

## Comitato per lo Sviluppo della Cultura Scientifica e Tecnologica

### Documento del Gruppo di lavoro B IL RUOLO DELLE TECNOLOGIE

Release 29 Marzo 2017

*Estensore Mario Fierli*

Il mondo artificiale o, come a volte si dice, il mondo fatto dall'uomo, è oramai una parte essenziale, forse preminente, dell'ambiente in cui viviamo. La capacità di comprendere come esso funziona, di saperci vivere in modo sensato e anche di partecipare in qualche modo alla sua costruzione dovrebbe dunque far parte del patrimonio culturale di ogni persona. Ma, paradossalmente, questa capacità è sviluppata, nella formazione, in modo debole e disorganico. In questo studio si affrontano due temi in particolare. Il primo è quello di una cultura generale, non specialistica, della tecnologica. Il secondo si riferisce in particolare all'informatica e alle tecnologie dell'informazione. Si propone, per ciascun tema, un profilo culturale e educativo. Non si pretende di definire un curriculum, ma solo fornire una traccia dei concetti e delle pratiche.

Si esamina la presenza di questi temi nei curricoli attuali<sup>1</sup> e si discute di come si potrebbe migliorare tale presenza. Vogliamo segnalare che sarebbe utile, per questi temi, ma forse anche per tutte le discipline scolastiche, adottare la pratica dei curricoli ordinamentali verticali estesi almeno all'arco della scuola dell'obbligo. Oppure quella dei Framework e dei sistemi di standard simili a quelli prodotti da agenzie e associazioni scientifiche in molti paesi.

A questo proposito si constata che esiste un problema strutturale di tutto il nostro sistema curricolare: la staticità, la frammentazione, il rifiuto dell'integrazione delle discipline rende difficile confrontarsi con qualsiasi obiettivo culturale che implichi trasversalità e interazione fra i saperi.

Si affronta, infine, il problema della formazione dei docenti, della sua organizzazione e delle risorse di cui si può avvalere.

## A - Una cultura generale della tecnologia

### 1. Profilo culturale e educativo

Una cultura della tecnologia, come ogni altra, è costituita da conoscenze, pratiche e forme di pensiero o, in termini più vicini all'educazione, da conoscenze e competenze. Essa ha molte sovrapposizioni con altri campi delle quali si deve tenere necessariamente conto. In particolare va considerata l'integrazione all'interno del complesso STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics<sup>2</sup>. Ma esistono grandi influenze reciproche anche con le discipline umanistiche e con l'arte.

Non è compito di questo documento disegnare un curriculum, ma solo fornire i tratti essenziali dei *nuclei concettuali*, delle *pratiche* educative e delle *forme di pensiero*.

---

<sup>1</sup> Per gli ordinamenti della scuola italiana si veda il sito del MIUR  
<http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/web/istruzione/famiglie/ordinamenti>

<sup>2</sup> Nel nostro caso è importante comprendere il rapporto fra Engineering e Technology. Technology è un sapere per il quale si può usare il concetto di scienza dell'artificiale. Engineering è l'arte di risolvere problemi in un contesto caratterizzato da vincoli, basata su un uso intensivo delle tecnologie, ma anche di tutte le altre scienze incluse quelle dell'organizzazione. Engineering è dunque un metodo, può diventare una professione e, in alcuni sistemi formativi, un percorso ordinamentale normalmente di tipo superiore. Nel mondo anglosassone si parla di Engineering per alcuni curricoli della scuola secondaria, anche se non troppo specialistici. E' quello che nel nostro contesto scolastico chiamiamo istruzione tecnica.

## Nuclei concettuali

### *Articolazione della tecnologia in tecnologie specifiche*

Tutti dovrebbero avere un minimo di conoscenza non specialistica sui principi e i procedimenti delle singole tecnologie come risposta a domande specifiche che chiunque si può porre: come si creano strutture resistenti stabili, come funziona un meccanismo, come si crea una coltivazione, come si trasforma e si trasmette l'energia, qual è la logica di un automatismo, ecc.

Fondamentale, dal punto di vista culturale, è la conoscenza dello sviluppo storico delle tecnologie: nascita, evoluzione per divisione di tecnologie già esistenti, per fusione. Il ruolo dell'invenzione e dell'innovazione,

### *Aspetti generali della tecnologia*

-Oltre alla conoscenza di singole tecnologie è importante la conoscenza degli aspetti generali (Arthur W.B. 2011) a partire dai suoi elementi: oggetti, sistemi, processi, funzioni. Per muoversi consapevolmente nel mondo è utile sapere come sono strutturati i Grandi Sistemi Tecnici (es. una rete ferroviaria, l'internet, una grande fabbrica), che costituiscono l'ambiente in cui viviamo ed operiamo.

-I moderni sistemi tecnologici sono in genere assemblaggi di sottosistemi. E questo a volte avviene ricorsivamente, per cui si creano strutture gerarchiche disposte su più livelli e ogni livello è un'astrazione del sottostante. Comprendere come funzionano i sistemi tecnici richiede quindi, per i componenti ultimi, la conoscenza dei principi scientifici, ma, da un certo livello in su, essenzialmente analisi funzionali. Molti sistemi, in particolare nelle nuove tecnologie, ma anche, ad esempio, le costruzioni hanno una struttura modulare.

-Il disegno geometrico ha un particolare rilievo nella rappresentazione di oggetti, ma occorre capire che l'evoluzione delle tecnologie è stata accompagnata da una parallela evoluzione dei modi di rappresentazione di oggetti, sistemi e processi: geometrici, topologici, simbolico-alfabetici. E di alcuni di questi, per esempio l'algebra dei circuiti logici, vale la pena conoscere le regole.

-L'impatto delle tecnologie sull'ambiente e l'etica del loro uso è ovviamente un tema centrale per la formazione generale.

### *La tecnica e l'ingegneria come arti basate sulla tecnologia*

-Confrontarsi con il mondo delle tecnologie significa anche capire cosa fanno e come procedono le persone che operano con esse (tecnici, ingegneri, artigiani) non solo oggi, ma anche nella storia. Comprendere, ad esempio che l'essenza della tecnica è la ricerca della migliore soluzione di un problema tenendo conto dei vincoli, delle risorse disponibili e della sicurezza, che l'ingegneria è l'impiego sistematico della scienza a questo scopo.

-La progettazione è ovviamente una delle attività più importanti da comprendere e in particolare che può assumere varie forme, dal procedimento sistematico top-down a quello sperimentale.

-I cicli della produzione, della gestione e della manutenzione degli artefatti vanno conosciuti per capire come il mondo della produzione e i suoi vari aspetti, anche socio-economici.

## Le pratiche

Una cultura implica non solo la conoscenza di concetti, regole, principi, ma anche l'esercizio di pratiche. Nel caso di una cultura tecnologica di base esse potranno avere natura informale e intuitiva.

### *Processi di analisi e di indagine*

-L'analisi di oggetti e sistemi è un lavoro di smontaggio mentale e fisico: come sono strutturati, come funzionano, perché non funzionano; la ricerca dei guasti si basa su questo processo.

-Partire da un oggetto specifico e risalire alla filiera della sua produzione è un modo per comprendere, con il metodo dell'indagine, come essa funziona .

-Sul versante socio-tecnico è interessante indagare e valutare l'impiego degli oggetti e dei sistemi da parte dei singoli e delle organizzazioni

### *Processi progettuali e realizzativi*

-Progettare oggetti e sistemi con metodi top-down e semplici procedure di calcolo o come esperimenti è, notoriamente, molto formativo sia perché ricco di abilità da apprendere, sia perché molto motivante.

-Altrettanto importante è realizzare gli oggetti e i sistemi che si sono progettati organizzandone la produzione in gruppo.

-La maniera migliore per apprendere la rappresentazione di oggetti e sistemi è di usarla non con un puro criterio “grammaticale”, ma come strumento di progetto e di analisi

### Le forme di pensiero

Ogni disciplina fornisce conoscenze, abilità e competenze, ma educa anche alle forme di pensiero e atteggiamenti che le caratterizzano. Così è anche per la tecnologia e le pratiche della tecnica (Madhavan G. 2015)

-La forma di pensiero più caratteristica della tecnica è la soluzione di problemi come ricerca di un risultato soggetto a verifica, con il condizionamento di vincoli e di risorse assegnate;

-La soluzione di problemi tecnici non è sempre riducibile a procedimenti standard: in varia misura richiede problem-solving, invenzione, scoperta, originalità

-L’analisi degli oggetti tecnici e la ricerca dei guasti attivano un procedimento circolare ipotesi-esperimento trasferibile in molti altri contesti

-Comprendere il funzionamento di sistemi tecnici complessi abitua a ragionare su più livelli di astrazione

-Alcuni sostengono l’estensione di queste attitudini mentali alla soluzione di problemi sociali. Si parla di “ingegneria sociale”. Fermo rimanendo che i problemi sociali hanno in genere un grado di complessità superiore a quello dei problemi tecnici e che la loro soluzione si basa largamente sulla transazione e sull’interpretazione, la “razionalità tecnica” può avere una funzione di richiamo al realismo nell’affrontare problemi di interesse generale.

## **2 La cultura generale della tecnologia nei curricoli.**

I Profili Educativi e Culturali danno una certa rilevanza al problema della tecnologia in tutte le prospettive che abbiamo delineato. Succede per la scuola di base, ma anche per la secondaria di secondo grado. Ovviamente la rilevanza è molto maggiore nell’Istruzione Tecnica e Professionale. Ma anche nei profili dei licei c’è una attenzione, con riferimento ad alcune competenze specifiche nel Liceo delle Scienze Applicate, e in generale dal punto di vista delle implicazioni sociali, culturali ed etiche.

Molto meno favorevole è la situazione se si guarda ai curricoli reali e alle discipline.

*Le tecnologie come cultura generale* sono presenti nei curricoli in modo discontinuo e non uniforme. Nella scuola dell’obbligo, in particolare nella scuola media, se ne dovrebbe offrire una panoramica con il criterio della praticabilità da parte dei bambini e ragazzi. Nella secondaria superiore si oppongono l’approccio molto articolato specialistico nei tecnici e nei professionali e l’assenza o una modesta presenza, nella forma all’interno delle discipline scientifiche, nei licei. La disciplina Scienze e Tecnologie Applicate, nel primo biennio degli Istituti Tecnici Tecnologici è una delle poche opportunità.

Per avere un’idea di come potrebbe essere strutturato un curricolo verticale su 10 anni scolastici si può vedere la proposta di Standard dell’International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA 2000).

Tuttavia anche altre discipline possono avere una sovrapposizione con la cultura della tecnologia e potrebbero dare un contributo, dal loro punto di vista: ad esempio le scienze, la storia, l’arte.

[Nota redazionale: approfondire questo aspetto?]

## **3 Formazione dei docenti**

*Organizzazione*

Rassegna delle opportunità formative e degli operatori impegnati nell'ambito del sistema scolastico

*Supporti esterni alla scuola*

Rassegna di opportunità offerte da soggetti esterni

*Risorse on line*

Rassegna di risorse reperibili in siti italiani e stranieri

*Esperienze notevoli*

Raccolta di un certo numero di schede di esperienze, progetti, sperimentazioni

## **B - L'informatica e le tecnologie dell'informazione**

Ci sono due modi di vedere le tecnologie digitali. Uno è quello di considerarle una scienza o una disciplina che si occupa di come si possono affrontare i problemi affidandone la soluzione concreta alle macchine digitali. Si tratta dell'*informatica* o computer science. L'altro è quello di considerarle come strumenti, parti di un ambiente già costruito, a nostra disposizione per lo svolgimento di tutte le attività pratiche e intellettuali. In questo caso parliamo di *Tecnologie dell'Informazione*. L'avvertenza è che si tratta di una scelta e non di una terminologia ben definita. Ai due punti di vista, comunque, dedichiamo due analisi separate.

### **1.1 L'informatica, la programmazione e il pensiero computazionale**

Dopo oramai più di 70 anni di storia dell'informatica il profilo di questa è abbastanza chiaro e molto articolato. Come già avvertiti nella sezione A non si vuole disegnare un curriculum per questa disciplina, ma solo fornire i tratti essenziali dei *nuclei concettuali*, delle *pratiche* educative e delle *forme di pensiero*.

#### I nuclei concettuali

-*Algoritmi*. Cosa sono e come si rappresentano gli algoritmi. Algoritmi per operazioni frequenti, come l'ordinamento. Agli algoritmi sono legati importanti problemi teorici e pratici: come e quando si può sapere se un algoritmo termina? Come si verifica la correttezza di un algoritmo? Quali conseguenze possono avere gli algoritmi che non funzionano? L'idea di calcolabilità ha importanti connessioni, sul piano formale, con la logica e, sul piano della calcolabilità concreta, con la scienza del calcolo.

-*Programmazione* è ovviamente un punto centrale in connessione agli algoritmi. In particolare alcune strategie fondamentali fra cui l'organizzazione dei programmi in sottoprogrammi e la riusabilità di questi sono esplorabili anche a livello molto elementare.

-*Linguaggi*. I tanti e complessi linguaggi impiegati in informatica, per la programmazione e non solo, richiedono di ragionare in termini di sintassi e semantica. Questo crea una connessione con altri campi e in particolare con la linguistica.

-*Strutture dei dati*. I computer possono dati in molte forme diverse. Spessi si tratta di grandi masse con grande complessità strutturale. E' cruciale, quindi decidere come strutturali e come accedervi. Questa problematica è collegabile a interessanti problemi non strettamente informatici, come la visualizzazione dei dati in funzione della comprensione dei fenomeni che rappresentano e della individuazione di modelli.

-*Astrazione*. L'astrazione è un procedimento utilizzato intensivamente e in modi diversi nell'informatica. Un modo è quello comune a tutte le tecnologie complesse e consiste in un'articolazione di un sistema a più livelli in cui ogni livello è un'astrazione del sottostante. L'esempio più ovvio è l'organizzazione ad albero dei programmi in sottoprogrammi pensabili come grappoli di azioni. Un altro modo è il "nascondimento" dei dati grazie al quale non si vede il modo in cui sono registrati, ma secondo modelli più astratti.

Molto sviluppo ha avuto, da un certo tempo, in ambito educativo, l'accoppiamento della programmazione con altre tecnologie, sotto forma di mini-robotica o di controllo della produzione materiale (stampanti 3D). Si tratta di un ambito non solo informatico, politecnologico. e proprio per questo è un modo di affrontare in modo molto efficace anche il problema della cultura tecnologica generale discusso nel capitolo A.

#### Le pratiche

-*La programmazione.* Da qualche tempo si usa il termine Coding per indicare la programmazione. Ma a rigore il Coding è solo l'atto finale della programmazione, che è un'attività complessa. La programmazione andrebbe sempre affrontata nel contesto di un *problem solving* che parta da situazioni e problemi sufficientemente complessi. Il che può avvenire in contesti molto diversi: dalla soluzione di problemi pratici, allo studio della matematica, all'indagine scientifica al disegno.  
-L'*analisi* e la valutazione degli algoritmi, dal punto di vista della correttezza e dell'efficienza

### Le forme di pensiero. Computational Thinking

*Pensiero computazionale* è un'espressione sempre più usata per indicare tutta una serie di forme cognitive attivate nelle pratiche dell'informatica e in particolare nella programmazione. Fra le altre:  
-usare l'astrazione nell'affrontare problemi complessi, identificando gli elementi essenziali di un processo e di un sistema e usando l'analisi a più livelli e quella modulare in una misura molto maggiore che con le altre tecnologie  
-interpretare processi in termini di iterazione e ricorsività  
-interpretare e usare molte forme di rappresentazione e abituarsi alla complessità sintattica nel trattare processi, sistemi e dati  
-l'informatica, inoltre, non si è solo proposta come strumento alle altre discipline cambiandone il modo di procedere, ma ha anche prestato loro i propri concetti cambiando a volte la loro struttura concettuale. Per questo il pensiero computazionale è diventato un bagaglio culturale indispensabile per comprendere molti aspetti del mondo artificiale e anche naturale  
-il *problem solving* dell'informatica contiene un'attività teoretica implicita: la scelta di un algoritmo e di modi di rappresentazione equivale alla formulazione di una teoria di un processo. Papert ha spiegato questo punto mostrando la funzione della programmazione nella formazione dei concetti nei bambini.  
- La pratica della *minirobotica* e *l'uso di stampanti 3D* è complessa dal punto di vista cognitivo perché si unisce almeno tre elementi: il pensiero computazionale, la capacità di ragionare su diverse tecnologie (ad esempio la meccanica) e l'orientamento alla produzione materiale.

## **1.2 Le tecnologie dell'informazione come strumenti della conoscenza**

Un effetto rivoluzionario delle tecnologie digitali è quello prodotto dall'uso oramai universale delle applicazioni e delle risorse in rete, sia su computer sia su dispositivi mobili, rivolte ai non specialisti informatici. Tale uso crea e, nello stesso tempo, presuppone lo sviluppo di una vasta area di abilità e processi cognitivi che possiamo genericamente definire competenze digitali.

Il concetto di competenze digitale è complesso e si presenta, più che come un singolo ambito, come una stratificazione di almeno tre ambiti collegati.

a) La *competenza di uso degli strumenti* digitali, avvalendosi in modo efficace delle loro regole e caratteristiche, può essere sviluppata con varie gradazioni fino agli standard di una patente riconosciuta.

b)Le *competenze strategiche* (o metodologiche) sono processi cognitivi e comportamentali che si attivano nel lavoro intellettuale. Si tratta di abilità trasversali utilizzabili. L'elenco di queste competenze è aperto e arbitrario, ma quelle che seguono ne sono un esempio significativo:

- Gestione dell'informazione
- Comunicazione e condivisione
- Collaborazione
- Problem solving
- Uso di rappresentazioni, dati e modelli
- Produzione di contenuti
- Esercizio di responsabilità

Queste abilità sono da sempre esercitate con l'aiuto di tecnologie come la scrittura manuale o meccanica, la stampa, gli ausili per il calcolo ecc. Quello che ci interessa qui è la struttura cognitiva

del tutto nuova che assumono con l'uso delle nuove tecnologie digitali. L'esempio canonico è quello della gestione di informazioni (ricerca, selezione, organizzazione ecc) il cui studio ha aperto una vera e propria nuova disciplina, l'Information Behaviour.

c)Le competenze strategiche si applicano in due tipi di *contesti*

Nel *contesto della vita personale e sociale* esse diventano strumenti per la professionalità, la socializzazione, la partecipazione alle attività culturali e civili, la risoluzione di problemi pratici. *Nei contesti di studio e ricerca* possono supportare le competenze in molti campi: matematica-calcolo, letteratura-analisi e scrittura, indagine scientifica, arte-espressione, tecnologia-progettazione.

Il passaggio da un livello a uno superiore indica un percorso di crescita della complessità delle competenze. E, inversamente, il livello superiore dà senso a quello inferiore che, altrimenti, sarebbe fine a se stesso e quindi privo di significato. Per questo il livello superiore fornisce una motivazione per quello inferiore.

Oltre le applicazioni anche la programmazione può essere adottata come strumento di lavoro in molte attività, ma è chiaro che questo non è possibile se non si raggiunge un certo livello di padronanza. Particolarmente forte è il suo accoppiamento con le capacità di Problem Solving.

Il problema dell'uso delle tecnologie digitali e dei suoi effetti è molto discusso, con un costante scontro, spesso ideologico, fra ottimisti e pessimisti. Il problema delle distorsioni cognitive (superficialità, dispersione, elementarità comunicativa ecc), comportamentali (copiatura meccanica, comunicazione impropria) e delle pratiche pericolose è anch'esso molto presente nel dibattito. Tanto che si parla anche di una "dipendenza senza sostanze chimiche".

Proprio per questo sarebbe necessario un forte impegno educativo, non limitato a una forma di educazione etico-civica, ma concentrato su pratiche didattiche che insegnino a fare uso intelligente delle tecnologie digitali. Proprio questo, però, è difficile da realizzare, sia perché riguarda tutti i docenti e tutte le discipline, sia perché pone obiettivi non facili da definire e instabili nel tempo a causa delle evoluzioni tecnologiche.

## **2 L'informatica e le tecnologie dell'informazione nei curricoli.**

L'Informatica e le Tecnologie dell'Informazione tentano, in molti paesi, di conquistare un posto autonomo e costante nei curricoli, pari a quello delle discipline scientifiche. In questo senso si muovono molte agenzie ed istituzioni internazionali e nazionali. Si veda il documento prodotto dal Joint Research Center della UE con la collaborazione, fra gli altri dell'Istituto delle Tecnologie Didattiche del CNR (JRC 2). Un gruppo di associazioni scientifiche ha prodotto negli USA l'ampio studio-proposta *K12 Computer Science Framework*. Un gruppo di lavoro delle due più importanti società scientifiche europee Informatics Europe e ACM Europe ha prodotto un approfondito documento (WG 2013). In Inghilterra vige il curricolo nazionale *Computing Programmes os Study* (Gov.UK 2016).

Nei nostri curricoli attuali compaiono talvolta in *discipline specifiche*, ma spesso sono integrate in altre discipline "veicolari". Nella scuola primaria il problema della specificità disciplinare non si pone. Nella scuola media sono integrate con la tecnologia in generale nell'Educazione Tecnica. Nel primo biennio dei tecnici e dei professionali compaiono discipline specifiche con nomi diversi: Informatica o Tecnologie Digitali. Naturalmente ci sono i due indirizzi specifici nei Tecnici Economici e nei Tecnici Tecnologici. In questi ultimi arrivano, in congiunzione con le telecomunicazioni, al massimo livello specialistico. Il Liceo delle Scienze Applicate è l'unico indirizzo in cui la disciplina Informatica compare per tutto il quinquennio, assumendo un posto parallelo alle altre discipline scientifiche.

In varia misura alcune conoscenze e pratiche dell'informatica e delle tecnologie dell'informazione siano ospitate da altre discipline. Ma questo avviene in modo non uniforme. Ad essere supportato è

soprattutto lo strato più basso: quello delle abilità d'uso delle tecnologie. Nella scuola primaria e media tenta di comparire una visione complessiva ma molto debole e discontinua. L'informatica, comunque, a parte gli indirizzi specialistici, rimane per lo più confinata al livello della programmazione e difficilmente si può parlare di pensiero computazionale.

L'istituzione di una disciplina specifica a sviluppo verticale per almeno tutta scuola dell'obbligo, come è avvenuto in Inghilterra e come richiesto da vari soggetti culturali, appare assai difficile.

In prospettiva si presentano due possibilità:

- la prima è quella di una migliore mappatura dei contenuti di informatica e di tecnologie dell'informazione nella scuola primaria, nelle discipline specifiche e in quelle veicolo nella scuola media e nella secondaria superiore (escludendo gli indirizzi specialistici),
- la seconda è quella di verificare le possibilità degli spazi opzionali consentiti dalla normativa,

Sarebbe comunque utile produrre un *framework generale* simile a quelli citati all'inizio che, partendo da idee come quelle esposte, indichi come i concetti e le pratiche dell'Informatica e delle Tecnologie dell'Informazione possono essere specificati per diversi livelli del percorso scolastico.

Il Piano Nazionale per la Scuola Digitale prevede, al punto 4.2 cinque azioni rivolte alla diffusione di competenze digitali e del computational thinking, alla produzione di format di percorsi didattici, alla revisione delle indicazioni curriculari, in particolare per l'Educazione Tecnica della Scuola Media. Una di queste azioni è la creazione di un tavolo tecnico per la creazione di un Framework.

[Nota redazionale: approfondire questo aspetto?]

### **3 Formazione dei docenti**

Per i docenti che operano in spazi curriculari specifici, sia che insegnino l'informatica che l'uso degli strumenti digitali il problema della loro formazione è relativamente più facile, sia perché appartengono a una classe di concorso che presuppone una competenza all'origine, sia perché è facile trovare opportunità formative e supporti sia on line che in presenza.

Il problema più difficile, ma anche forse il più strategico, è quello dei docenti che debbono confrontarsi con le competenze digitali nel loro contesto disciplinare. Solo una parte della loro formazione ha a che fare con la conoscenza e la competenza d'uso di strumenti di uso generale (Word, Internet) o rivolti alla disciplina (Applicazioni per il calcolo, per il disegno ecc.).

Il loro problema principale è di tipo metodologico-epistemologico e su questo versante non ci sono teorie consolidate e tanto meno prontuari. La formazione non può che essere ricerca-azione, preferibilmente in forma collettiva con la formula del peer-to-peer.

#### *Organizzazione e opportunità formative*

Il Piano Nazionale per la Scuola Digitale costituisce di fatto il quadro operativo entro il quale le diverse azioni vanno collocate.

Il punto 4.3 prevede tre azioni per la formazione dei docenti: la formazione in servizio che si articola in molte misure specifiche, l'assistenza tecnica alle scuole del 1° ciclo, la formazione iniziale nell'ambito di quanto previsto dalla legge 107.

Il punto 4.4 prevede 8 misure di accompagnamento di natura e livelli molto diversi, fino a la creazione di un comitato di garanzia con esperti italiani e stranieri e un monitoraggio.

L'azione più concreta, già operativa, è quella della creazione della figura dell'animatore digitale in ogni scuola. Il suo compito è quello di coordinare la formazione interna e di creare un raccordo con la comunità scientifica.

Su questo punto è possibile proporre una maggiore specificazione della figura o della creazione di una figura nuova.

#### *Supporti esterni alla scuola*



Rassegna di referenti esterni al sistema scolastico  
-Il museo Leonardo da Vinci

#### *Risorse on line*

Rassegna di risorse reperibili in siti italiani e stranieri

#### *Progetti*

-Progetto *Problem Posing & Solving*

-Progetto *il Cannocchiale di Galileo*

#### *Esperienze notevoli*

Raccolta di un certo numero di schede di esperienze notevoli

-Sono stati proposti esempi da Linda Giannini e Domenica Di Sorbo

-Si possono segnalare alcune esperienze all'interno del Cannocchiale di Galileo che illustrano bene quello che si può fare all'interno dell'insegnamento scientifico nella secondaria superiore

-sarà documentato il lavoro fatto nelle scuole di Livorno, che sono molto attive, e in particolare quegli animatori digitali. L'ITI Galilei, ad esempio, ha stretto una collaborazione con il Dipartimento di Informatica dell'Università di Pisa e con ricercatori e docenti psicologi per il tema del rischio digitale.

## Conclusioni

### **Riferimenti e documenti**

Arthur W.B. 2011 - *La natura della tecnologia*, Codice 2011

Chiocchiarello A. 2014 - *Competenza digitale e pensiero computazionale*, In  
[www.educationduepuntozero.it](http://www.educationduepuntozero.it)

Fierli M. 2016- *La rete delle informazioni e l'educazione*, in  
<http://www.cittadellascienza.it/centrostudi/>

Gov. UK 2016 - *National Curriculum in England Computing Programmes of Study*, reperibile in  
<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>

ISTE 2016 - *Standard for Students*. Reperibile in [www.iste.org](http://www.iste.org)

ISTE 2016 – *Standards for Computer Science Educators*. Reperibile in [www.iste.org](http://www.iste.org)

ITEEA 2000 - *Standards for Technological Literacy-Content for Study of Technology*, Reperibile in  
[www.ITEEA.org](http://www.ITEEA.org)

JRC 2016 - *Developing Computational Thinking in Compulsory Education, Implications for Policy and Practice*, Reperibile in  
<https://ec.europa.eu/jrc/en/search/site/developing%20computational%20thinking>

Madhavan G. 2015 - *Come pensano gli ingegneri*, Raffaello Cortina 2015

K12cs 2016 - *K12 Computer Science Framework*, reperibile in <https://k12cs.org/>

Midoro V. Ed. 2005 – *A Common European Framework for Teachers' Profess*, Reperibile in <http://www.tdjournal.itd.cnr.it/index.php/td/pages/view/books-view-05>

Olimpo G. 2013 - *Riflessioni brevi su digital literacy e digital competence*, TD-Tecnologie Didattiche, Aprile 2013. Reperibile su <http://www.tdjournal.itd.cnr.it>

Persico D.,Midoro V. Ed.– *Pedagogia nell'era digitale*, Reperibile in <http://www.tdjournal.itd.cnr.it/index.php/td/pages/view/books-view-07>

WG Informatics Europe&ACM Europe 2013 – *Informatics education:Europe cannot afford to miss the boat*. Reperibile in

<http://www.informatics-europe.org/images/documents/informatics-education-acm-ie.pdf>