cognitivo*, Centro Studi Erickson, 2009.

[Duval, 1995] Duval, R., *Sémiosis et pensée humaine*, Bern, Peter Lang, 1995.

[Duval, 2005] Duval R., *Linguaggio, simboli, immagini schemi. In quale modo intervengono nella comprensione in matematica e altrove?*, Bollettino dei docenti di matematica 50, Repubblica e Cantone Ticino, Svizzera, 2005, 19-39,

[Gregory e Smith, 2009] Gregory S., Smith H., *Virtual Worlds: Can virtual worlds promote a higher level of collaboration, engagement and deeper thinking for students than traditional Web 2.0 tools?*, Proceedings of the 3rd Annual Postgraduate Research Conference, Faculty of The Professions, University of New England., 2009, 85-92

[Hromkovič, 2006] Hromkovič J., *Contributing to general education by teaching informatics*, Proc. of the 2nd International Conference in Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives (ISSEP 2006), volume 4426 of LNCS, Springer 2006, 25-37.

[Longo, 2009] Longo G. O., *Nascere digitali. Verso un mutamento antropologico?*, Mondo Digitale n. 32, Dicembre 2009

[Prensky, 2001] Prensky M., *Digital Natives, Digital Immigrants*, On the Horizon (MCB University Press, Vol. 9 No. 5, Ottobre 2001

[Ravotto e Fulantelli, 2010] Ravotto P., Fulantelli G. (2010), *Informatica nella scuola. Un progetto europeo per formare i docenti*, Mondo Digitale n. 36, Dicembre 2010

[Sarrazy, 1995] Sarrazy B., *Le contrat didactique*. Revue française de pédagogie. 112, 1995, 85-118. [Versione italiana: *La matematica e la sua didattica*, 2, 1998,132-175].

[Vygotskij. 1966] Vygotskij L. S., *Pensiero e linguaggio*, Giunti, Firenze, 1966.

[Wing 2006] Wing, J. M., *Computational thinking*. *Commun. ACM* 49,2006, 33–35.
