

# Editoriale

La pandemia dovuta al Covid-19 ha costretto il Paese Italia a fare i conti ancora una volta con il tema dell'emergenza, una emergenza sanitaria a fronte delle tante più "usuali" legate al rischio sismico, al dissesto idrogeologico, o ai rischi determinati dallo stato precario delle nostre infrastrutture fisiche che, con preoccupante "regolarità", ci troviamo ogni anno a fronteggiare. L'emergenza questa volta è a livello mondiale, ci ha portato ad un lungo periodo di isolamento fisico, e sta avendo un impatto su tutti i settori del nostro Paese, incluso il mondo della Scuola, dell'Università e della formazione a tutti i livelli.

La trasformazione digitale già in atto prima dell'inizio della crisi pandemica ha avuto una accelerazione impressionante, soprattutto nel mondo "scuola/formazione", delineando un cambiamento epocale e mettendo in evidenza ancora di più non solo le carenze infrastrutturali e logistiche del nostro Paese, ma soprattutto il *Digital Mismatch*, cioè il divario tra le competenze possedute da docenti/formatori e studenti/discenti e quelle che oggi sono richieste in questo nuovo scenario digitale di emergenza.

Questo numero speciale della rivista Mondo Digitale, proponendo contributi invitati e selezionati a seguito del convegno DIDAMATICA 2020 vuole stimolare una riflessione concreta e strutturata sul tema dei nuovi scenari imposti nel mondo della Scuola, dell'Università, del lavoro, e della società in una "smart City" tesa all'ottimizzazione e all'innovazione dei servizi pubblici così da mettere in relazione le infrastrutture materiali delle città «con il capitale umano, intellettuale e sociale di chi le abita» grazie all'impiego diffuso delle nuove tecnologie della comunicazione, delle tecnologie "mobili" e degli strumenti di realtà aumentata e virtuale, al fine di migliorare il processo di formazione, la qualità della vita e soddisfare le esigenze di cittadini, imprese e istituzioni, anche di fronte a situazioni come quelle imposte dall'emergenza pandemica in atto.

Il Convegno DIDAMATICA, che dal 1986 è il punto di riferimento per studenti, docenti, istituzioni scolastiche, professionisti ICT, aziende e Pubblica Amministrazione sui temi dell'innovazione digitale per la filiera della formazione tutta, quest'anno si è svolto online, e sono state due giornate dedicate al confronto tra docenti, ricercatori, operatori del settore che sono proseguite per una settimana con discussioni moderate in rete attraverso un apposito portale. I materiali e le discussioni, disponibili attraverso il portale [www.aicanet.it/didamatica2020](http://www.aicanet.it/didamatica2020), unitamente ai contributi riportati in questo numero speciale della rivista Mondo Digitale, vogliono essere un contributo verso la definizione di una agenda di ricerca per tutti gli attori dell'innovazione digitale che stanno realizzando le proprie particolari e specifiche attività lavorative con strumenti mobili e facendo uso di applicazioni e dispositivi per espandere la realtà nell'ottica della realtà aumentata e virtuale. Non solo buone pratiche, ma problematizzazione di un

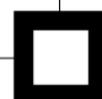
0

1

0

1

0



nuovo modo di produrre e fruire di contenuti e spazi digitali in una città sempre più digitale e di fronte ad una emergenza di portata planetaria.

I temi delle tecnologie mobili e della realtà aumentata e virtuale portano in sé istanze relative a tutte le discipline STEAM e alle richieste dell'attuale mondo del lavoro: programmazione, Intelligenza Artificiale, Internet delle Cose e l'ormai consolidato modello economico e sociale che va sotto il nome di *Industry 4.0*.

*Coding, making, agenti intelligenti, big-data, machine learning, block-chain, dematerializzazione, sicurezza*, sono parole chiave non solo per pubbliche amministrazioni, aziende e industrie IT, ma sempre di più per il sistema educativo più ampiamente esteso (Scuola, Formazione Professionale, ITS, Università) primo luogo di alfabetizzazione per future specializzazioni di settore.

Il titolo sintetico "*Smarter School for Smart Cities*" dato all'edizione 2020 del Convegno, non deve essere visto solo come slogan, ma come sfida e opportunità per rendere la Scuola e il mondo del lavoro produttivi e smart, e rendere Studenti, Docenti, Professionisti consapevoli e capaci di mettere in atto comportamenti sicuri e pronti ad affrontare le sfide e minacce attuali e del futuro in un mondo globale "sempre più smart".

In questo scenario, il contributo invitato di Guglielmo Trentin si pone l'obiettivo di esplorare nuovi spazi (ibridi) di apprendimento prodotti dall'uso diffuso delle tecnologie mobili connesse in modo permanente alla rete, dove la fusione fra la dimensione reale e quella digitale tende a dissolvere i confini fra apprendimento formale, non formale e informale, favorendo così processi di apprendimento senza soluzione di continuità.

Il contributo invitato di Angela Maria Sugliano si pone invece l'obiettivo di individuare gli elementi che fanno della Didattica Digitale Integrata (DDI) uno stimolo per una scuola più smart, pronta a formare i cittadini dell'era digitale. L'analisi è condotta attraverso una lettura critica delle "Linee guida per la DDI" del Ministero dell'Istruzione secondo i criteri di qualità dei framework europei DigCompEdu e DigCompOrg. Nel lavoro viene anche analizzata la ricaduta potenziale della DDI sulla formazione degli studenti quali "cittadini digitali": il riferimento qui è al framework europeo DigComp che descrive le competenze digitali richieste oggi a ogni cittadino.

Le cinque sessioni scientifiche in cui è stato articolato il Convegno hanno affrontato i temi della *Didattica a Distanza* e della *Didattica Digitale Integrata*, anche alla luce della crisi pandemica in atto, declinandoli anche in termini di *accessibilità*; si è inoltre discusso di *Coding e STEM*, di *Università e mondo del lavoro*, declinando tali temi anche per i "più giovani". I lavori selezionati dal Comitato Scientifico (*Best Paper*) tra i contributi scientifici accettati al Congresso sulla base di una doppia valutazione effettuata da parte del Comitato dei Revisori, sono stati uno per ognuna delle cinque sessioni scientifiche.

Il contributo di Tiziana Armano, Anna Capietto, Dragan Ahmetovic, Cristian Bernareggi, Sandro Coriasco, Mattia Ducci e Chiara Magosso, selezionato per la

sessione scientifica “Accessibilità e principi della didattica a distanza”, affronta il problema delle tecnologie assistive o compensative che ancora non gestiscono opportunamente contenuti scientifici digitali, creando potenzialmente barriere che disincentivano persone con disabilità e disturbi specifici di apprendimento (DSA) ad accedere a percorsi di formazione di tipo scientifico, e precludono in seguito la possibilità di accedere a professioni STEM.

Il contributo di Emanuele Scapin e Claudio Mirolo, selezionato per la sessione scientifica “Coding e STEM”, analizza le difficoltà degli studenti delle scuole secondarie nel comprendere i costrutti di controllo nell’ambito di compiti di programmazione, illustrando i risultati preliminari di un progetto il cui obiettivo a lungo termine è identificare strumenti metodologici per migliorare l’apprendimento di costrutti di iterazione.

Il contributo di Nicoletta Di Blas, Barbara Di Santo e Aldo Torrebruno, selezionato per la sessione scientifica “Università e mondo del lavoro”, racconta l’esperienza effettuata dal Politecnico di Milano di un MOOC per la Scuola sulla didattica remota, per reagire all’emergenza Covid-19, presentando i dati di un questionario proposto ai partecipanti e proponendo riflessioni su come i docenti hanno affrontato la sfida della Didattica a Distanza al tempo del Coronavirus.

Il contributo di Alessandro Cignoni, Giovanni A. Cignoni, Giuliano Pacini e Daniele Ronco, selezionato per la sessione scientifica “Capire e costruire la scuola, l’università e la didattica”, presenta la ricostruzione di un calcolatore didattico effettuata in occasione del 50° anniversario della costituzione del Corso di Laurea in Scienze dell’Informazione di Pisa, Calcolatore Automatico Numerico Educativo, usato nel primo corso di laurea in informatica istituito in Italia, attivato a Pisa nel 1969/70.

Il contributo di Michele Baldassarre e Valeria Tamborra, selezionato per la sessione scientifica “Didattica a distanza (anche per i più giovani)”, discute gli esiti di una ricerca esplorativa condotta con lo scopo di indagare le pratiche dei docenti durante la sospensione delle attività scolastiche in presenza e l’erogazione della formazione online, mettendo in evidenza criticità dovuta alla non sempre adeguata e non uniforme preparazione della classe docente, e stimolando una riflessione su come innovare la Scuola.

Buona Lettura!

*Giovanni Adorni*

*Andrea De Lorenzo*

*Luca Manzoni*

*Eric Medvet*

# Apprendimento senza soluzione di continuità per una scuola più smart negli spazi ibridi: l'emergenza come opportunità

Guglielmo Trentin

## Sommario

*Come può la scuola essere più smart? Per rispondere a questa domanda è prima necessaria una riflessione sui nuovi spazi (ibridi) prodotti dall'uso diffuso delle tecnologie mobili connesse in modo permanente alla rete, e di come questo si riverberi sul modo di agire, interagire, comunicare, accedere/condividere informazioni e conoscenze, apprendere.*

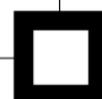
*Scopo del contributo, in particolare, è esplorare gli spazi ibridi di apprendimento, dove la fusione fra la dimensione reale e quella digitale tende a dissolvere i confini fra apprendimento formale, non-formale e informale, favorendo così processi di apprendimento senza soluzione di continuità.*

## Abstract

*How can the school be smarter? In order to answer this question, it is firstly usefull to analyse the new (hybrid) spaces produced by the widespread use of mobile technologies permanently connected to the network, and how this affects the way we act, interact, communicate, access/share information and knowledge, learn.*

*The aims of this paper, in particular, is to explore the hybrid learning spaces, where the fusion between the real and the digital dimension blurs the boundaries between formal, non-formal and informal learning, fostering in this way the seamless learning processes.*

**Keywords:** Always-on Education; Hybrid Learning Spaces; h-Pedagogy; Seamless Learning; Smart School



## 1. Introduzione

Baloian e Zurita [1] usano il termine *embodiment* riferendosi a quella sorta di “incorporamento” dell’individuo con la propria tecnologia mobile, sottolineando come questo stato di “fusione” determini nuove forme di interazione col resto del mondo fisico, virtuale e sociale.

L’essere perennemente connessi, fa cadere la tradizionale distinzione fra spazi fisici e spazi digitali, introducendo una nuova dimensione dove convivono e interagiscono persone e artefatti digitali, talvolta abbinati fra loro come nel caso delle tecnologie “indossabili”.

La didattica e la formazione, sebbene immerse (talvolta oborto collo) in questa nuova dimensione per garantire la continuità didattica in presenza di emergenze nazionali o calamità naturali, stentano a trovare la via per sfruttarne le potenzialità anche nell’ordinarietà, a favore di processi di insegnamento-apprendimento sempre più agili, attivi e partecipativi. È evidente come tutto ciò richieda un rinnovamento sia sul piano didattico-pedagogico, sia su quello organizzativo-gestionale.

Non v’è dubbio che l’emergenza Covid abbia offerto e stia offrendo una straordinaria opportunità in questo senso, non tanto (o non solo) perché la tecnologia è penetrata prepotentemente nella didattica, quanto piuttosto perché offre la possibilità di immergere pienamente la scuola in quella che Luciano Floridi [2] chiama *infosfera*, ossia in una dimensione fatta di informazioni e di fitte relazioni a rete e in rete fra persone ed entità digitali, relazioni ormai entrate stabilmente a far parte della quotidianità di studenti e docenti. Si tratta di un’occasione che sarebbe davvero un peccato perdere, soprattutto se non si riuscisse a capitalizzare quanto i docenti hanno e stanno imparando (e non importa se in modo *naive*), nel porsi il problema, dall’oggi al domani, di come fare didattica nella dimensione digitale. Una fiammella sotto la brace che va alimentata aiutando a comprendere in che cosa consista realmente l’ibridazione di spazi fisici e digitali e quali nuove potenzialità possano offrire ai processi di insegnamento-apprendimento.

In questo senso, qui si seguito, partiremo con l’analizzare i nuovi spazi prodotti dal movimento delle persone trasversalmente alle dimensioni reale e digitale: per l’appunto, i cosiddetti *spazi ibridi*.

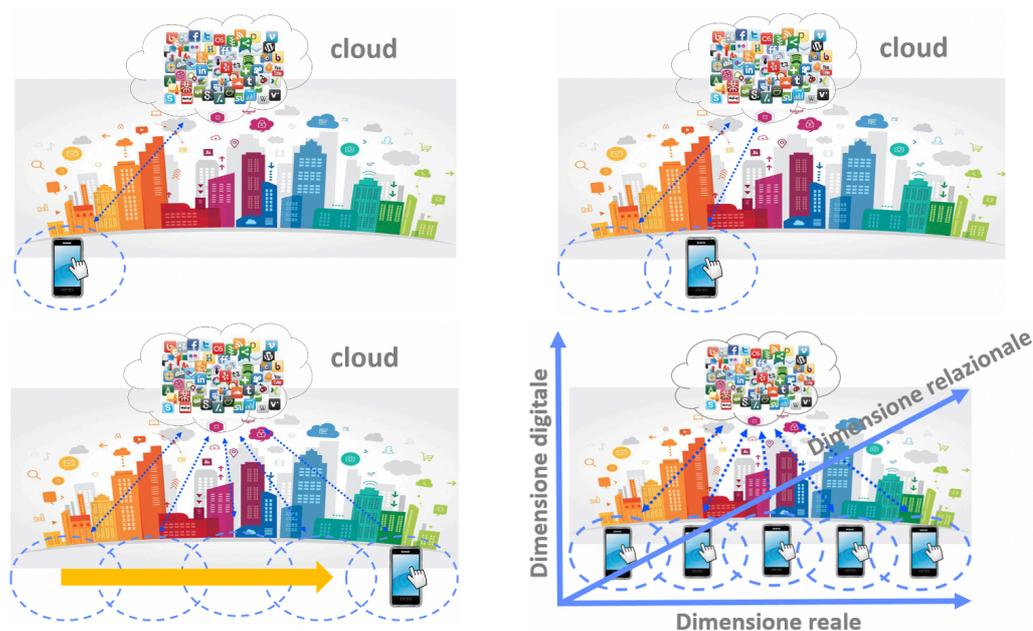
Vedremo come questi spazi abbiano le potenzialità per favorire quasi in modo naturale il *seamless learning* (apprendimento senza soluzione di continuità), dal punto di vista sia della dinamica rilocalizzazione del processo di apprendimento nei diversi contesti del quotidiano, sia da quello della progressiva indistinguibilità fra apprendimento formale, non-formale e informale.

L’idea di fondo è che proprio l’abbinamento fra spazi ibridi e *seamless learning* rappresenti una possibile chiave di lettura per immaginare una scuola più smart nel gestire non solo emergenze ma anche la didattica ordinaria.

## 2. Always-on e spazi ibridi

L'ormai irrinunciabile abitudine a portare con sé il proprio dispositivo mobile perennemente connesso (*always-on*) [3], con la possibilità quindi di mantenere in modo continuativo i contatti con altre persone, fonti informative e accedere in qualunque momento a tutte le risorse raggiungibili attraverso la rete, sta radicalmente modificando sia le dinamiche con cui gli individui si relazionano reciprocamente e con il mondo che li circonda, sia il modo di rapportarsi all'informazione e alle conoscenze, diventandone a tutti gli effetti dei *prosumer*, ossia al tempo stesso produttori e consumatori. Contestualmente, anche gli spazi entro cui si sviluppano tali relazioni e interazioni tendono a modificarsi radicalmente. Spazi sempre meno definiti, in cui le dimensioni reale e virtuale, fisica e digitale si mescolano ponendo l'individuo nel cosiddetto stato *onlife* [4], dove il primato del soggetto è sovrastato dal primato dell'interazione (della relazione).

Spazi che, come dice Adriana De Souza e Silva [5], si trasformano costantemente in ragione del simultaneo movimento delle persone nello spazio fisico e in quello digitale, favorendo così l'inclusione di contesti remoti in quelli vissuti al momento (figura 1).



**Figura 1**

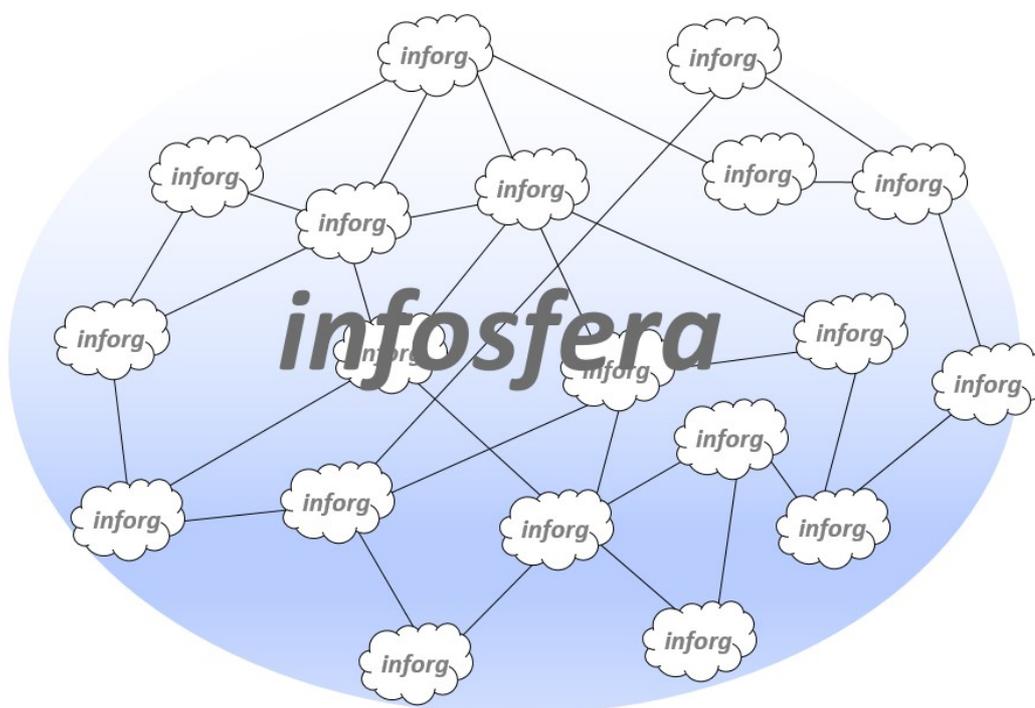
*Lo spazio ibrido prodotto dal movimento simultaneo nelle dimensioni reale e digitale.*

Spazi e contesti intrisi di informazione e di relazioni interpersonali che favoriscono flussi di conoscenza in buona parte informali [6].

Per chi si occupa di didattica e formazione, il punto chiave è capire come si possano sfruttare le potenzialità di questi nuovi spazi che ci avvulpano, e che è evidente, non sono il semplice prodotto di una meccanica combinazione delle componenti reale (ad es. l'aula, la propria abitazione, la biblioteca, un parco) e virtuale (il cloud e, più in generale, la rete), quanto piuttosto di una sorta di loro reciproca compenetrazione agita all'interno di quella che il filosofo Luciano Floridi chiama *infosfera* [2].

### 3. L'infosfera, crogiolo di spazi ibridi

Luciano Floridi, docente di filosofia ed etica dell'informazione all'Università di Oxford, sostiene che oggi ci troviamo di fronte a una vera e propria "rivoluzione dell'informazione", analoga, per certi versi, a quelle alimentate dal pensiero di Copernico, Darwin e Freud. In altre parole, la rivoluzione dell'informazione ci sta offrendo una nuova, profonda comprensione dell'uomo, concepito come essere sempre connesso, immerso in un universo fatto di informazione, di agenti informazionali e dell'ambiente stesso in cui si muove, un ecosistema vitale e sociale che supera la divisione tra reale e virtuale. Come sostiene Floridi, «non siamo entità isolate quanto piuttosto organismi informazionali interconnessi, o 'infor', che condividono con agenti biologici e artefatti ingegnerizzati un ambiente globale costituito in ultima analisi dalle informazioni: l'«infosfera»» [2]



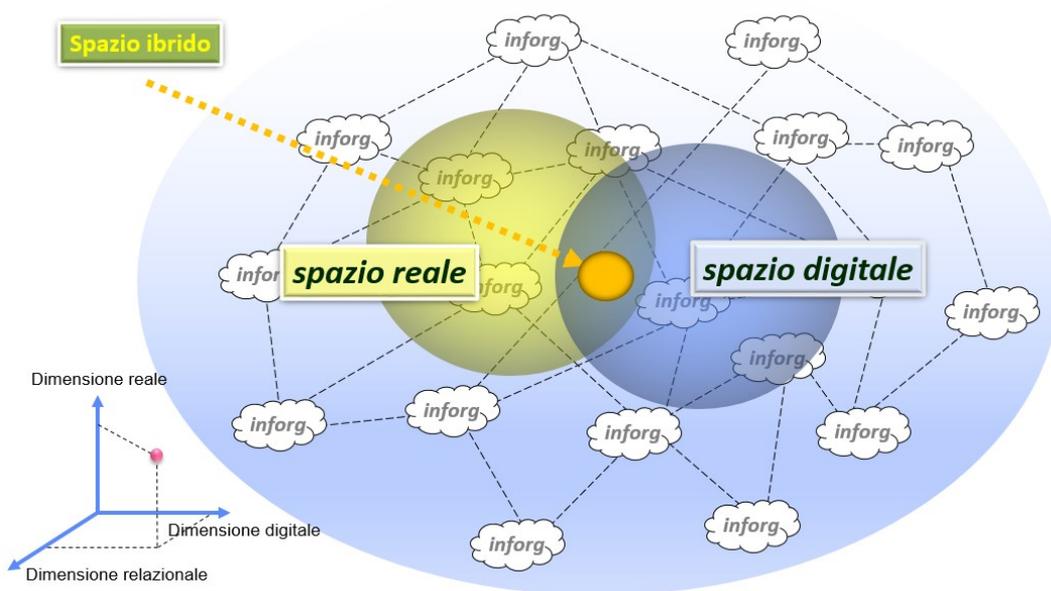
**Figura 2**  
*L'infosfera, uno spazio popolato da agenti informazionali (infor).*

Un *infor*, quindi, può essere una persona fisica che scambia informazioni con altre persone attraverso i propri dispositivi tecnologici, oppure che interagisce con risorse informazionali artificiali (più o meno intelligenti) accessibili in rete e finalizzati alla gestione e alla condivisione dell'informazione. Ma possono essere anche gli stessi agenti artificiali informazionali che, in modo automatico, interagiscono fra di loro per condividere dati e informazioni.

Da notare come venga usato in questo contesto il termine "informazionale", proprio a significare qualcosa che ha strettamente a che fare con le teorie e le tecnologie dell'informazione.

Nell'infosfera, secondo Floridi, si trovano tutti i processi, i servizi e le entità informazionali. L'essere umano si sta trasferendo all'interno dell'infosfera e le tecnologie non sono semplicemente degli strumenti che ci permettono di interagire con questo nuovo ambiente informazionale, ma vere e proprie porte che ci consentono di entrarci dentro.

Volendo azzardare una sorta di confronto fra il concetto di *infosfera* e quello di *ecosfera*, potremmo dire che, così come l'ecosfera rappresenta l'insieme delle zone della Terra che, per particolari condizioni ambientali, permettono la formazione e lo sviluppo degli ecosistemi, l'infosfera rappresenta l'humus in cui si sviluppano i cosiddetti spazi ibridi, ossia ecosistemi vitali che superano la divisione fra reale e virtuale, fondendo le due dimensioni in qualcosa di nuovo [7].



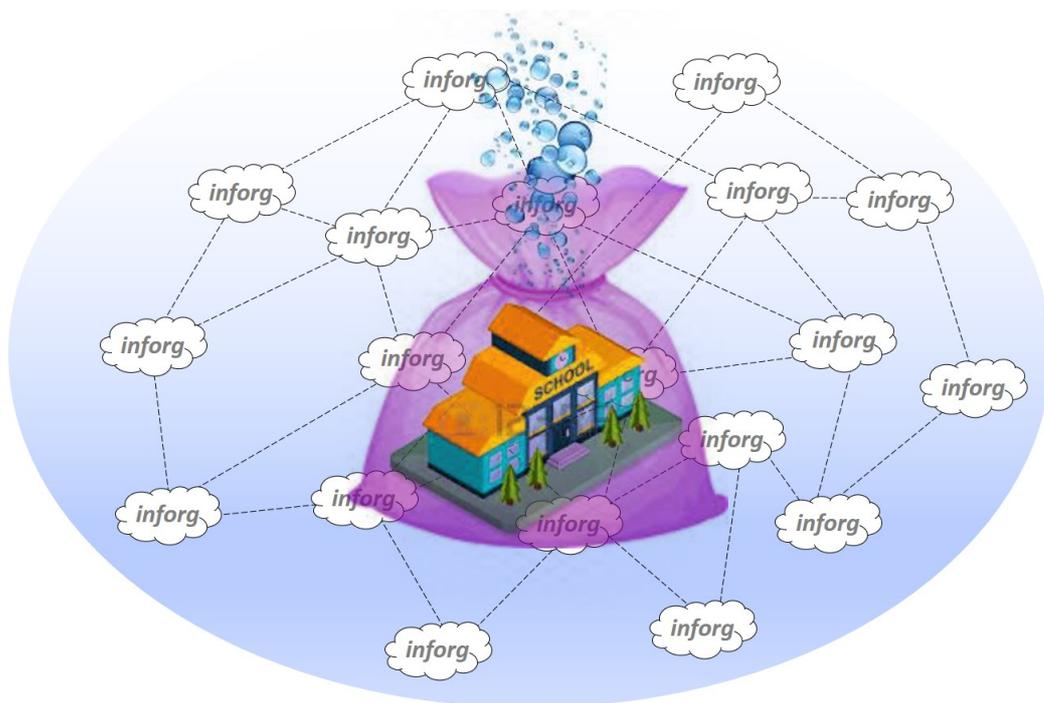
**Figura 3**  
Spazi ibridi nell'infosfera.

È interessante osservare come il pensiero di Floridi (più filosofico) e quello di De Souza e Silva (più tecnologico), benché partendo da angolature differenti, convergano verso una comune concettualizzazione di spazio ibrido sottolineando come questo non solo travalichi la distinzione fra *online* e *onsite* ma come, nei fatti, sia profondamente differente da ciò che definiamo realtà mista, realtà aumentata o realtà virtuale [5].

Si tratta di una concettualizzazione molto potente che a questo punto potremmo provare a trasferire all'interno di quella che prima abbiamo definito infosfera, iniziandola già a pensare come una dimensione ideale per i processi di apprendimento senza soluzione di continuità (figura 3) [7].

#### 4. Il posizionamento della scuola nell'infosfera

Facendo un passo indietro e tornando a tempi antecedenti l'evento pandemico, la situazione della scuola all'interno dell'infosfera si sarebbe potuta rappresentare come in figura 4: inserita in un sacchetto a tenuta stagna immerso in un elemento liquido. Al di fuori della scuola gli individui si relazionano e agiscono ormai da tempo nella liquidità degli spazi ibridi; nella scuola ancora in modo molto marginale. A parte qualche situazione particolarmente ispirata (le bollicine in figura) in cui si erano già capite le potenzialità didattiche dei nuovi spazi di interazione favoriti dal digitale.



**Figura 4**  
*L'impermeabilità della scuola alla liquidità degli spazi ibridi.*

Era il tempo in cui si auspicava una graduale lacerazione dell'involucro impermeabilizzante, ma mai più ci si sarebbe immaginati che questo si sarebbe verificato in modo improvviso, traumatico, sotto la spinta della necessità di dover far scuola dall'oggi al domani negli spazi digitali.

Sappiamo che per poter metabolizzare un cambiamento del genere ci vorrebbe tempo, disponibilità e curiosità da parte dei docenti nel ricercare e sperimentare nuovi approcci pedagogici e forme organizzative di una didattica disposta a (ri)collocare le proprie dinamiche (anche) nell'infosfera.

Sotto l'emergenza Covid, si è tentato di accelerare questo processo, saltando inevitabilmente passaggi fondamentali, non solo di tipo didattico-pedagogico ma anche organizzativo-gestionale di qualcosa, la classe, catapultata in una dimensione completamente diversa da quella dell'aula reale.

Il lato positivo della situazione, tuttavia, è che le emergenze, così come tutte le situazioni speciali, fanno riflettere, anzi, fanno riflettere più in fretta per velocizzare la ricerca di soluzioni.

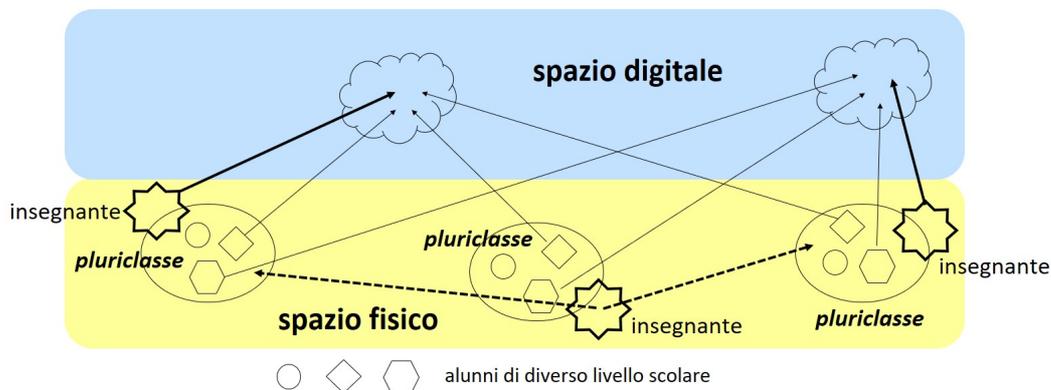
È il caso del progetto TRIS (Tecnologie di Rete e Inclusione Socio-educativa) nato per consentire di "andare a scuola, da casa", a studenti confinati presso la propria abitazione per lunghi periodi, se non in modo permanente, per gravi problemi di salute.

Per poterli coinvolgere in modo attivo e partecipativo alle dinamiche dell'aula alla pari dei propri compagni, è stato messo a punto e sperimentato per la prima volta un modello di *classe ibrida* [8], dove il digitale, abbinato a una *didattica coerente alla nuova dimensione*, consente a tutti gli attori del processo di muoversi trasversalmente allo spazio d'aula e domiciliare.

Naturalmente una situazione ben diversa dall'aver un'intera classe disseminata in rete, ma che tuttavia ha suggerito e sta suggerendo soluzioni "ibride" nel gestire alunni distribuiti anche su più spazi fisici per ridurre l'affollamento delle aule [9].

Al di là della situazione emergenziale, il concetto di ibridazione degli spazi può essere evidentemente esteso a situazioni meno critiche e più "ordinarie". Si pensi ad esempio alla gestione delle pluriclassi delle scuole di piccoli comuni montani o delle piccole isole [10]. Qui da tempo la rete è usata per consentire agli insegnanti di tenere la stessa lezione contemporaneamente a più classi distribuite geograficamente. Un'esigenza che tuttavia spesso emerge è quella di differenziare le attività didattiche in base all'età e/o alle competenze degli alunni. In questo caso, l'ibridazione degli ambienti di apprendimento può offrire la possibilità di raggruppare gli alunni, per età o competenze, in aule virtuali (nello spazio digitale), dove gli insegnanti, a turno, agiscono da tutor/facilitatori di attività didattiche, per esempio, collaborative (figura 5) [9].

Con lo stesso principio si può intervenire in caso di calamità naturali, quando le scuole siano inagibili e le difficoltà di movimento rendano necessaria la costruzione di pluriclassi locali con alunni di età diversa.

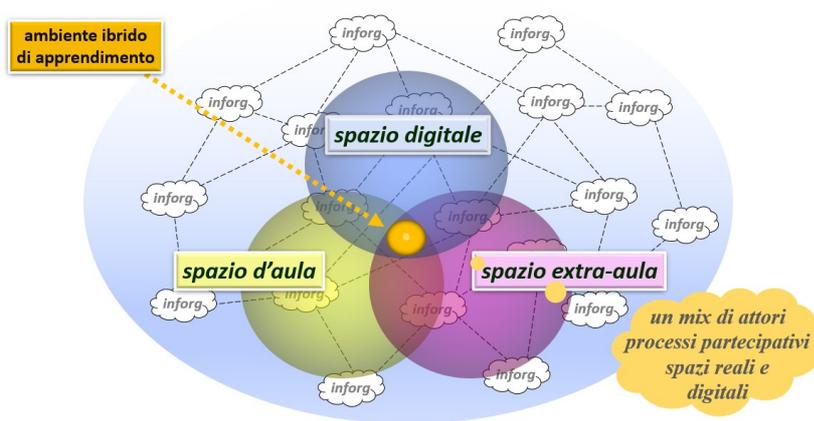


**Figura 5**  
*Ambienti ibridi di apprendimento e pluriclassi.*

## 5. Dall'emergenza all'ordinario

Finora abbiamo discusso gli spazi ibridi in relazione a esigenze che richiedono la fusione di più spazi fisici vissuti da studenti in situazioni particolari. Questo è dovuto al fatto che sono e sono state proprio quelle situazioni ad aver accelerato la ricerca di soluzioni giocate sulle potenzialità delle tecnologie digitali. Situazioni che, fra l'altro, si sono spesso dimostrate dei veri e propri Cavalli di Troia nel penetrare la scuola sul piano dell'innovazione didattica-pedagogica, organizzativo-gestionale e tecnologica.

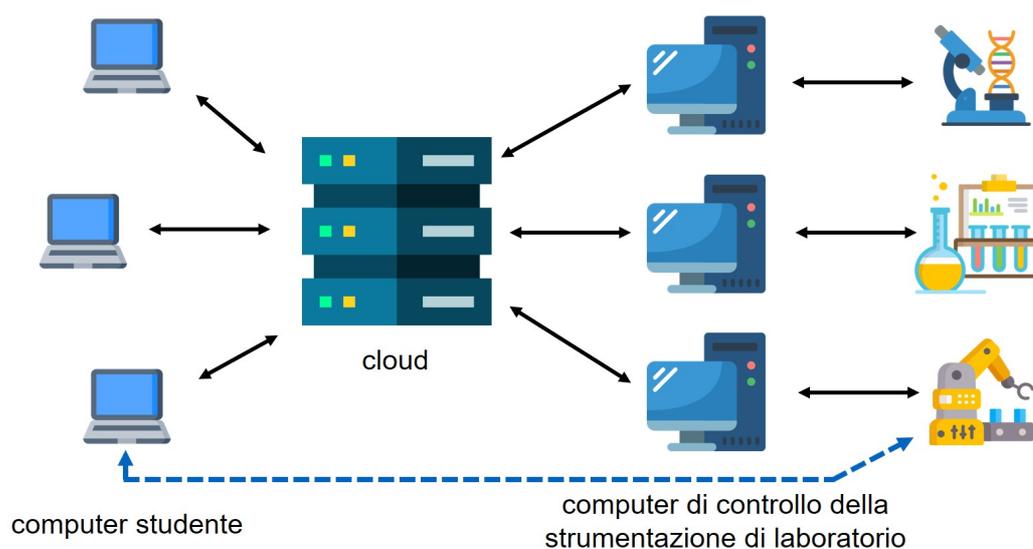
Tuttavia il concetto di classe ibrida travalica l'idea di soluzione a situazioni speciali e/o emergenziali, dove l'extra-aula, inteso come spazio extra-scolastico (figura 6), è quasi sempre rappresentata da uno o più spazi fra loro reciprocamente remoti, in cui studenti e docenti agiscono sincronicamente pur rimanendo ciascuno nel proprio spazio fisico.



**Figura 6**  
*Ambiente ibrido di apprendimento.*

Nel concetto di ambiente ibrido di apprendimento, infatti, l'extra-aula è generalizzabile a tutto ciò che fisicamente si trova al di fuori dell'aula e che grazie alle tecnologie digitali vi si può includere.

Per esempio, un laboratorio scientifico-tecnologico remoto, la cui strumentazione sia utilizzabile in aula durante la lezione (o dalla propria abitazione) per condurre esperimenti altrimenti impossibili anche solo per il costo di attrezzare lo stesso tipo di laboratorio presso la propria scuola (figura 7).



**Figura 7**  
*Laboratori reali "importabili" in aula.*

Lo spazio extra-aula può poi essere completamente digitale, come uno dei tanti ambienti collaborativi disponibili sul cloud, in cui un gruppo di studenti si può "ritrovare" per produrre artefatti e progetti, pur rimanendo fisicamente nella propria aula.

E ancora, "portando in aula" musei e gallerie d'arte digitalizzate, visitabili liberamente o sotto la guida di agenti conversazionali a cui poter porre domande, anche trasversali ai contenuti dell'ambiente visitato, giocando sulla loro capacità di esplorare l'infosfera con "intelligenza artificiale".

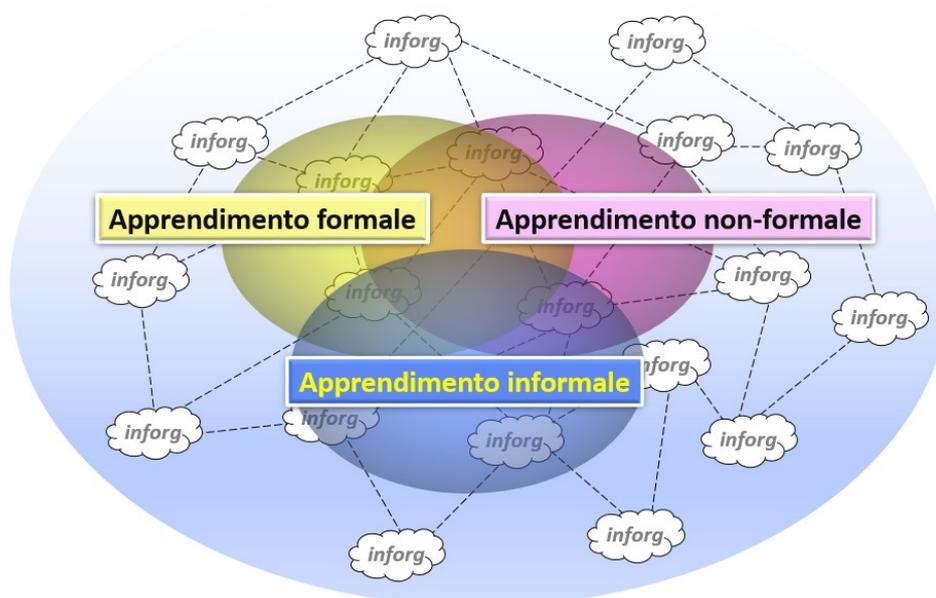
## **6. La dimensione didattico-pedagogica degli ambienti ibridi di apprendimento**

Abbiamo detto che gli spazi ibridi hanno le potenzialità per favorire una didattica più attiva, partecipativa, situata, inclusiva, molto legata all'esperienza del quotidiano.

Ma quali nuove dinamiche nei processi di insegnamento-apprendimento possono diventare l'elemento attuativo di tutto ciò?

La risposta a questa domanda va probabilmente cercata in un cambio di paradigma spazio-temporale del processo di insegnamento-apprendimento, in una chiave didattico-pedagogica coerente con l'idea di spazio ibrido.

Gli spazi ibridi, infatti, sfruttando la liquidità della componente digitale, hanno le potenzialità per "diluire" la rigidità dei contesti dell'istruzione/formazione istituzionale (formale) in un'ottica di apertura e di trasversalità. In questo senso, negli spazi ibridi di apprendimento è conaturata l'idea della fusione (ibridazione) anche dei processi di apprendimento, rendendo sempre più labile il confine fra apprendimento formale, non-formale e informale, grazie anche al diffondersi di una cultura partecipativa informale [8], giocata sulla condivisione di esperienze e conoscenze personali, amplificata dall'interazione sociale favorita dai social media (figura 8).



**Figura 8**

*Il mix dei diversi processi di apprendimento favorito dagli spazi ibridi dell'infosfera.*

E il dissolversi dei confini fra apprendimento formale, non-formale e informale può a tutti gli effetti diventare il propulsore di una scuola più smart, giocata sulla logica e le dinamiche dell'apprendimento senza soluzione di continuità (*seamless learning*), probabilmente la vera scommessa per una scuola più flessibile e agile in proiezione futura.

Seguendo questo filo logico, nella seconda parte del contributo approfondiremo il concetto di *seamless learning* (SL) e vedremo come siano proprio gli spazi ibridi a offrire le condizioni ideali per il suo effettivo sviluppo. Condizioni che solo la massiccia diffusione dei dispositivi mobili unita alla connettività permanente ha reso più facilmente realizzabili.

## 7. Gli spazi ibridi e l'apprendimento senza soluzione di continuità

Per poter comprendere come il SL possa trovare negli spazi ibridi, e più in generale nell'infosfera, le dimensioni ideali per svilupparsi in tutte le sue piene potenzialità, può essere utile riprendere alcuni concetti che ne stanno alla base e osservare come la tecnologia sia intervenuta nel dar loro nuove forme.

Il concetto di SL ha sostanzialmente due anime che si sono sviluppate in tempi differenti [12]. La prima, orientata a ripensare/riorganizzare i processi di apprendimento in modo da far cadere la netta distinzione fra l'esperienza dell'apprendimento in aula e fuori dall'aula:

*«La parola SL suggerisce che ciò che un tempo si ritenevano essere parti separate e distinte (ad esempio, in aula e fuori dell'aula, accademico e non accademico, curricolare ed extra-curricolare, esperienze all'interno del campus e fuori dal campus) sono ora un'unica cosa, legate insieme in modo da apparire un tutt'uno continuo nel tempo. In ambienti di apprendimento senza soluzione di continuità, gli studenti sono incoraggiati a sfruttare le risorse di apprendimento esistenti all'interno e all'esterno dell'aula. Agli studenti viene chiesto di usare le loro esperienze di vita per arricchire di significato quanto affrontato nelle aule» [13]*

La seconda anima del SL, quella più tecnologica, si è invece manifestata più avanti, col diffondersi dei dispositivi personali e quindi più focalizzata a comprendere come le tecnologie possano amplificare il concetto di SL, rendendo ancor più mobile e onnipresente il processo di apprendimento, andando oltre l'idea di *m-learning* (mobile-learning) e *u-learning* (ubiquitous-learning).

*«Il SL è uno stile di apprendimento in cui uno studente può imparare in una varietà di scenari, passando da un contesto (apprendimento formale e informale, personale e sociale, ecc.) a un altro, in modo facile e istantaneo, grazie alla mediazione del proprio dispositivo mobile» [14]*

La tecnologia mobile, quindi, come strumento in grado di amplificare la capacità del discente di rilocalizzare sistematicamente il proprio ambiente di apprendimento nei diversi luoghi/spazi vissuti nel corso della giornata.

## 8. Seamless Learning (SL) e Mobile-Seamless Learning (MSL)

Norris e Soloway [15], osservano come, con la proliferazione del cosiddetto "1:1" (un-device-o-più-per-studente), si sia passati dal considerare attività di apprendimento episodico in classe o fuori dalla classe (qui "o" è da intendere in modo esclusivo), a esaminare un dominio reso molto più ampio dalla possibilità data a ogni studente di disporre di un dispositivo mobile (o comunque un dispositivo connesso) 24x7 (24 ore al giorno per 7 giorni). Chan e altri autori [14] a questo proposito, dipingono un possibile scenario in cui

*«[...] la disponibilità di uno o più dispositivi personali consente agli studenti di apprendere ogni volta che hanno una curiosità, passando agevolmente da un contesto all'altro, da quello formale a quello informale, estendendo gli spazi*

*sociali in cui gli studenti interagiscono tra loro; questi sviluppi, supportati dalle teorie del costruttivismo sociale e dell'apprendimento situato, influenzeranno la natura, il processo e i risultati dell'apprendimento»*

I dispositivi mobili, quindi, come nuovo propulsore tecnologico per il SL, identificato di conseguenza da Wong e Looi [16] con il termine *MSL* (Mobile-Seamless Learning), anche per differenziarlo dal concetto più generale di SL non necessariamente legato all'uso di tecnologie.

## **9. Che cosa distingue il MSL dal Mobile/Ubiquitous Learning**

Nonostante nel tempo si sia sviluppata una ricca letteratura sugli aspetti concettuali legati al SL (la prima anima), chi si occupa di Technology Enhanced Learning, almeno inizialmente, lo ha interpretato come un'istanza speciale di *m/u-learning* (mobile/ubiquitous learning). Si è trattato, quindi, di una iniziale visione tecno-centrica [17] che però, in seguito, ha dovuto lasciare il giusto spazio a una prospettiva diversa, che tenesse conto della necessità di una progettazione didattica coerente col concetto di SL [18], mettendo in primo piano il ruolo dei nuovi spazi di apprendimento [19] anche nell'ottica della promozione di una nuova cultura dell'apprendimento [20][21]. Un processo, cioè, che dura per l'intera vita, non episodico (come la partecipazione a corsi, lezioni, ecc.), bensì costantemente collegato/intrecciato al quotidiano, auto-regolato/diretto dal singolo, che lo mette in atto in ogni momento e in ogni luogo grazie alla possibilità di essere perennemente connessi all'interno dell'infosfera.

In tempi passati (neanche troppo) "imparare sempre e ovunque" è stato lo slogan che ha contraddistinto l'introduzione dell'*e-learning* come approccio formativo in rete. Lo stesso slogan in seguito è stato utilizzato per l'*m-learning*.

La domanda a questo punto è: "imparare in qualsiasi momento, ovunque" equivale a "continuità dell'apprendimento trasversalmente a più spazi (negli spazi ibridi)"?

Va de sé che, se fosse realmente così, il concetto di MSL non giustificherebbe la sua particolarità rispetto al e/m-learning.

In effetti una sostanziale differenza esiste. Prendiamo ad esempio un'attività esercitativa o di studio di uno specifico contenuto disciplinare, previsti da un determinato ambiente e-learning, e supponiamo che li si possa svolgere in qualsiasi momento e in qualunque luogo grazie all'*always-on*. Ciò che differenzia questo approccio dal MSL è che nell'*e-learning* quasi sempre l'attenzione del discente viene focalizzata sul compito, facendogli perdere cognizione di ciò che lo circonda (in termini di spazi fisici e sociali) e di ciò che è correlabile a quanto sta studiando. E la stessa cosa si potrebbe dire anche per quelle attività e-learning basate sull'interazione sociale e l'attività collaborativa che impegnano gli studenti a rielaborare conoscenze, stimolandoli tuttavia raramente a situarle e a collegarle al quotidiano.

Dobbiamo essere consapevoli che una delle principali sfide per gli studenti del XXI secolo non è solo apprendere nuove conoscenze, ma anche come e quando apprenderle e come rendere significativo il loro apprendimento.

In questo senso il SL deve essere inteso come una “abitudine della mente” [16], un insieme di abilità metacognitive o “strategie regolatorie schematizzate e abituali” in termini psicologici [22], attivabili in ogni momento della vita in modo che ciascuno diventi realmente uno “studente seamless”.

## 10. La visione individuo-centrica del MSL

MSL è stato liberamente definito in alcune pubblicazioni come una “teoria dell’apprendimento” [23]. Tuttavia, proprio come l’e-learning e il m-learning, MSL dovrebbe invece essere visto più come un concetto o come un approccio all’apprendimento, almeno fino a quando non verrà teorizzato in modo convincente [24].

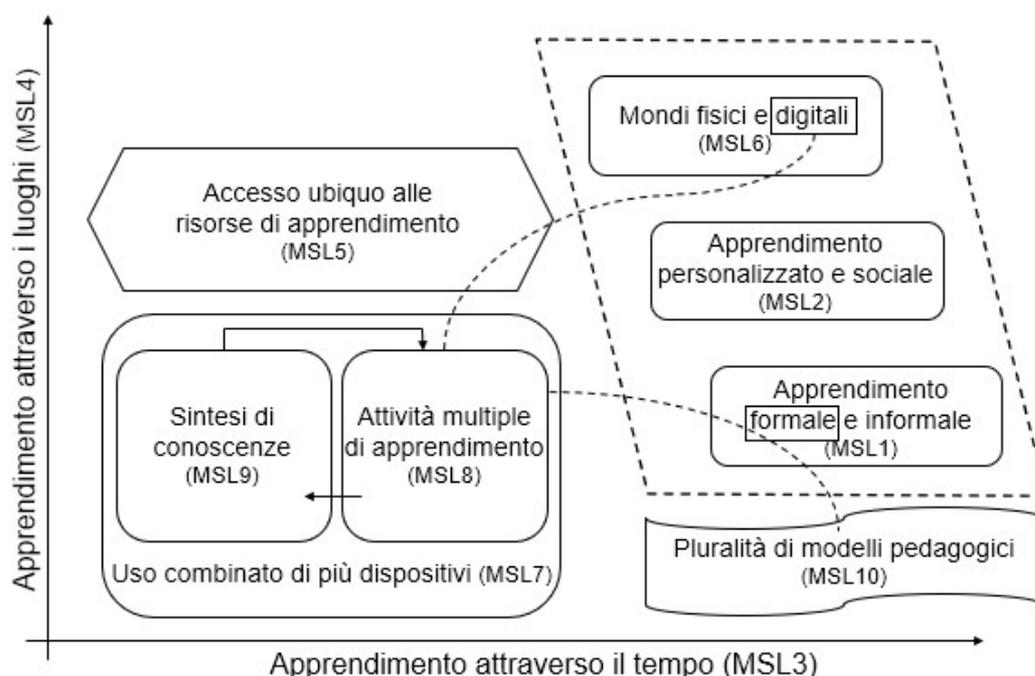
Fra l’altro, nonostante anni di discussioni e di studi sull’essenza e le caratteristiche del MSL, di fatto rimane ancora un concetto vagamente definito senza precisi modelli di riferimento.

Per questa ragione si è più volte tentata un’analisi della letteratura sull’argomento con lo scopo di individuare quelle che dovrebbero essere le caratteristiche salienti di un ambiente MSL. Uno dei risultati che tutt’oggi rimane fra i più accreditati è quello a cui sono approdati Wong e Looi [16] istanzando un modello MLS articolato in dieci dimensioni:

- (MSL1) Apprendimento formale e informale
- (MSL2) Apprendimento personalizzato e sociale
- (MSL3) Apprendimento attraverso i luoghi
- (MSL4) Apprendimento attraverso il tempo
- (MSL5) Accesso ubiquo alle risorse di apprendimento (una combinazione di apprendimento sensibile al contesto, apprendimento supportato dalla realtà aumentata e accesso ubiquo alle risorse di apprendimento online)
- (MSL6) Mondi fisici e digitali
- (MSL7) Utilizzo combinato di più tipi di dispositivi (comprese tecnologie fisse, mobili, superfici interattive, tecnologie indossabili)
- (MSL8) Passaggio rapido e senza soluzione di continuità tra più attività di apprendimento (es. raccolta dati + elaborazione + analisi + comunicazione)
- (MSL9) Sintesi della conoscenza (conoscenza precedente e nuova così come molteplici livelli di abilità di pensiero e riflessione e/o di apprendimento multidisciplinare)
- (MSL10) Pluralità di modelli pedagogici e di attività di apprendimento (facilitati dagli insegnanti), basate sul *problem/project based learning*, l’*inquiry based learning*, il *phenomenon based learning*, il *collaborative/cooperative learning*, ecc.

A fronte di questo primo livello di modellizzazione, Wong [25] ha sviluppato una rappresentazione grafica (figura 9) per chiarire le relazioni tra le dieci dimensioni. Il diagramma è incentrato sul discente nel senso che rappresenta un modello di ecologia MSL non tanto dalla prospettiva dei facilitatori di MSL (ad esempio, gli insegnanti), quanto piuttosto da quella di uno "studente seamless".

Collocare il discente al centro non significa porlo al centro dell'attenzione degli insegnanti, quanto piuttosto farlo diventare il centro della produzione della conoscenza che si sviluppa in vari contesti all'interno degli spazi di apprendimento multidimensionali [26]. Tale prospettiva implica che MSL non riguardi solo l'apprendimento ovunque, in qualsiasi momento, ma l'apprendimento perpetuo e in tutti i contesti - è difficile determinare quando inizia e finisce un processo/episodio di apprendimento [27].



**Figura 9**

*Visualizzazione delle modello di MSL a dieci dimensioni.*

Il diagramma ha lo scopo di offrire una vista complessiva delle dieci dimensioni. In particolare, MSL3 (attraverso i luoghi) e MSL4 (attraverso il tempo) sono identificati come le dimensioni di livello più alto che incorporano tutte le altre dimensioni. All'interno di questo spazio bidimensionale, esistono tre specifici continuum di (sub) spazi di apprendimento, ovvero MSL1 (apprendimento formale/informale), MSL2 (apprendimento individuale/sociale) e MSL6 (mondo fisico/digitale), che sono blandamente raggruppati nel parallelogramma tratteggiato. Sotto gli spazi di apprendimento multidimensionali, uno studente può utilizzare più dispositivi (MSL7) per mediare tutti i suoi sforzi. Due elementi

esterni, MSL5 (accesso ubiquito alle risorse di apprendimento) e MSL10 (pluralità di modelli pedagogici e di attività di apprendimento), servono per avviare e arricchire le specifiche attività di apprendimento dello studente, attraverso lo spazio di apprendimento formale e il mondo digitale. Con l'interazione (attraverso l'interoperabilità) di tutte le dimensioni precedentemente menzionate, uno studente sarà in grado di svolgere e passare, senza interruzioni, tra molteplici attività di apprendimento (MSL8) che possono portare alla sintesi della conoscenza (MSL9). Tuttavia, a causa della natura perpetua del SL, i risultati dell'apprendimento di MSL9 potranno avere ritorni per MSL8, ossia utilizzabili in altre future attività di apprendimento.

### 11. La sublimazione formale/non-formale/informale

Come detto, uno degli effetti più interessanti che gli spazi ibridi producono a favore del MSL è l'innesco simultaneo dei processi di apprendimento formale, non-formale e informale, in un movimento a spirale anch'esso senza soluzione di continuità (fig. 10) [24].

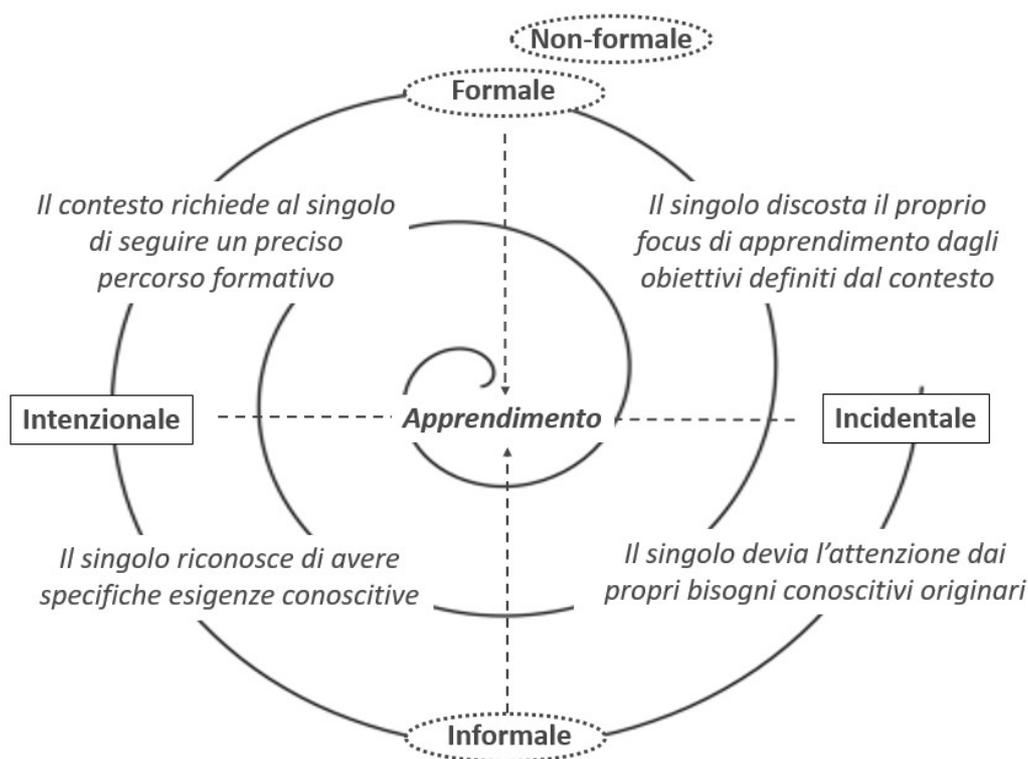


Figura 10  
Apprendimento senza soluzione di continuità in un movimento a spirale.

Fino a poco tempo fa l'idea comune era che gli spazi e i percorsi istituzionali fossero sede principalmente di processi di apprendimento intenzionale/formale: il contesto (la scuola, l'università, un'organizzazione) richiede al singolo di seguire un preciso percorso formativo (quadrante in alto a sinistra).

Portare con sé un dispositivo costantemente connesso, favorisce, benché all'interno di percorsi formali, la possibilità che il singolo discosti il proprio focus di apprendimento dagli obiettivi definiti dal contesto, anche in modo incidentale/occasionale (quadrante in alto a destra).

La stessa possibilità, evidentemente, esalta ancor di più i processi di apprendimento informale, sia quando il singolo riconosce di avere specifiche esigenze conoscitive e, intenzionalmente, interagendo nell'infosfera cerca di soddisfarle (quadrante in basso a sinistra), sia quando, agendo in modo non necessariamente intenzionale, si imbatte, nella stessa infosfera, in agenti informativi (biologici o artificiali) che lo "distraggono" dal proprio bisogno conoscitivo originario ma che in ogni caso gli fanno acquisire nuova conoscenza (quadrante in basso a destra).

In questo senso l'ibridazione degli spazi "scompiglia un po' le carte" dato che la liquidità della dimensione digitale rompe i confini fra quelli che sono i processi formali e informali, mescolandoli fra loro, favorendo apprendimenti senza soluzione di continuità a spirale in cui il singolo è sia "attivatore" del proprio apprendimento, sia auto-regolatore dello stesso.

Quindi, più che gettare ponti fra apprendimento formale e informale, come spesso si è detto in passato, il MSL dovrebbe essere inteso come processo di fusione fra i due momenti fino a farne perdere la reciproca connotazione: in aula (o in una piattaforma per l'e-learning) si segue una lezione, si studiano gli argomenti proposti dal contesto, ma al contempo, col proprio dispositivo personale, si può viaggiare al di fuori di quello stesso contesto, o meglio, portare altri contesti al suo interno, realizzandone l'ibridazione [24].

Allo stesso modo, attraverso il proprio dispositivo mobile always-on, si possono studiare i contenuti di un corso muovendosi per la città, viaggiando in treno, stando comodamente seduto in una panchina del parco, avere la possibilità di contestualizzare gli apprendimenti a quello che ci circonda, cercare soluzioni *just-in-time* alle proprie esigenze di conoscenza navigando l'infosfera e, durante la navigazione, apprendere cose nuove anche in modo incidentale.

Come detto, l'inesco di una spirale che senza soluzione di continuità attivi e intrecci apprendimento formale, non-formale e informale non può prescindere dalla capacità dell'individuo di essere il principale attore del proprio processo di apprendimento, sapere come indirizzarlo e autoregolarlo, e questo non soltanto dal punto di vista cognitivo, ma anche da quello emotivo, motivazionale e comportamentale. In altre parole, l'individuo "autoregolato" sa che cosa vuole imparare e perché, pianifica il proprio processo di apprendimento, controlla le emozioni negative come lo scoraggiamento a fronte degli insuccessi, sviluppando strategie per superarli piuttosto che rinunciare, sceglie consapevolmente le strategie di studio e quelle con cui affrontare i problemi, magari adattando quelle apprese in altri settori, dosa l'impegno in relazione ai

risultati desiderati, verifica il conseguimento dei propri obiettivi e adegua i metodi, tempi e strategie agli obiettivi da raggiungere, è in grado di apprendere in autonomia, ma anche dagli altri e con gli altri [28].

Apprendere nell'infosfera richiede una forte capacità di autoregolazione dato che si tratta di un ambiente molto ricco di risorse e informazioni ma anche molto destrutturato, che lascia al singolo ampi margini decisionali.

La ricerca ha dimostrato [29] che le capacità di autoregolazione si sviluppano soprattutto praticandole, ossia abituandosi a pianificare, controllare e verificare il proprio processo di apprendimento. Tanto più un individuo si abitua ad autoregolare il proprio apprendimento in un ambiente in cui non c'è chi decide per lui, tanto più imparerà a decidere, scegliere, adattare il proprio percorso, valutare i propri risultati e adeguare i propri comportamenti online.

Le nuove generazioni vanno necessariamente educate in questo senso, facendo in modo che la formazione formale diventi anche incubatore di competenze di auto-direzione e auto-regolazione del proprio processo di apprendimento senza soluzione di continuità.

## 12. Una riflessione conclusiva

Da quanto abbiamo detto ne deriva che, per chi si occupa di didattica e formazione, il punto nodale sia capire come sfruttare le potenzialità dei nuovi spazi che ci avvilluppano nella prospettiva di aprire scenari innovativi per processi di insegnamento-apprendimento sempre più attivi, partecipativi e senza soluzione di continuità.

Si tratta di un compito tutt'altro che facile, complicato ulteriormente da distanze generazionali fra chi dovrebbe educare all'uso auto-diretto e auto-regolato dell'apprendimento negli spazi ibridi e chi, essendoci nato dentro, li considera da sempre normali spazi di interazione con gli altri e le "cose" che vi si trovano all'interno. Una scioltezza di movimento che spesso però contrasta con la scarsa capacità di usare gli stessi strumenti e le stesse risorse nel processo di acquisizione di nuove conoscenze, abilità e competenze in un processo continuo, non legato ai momenti e ai luoghi, quanto piuttosto ai contesti.

In tal senso, e rifacendoci al titolo di questo contributo, l'apprendimento senza soluzione di continuità negli spazi ibridi può essere una delle possibili angolature attraverso cui tragguardare l'evoluzione verso una scuola più smart, che **educhi** con logica seamless, **educando** al contempo le nuove generazioni al seamless learning. Questo potrà sicuramente aiutarle nel viaggio verso scenari e spazi d'interazione futuri che nessuno di noi, adesso, è in grado di disegnare, ma nei quali non guasterà certo l'essere in grado di autodeterminare e autoregolare il proprio apprendimento continuo.

## Bibliografia

- [1] Baloian, N., Zurita, G. (2012). "Ubiquitous mobile knowledge construction in collaborative learning environments", *Sensors*, 6995-7014.
- [2] Floridi, L. (2010). *La rivoluzione dell'informazione*, Codice Edizioni, Torino.
- [3] Trentin, G. (2016). "Always-on Education and Hybrid Learning Spaces", *Educational Technology*, 56, 2, 31-37.
- [4] Floridi, L. (2015). *Onlife Manifesto*, Springer, Londra, <http://www.springer.com/us/book/9783319040929> (ultimo accesso ottobre 2018).
- [5] De Souza And Silva, A. (2010). "From Cyber to Hybrid: Mobile Technologies as Interfaces of Hybrid Spaces", *Space and Culture*, 9, 3, 261-278.
- [6] Trentin, G., Repetto, M. (a cura di) (2013). *Using Network and Mobile Technology to Bridge Formal and Informal Learning*, Elsevier.
- [7] Trentin, G. (2017). "Connettività, Spazi Ibridi e Always-on Education", *Rivista AEIT*, 2017, 5/6, 14-21.
- [8] Benigno, V., Caruso, G., Fante, C., Ravicchio, F., Trentin, G. (2018). *Classi ibride e inclusione socio-educativa: il progetto TRIS*, Franco Angeli, Milano.
- [9] Trentin G. (2020). *Didattica con e nella rete: dall'emergenza all'uso ordinario*, Franco Angeli, Milano.
- [10] Indire, *Progetto Piccole Scuole*, <http://www.indire.it/progetto/piccole-scuole/> (ultimo accesso novembre 2020).
- [11] Trentin, G. (2015). "Orientating Pedagogy Towards Hybrid Learning Spaces" in Nata, R.V. (ed) *Progress in Education*, 35, 105-124, Nova Science Publishers, Hauppauge, NY.
- [12] Wong, L.H. (2015). "A Brief History of Mobile Seamless Learning" in Wong L.H., Milrad, M., Specht, M. (eds) *Seamless Learning in the Age of Mobile Connectivity*, Springer, 3-40.
- [13] Kuh, G.D. (1996). "Guiding principles for creating seamless learning environments for undergraduates", *College Student Development*, 37, 2, 135-148.
- [14] Chan, T., Roschelle, J., Hsi, S., Sharples, M., Brown, T., Hoppe, U. (2006). "One-to-one technology-enhanced learning: An opportunity for global research collaboration", *Research and Practice in Technology-Enhanced Learning*, 1, 1, 3-29.
- [15] Norris, C., Soloway, E. (2012). "The opportunity to change education is, literally, at hand", *Educational Technology*, 52, 2, 60-63.
- [16] Wong, L.H., Looi, C.K. (2011). "What seems do we remove in mobile assisted seamless learning? A critical review of the literature", *Computers & Education*, 57, 4, 2364-2381.
- [17] Chiu, P.S., Kuo, Y.H., Huang, Y.M., Chen, T.S. (2008). "The ubiquitous learning evaluation method based on meaningful learning", Communication at the XVI International Conference on Computers in Education, Taipei, Taiwan, <https://www.researchgate.net/publication/228872469> (ultimo accesso novembre 2020).

- [18] Wong, L.H., Looi, C.K. (2013). "Designing for seamless learning" in Luckin, R., Goodyear, P., Grabowski, B., Winters, N. (eds) *Handbook of Design in Educational Technology*, Routledge, 146-157.
- [19] Wong, L.H. (2013). "Analysis of students' after-school mobile-assisted artifact creation processes in a seamless language learning environment", *Educational Technology & Society*, 16, 2, 198-211.
- [20] Milrad, M., Wong, L.H., Sharples, M., Hwang, G.J., Looi, C.K., Ogata, H. (2013). "Seamless learning: An international perspective on next generation technology enhanced learning" in Berge, Z.L., Muilenburg, L.Y. (eds) *The Handbook of Mobile Learning*, Routledge, 95-108.
- [21] Ozdamli, F. (2013). "Effectiveness of cloud systems and social networks in improving self-directed learning abilities and developing positive seamless learning perceptions", *Journal of Universal Computer Science*, 19, 5, 602-618.
- [22] Sha, L., Looi, C.K., Chen, W., Zhang, B. (2012). "Understanding mobile learning from the perspective of self-regulated learning", *Journal of Computer Assisted Learning*, 28, 4, 366-378.
- [23] Wei, L. (2012). "Construction of seamless English Language learning cyberspace via interactive text messaging tool", *Theory and Practice in Language Studies*, 2, 8, 1590-1596.
- [24] Trentin, G. (2019). "Apprendimento senza soluzione di continuità negli spazi ibridi dell'infosfera", *Professionalità Studi*, 4/II, 8-25, Ed. La Scuola – ADAPT University Press.
- [25] Wong, L.H. (2012). "A learner-centric view of mobile seamless learning", *British Journal of Educational Technology*, 43, 1, 19-23.
- [26] Layte, M., Ravet, S. (2006). "Rethinking quality for building a learning society" in Ehlers, U.D., Pawlowski, J.M. (eds) *Handbook on quality and standardisation in E-learning*, Springer, 347-365.
- [27] Sharples, M. (2013). "Mobile learning: research, practice and challenges", *Distance Education in China*, 3, 5, 5-11.
- [28] Persico, D. (2016). *Autoregolazione nell'apprendimento online*, CNR Edizioni, Roma.
- [29] Schunk, D.H. (2008). "Metacognition, Self-Regulation, and Self-Regulated Learning: Research Recommendations", *Educational Psychology Review*, 20, 463-467.

## Biografia

**Guglielmo Trentin**, dirigente di ricerca all'Istituto Tecnologie Didattiche del CNR, dalla metà degli anni '80 si occupa di didattica con e nella rete nei diversi contesi dell'istruzione e della formazione. È stato docente di "Reti e flussi di conoscenza" all'Università degli Studi di Torino. Attualmente insegna alla Scuola di Dottorato in Digital Humanities dell'Università degli Studi di Genova. Le sue ricerche più recenti riguardano gli ambienti ibridi di apprendimento, l'onlife education e il mobile seamless learning. Ulteriori dettagli sul sito personale: <http://guglielmo-trentin.it/>

Email: [guglielmo.trentin@cnr.it](mailto:guglielmo.trentin@cnr.it)

# Didattica Digitale Integrata: una scuola più *smart* per formare i futuri cittadini digitali

**Angela Maria Sugliano**

## Sommario

Obiettivo del contributo è individuare gli elementi che fanno della Didattica Digitale Integrata (DDI) uno stimolo per una scuola più smart, pronta a formare i cittadini dell'era digitale. L'analisi è condotta attraverso una lettura critica delle Linee guida per la DDI del Ministero dell'Istruzione secondo i criteri di qualità dei framework DigCompEdu e DigCompOrg. Da ultimo si analizza la ricaduta potenziale della DDI sulla formazione degli studenti quali "cittadini digitali": il riferimento qui è al framework DigComp che descrive le competenze digitali richieste oggi a ogni cittadino europeo.

## Abstract

Aim of the present contribution is to identify the elements that make Integrated Digital Education (DDI) a stimulus for a smarter school, ready to train the citizens of the digital age. The analysis is conducted through a critical reading of the Guidelines for DDI of the Ministry of Education according to the quality criteria of the DigCompEdu and DigCompOrg frameworks. Lastly, the potential impact of DDI on the training of students as "digital citizens" is analyzed: the reference here is to the DigComp framework which describes the digital skills required of every European citizen today.

**Keywords:** Distance Learning; Coronavirus; COVID-19; Technologies for Education; Teacher training

## 1. La Didattica Digitale Integrata: contesto

Il 7 agosto 2020 viene pubblicato dal Ministero dell'Istruzione un documento destinato a diventare pietra miliare nel percorso di innovazione della Scuola digitale, le Linee Guida per la Didattica Digitale Integrata (DDI) [1], già annunciate nel "Piano per la ripresa di settembre" del giugno 2020 [2].



Il documento ministeriale richiede a tutte le istituzioni scolastiche italiane (gli Istituti Comprensivi - che coprono il primo ciclo di istruzione dalla scuola dell'infanzia alla secondaria di I grado - e gli Istituti della scuola secondaria di II grado) di stendere un documento denominato "Piano Scolastico per la Didattica Digitale Integrata" da integrare al PTOF (Progetto Triennale dell'Offerta Formativa) e che deve contenere una esplicitazione della strategia prescelta per realizzare la didattica digitale.

Il Piano per la DDI rappresenta lo strumento per "forzare" gli Istituti scolastici a *capitalizzare* l'esperienza maturata durante i mesi del lockdown di primavera 2020 [3] [4]: dopo l'emergenza che ha costretto tutte le scuole italiane ad adottare strumenti digitali e nuove metodologie di insegnamento per assicurare la continuità didattica, con il Piano per la DDI ogni scuola mette "nero su bianco" e sottoscrive in Collegio docenti, con quali strumenti, metodologie, finalità vengono in quella scuola usate le tecnologie digitali.

La struttura e i contenuti da inserire nel Piano per la DDI sono indicati nelle Linee Guida che si propongono come **framework comune**: ogni Piano per la DDI descrive come il singolo istituto realizza la scuola digitale in relazione agli aspetti:

- *organizzativi* (Obiettivi - Gli strumenti digitali a supporto della DDI - Orari delle lezioni - Setting delle aule per realizzare la DDI),
- *metodologici* (Le metodologie didattiche adottate dalla Scuola - La Valutazione);
- *di regolamento* (I regolamenti, Le questioni di privacy e tutela);
- *inclusivi* (DDI e Bisogni Educativi Speciali).

Le Linee guida forniscono indicazioni sufficientemente specifiche per poter redigere il Piano scolastico per la DDI, ma leggendo sui siti delle scuole si nota come Istituti Scolastici nel redigere il Piano abbiano creato dei veri manifesti pedagogici personalizzando le indicazioni del documento ministeriale e indicando con precisione e originalità l'indirizzo didattico che la scuola intende perseguire con l'uso delle tecnologie digitali; altri istituti hanno redatto il Piano seguendo con spirito "burocratico" le indicazioni delle Linee.

Questa differenza non deve però indurre a valutare positivamente gli uni e negativamente gli altri perché è solo indice del fatto che alcuni istituti erano già preparati e abituati a usare il digitale nella didattica e altri hanno iniziato solo da poco e non sono ancora pronti per dare una "interpretazione" personale e "identitaria" rispetto all'uso delle tecnologie. Il dato positivo è che tutti hanno iniziato: tutti i docenti hanno dovuto confrontarsi con la necessità di esplicitare come loro stessi - in quanto membri del Collegio docenti - sono disposti a innovare il proprio modo di far scuola.

Diciamo che il dato è "positivo" in quanto è ormai dato di fatto la necessità di avere una scuola capace di usare le tecnologie non solo per migliorare la didattica e l'apprendimento degli studenti, ma anche - in quanto amministrazione pubblica - per essere protagonista dell'innovazione digitale a supporto dello sviluppo economico e sociale del nostro Paese. È così che la

Scuola diventa luogo per la formazione dei cittadini di domani, cittadini che non possono esimersi dall'esercitare i propri diritti/doveri anche nel mondo digitale.

Le Linee guida ministeriali parlano per l'anno scolastico 2020/2021 non più di Didattica a Distanza (DaD), ma di Didattica Digitale Integrata (DDI). Occupiamoci della lettera "I" dell'acronimo DDI.

La didattica digitale di cui parlano le Linee Guida è quella che dovrà essere considerata durante l'anno scolastico 2020/2021 (durante il quale l'attenzione al distanziamento sociale costituisce una necessità per affrontare la pandemia dovuta al Covid-19) e che dovrà integrare in primis scuola in presenza e scuola a distanza.

Con il fine di non sovraffollare le classi (e – a monte – i mezzi di trasporto), le Linee guida contengono l'indicazione per la scuola secondaria di II grado di attuare una didattica che preveda il mix di presenza e distanza, cioè alcuni studenti a casa e altri a scuola: ogni istituto scolastico – indicandolo nel Piano per la DDI - ha potuto personalizzare l'indicazione ministeriale decidendo se attuare una rotazione fra classi che al completo stanno a casa o si recano a scuola, o se adottare un calendario di rotazione in cui all'interno delle singole classi una percentuale di studenti frequenta a distanza da casa e il complementare si reca a scuola.

La necessità di Didattica Digitale Integrata non è indicata per la Scuola del primo ciclo che però – redigendo il Piano per la DDI – risulta pronta a integrare presenza e distanza "qualora si rendesse necessario sospendere nuovamente le attività didattiche in presenza a causa delle condizioni epidemiologiche contingenti". Anche per la Scuola del primo ciclo si è comunque subito evidenziato da inizio anno scolastico la necessità di attivare forme di Didattica Digitale Integrata: per non lasciare soli a casa studenti in quarantena preventiva, o in quarantena per malattia di familiari, o didattica a distanza completa per quarantene di classe.

Secondo il documento ministeriale, il Piano per la DDI non deve rimanere un documento negli archivi scolastici, ma c'è la precisa indicazione di condivisione e comunicazione con le famiglie e con tutti gli studenti "in modo che tutte le componenti della comunità scolastica siano coinvolte".

Per rendere possibile la DDI e non lasciare senza dispositivi gli studenti o i docenti sprovvisti (anche i docenti assunti a tempo determinato e i supplenti), il Ministero ha previsto investimenti per la fornitura di dispositivi e per facilitazioni su contratti di connettività.

## 2. La Didattica Digitale Integrata rende la scuola smart?

Le Linee guida per la DDI [1] indicano per la realizzazione delle lezioni integrate la necessità di utilizzare ambienti di videoconferenza, di progettare le lezioni secondo approcci pedagogici di stampo costruttivista (flipped classroom, debate,...) avendo cura di tenere "al centro" lo studente, di proporre "compiti" da realizzare in formato digitale; le Linee guida indicano la necessità di riformulare i

regolamenti anche per disciplinare nuove forme di comunicazione organizzativa come ad esempio i consigli di classe o collegi docente a distanza.

La dinamicità e flessibilità sottese alle indicazioni delle Linee guida per la DDI, sicuramente forzano la Scuola ad essere *smart*.

Il termine inglese *smart* viene spesso utilizzato senza traduzione perché forse è fra quei termini di un'altra lingua capace di riassumere una pluralità di concetti, tutti che rimandano a un'idea di "consistente velocità": il vocabolario inglese-italiano riporta come traduzione di *smart* termini quali *intelligente, brillante, elegante...* potremmo dire: una intelligenza non saccente, un brillio non effimero, una eleganza sportiva...

Una Scuola *smart* è una Scuola *intelligente* capace di adattarsi alle circostanze emergenziali, ma non solo: è una scuola capace di usare il digitale per realizzare sempre una didattica *intelligente, brillante, elegante*, e nelle Linee guida per la DDI sono indicati gli elementi macro e imprescindibili entro cui gli istituti devono muoversi per realizzare una didattica innovativa ed efficace.

Per "mettere alla prova" quanto indicato dalle Linee guida e decretare che sono sicuramente funzionali a rendere la scuola più *smart* (come indichiamo nel titolo di questo contributo), leggiamo le indicazioni ministeriali alla luce dei riferimenti di letteratura sul tema del digitale in ambito educativo.

Due sono i framework europei che descrivono le competenze digitali richieste nella scuola: il framework DigCompEdu [5] [6], che descrive le competenze necessarie ai docenti e formatori che usano il digitale, e il framework DigCompOrg [7] che descrive le aree organizzative della scuola interessate dall'innovazione digitale.

## 2.1 Il framework DigCompEdu nelle Linee Guida per la DDI

Il Framework DigCompEdu pubblicato nella sua versione definitiva a novembre 2017, descrive le competenze del "docente digitale" secondo 6 Aree di competenza in cui vengono identificate 22 competenze specifiche. Potremmo dire che un docente con le competenze descritte da DigCompEdu è un docente capace di rendere la scuola più *smart*. Mettiamo quindi nel prosieguo in evidenza per ogni Area di competenza DigCompEdu, le indicazioni contenute nelle Linee guida per la DDI [1] con il fine di dimostrare che se nelle istituzioni scolastiche si realizza quanto definito per la DDI si realizza davvero una scuola più innovativa.

### AREA 1 - Impegno professionale

- 1.1. Comunicazione Organizzativa
- 1.2. Collaborazione Professionale
- 1.3. Pratiche riflessive
- 1.4. Competenze Digitali per la formazione continua

**Tabella 1**

*Area di competenza 1 – Impegno Professionale del framework DigCompEdu*

Un docente realizza una didattica *smart* quando è in grado di usare le tecnologie nei rapporti istituzionali con i colleghi, con le famiglie (DigComEdu 1.1): questo è indicato nelle Linee guida per la DDI quando si dice che *per tutte le comunicazioni scuola-famiglia e per i compiti giornalieri si utilizzerà il registro elettronico* e quando si dice delle modifiche ai regolamenti per *le modalità di svolgimento dei colloqui con i genitori, degli Organi Collegiali*. La collaborazione professionale è indicata in più punti delle Linee guida: nei consigli di classe dove si stabiliranno le modalità di valutazione, di progettazione didattica interdisciplinare, fra docenti di sostegno e curricolari... (DigComEdu 1.2).

E a proposito di formazione continua (DigComEdu 1.4) primo passo verso la competenza per le pratiche riflessive (DigComEdu 1.3) le Linee guida indicano esplicitamente le aree di competenza da formare facendo riferimento proprio al framework DigCompEdu. E capacità di svolgere riflessività è stimolata dalle Linee guida per la DDI anche quando si parla di modifiche dei regolamenti per tener conto del digitale nella didattica.

#### AREA 2 - Risorse Digitali

- 2.1. Selezione di risorse digitali
- 2.2. Creazione e modifica di risorse digitali
- 2.3. Gestione, protezione e condivisione di risorse digitali

#### AREA 3 - Insegnare & Studiare

- 3.1. Insegnare
- 3.2. Guidare gli studenti
- 3.3. Apprendimento collaborativo
- 3.4. Apprendimento auto - regolato

#### AREA 4 - Valutazione

- 4.1. Strategie di valutazione
- 4.2. Analisi delle evidenze
- 4.3. Feedback e progettazione

**Tabella 2**

Aree di competenza 2, 3, 4 – *Risorse digitali – Insegnare & Studiare – Valutazione del framework DigCompEdu*

Consideriamo in modo accorpato le competenze inerenti il momento formativo: materiali didattici, progettazione e conduzione della didattica innovativa, valutazione. Per quanto riguarda i materiali didattici non si dice esplicitamente nelle Linee guida di creare materiali digitali, ma implicitamente questo viene considerato: quando si parla di *repository* per le video-lezioni e per *quanto prodotto dai docenti stessi* (DigComEdu 2.2) e quando si fa riferimento alle metodologie didattiche innovative: ad esempio citando la *flipped classroom* che comporta la creazione di materiali didattici digitali da parte dei docenti. Ai docenti è espressamente richiesto con le Linee guida di mettere in atto competenze di progettazione didattica innovativa e basata sull'apprendimento

collaborativo (DigComEdu 3) quando si dice che le attività didattiche dovranno essere *fondate sulla costruzione attiva e partecipata del sapere da parte degli alunni*. Rispetto alle pratiche di valutazione (DigComEdu 4) le linee guida sottolineano la necessità da parte dei docenti di progettarle in coerenza con le strategie didattiche utilizzate (e quindi strategie che prevedono il digitale, vogliono valutazione con il digitale) e l'emergere della necessità di valutazione formativa fatta di continui feedback agli studenti che – dispersi fra presenza e distanza – necessitano di maggiore guida da parte dei docenti.

#### **AREA 5 – Valorizzare gli studenti**

- 5.1. Accessibilità e inclusione
- 5.2. Differenziazione e personalizzazione
- 5.3. Coinvolgimento attivo degli studenti

**Tabella 3**

*Aree di competenza 5 – Valorizzare gli studenti del framework DigCompEdu*

A livello generale, la “valorizzazione” degli studenti (DigComp 5) è implicita nell’indicazione nelle linee guida di attuare metodologie didattiche *più centrate sul protagonismo degli alunni*. Per gli alunni con bisogni speciali (DigComp 5.1 e 5.2) le Linee guida sottolineano la capacità richiesta ai docenti del consiglio di classe di collaborare per la personalizzazione dei percorsi e dei materiale didattici, nonché la competenza (DigComp 5.33) di curare *l’interazione tra tutti i compagni in presenza e quelli eventualmente impegnati nella DDI*. E sebbene si debba preferire – da Linee guida – la didattica in presenza si riconosce comunque che per alcuni bisogni speciali (alunni in cura, in carcere) *l’attivazione della didattica digitale integrata, oltre a garantire il diritto all’istruzione, concorre a mitigare lo stato di isolamento sociale e diventa, pertanto, uno degli strumenti più efficaci per rinforzare la relazione*.

#### **AREA 6 - facilitare l'acquisizione delle competenze digitali**

- 6.1. Alfabetizzazione e media literacy
- 6.2. Comunicazione e collaborazione digitale
- 6.3. Creazione di contenuti digitali
- 6.4. Uso responsabile
- 6.5. Risoluzione di problemi digitali

**Tabella 4**

*Area di competenza 6 - Facilitare l'acquisizione delle competenze digitali del framework DigCompEdu*

L’ultima competenza descritta dal framework DigComEdu è quella di saper guidare gli studenti ad esercitare competenze digitali : nelle Linee guida ai docenti non si affida una specifica missione di guida sullo sviluppo di competenze digitali, ma è comunque implicito nella richiesta – ad esempio – di richiedere compiti in formato digitale (si ritiene che qualsiasi modalità di verifica di una attività svolta in DDI non

possa portare alla produzione di materiali cartacei, salvo particolari esigenze correlate a singole discipline o a particolari bisogni degli alunni).

È comunque su questo punto (la scuola più smart capace di formare i cittadini digitali) che parleremo nell'ultimo capitolo del presente contributo.

## 2.2 Il framework DigCompOrg nelle Linee guida per la DDI

Il framework DigCompOrg pubblicato nel 2015 descrive gli elementi da tenere in considerazione quando in una organizzazione formativa si decide di dare valore al digitale come elemento chiave per la progettazione ed erogazione della didattica. Il framework è organizzato in 7 *elementi tematici*, suddivisi in 15 sotto-elementi e per ciascuno sono stati definiti un numero complessivo di 74 descrittori. Rintracciamo negli "elementi tematici" del framework DigCompEdu le indicazioni delle Linee guida a supporto della tesi da dimostrare e cioè che la strada indicata dalle Linee guida per la DDI sono funzionali a rendere la scuola più *smart*.

### Dirigenza e Gestione dell'Organizzazione

#### ***Il concetto di apprendimento nell'era digitale è parte integrante della missione, visione e strategia dell'organizzazione educativa***

1. Viene chiaramente riconosciuto il potenziale delle tecnologie educative
2. I benefici legati all'uso delle tecnologie educative nell'apprendimento sono evidenziati ed espressi in modo chiaro
3. Il concetto di apprendimento nell'era digitale figura nella pianificazione delle attività dell'organizzazione educativa
4. L'educazione aperta è parte integrante della strategia per coinvolgere il territorio

#### ***La strategia per l'apprendimento nell'era digitale è articolata nel piano operativo***

5. Il piano operativo valorizza gli aspetti potenzialmente propulsivi e identifica i principali ostacoli
6. Il personale gode di un certo grado di autonomia
7. Il piano operativo identifica occasioni, incentivi e riconoscimenti per il personale
8. L'apprendimento nell'era digitale è relazionato alle priorità generali
9. La modernizzazione dei servizi educativi offerti va di pari passo con la proposta di nuove opportunità formative

#### ***Viene applicato un modello dirigenziale e gestionale***

10. Il piano operativo è chiaro a tutti e gode del consenso generale
11. Le responsabilità organizzative e gestionali sono ben definite e assegnate in modo chiaro
12. Si tiene conto delle risorse economiche e umane necessarie
13. È previsto il monitoraggio e la valutazione in itinere sia dei risultati raggiunti che della qualità dei processi
14. Iniziative specifiche ed azioni pilota sono sempre soggette ad una valutazione
15. Nel valutare il livello di attuazione del piano operativo si fa riferimento a standard riconosciuti
16. I responsabili amministrativi intervengono nel definire la linea generale da seguire

**Tabella 5**

**Area tematica 1 - Dirigenza e Gestione dell'Organizzazione del framework DigCompOrg**

L'indicazione stessa della necessità per tutte le Istituzioni formative di stendere il proprio Piano per la Didattica Digitale Integrata, è in linea con quanto indicato dal primo elemento tematico DigCompOrg. Al punto 10 del framework europeo si legge infatti *Il piano operativo è chiaro a tutti e gode del consenso generale* e questo è quello che è accaduto con la sottoscrizione da parte del Collegio docenti del Piano per la DDI, come richiesto dalle Linee guida.

Il Piano per la DDI risponde a quanto indicato nel framework europeo nel primo sotto-elemento tematico *“Il concetto di apprendimento nell'era digitale è parte integrante della missione, visione e strategia dell'organizzazione educativa* in quanto integrato nel PTOF della scuola. Legato alla consapevolezza che il Piano Scolastico per la DDI porta nella Scuola, le Linee guida sottolineando la necessità di revisione dei regolamenti di Istituto alla luce della DDI, portano un elemento di innovazione ulteriore.

In quale “grado” questa competenza è stata realizzata nelle Scuole? tutti gli istituti hanno inserito nel loro Piano per la DDI un paragrafo dedicato agli obiettivi dove si riconosce alla DDI un aspetto funzionale al mantenimento della didattica in casi emergenziali, per alcuni istituti la stesura del Piano è risultato un momento per sancire un riconoscimento di valore pedagogico all'uso del digitale nella didattica. Ad esempio leggiamo nel Piano per la DDI dell'Istituto Polo Tecnologico Imperiese [8] che la DDI [...] *consente di integrare e arricchire la didattica quotidiana in presenza. In particolare, la DDI è uno strumento utile per:*

- *Gli approfondimenti disciplinari e interdisciplinari;*
- *L'individualizzazione e la personalizzazione dei percorsi e per il recupero degli apprendimenti;*
- *Lo sviluppo di competenze disciplinari e personali;*
- *Il miglioramento dell'efficacia della didattica in rapporto ai diversi stili di apprendimento (sensoriale: visuale, uditivo, verbale o cinestesico, globale-analitico, sistematico-intuitivo, esperienziale, etc.);*
- *Rispondere alle esigenze dettate da bisogni educativi speciali (disabilità, disturbi specifici dell'apprendimento, svantaggio linguistico ,etc.).*

L'articolazione proposta dal framework europeo è complessa e indica le modalità in cui il Piano scolastico per la DDI potrebbe essere ulteriormente declinato o arricchito con allegati e strumenti operativi, come ad esempio il monitoraggio, la valutazione di esperienze pilota (DigCompOrg 13)

**Pratiche di insegnamento e di apprendimento*****Le competenze digitali vengono valorizzate, misurate e valutate***

17. Il personale e gli studenti vantano adeguate competenze digitali
18. Vengono evidenziate le problematiche di sicurezza e i rischi inerenti all'uso di ambienti online, insieme alle norme per un corretto comportamento online
19. Nel misurare lo sviluppo delle competenze digitali del personale e degli studenti, si fa riferimento a standard riconosciuti
20. La competenza digitale figura fra gli elementi per la valutazione del personale

***I ruoli e gli approcci pedagogici vengono ridefiniti e ampliati***

21. Il personale è protagonista attivo del processo di innovazione
22. Il processo di innovazione prevede nuovi ruoli per il personale
23. Il processo di innovazione prevede nuovi ruoli per gli studenti
24. Gli approcci pedagogici vengono ampliati
25. C'è spazio per l'apprendimento personalizzato
26. Viene valorizzata e promossa la creatività
27. È prevista la collaborazione e il lavoro di gruppo
28. Viene sviluppata la dimensione sociale/affettiva

1

0

**Tabella 6**

Area tematica 2 – *Pratiche di insegnamento e di apprendimento* del framework DigCompOrg

Le scuole, sotto l'indicazione delle Linee guida ministeriali sono oggi in linea con le indicazioni dell'elemento tematico *Pratiche di insegnamento e di apprendimento*. L'indicazione esplicita della necessità da parte delle scuole di organizzare formazione per i docenti, costituisce per la scuola italiana il primo passo davvero consistente per una formazione sentita necessaria vista l'emergenza di doverla attuare: per le contingenze sanitarie e anche perché "pattuito" con il Piano scolastico per la DDI.

Le tante proposte di formazione dei docenti della Scuola sono state meno sentite in passato: ad esempio la formazione all'interno del Piano Nazionale Scuola Digitale a cui hanno partecipato molti insegnanti, ma senza che a livello di istituzione scolastica ci fosse un "piano" strategico completo e condiviso per l'introduzione del digitale.

Il Piano scolastico per la DDI è oggi il punto di partenza per approfondire all'interno dell'istituzione scolastica il ruolo della competenza digitale e la ridefinizione di *ruoli e approcci pedagogici* indotti dalla DDI

La DDI deve diventare il motivo per una profonda riflessione all'interno delle scuole e gli indicatori del framework DigCompOrg costituiscono un solido strumento per realizzare tale riflessione: magari a fine anno scolastico 2020/21.

L'adozione da parte di tutti del digitale per fare didattica ha il merito di far emergere la necessità di considerare senza paure e con competenza le *problematiche di sicurezza e i rischi inerenti all'uso di ambienti online, insieme*

1

0

alle norme per un corretto comportamento online - (DigCompOrg 18). Agli aspetti di sicurezza si riferisce sotto diverse sfaccettature le Linee guida per la Scuola digitale: è un “mantra” quello dell’attenzione ai dati personali che si ritrova in più punti del documento ministeriale: rispetto ai dati gestiti all’interno delle piattaforme e-learning, rispetto all’archiviazione dei compiti degli studenti, alle regole da seguire durante le videoconferenze.

Se le questioni di sicurezza sono vissute usualmente come elemento bloccante (il timore di fare cose sbagliate ha bloccato per molto tempo i docenti), con la DDI i docenti sono costretti a prendere in considerazione questi aspetti iniziando a considerare la liceità di uso delle diverse applicazioni web, il trattamento dei dati personali propri e degli studenti. Le indicazioni del Garante per la Privacy con il documento Didattica Digitale Integrata e tutela della privacy: indicazioni generali [9] disciplina con chiarezza gli aspetti tecnici dell’uso delle piattaforme per l’e-learning, ma nelle Linee guida troviamo elementi più operativi per la protezione della privacy ambientale ad esempio durante le videoconferenze.

#### **Sviluppo Professionale**

- 29. È evidente che lo sviluppo professionale costituisce una priorità
- 30. Lo sviluppo professionale riguarda il personale di ogni livello e grado
- 31. Lo sviluppo professionale tiene conto delle esigenze sia del singolo che dell’organizzazione in cui opera
- 32. È prevista l’adozione di un ampio spettro di approcci per lo sviluppo professionale
- 33. L’accreditamento e la certificazione degli interventi di sviluppo professionale costituiscono una priorità

#### **Tabella 7**

##### *Area tematica 3 – Sviluppo professionale del framework DigCompOrg*

Dal momento che nel Piano scolastico per la DDI è espressamente indicato (seguendo le Linee guida) il piano di sviluppo professionale, ecco che questo viene – più che in passato – a costituire una “priorità” come si legge al punto 29 e 30 del framework DigCompOrg. Come sopra, il Piano costituisce solo l’inizio: gli altri punti del framework europeo potranno servire per approfondire e migliorare il piano nel tempo. Ad esempio ai docenti si può proporre una formazione certificata: in Italia per gli insegnanti sono disponibili le certificazioni ICDL / ECDL (International / European Certification of Digital Literacy) [10] per l’accreditamento delle competenze digitali dei docenti e le certificazioni EPICT (European Pedagogical ICT Licence) [11] per la certificazione di uso pedagogico delle tecnologie digitali.

**Pratiche di valutazione*****Le modalità di valutazione adottate sono coinvolgenti e motivanti***

- 34. Viene ampliato lo spazio dedicato alla valutazione formativa
- 35. La formazione sommativa viene diversificata
- 36. Vengono valorizzate l'autovalutazione e la valutazione fra pari
- 37. L'esito della valutazione dovrà essere significativo e personalizzato

***Viene riconosciuto l'apprendimento non formale e informale***

- 38. Vengono riconosciute e accreditate forme di apprendimento pregresso ed esperienziale, nonché di apprendimento aperto

***La progettazione didattica tiene conto dei dati generati dall'uso di ambienti di apprendimento digitali***

- 39. I dati generati dall'uso di ambienti di apprendimento digitali sono considerati di importanza strategica
- 40. Esiste un codice di condotta relativo alla gestione dei dati generati dall'uso di ambienti di apprendimento digitali
- 41. I dati generati dall'uso di ambienti di apprendimento digitali rappresentano una risorsa per la didattica
- 42. I dati generati dall'uso di ambienti di apprendimento digitali vengono utilizzati per la gestione della qualità e la programmazione curricolare

**Tabella 8*****Area tematica 4 – Pratiche di valutazione del framework DigCompOrg***

Il tema della valutazione è esplicito e presente nelle Linee guida e di conseguenza oggi in tutti i Piani Scolastici per la DDI. Se la competenza di valutazione con le tecnologie digitali deve essere di ogni docente (DigCompEdu Area di competenza 4), con DigCompOrg si riconosce a livello di organizzazione il valore della valutazione come elemento formativo e non solo certificatorio. La scuola adottando forme di valutazione digitale diventa più *smart*: a livello di singolo studente e in maniera complessiva per la scuola, la possibilità di avere dei “cruscotti” in tempo reale dell'andamento degli studenti e della didattica in generale (tipologie di attività svolte nelle classi, gradimento di queste, risultati di queste,...) rende possibile alla scuola l'orientare le proprie iniziative anche in collaborazione con altri attori del territorio in base ai dati di valutazione e monitoraggio. Come nel framework europeo anche nelle Linee guida per la didattica digitale integrata si sottolinea la necessità di utilizzare i dati di valutazione in modo sicuro nel rispetto del trattamento dei dati personali, elemento che viene garantito dall'uso di piattaforme idonee e riconosciute dalla Scuola in regola con le indicazioni europee [12] e con le specificazioni del già citato documento del Garante per la privacy per la Scuola [9].

**Contenuti e curriculum*****L'uso di risorse educative digitali, anche di tipo aperto, è una pratica fortemente incoraggiata e molto diffusa***

- 43. I contenuti vengono creati sia dai docenti che dagli studenti
- 44. L'utilizzo di raccolte di contenuti digitali è una pratica comune e diffusa
- 45. I diritti d'autore e la proprietà intellettuale vengono rispettati
- 46. I contenuti e gli strumenti digitali vengono usati nel rispetto delle licenze d'uso
- 47. Viene incentivato l'utilizzo di risorse educative aperte

***I curricoli vengono modificati o riformulati per tenere conto delle potenzialità pedagogiche delle tecnologie educative***

- 48. La didattica disciplinare viene rivista a favore di approcci più integrati
- 49. Si superano le condizioni che vincolano i tempi e gli spazi per l'apprendimento
- 50. L'apprendimento in rete è una realtà concreta
- 51. Si incentiva l'apprendimento in contesti autentici
- 52. L'apprendimento con strumenti digitali è una realtà in tutte le materie
- 53. Le competenze digitali degli studenti vengono sviluppate in tutte le materie

**Tabella 9*****Area tematica 5 – Contenuti e Curriculum del framework DigCompOrg***

A causa della forzata Didattica a Distanza a causa dell'emergenza sanitaria legata alla pandemia Covid-19, la realtà dell'integrazione del digitale in tutte le materie è un dato di fatto (DigComp 50 - 52).

Per quanto riguarda il tema delle risorse digitali da usare nella didattica, come detto in precedenza, le Linee guida non "osano" ancora del tutto: di riferimento ai materiali realizzati dai docenti da archiviare eventualmente in repository digitali; alle risorse in rete di Rai per la Scuola con cui il ministero ha un accordo. Nuovamente DigCompOrg può costituire un vademecum per incrementare la consapevolezza e competenza digitale delle nostre Scuole....

La produzione di materiali didattici da parte degli insegnanti, la capacità di trovarne di già fatti ma autorevoli, la capacità di uso corretto rispetto alla proprietà intellettuale costituisce una sfida per la scuola digitale verso veri comportamenti *smart*.

Il considerare nuove articolazioni dell'orario e dei setting d'aula è uno dei punti che le Linee Guida per la DDI impongono ai Piani scolastici. E su questa scorta tutte le scuole (non solo quelle più innovative come ad esempio quelle del circuito di Avanguardie educative [13]), hanno iniziato a confrontarsi con la sfida all'innovazione che è possibile affrontare grazie all'autonomia scolastica. Gli orari indicati dalle Linee guida sono oggetto di dibattito nelle scuole, sui social network... ed è il primo passo per disarticolare la fissità dell'orario scolastico e trovare soluzioni per adeguarsi alla flessibilità della società dell'informazione ponendo attenzione alle questioni non solo contrattuali, ma anche e soprattutto di opportunità sociale per il benessere: cosa è meglio? Orario fisso oppure orario "liquido"? È una delle grandi sfide lanciate dalla DDI.

**Collaborazioni e interazioni in rete*****La condivisione e le collaborazioni, anche in rete, sono fortemente incoraggiate***

54. L'utilizzo di ambienti online per lo scambio di conoscenze e contenuti rappresenta una pratica consolidata fra il personale

55. Viene riconosciuto l'impegno e il contributo individuale alla condivisione della conoscenza

56. Nelle interazioni e collaborazioni in rete gli studenti agiscono in modo efficace

57. Si incentiva la partecipazione ad attività ed eventi finalizzati allo scambio di conoscenze

58. La collaborazione interna e lo scambio di conoscenze sono comportamenti attesi

***Si segue una linea strategica nella comunicazione***

59. È stata elaborata ed attivata una strategia per la comunicazione

60. Le attività e la presenza in rete sono dinamiche

***Vengono attivate collaborazioni con l'esterno***

61. Lo scambio di conoscenze attraverso

collaborazioni con l'esterno è chiaramente incentivato

62. La partecipazione attiva nelle collaborazioni con l'esterno viene incentivata sia per il personale che per gli studenti

**Tabella 10**

Area tematica 6 – *Collaborazioni e interazioni in rete* del framework DigCompOrg

L'elemento di condivisione di conoscenza e la comunicazione supportata da strategie di comunicazione è forse per la scuola e le organizzazioni una delle più grandi sfide. Le Linee guida impongono alle scuole di definire luoghi e modalità (nei regolamenti) per la gestione della comunicazione e collaborazione (si veda prima, DigCompEdu Area 1). La propensione alla condivisione va "allenata": non basta avere luoghi digitali in cui condividere. Per questo allenamento le Scuole possono confederarsi o collaborare entità terze alla Scuola come è il caso del Progetto Scuola Digitale Liguria, progetto finanziato da Regione Liguria dove fra gli obiettivi c'è quello di creare una attitudine al confronto e alla condivisione grazie all'archiviazione delle esperienze innovative delle Scuole nell'Osservatorio dei Progetti Innovativi [14] non solo "archiviati" ma anche disponibili e rintracciabili su mappa pubblica regionale [15].

**Infrastruttura*****Gli ambienti (fisici e virtuali) rispecchiano le caratteristiche dell'apprendimento nell'era digitale***

63. Gli ambienti fisici d'apprendimento sono ottimizzati per riflettere le caratteristiche dell'apprendimento nell'era digitale

64. Gli ambienti virtuali di apprendimento (VLS) sono ottimizzati

***La gestione dell'infrastruttura digitale è proattiva***

65. È stata attivata una politica per l'uso corretto del sistema informatico

66. Nell'acquisto di tecnologie educative si tiene conto sia delle esigenze pedagogiche che di quelle tecniche

67. È disponibile una gamma di tecnologie educative diverse per consentire l'apprendimento senza limiti di spazio e tempo

68. Sono consentiti approcci basati su Bring Your Own Device (BYOD)

69. Vengono considerate le esigenze relative alla disparità e all'inclusione digitale

70. È disponibile un adeguato supporto tecnico

71. Sono disponibili tecnologie assistive per utenti con bisogni speciali

72. Esistono misure consolidate relative alla privacy e alla sicurezza in rete

73. Gli acquisti di tecnologie educative vengono progettati in maniera efficace

74. Esiste un piano operativo per la gestione del funzionamento del sistema informatico

**Tabella 11***Area tematica 7 – Infrastruttura del framework DigCompOrg*

Gli aspetti infrastrutturali, ultimo elemento tematico del framework DigCompOrg è invece fra i primi considerati quando una istituzione scolastica considera il digitale per innovare la didattica. Nel Piano scolastico deve essere esplicito e considerato il comodato d'uso per chi non ha dotazioni (studenti e docenti), deve essere considerata ed esplicita la politica di connettività della Scuola, deve esserci una formazione mirata alle tecnologie in uso per l'e-learning. Molte sono le iniziative per favorire l'ampliamento della connettività [16] [17].

Anche sul supporto all'innovazione tecnologica delle Scuole esistono iniziative ad hoc come ad esempio il Digital Team all'interno del Progetto Scuola Digitale Liguria [18]. Tutti i docenti delle scuole oggi sono stati "attivati" nell'attenzione alle questioni tecnologiche e nuovamente il framework DigCompOrg potrà guidare la crescita e l'evoluzione delle scuole... sempre più *smart*.

**3. Didattica Digitale Integrata: una scuola più *smart* per formare i futuri cittadini digitali**

La lettura delle indicazioni delle Linee guida alla luce dei framework di qualità per la didattica digitale ha evidenziato e testimonia il valore delle Linee guida ministeriali per la Didattica Digitale Integrata per decretare l'inizio - per tutte le scuole - ad essere più *smart!* Alcune nei loro Piani per la DDI hanno potuto descrivere situazioni scolastiche e didattiche più avanzate, altre sono agli inizi.

L'ultimo passaggio che ci proponiamo di fare con questo articolo, è focalizzare sugli esiti della didattica digitale integrata come descritta nelle Linee guida, se questa sia influente sull'acquisizione di competenze digitali da parte degli studenti, per renderli "cittadini digitali", capaci di esercitare i propri diritti/doveri nella società attuale caratterizzata dal digitale. Per far questo rifacciamo ad un ultimo framework europeo, il framework DigComp [19] [20] rilasciato nella sua più recente versione nel 2017.

DigComp descrive le competenze digitali dei cittadini in 5 Aree di competenza: le medesime indicate come ultima competenza del docente dal framework DigCompEdu.

#### **Area delle competenze 1: Alfabetizzazione su informazioni e dati**

- 1.1 Navigare, ricercare e filtrare dati, informazioni e i contenuti digitali
- 1.2 Valutare dati, informazioni e contenuti digitali
- 1.3 Gestire dati, informazioni e contenuti digitali

**Tabella 11**

*Area di competenza 1 – Alfabetizzazione su informazioni e dati del framework DigComp 2.1*

La fruizione intensiva e a scopo didattico di risorse digitali ha messo gli studenti in condizione di dover cercare informazione, valutarne l'autorevolezza, archiviare e gestire i risultati delle proprie ricerche in modo nuovo rispetto al passato. Il loro "diritto allo studio" passa attraverso l'uso di piattaforme e risorse digitali e una consapevolezza nuova rispetto all'uso del digitale solo per scopi personali e ludici, nasce da questa realtà.

Possiamo altresì dire che la vera competenza di uso delle risorse digitali viene allenata solo se i docenti guidano gli in modo esplicito gli studenti a far questo: le linee guida per la Scuola digitale sottolineano questo elemento con la richiesta per le scuole di una intensiva formazione dei docenti.

#### **Area delle competenze 2: Comunicazione e collaborazione**

- 2.1 Interagire con gli altri attraverso le tecnologie digitali
- 2.2 Condividere informazioni attraverso le tecnologie digitali
- 2.3 Esercitare la cittadinanza attraverso le tecnologie digitali
- 2.4 Collaborare attraverso le tecnologie digitali
- 2.5 Netiquette
- 2.6 Gestire l'identità digitale

**Tabella 12**

*Area di competenza 2 – Comunicazione e collaborazione del framework DigComp 2.1*

I setting d'aula modificati dalle tecnologie presenti per assicurare la presenza e la distanza (tablet, schermi interattivi, microfoni ambientali,...); i portali e-learning come luogo virtuale in cui si trovano tutte le risorse didattiche; le videoconferenze come modalità e luogo di incontro e interazione; documenti e cartelle cloud in cui scrivere collaborativamente, archiviare e condividere; tutto questo sta allenando gli studenti a una sicura competenza sull'Area 2 DigComp. Le Linee guida forniscono indicazioni sulla gestione delle videoconferenze, sull'archiviazione cloud, sulla necessità di setting innovativi che le scuole stanno mettendo in atto. L'uso di account istituzionali per l'accesso ai portali e-learning fornisce una nuova sfaccettatura all'identità digitale degli studenti che toccano con mano la differenza fra l'indirizzo email scolastico – che consente di svolgere solo determinate attività controllate e istituzionalizzate dal patto di corresponsabilità – e quello personale: ma la riflessione che ne deriva anche guidata dai docenti diventa motivo di competenza di gestione della propria identità digitale.

#### Area delle competenze 3: Creazione di contenuti digitali

- 3.1 Sviluppare contenuti digitali
- 3.2 Integrare e rielaborare contenuti digitali
- 3.3 Copyright e licenze
- 3.4 Programmazione

**Tabella 13**

*Area di competenza 3 – Creazione di contenuti digitali del framework DigComp 2.1*

Espressamente richiesto dalle Linee guida gli studenti in DDI svolgono attività che *non [possono] portare alla produzione di materiali cartacei, salvo particolari esigenze correlate a singole discipline o a particolari bisogni degli alunni*. I docenti nei portali e-learning richiedono di creare o rielaborare contenuti digitali con un grado di complessità che dipende solo dalla competenza dei docenti, che – in base alle richieste delle Linee guida – dovranno sempre crescere sulla base di formazioni ad hoc.

#### Area delle competenze 4: Sicurezza

- 4.1 Proteggere i dispositivi
- 4.2 Proteggere i dati personali e la privacy
- 4.3 Proteggere la salute e il benessere
- 4.4 Proteggere l'ambiente

**Tabella 14**

*Area di competenza 4 – Sicurezza del framework DigComp 2.1*

Molta enfasi viene data nelle Linee guida alle questioni di protezione di dati personali: è una espressione questa che ricorre molteplici volte nelle pagine del documento ministeriali (DigComp 4.2). Bisognerebbe verificare la capacità dei docenti di veicolare questo tema agli studenti: l'uso di piattaforme certificate – nel caso i docenti esplicitino le scelte della scuola agli studenti – è un elemento che accresce la consapevolezza degli studenti su questo tema.

Gli studenti si accorgono che le unità orarie nella DDI non sono di 60 minuti, ma inferiori: forse esplicitato, forse no, questo è il frutto delle indicazioni delle Linee guida che indicano la necessità fra le attività di didattiche digitali *di sufficienti momenti di pausa*. Una attenzione speciale sulla protezione di salute e benessere è data dalla richiesta esplicita di *formazione degli alunni sui rischi derivanti dall'utilizzo della rete e, in particolare, sul reato di cyberbullismo*. A metà fra la competenza di Netiquette (DigComp 2.5) e di Sicurezza in generale, è l'aggiornamento dei regolamenti *con la previsione di infrazioni disciplinari legate a comportamenti scorretti assunti durante la didattica digitale integrata e con le relative sanzioni*. I ragazzi imparano in questo modo direttamente sulla propria pelle che il mondo “virtuale” non è “irreale”, ma reale. E per i cittadini digitali questa consapevolezza è fondamentale.

#### Area delle competenze 5: Risolvere problemi

- 5.1 Risolvere problemi tecnici
- 5.2 Individuare fabbisogni e risposte tecnologiche
- 5.3 Utilizzare in modo creativo le tecnologie digitali
- 5.4 Individuare i divari di competenze digitali

#### Tabella 15

##### Area di competenza 5 – Risolvere problemi del framework DigComp 2.1

Guidati o meno dai docenti gli studenti imparano a risolvere una miriade di problemi legati all'uso del digitale (DigComp 5.1) ma anche a utilizzarli in modo creativo e competente (DigComp 5.1 e 5.2): imparano a cercare soluzioni cioè cercano e si informano su quali funzioni di un determinato software utilizzare per realizzare quello che hanno in mente; se non riescono con le proprie forze, si rivolgono alla rete per trovare le soluzioni: e la competenza principale è quella di trovare soluzioni, ma soprattutto è quella di saper individuare e dare un nome al proprio bisogno, al proprio “divario di competenza digitale” (DigComp5.4).

## 4. Conclusioni

Obiettivo di questo contributo è stato individuare gli elementi che fanno della Didattica Digitale Integrata uno stimolo per la scuola a diventare più *smart*. L'abbiamo fatto proponendo una lettura critica delle Linee guida per la Didattica Digitale Integrata alla luce delle indicazioni di qualità contenute nei framework europei DigCompEdu e DigCompOrg. La disamina mostra che gli elementi di cui deve comporsi la DDI secondo le linee guida ministeriali, conducono a rendere la scuola più *smart* se con questo termine intendiamo un uso

competente (*intelligente, brillante, elegante*) delle tecnologie digitali. Le Linee guida hanno il merito principale di aver “imposto” a tutte le scuole la stesura del Piano scolastico per la DDI, elemento primo – come troviamo nel framework DigCompOrg – per attivare una vera presa in considerazione a livello di organizzazione il tema del digitale. Le indicazioni specifiche delle Linee guida coprono tutti gli aspetti della didattica in qualità, e i framework europei serviranno nel futuro prossimo a condurre la riflessione delle Scuole per diventare sempre più innovativa.

Le attività messe in campo dalle scuole per realizzare le linee guida, indipendentemente dal grado di abilità con cui sono state messe in atto dai docenti nelle classi, hanno una ricaduta diretta sulla formazione dei futuri cittadini digitali che imparano: a esercitare un proprio diritto (quello allo studio) utilizzando strumenti digitali, a gestire la propria identità digitale istituzionale differenziandola da quella informale che possono utilizzare per le attività digitali private, a “vivere” in ambienti digitali nei portali e-learning, nelle videoconferenze lavorando in modo collaborativo (sincronicamente e asincronicamente) con i compagni, a comunicare tramite gli strumenti digitali con adulti, a produrre con un fine istituzionale e non per svago, contenuti digitali, a prendere in considerazione questioni di sicurezza e risolvere una miriade di “intoppi” con il fine di produrre quanto hanno in mente di produrre, fare quanto è stato richiesto loro di fare.

Una grande Scuola quella che unisce la millenaria competenza di formazione all’innovazione che portano oggi le tecnologie. Veramente *smart!*

### Bibliografia e Sitografia

- [1] Linee Guida per la Didattica Digitale Integrata (2020) [https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/ALL.+A+\\_.+Linee\\_Guida\\_DDI\\_.pdf/f0eeb0b4-bb7e-1d8e-4809-a359a8a7512f?t=1596813131027](https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/ALL.+A+_.+Linee_Guida_DDI_.pdf/f0eeb0b4-bb7e-1d8e-4809-a359a8a7512f?t=1596813131027) (ultima visita 29 novembre 2020)
- [2] Piano Scuola 2020/2021 <https://www.miur.gov.it/documents/20182/2467413/Le%2Blinee%2Bguida.pdf/4e4bb411-1f90-9502-f01e-d8841a949429?version=1.0&t=1593201965918> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [3] Decreto legge 25 marzo 2020, n. 19 <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/03/25/20G00035/sg> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [4] Decreto legge 8 aprile 2020 n. 22 <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/04/08/20G00043/sg> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [5] Redecker, C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Punie, Y. (ed). EUR 28775 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-73494-6, doi:10.2760/159770, JRC107466
- [6] DigCompEdu (2017) – Leaflet traduzione italiana a cura di Associazione EPICT Italia <https://www.epict.it/sites/default/files/Leaflet-DigCompEdu-ITA-nov2017.pdf> (ultima visita 29 novembre 2020)

- [7] Kamylyis, P., Punie, Y. & Devine, J. (2015); Promoting Effective Digital-Age Learning -A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations;EUR27599 EN;doi:10.2791/54070
- [8] Piano per la didattica digitale integrata Istituto Statale di Istruzione Secondaria di S° grado “Polo Tecnologico Imperiese” (2020) [https://www.polotecnologicoimperiese.edu.it/wp-content/uploads/2020/09/PIANO-DDI\\_110920.pdf](https://www.polotecnologicoimperiese.edu.it/wp-content/uploads/2020/09/PIANO-DDI_110920.pdf) (ultima visita 29 novembre 2020)
- [9] Ministero dell'Istruzione. Didattica Digitale Integrata e tutela della privacy: indicazioni generali <https://www.istruzione.it/rientriamoascuola/allegati/Didattica-Digitale-Integrata-e-tutela-della-privacy-Indicazioni-general.pdf> ((ultima visita 29 novembre 2020)
- [10] ICDL / ECDL - <https://www.icdl.it/icdl> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [11] EPICT - <https://www.epict.it> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [12] General Data Protection Regulation (o GDPR) - <https://www.garanteprivacy.it/il-testo-del-regolamento> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [13] Avanguardie Educative – Uso flessibile del tempo <http://innovazione.indire.it/avanguardieeducative/uso-flessibile-tempo> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [14] Progetto Scuola Digitale Liguria - Osservatorio dei Progetti Innovativi <https://www.scuoladigitaleliguria.it/osservatorio.html> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [15] Progetto Scuola Digitale Liguria - Mappa pubblica regionale <https://geoportale.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/scuoladigitale/mappa.html> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [16] Piano banda ultra larga - <https://bandaultralarga.italia.it/> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [17] Decreto ristori – ottobre 2020 <https://www.miur.gov.it/web/guest/-/didattica-digitale-85-milioni-per-connessioni-e-dispositivi-nel-decreto-ristori-firmato-anche-decreto-ministeriale-da-3-6-milioni-per-le-secondarie-di> (ultima visita 29 novembre 2020)
- [18] Progetto Scuola Digitale Liguria – Digital Team <https://www.scuoladigitaleliguria.it/dt.html>
- [19] DigComp 2.1 Il quadro di riferimento per le competenze digitali dei cittadini [https://www.agid.gov.it/sites/default/files/repository\\_files/digcomp2-1\\_ita.pdf](https://www.agid.gov.it/sites/default/files/repository_files/digcomp2-1_ita.pdf) (ultima visita 29 novembre 2020)
- [20] Docs Italia Competenze digitali – versione ipertestuale della versione italiana AGID del Quadro di riferimento DigComp <https://competenze-digitali-docs.readthedocs.io/it/latest/index.html> (ultima visita 29 novembre 2020)

## Biografia

**Angela Maria Sugliano.** È laureata in Filosofia e ha conseguito il Dottorato di ricerca in Psicologia Sociale. Si occupa di comunicazione e formazione in ambienti virtuali. È giornalista pubblicista dal 1996.

È membro fondatore e svolge attività di ricerca e formazione per l'Associazione EPICT Italia; collabora come progettista e docente con l'Università di Genova per il Master di I Livello "EPICT" e con l'iniziativa Aica Digital Academy. È membro del Comitato tecnico per il progetto *Curricolo digitale* dell'USR Umbria e consulente scientifico-metodologico per il Progetto Scuola Digitale Liguria di Regione Liguria.

Email: [am.sugliano@assoepict.it](mailto:am.sugliano@assoepict.it)

## Accessibilità di contenuti digitali per le STEM: un problema aperto. Alcune soluzioni inclusive per l'accessibilità di formule e grafici

**Tiziana Armano, Anna Capietto, Dragan Ahmetovic, Cristian Bernareggi,  
Sandro Coriasco, Mattia Ducci, Chiara Magosso, Alessandro Mazzei, Nadir  
Murru, Adriano Sofia**

### Sommario

Il livello di sviluppo delle tecnologie in vari campi è attualmente molto elevato: siamo nell'era della società digitale, delle Smart cities, dei Big Data, del Cloud Computing e dell'IoT (Internet of Things). In questo contesto sono e saranno sempre più richiesti lavoratori con competenze scientifiche e tecnologiche. Paradossalmente però alcune tecnologie, assistive o compensative, ancora non gestiscono opportunamente contenuti scientifici digitali. Queste barriere disincentivano persone con disabilità e disturbi specifici di apprendimento (DSA) ad accedere a percorsi di formazione di tipo scientifico e precludono in seguito la possibilità di accedere a professioni STEM.

### Abstract

The level of development of technologies in various fields is currently very high: we are in the era of digital society, Smart cities, Big Data, Cloud Computing and IoT (Internet of Things). In this context, workers with scientific and technological skills are and will be increasingly required. Paradoxically, however, some technologies, assistive or compensatory, still do not properly manage digital scientific contents. These barriers discourage people with disabilities and specific learning disabilities (SLD) from accessing scientific training courses and subsequently preclude the possibility of accessing STEM professions.

**Keywords:** Accessibility, inclusion, STEM, assistive technologies, learning disorders



## 1. Introduzione: garantire il diritto allo studio

Per indagare le tecnologie e strategie per assistere le persone con disabilità visive nel loro percorso di studi scientifico è nato nel 2012 all'interno del Dipartimento di Matematica "G. Peano" dell'Università di Torino il progetto "Per una matematica accessibile e inclusiva".

Questo progetto si è poi evoluto nel 2018 con la creazione del Laboratorio "S. Polin" per la ricerca e sperimentazione di nuove tecnologie assistive per le STEM (acronimo inglese che indica le quattro discipline scientifico-tecnologiche: scienza, tecnologia, ingegneria e matematica). Lo spettro delle sue attività è stato ampliato a disabilità motorie e sensoriali e, più di recente, ai disturbi specifici di apprendimento (DSA).

Il Laboratorio, una struttura unica nel suo genere in Italia e tra le pochissime in Europa, si occupa non solo di sviluppare nuove soluzioni tecnologiche che facilitino l'accesso a studi e professioni nell'ambito STEM da parte di persone con disabilità e DSA ma anche di testare, adattare e diffondere le tecnologie già esistenti.

Il principio ispiratore del progetto e quindi del Laboratorio è garantire il diritto allo studio, diritto fondamentale ed inalienabile della persona sancito nel diritto internazionale dalla Dichiarazione universale dei diritti umani dell'ONU. Purtroppo attualmente, nonostante lo sviluppo avanzato delle tecnologie in generale e in particolare di quelle assistive, risulta difficoltoso l'accesso da parte di persone con disabilità e con DSA a studi scientifici e di conseguenza a professioni tecnico/scientifiche. In apparenza tale problema pare relativo a pochi ambiti di studio ma questo è del tutto falso poiché nella maggior parte dei corsi universitari ci sono insegnamenti di matematica e fisica di base e in molti corsi di laurea di ambito umanistico sono presenti insegnamenti di statistica. Anche nel mondo del lavoro la richiesta di competenze scientifiche, tecniche ed informatiche è in forte crescita.

## 2 *Axessibility*: produrre documenti scientifici accessibili

Prima della nascita del Laboratorio Polin il gruppo di ricerca *Tecnologie assistive per le STEM* ha operato nell'ambito del progetto "Per una matematica accessibile e inclusiva". Tale progetto ha avuto come obiettivo principale la ricerca di un metodo efficace per la lettura e la scrittura di formule da parte di persone con disabilità visiva.

Con l'utilizzo di computer o dispositivi mobili e ausili quali sintesi vocali, display braille e ingranditori, la lettura e la scrittura di testi ben strutturati senza formule non rappresentano un problema per persone con disabilità visiva. Invece l'accesso a testi scientifici contenenti formule rimane un problema aperto: la gestione di formule, oggetti *non in linea* ma bidimensionali risulta complessa da parte degli ausili sopra citati. Nell'ambito del web il problema della lettura di formule è stato risolto con l'utilizzo di MathML. Tale linguaggio di marcatura risulta tuttavia troppo complesso e poco efficace per essere utilizzato da persone con disabilità visiva nell'ambito di studi universitari e nella scuola

secondaria di secondo grado per la scrittura di formule. Inoltre, attualmente è quasi impossibile reperire testi scolastici redatti in HTML/MathML e non tutti i browser supportano MathML. Il problema della lettura / scrittura di formule è stato affrontato, ma non del tutto risolto, in svariate modalità. Alcune di queste soluzioni sono state presentate a Didamatica 2015 [1]: tra queste, una delle più significative riguarda il software Lambda (Linear Access to Mathematics for Braille Device and Audio-synthesis) che integra funzionalmente un nuovo codice matematico lineare con un editor per la visualizzazione, la scrittura e la manipolazione. Lo svantaggio principale di tale soluzione è che non è inclusiva, inoltre attualmente il software è disponibile solo per sistemi Windows e non comprende tutti i simboli matematici necessari per gli studi universitari.

In seguito a collaborazioni con lo Study Center for the Visually Impaired (SZS) del Karlsruhe Institute of Technology e con il centro Sinapsi dell'Università Federico II di Napoli e confronti con docenti universitari con esperienza di studenti con disabilità visiva, l'utilizzo del linguaggio LaTeX è apparso essere la migliore soluzione possibile.

LaTeX è un linguaggio per la scrittura di testi con formule usato da oltre 20 anni dalla comunità scientifica per la stesura di testi e pubblicazioni scientifici. È un linguaggio di marcatura con funzionalità di desktop publishing e automazione di gran parte della composizione tipografica, come numerazione, riferimenti incrociati, tabelle e figure, bibliografie, ecc. È distribuito con una licenza di software libero ed è disponibile per i più diffusi sistemi operativi (Windows, MacOS, Linux). Il funzionamento è di tipo WYSIWYM (acronimo di what you see is what you mean): si parte da un file testuale con comandi di marcatura in linea che poi dovrà essere compilato per ottenere un file PDF per stampa o archivi digitali. Essendo un linguaggio di marcatura, esso è adatto ad essere maneggiato e letto dalle tecnologie assistive. I software di sintesi vocali possono infatti leggere direttamente le formule scritte in LaTeX dal momento che esse sono linearizzate come nel caso del linguaggio MathML. Con l'utilizzo di LaTeX la scrittura di una formula è molto più breve, compatta e comprensibile rispetto alla stessa scritta in MathML. LaTeX ha il vantaggio di poter essere usato dagli studenti anche per la scrittura ed è una soluzione del tutto inclusiva e condivisa. Inoltre si ritiene possa essere utilizzato con successo anche nella scuola secondaria di secondo grado [2]. In molti casi però non si dispone del file LaTeX sorgente ma solo del file PDF prodotto dalla compilazione: i contenuti matematici di tale file non sono in generale accessibili. Questo è un problema noto da tempo nella comunità degli sviluppatori LaTeX ed esistono numerosi progetti per lo sviluppo di pacchetti aggiuntivi per rendere il file PDF accessibile. Il Laboratorio Polin nel 2018 ha sviluppato [3] il pacchetto *Axessibility* v. 1.0 basato sul pacchetto *Accsup* che permette, con l'aggiunta di una sola riga di codice nel file LaTeX sorgente, di ottenere PDF con formule accessibili. Più in dettaglio, il pacchetto *Axessibility* inserisce in modo automatico, durante la compilazione, il codice LaTeX delle formule nel file PDF. Tale codice è identificato tramite gli attributi **/Alt** e **/ActualText**, che vengono gestiti correttamente dagli screen reader. A supporto del pacchetto sono stati

sviluppati e resi disponibili dizionari [4] per i software di sintesi vocali più diffusi, Jaws e NVDA, e il software *Accescleaner* [5] per la “pulizia” delle macro.

Nel 2019 è stata rilasciato il pacchetto v. 2.0, in cui tali funzionalità sono state estese agli ambienti multilinea del package standard *Amsmath*. Nel 2020, con la collaborazione di ricercatori esperti di standard PDF, è stato sviluppato e reso disponibile il pacchetto *Axessibility* v. 3.0 [6]. Esso si basa su un pacchetto più evoluto per l'accessibilità, *TagPDF*, sviluppato da Ulrike Fisher [7] e permette di ottenere un PDF con tag di struttura del testo.

Il pacchetto *Axessibility* è gratuito e disponibile sul repository CTAN. È incluso nelle principali distribuzioni standard di LaTeX.

## 2.1 *Axessibility* per DSA

Il problema della gestione delle formule interessa anche gli strumenti compensativi usati da persone con disturbi specifici di apprendimento (DSA). Alcuni di questi strumenti sono a supporto della lettura di testi scolastici in formato digitale, pagine web e documenti PDF; essi però non funzionano bene in presenza di formule. Il Laboratorio Polin ha testato ePico! [8] un software compensativo con moltissime funzionalità. Esso è composto da diversi ambienti: in particolare è stato testato l'ambiente “lettore”. Esso funziona molto bene in presenza di testo ed è in grado di leggere formule molto semplici; non riesce invece a gestire formule mediamente complesse. Queste ultime vengono gestite nel caso di file PDF prodotti con *Axessibility*. Il problema ora è che la formula viene letta in LaTeX e quindi risulta di difficile comprensione: sono stati pertanto sviluppati dei dizionari per il lettore di ePico! che convertono il LaTeX in linguaggio naturale per le lingue italiano e inglese [9]. *Axessibility* risulta utile anche per un altro strumento compensativo questa volta a supporto della scrittura: MateMitica [10]. Esso permette di scrivere con facilità operazioni, formule, espressioni e altre strutture matematiche. *Axessibility*, oltre a permettere la lettura della formula in LaTeX, permette di fare copia/incolla del codice LaTeX da un documento PDF. Questa operazione viene gestita bene da MateMitica infatti si può incollare nel programma il codice LaTeX ed esso viene visualizzato correttamente in formula automatizzando così il passaggio della trascrizione e permettendo subito di proseguire nello svolgimento dell'operazione.

Poiché l'utilizzo di *Axessibility* con software compensativi risulta molto promettente il Laboratorio Polin ha avviato una sperimentazione per avere una valutazione approfondita dell'utilizzo del pacchetto e dei relativi dizionari con strumenti compensativi e per poter procedere ad eventuali miglioramenti o all'aggiunta di ulteriori funzionalità. La sperimentazione, appena iniziata, coinvolge oltre al gruppo di ricerca del Laboratorio molti studenti dell'università con diagnosi di DSA.

## 2.2 Biblioteca scientifica accessibile

In seguito allo sviluppo del pacchetto *Axessibility* e dell'applicazione web *Audiofunctions.web*, che verrà illustrata nel prossimo paragrafo, il Laboratorio ha

avviato un progetto per rendere disponibili testi scientifici in formato digitale accessibile. Il Laboratorio intende rendere disponibili libri per corsi universitari a indirizzo scientifico (matematica, fisica, ingegneria, economia, ecc...), libri di matematica di base e statistica per corsi universitari anche non a indirizzo scientifico. Essi saranno disponibili in formato PDF e, se possibile, HTML nella sezione apposita del sito web del laboratorio [11]. Attualmente sono già disponibili alcuni libri di testo e dispense universitarie. I documenti in formato PDF sono stati realizzati appunto grazie al pacchetto *Axessibility* e all'applicazione *Audiofunctions.web*. I documenti in formato HTML sono stati convertiti dal LaTeX usando il software LaTeXML.

### 3 Accessibilità dei grafici: sonificazione

Per quanto riguarda l'accessibilità dei grafici per persone con disabilità visiva le soluzioni e le ricerche più recenti sono relative alla sonificazione

La sonificazione è una tecnica che consente di trasformare e veicolare informazioni, che per loro natura non sono sonore, sotto forma di stimoli uditivi. Essa consente di percepire informazioni facendo leva sulle capacità che l'udito umano ha di distinguere le variazioni dei parametri del suono quali l'ampiezza, frequenza, durata, timbro e direzione. Inoltre vi è la possibilità di percepire più fonti sonore contemporaneamente e di ricostruirle mentalmente (polifonia), nella quale tanti strumenti diversi per timbro, potenza e frequenza del suono [12] suonano contemporaneamente.

La possibilità di sonificare grafici che rappresentano dati complessi aiuta coloro i quali devono leggerli ad interpretarli. Vi sono esempi in astronomia, in astrofisica [13,14,15] e in cardiologia [16] e nelle scienze ambientali [17].

La sonificazione apre una finestra alle persone con disabilità visive [12] e rende accessibili grafici che potevano essere esplorati con sole descrizioni verbali oppure stampe tattili [18, 19, 20].

Esistono attualmente diverse applicazioni on-line che consentono la sonificazione dei grafici originati da set di dati oppure da funzioni matematiche espresse in forma analitica [21, 22, 23], oltre alla sonificazione tali applicazioni consentono di ricevere anche informazioni tramite audio e feedback tattile (sistemi touch e display braille [21]) che aggiungono l'aspetto propriocettivo all'esplorazione dei grafici.

Una di queste applicazioni è Sas Graphics Accelerator (SGA) che è un componente aggiuntivo per il browser Google Chrome rilasciato per la prima volta nel 2017 ed attualmente arrivato alla versione 5.1. Tale componente aggiuntivo è liberamente e gratuitamente scaricabile dal Chrome Web Store [24]; esso consente a persone con disabilità visive di avere a disposizione una "cassetta degli attrezzi" per poter lavorare gestendo pacchetti di dati di varie origini, dimensioni e formato.

L'applicazione SGA ci mette a disposizione molteplici strumenti di importazione, creazione, consultazione ed esportazione di dati con la possibilità di settare l'ambiente di lavoro a seconda delle proprie esigenze.

Si hanno a disposizione più canali per importare dati. Il primo canale è costituito dall' estrazione di tabelle direttamente da una pagina web, mentre il secondo canale si basa sul caricamento di file con i dati in diversi formati tra cui quelli proprietari di SAS (con cui SGA è ovviamente compatibile) oppure nei formati .csv, .tsv, .xlsx.

L' applicazione SGA permette la modifica dei dati importati applicando filtri, il cambiamento delle intestazioni delle colonne ed altre operazioni molto utili quando si devono manipolare pacchetti di dati organizzati in tabelle. La creazione di grafici di diversa natura (istogrammi, a barre, a torta, a linea, ecc.) partendo dalle tabelle importate è un'operazione semplice che consente di inserire commenti, note ed etichette per migliorare l'accessibilità e la chiarezza del grafico stesso.

La consultazione del grafico è il "cuore" dell'applicazione SGA: possiamo infatti sonificare il grafico così da sentire associato ad ogni dato un suono che varia in frequenza in proporzione al suo valore e varia in direzione a seconda della posizione sul grafico, da destra se il punto che sto sonificando si trova a destra, dal centro se il punto si trova al centro e da sinistra se il punto si trova a sinistra. Tutto ciò consente ad una persona non vedente di ricostruire mentalmente l'andamento del grafico trovandosi alla pari con chi lo può vedere.

SGA è accessibile con gli screen reader JAWS e NVDA per il sistema operativo Microsoft Windows e Voice Over per Mac di Apple

Tra le numerose opzioni modificabili una persona ipovedente può impostare i colori di sfondo e scritte, e di quest' ultime di variarne le dimensioni. Oltre altre impostazioni regolabili per quanto riguarda l'aspetto visivo per migliorare il confort degli utenti, inoltre vi è la possibilità di curare la sonificazione dei grafici abilitando la lettura dei dati del grafico mentre lo si consulta, impostare un audio mono o stereo ed altro ancora.

In questo ambito di ricerca il Laboratorio Polin ha sviluppato e reso disponibile una applicazione web per la sonificazione dei grafici di funzione di una variabile: [AudioFunctions.web](http://AudioFunctions.web) [25].

### 3.1 Audiofunctions.web

[AudioFunctions.web](http://AudioFunctions.web) [25,26] è un'applicazione web basata su sonificazione, icone sonore e sintesi vocale per l'esplorazione multimodale di grafici di funzioni di una variabile da parte persone con disabilità visive. Permette di generare il grafico di una funzione inserendo alcuni parametri in una pagina web. Tale grafico è:

1. fruibile da differenti interfacce quali touchscreen, tastiera, mouse e touchpad;
2. fruibile tramite device mobile e tradizionali;
3. inclusivo poiché ha una rappresentazione simultaneamente grafica e uditiva;
4. di facile inserimento in documenti digitali e pagine web tramite link o codice incorporato.

L'applicazione [22] è sviluppata in HTML e Javascript. Utilizza Web Audio API, un nuovo standard web mediante il quale è possibile manipolare il suono in maniera dinamica, e Web Speech API, che abilita la lettura vocale; le librerie javascript D3 e Function Plot sono utilizzate per disegnare e interagire con i grafici sullo schermo. Insieme, queste tecnologie permettono di esplorare le funzioni mediante touchscreen, mouse o tastiera, sentendo come varia la funzione nel punto esplorato o richiedendo informazioni (coordinate, derivata) sui valori della funzione in qualunque punto esplorato. Nel 2019 AudioFunctions.web ha vinto il primo premio della Tenon Web Accessibility Challenge, Delegates Award - 16th International Web for All Conference a San Francisco.

### 3.2 Sviluppi futuri

Il Laboratorio Polin in quest'ambito si propone di mettere a punto degli strumenti avanzati con funzioni di comparazione che consentano di sonificare oggetti quali serie di dati, tabelle e grafici. Si prevede di usare il maggior numero di parametri sonori possibili (frequenza, durata, timbro, tridimensionalità) e spiegazioni verbali per cercare di trasmettere il maggior numero di informazioni contemporaneamente. Per quanto riguarda la visualizzazione si punta sulla personalizzazione delle impostazioni (contrasto tra sfondo e linee, colori, ingrandimento, ecc.) per consentire agli ipovedenti il massimo confort.

La messa a punto di tali sistemi permette di rendere grafici complessi accessibili usando l'udito e consentendo una visualizzazione con set up completamente personalizzato. Si aprono così campi finora poco esplorati da parte di persone cieche e ipovedenti sia in ambito formativo che lavorativo.

## 4 Dettare e trascrivere formule: il progetto Matematica a voce

Il Laboratorio Polin, oltre al problema dell'accesso a testi scientifici da parte di persone con disabilità visive, ha affrontato il problema relativo al riconoscimento vocale di formule. Software o tecnologie per la dettatura e la trascrizione di formule sarebbero molto utili a persone con disabilità motorie (permanenti o temporanee), uditive e a persone con DSA. Attualmente le tecnologie per lo *speech to text* (STT) sono ad un livello molto elevato di sviluppo. Sono disponibili molti software online e non per trascrivere audio e dettare testo. Anche in questo caso in generale però presentano notevoli difficoltà nella gestione di formule. La scrittura della matematica da parte di persone con disabilità motoria è un problema aperto. Ci sono alcuni software come MathTalk e Google EquatIO che sono promettenti, ma funzionano solo per la lingua inglese. Il Laboratorio Polin, in seguito all'iscrizione di uno studente tetraplegico alla Laurea in Matematica, ha avviato due progetti:

1. sviluppo di software per la dettatura e la modifica di formule matematiche con il riconoscimento della lingua italiana, utile a persone con disabilità motorie;

- sviluppo di software per la trascrizione in testo + LaTeX (o MathML) di lezioni universitarie “con formule”, utile a persone con disabilità motorie, uditive e con disturbi dell’apprendimento.

Per quanto riguarda il primo progetto, il Laboratorio ha sviluppato il prototipo del software SpeechMatE [27], per la dettatura e la modifica di formule con riconoscimento della lingua italiana. Il software ha cinque principali componenti: speech recognizer, parser, LaTeX editor, LaTeX compiler, e PDF viewer. L’interazione con il software avviene con comandi vocali, dettatura di testo o formule. L’input vocale viene processato dallo speech recognizer che lo trascrive in lingua italiana. Il testo viene poi processato dal parser che converte la parte di matematica in un frammento di codice LaTeX, che viene successivamente passato all’editor LaTeX e trasformato in PDF. Il modello di interazione vocale utilizza tre ambienti attivati dalle relative parole chiave: testo (per il testo), matematica (per le formule) e comandi (per i comandi di edit). Dopo una fase di sperimentazione e confronto sono stati scelti, per il riconoscimento vocale, i servizi di Google Cloud e, come editor LaTeX, TeXStudio. Attualmente SpeechMatE gestisce una parte limitata di simboli e espressioni matematiche: l’estensione di queste funzionalità è attualmente in corso di sviluppo.

Il secondo progetto prevede la realizzazione del prototipo di un software che a partire dal video di una lezione universitaria “con formule” fornisca la trascrizione dell’audio con le formule in LaTeX e i sottotitoli con le formule in LaTeX e/o MathML. Il progetto ha vinto un bando per un finanziamento da parte della Fondazione CRT e verrà avviato nel mese di ottobre 2020.

## 5 Conclusione

In questo periodo di emergenza, si è assistito ad un incremento esponenziale dell’utilizzo della didattica a distanza. Essa è stata protagonista indiscussa durante il periodo di lockdown dovuto alla pandemia Covid-19, e costituirà certamente un supporto indispensabile anche dopo la ripresa della didattica in presenza. In questa prospettiva, i progetti del Laboratorio Polin risultano di fondamentale importanza per garantire l’accesso agli studi da parte di persone con disabilità e disturbi specifici dell’apprendimento (DSA). Anche se inizialmente proposte e sviluppate per specifiche classi di utenza, allo scopo di favorire una completa inclusione, le soluzioni innovative proposte dal Laboratorio forniranno un supporto utile all’intera comunità studentesca.

## Bibliografia

- Armano T., Capietto A., Murru N., Rossini R., Tornavacca E. (2015) “Accessibilità e inclusività della matematica in percorsi formativi scolastici e aziendali”, *Atti del Convegno Didamatica2015 su Mondo Digitale*, Vol. 14, No. 58, p. 564-571.

2. Borsero M., Murru N., Ruighi A. (2016) "Il LaTeX come soluzione al problema dell'accesso a testi con formule da parte di disabili visivi". *ArsTexnica*, Vol. 22, p. 12-18.
3. Armano T., Capietto A., Coriasco S., Murru N., Ruighi A., Taranto E. (2018) "An automatized method based on LaTeX for the realization of accessible PDF documents containing formulae", *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 10896, p. 583-589.
4. <https://github.com/integr-abile/axessdicts> (ultimo accesso novembre 2020)
5. <https://github.com/integr-abile/axesscleaner> (ultimo accesso novembre 2020)
6. Ahmetovic D., Armano T., Bernareggi C., Capietto A., Coriasco S., Doubrov B., Kozlovskiy A., Murru N. (2019) "Axessibility 2.0: creating tagged PDF documents with accessible formulae", *Guit Meeting 2019, Ars Texnica*, vol. 27/28, p. 138-145.
7. <https://ctan.org/pkg/tagpdf> (ultimo accesso novembre 2020)
8. <https://www.anastasis.it/catalogo-generale/epico/> (ultimo accesso novembre 2020)
9. [https://github.com/integr-abile/axessdicts/blob/master/ePico/latex\\_ePico\\_it\\_en.ldm](https://github.com/integr-abile/axessdicts/blob/master/ePico/latex_ePico_it_en.ldm) (ultimo accesso novembre 2020)
10. <https://www.anastasis.it/catalogo-generale/matematica/> (ultimo accesso novembre 2020)
11. <http://www.integr-abile.unito.it/knowledge-transfer/accessible-library-2/> (ultimo accesso novembre 2020)
12. Sarkar R., Bakshi S.(2012) "Review on image sonification: a non-visual scene representation", *1st International Conference on Recent Advances in Information Technology (RAIT), IEEE*, pp 86–90.
13. Ye S. Y., Gurnett D. A., Menietti J. D., Kurth W. S., and Fischer G. (2012) "Cassini Observation of Jovian Anomalous Continuum Radiation", *J. Geophys. Res.*, 117, A04211, 15 pages, doi:10/1029/2011JA017135.
14. Diaz-Merced W. L., Candey R. M., Brickhouse N., Schneps M., Mannone J. C. Brewster, S.(2012) "Sonification of Astronomical Data". *New Horizons in Time-Domain Astronomy, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium*, Volume 285, p. 133-136.
15. Candey R. M., Schertenleib A. M., Diaz Merced W. L (2006) "Xsonify sonification tool for space physics", *International Conference on Auditory Display*, (2006).
16. Kather J. N., Hermann T., Bukschat Y., Kramer T., Schad L. R., Gerrit Zöllner F. (2017) "Polyphonic sonification of electrocardiography signals for diagnosis of cardiac pathologies", *Scientific Reports*, volume 7, Article number: 44549.

17. Sawe N., Chafe C., Treviño J. (2020) "Using Data Sonification to Overcome Science Literacy", *Numeracy, and Visualization Barriers in Science Communication. Frontiers in Communication*.
18. Banf M., Blanz V. (2013) "Sonification of images for the visually impaired using a multi-level approach", *Proceedings of the 4th Augmented Human International Conference on - AH '13*.
19. Sorge V., Ahmetovic D., Bernareggi C., Gardner J. (2019) "Scientific Documents", in Yesilada Y., Harper S. (a cura di) *Web Accessibility: A Foundation for Research*, Springer, Chapter 22.
20. Balik S., Mealin S., Stallmann M., Rodman R., Glatz M., Sigler V. (2014) "Including blind people in computing through access to graphs", *ASSETS14 -Proceedings of the 16th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ACM*, pp 91–98.
21. Sensory Interface Project - <https://github.com/SOAndSO/sensory-interface> (ultimo accesso novembre 2020)
22. Ahmetovic D., Bernareggi C., Guerreiro J., Mascetti S., Capietto A. (2019) "AudioFunctions. web: Multimodal Exploration of Mathematical Function Graphs", *International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, San Francisco.
23. Sas graphics accelerator. <http://support.sas.com/software/products/graphics-accelerator> (ultimo accesso novembre 2020)
24. Sas Graphics Accelerator (SGA) : <https://chrome.google.com/webstore/detail/sas-graphics-accelerator/ockmipfaiiahknplinepcaogdillgoko> (ultimo accesso novembre 2020)
25. <http://www.integr-abile.unito.it/audiofunctions.web/> (ultimo accesso novembre 2020)
26. [https://www.youtube.com/watch?v=FLN\\_PmVyiBA](https://www.youtube.com/watch?v=FLN_PmVyiBA) (ultimo accesso novembre 2020)
27. Ahmetovic D., Armano T., Bernareggi C., Coriasco S., Capietto A., Ducci M., Mazzei M., MurruN. (2020) "SpeechMatE: a Speech-driven Maths Editor for motor-impaired people", *ICCHP 2020*.

## Biografie

**Dragan Ahmetovic** è un ricercatore presso l'Università di Milano. Si occupa della ricerca nell'ambito di tecnologie assistive per superare i limiti nell'accesso al mondo reale ed all'informazione di persone con disabilità. In seguito al dottorato di ricerca in informatica presso l'Università di Milano, lavora come Postdoctoral Fellow presso il Cognitive Assistance Lab della Carnegie Mellon University (Pittsburgh, USA) e come assegnista di ricerca presso il laboratorio "S. Polin" per la Ricerca e Sperimentazione di Nuove Tecnologie Assistive per le STEM dell'Università di Torino.

Email: [dragan.ahmetovic@unimi.it](mailto:dragan.ahmetovic@unimi.it)

**Tiziana Armano** è tecnico della ricerca presso il Dipartimento di Matematica “G. Peano” dell’Università degli Studi di Torino. Si occupa di e-learning e tecnologie per la didattica. Ha fatto parte del gruppo di ricerca del progetto “Per una matematica accessibile e inclusiva” dal 2012 ed è membro del Laboratorio Polin. In questo ambito ha seguito in particolare lo sviluppo del pacchetto Axxessibility e attualmente si occupa del progetto Matematica a voce.

Email: [tiziana.armano@unito.it](mailto:tiziana.armano@unito.it)

**Cristian Bernareggi** ha conseguito il dottorato di ricerca in informatica nel 2006. Tra il 2004 e il 2009 ha condotto ricerca in ambito HCI nei progetti europei LAMBDA ed @Science. Dal 2007 è collaboratore tecnico scientifico in ambito informatico per l’Università degli Studi di Milano. Tra il 2011 e il 2018 ha partecipato alla fondazione e alla crescita dello spin-off EveryWare Technologies per lo sviluppo di tecnologie assistive su dispositivi mobili. Dal 2018 collabora con il Laboratorio Polin dell’Università degli Studi di Torino sull’accessibilità alle STEM per persone con disabilità.

Email: [cristian.bernareggi@unimi.it](mailto:cristian.bernareggi@unimi.it)

**Anna Capietto** è Professore Ordinario di Analisi Matematica. Da 15 anni è Referente per le tematiche degli studenti con disabilità presso il Dipartimento di Matematica. Dal 2013 è responsabile del progetto “Per una matematica accessibile e inclusiva”, le cui attività hanno condotto nel novembre 2018 all’istituzione del Laboratorio per la ricerca e la sperimentazione di nuove tecnologie assistive per le STEM “S.Polin”. E’ presidente del Comitato Public Engagement dell’Università di Torino e membro del GEV (Gruppo Esperti Valutatori) di Terza Missione presso il MUR.

Email: [anna.capietto@unito.it](mailto:anna.capietto@unito.it)

**Sandro Coriasco** è Professore Associato di Analisi Matematica presso il Dipartimento di Matematica “G. Peano” dell’Università degli Studi di Torino. Si occupa di analisi microlocale e di analisi globale su varietà non compatte e su varietà con singolarità. È un componente del gruppo di ricerca sulle tecnologie assistive presso il Laboratorio “S. Polin”, attivo presso il medesimo Dipartimento. In tale ambito si occupa, in particolare, dello sviluppo del pacchetto LaTeX axessibility e, più in generale, dei temi collegati all’accessibilità dei contenuti matematici.

Email: [sandro.coriasco@unito.it](mailto:sandro.coriasco@unito.it)

**Mattia Ducci** ha conseguito la laurea magistrale in informatica all’Università degli Studi di Milano nel 2019. Durante e dopo l’università ha collaborato a vari progetti incentrati sul tema dell’accessibilità: da soluzioni su dispositivi mobili per persone con disabilità visive (Università degli Studi di Milano) a soluzioni per rendere più accessibili le materie scientifiche (Università degli Studi di Torino).

Dal 2018 lavora come consulente informatico in un'azienda per sviluppo mobile iOS e cross-platform e full-stack.

Email: [mattia.ducci@unito.it](mailto:mattia.ducci@unito.it)

**Chiara Magosso** è attualmente borsista presso il Laboratorio "S. Polin" del Dipartimento di Matematica "G. Peano" dell'Università degli Studi di Torino, dove si occupa di rendere i progetti attivi nel laboratorio adatti anche a persone con Disturbi Specifici di Apprendimento. In particolare, è dedicata alla ricerca e allo studio di soluzioni accessibili a favore delle stesse e di interfacciare il pacchetto LaTeX Accessibility con i più diffusi software compensativi per DSA. Ha conseguito la laurea di primo livello in fisica ed è attualmente iscritta al corso di laurea magistrale in fisica con indirizzo fisica delle tecnologie avanzate.

Email: [chiara.magosso@edu.unito.it](mailto:chiara.magosso@edu.unito.it)

**Alessandro Mazzei** ha conseguito la laurea in Fisica (indirizzo Cibernetico) presso l'Università Federico II di Napoli nel 2000 e il titolo di Dottore di Ricerca in Informatica presso l'Università degli Studi Torino nel 2005, dove è ricercatore presso il Dipartimento di Informatica. I suoi interessi di ricerca includono le ontologie giuridiche, la sintassi e la semantica computazionale, la generazione automatica del linguaggio, i sistemi di dialogo, il ragionamento automatico, le tecnologie assistive e il food computing. È autore di oltre 100 lavori scientifici peer reviewed.

Email: [alessandro.mazzei@unito.it](mailto:alessandro.mazzei@unito.it)

**Nadir Murru** è Professore Associato presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Trento. Si occupa principalmente di ricerca in teoria dei numeri e crittografia, ma con attenzione anche ad altre applicazioni dell'algebra. È collaboratore del Laboratorio S. Polin del Dipartimento di Matematica dell'Università di Torino presso cui ha svolto varia attività di disseminazione e sviluppo di nuove tecnologie per il supporto a persone con disabilità e DSA negli studi (in particolare scientifici).

Email: [nadir.murru@unitn.it](mailto:nadir.murru@unitn.it)

**Adriano Sofia** è attualmente assegnista di ricerca presso il Laboratorio "S. Polin" dell'Università degli Studi di Torino dove si occupa di sonificazione e accessibilità. Conseguita la Laurea Magistrale in Fisica con Lode i suoi interessi scientifici riguardano due filoni: il primo incentrato sulle simulazioni di dinamica molecolare classica ed ab initio applicata alla fisica della materia e alla biochimica, e il secondo riguarda le tecnologie assistive e l'accessibilità.

Email: [adriano.sofia@unito.it](mailto:adriano.sofia@unito.it)

# An Investigation of High School Students' difficulties with Iteration-Control Constructs

Emanuele Scapin, Claudio Mirolo

## Abstract

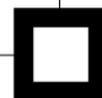
A number of studies report about students' difficulties with basic flow-control constructs, and specifically with iteration. As part of a project whose long-run goal is identifying methodological tools to improve the learning of iteration constructs, we analyzed the answers of a sample of 164 high school students to three small programming tasks and two questions on their perception of difficulty. The results of the analysis suggest that more teaching efforts should be addressed to the development of a method to approach programming tasks and, more specifically for iteration, to the treatment of loop conditions in connection with the specifications in the application domain

**Keywords:** Informatics education, Programming learning, High school, Iteration constructs, Novice programmers

## 1. Introduction

Students' difficulties to master programming concepts are well known to computer science educators [1,5,7]. The reasons may be manifold, including lack of problem solving skills, accuracy, or intensive practice; according to Gomes and Mendes, in particular, programming requires "not a single, but a set of skills" [4]. However, part of the difficulties may be related to the habits and expectations of both teachers and learners [5,9]. Recurrent problems and misconceptions have been revealed even for such basic flow-control constructs as conditionals and loops [2,6]. Although these issues have not yet been widely explored for pre-tertiary education, anecdotal evidence suggests that high-school students may fail to develop a viable model of the underlying computation or be unable to grasp the connection between code execution and functional purpose.

On this basis, we engaged on a project to investigate the teaching and learning of *iteration*, at secondary school level, as well as to identify methodological tools



to enhance code comprehension. The first steps of this project, discussed in [10], explored teachers' and students' perceptions of the main difficulties that can hinder the mastery of programming, in general, and more specifically of iteration. Here we will proceed by analyzing students' performances in three *tasklets* involving different features of the iteration constructs and the answers to two questions about their subjective perception of difficulty.

The structure of the paper is as follows. After presenting, in section 2, the two questions and the three tasklets, in section 3 we summarize the results of the analysis. Then, in section 4 we discuss our interpretation of the findings and outline possible future perspectives.

## 2. Tasklets and questions

The survey was administered to 164 students attending classes on introductory programming, mostly at the end their second or third year, depending on the kind of school, lyceum or technical institute. The survey included a few general questions and three small tasks addressing each of the learning dimensions introduced in [8], namely the understanding of the computation model underlying iteration, the ability to grasp the relationships between loop components and problem at hand, the ability to abstract on the program structures based on iteration constructs. Two of the questions, in particular, were meant to investigate students' perception of difficulties with iteration.

To address program comprehension, the first aspect that we considered important to explore was the ability to understand the connection between loop condition and statement of the problem (*tasklet 1*, where the program was given in flow-chart form). A second aspect addressed by our analysis was students' mastery of the "mechanics" of the functioning of a loop controlled by a non-trivial condition (*tasklet 2*). The third aspect that we wanted to investigate was the ability to grasp comprehensively combinations of conditionals and iteration constructs, for which we asked to recognize equivalence between different programs (*tasklet 3*).

### 2.1. Tasklet 1: identifying the correct loop condition

Task description:

*The algorithm represented by the flow chart in Fig. 1 computes the number of bits of the binary representation of a positive integer  $n$ , i.e. the smallest exponent  $k$  such that  $2^k$  is greater than  $n$ . Choose the appropriate condition among the four listed below.*

The four options are: " $2^k = n$ ", " $2^k \leq n$ ", " $2^k < n$ " and " $2^k > n$ ".

This task can be achieved by carefully reading the above statement and then by figuring out the relationship between  $k$  and  $n$  after exiting the loop, depending on the chosen condition.

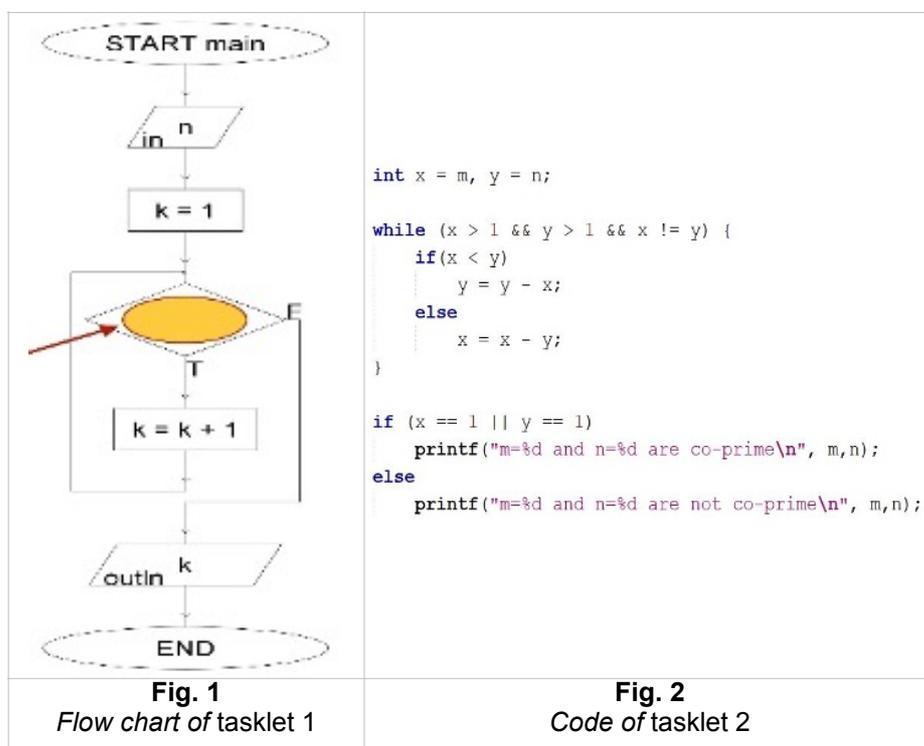
## 2.2. Tasklet 2: determining the number of iterations

Task description:

The program whose code is shown in Fig. 2 checks if two positive integers  $m$  and  $n$  are co-prime. If the input values are  $m=15$  and  $n=44$ , how many times the while loop will iterate?

Students had to choose among five options: "0", "1", "2", "3", "4 or more", and "the loop never ends".

As we can see in Fig. 2, the loop presents a composite condition (with two *ands*) and a nested *if-else* construct. The correct option can be identified by tracing the code execution.



## 2.3. Tasklet 3: recognizing functionally equivalent programs

Task description: Consider the five programs in Fig. 3 and assume that the input values of  $m$  and  $n$  are always positive integers. Two such programs are equivalent if they compute and print the same output whenever they are run with the same input data. Identify the equivalent programs in Fig. 3.

In order to approach this last task on functional equivalence, students were required to look at code execution from a higher abstraction level, so as to grasp the behavior of the nested constructs comprehensively.

## 2.4. Questions

The students were asked two simple questions about their difficulties and main sources of mistakes. To answer the first question, “*What do you find most difficult when you use loops?*”, students could choose among the five most significant difficulties emerged from the teachers’ interviews [10]: 1) To find the condition of the *while* or *do-while* loop; 2) To define a complex condition including logical operators such as AND, OR, NOT, XOR; 3) To deal with nested loops; 4) To understand, in general, when the loop should end; 5) To deal with the loop control variable.

To answer the second (open) question considered here, “*What kind of mistakes affected your performance most significantly?*”, students could indicate any potential source of error.

## 3. Results

In this section we will first present the data relating to the students’ subjective perception; then we will analyze their performances on the three tasklets, also in connection with their perceptions of difficulties.

```
// 1
x = m;
y = n;

while ( x != y ) {

    while ( x < y )
        x = x + m;
    while ( x > y )
        y = y + n;
}

printf("result: %d\n", x);

// 2
x = m;
y = n;

while ( x != y ) {

    if ( x > y )
        y = y + m;
    else
        x = x + n;
}

printf("result: %d\n", x);

// 3
x = m;
y = n;

while ( x != y ) {

    while ( x < y || x > y ) {
        x = x + m;
        y = y + n;
    }
}

printf("result: %d\n", x);

// 4
x = m;
y = n;

while ( x != y ) {

    if ( x < y )
        x = x + m;
    else
        y = y + n;
}

printf("result: %d\n", x);

// 5
x = m;
y = n;

while ( x != y ) {

    if ( x < y )
        x = x + x;
    else
        y = y + y;
}

printf("result: %d\n", x);
```

**Fig. 3**  
The five programs of tasklet 3

### 3.1. Questions

Let us first consider the multiple-choice question “*What do you find most difficult when you use loops?*”. The percentages relative to each of the five options are summarized in the pie chart in Fig. 4.

The data show that, in the students’ perception, the most significant difficulty is to deal with nested loops (41.5%). The definition of complex conditions comes next (23.2%), perhaps because composite conditions use Boolean operators and they do not know how to use them properly. The third most frequent option was envisaging a suitable termination condition for a *while* loop or a *do-while* loop (15.2%). Finally, the other possible answers were: understanding, in general, when an iteration should stop (12.8%) and managing the loop control variable (7.3%).

Now, the following observation is worth mentioning: while students perceived nested loops as a crucial issue, they were perhaps to a lesser extent aware of their difficulties concerning loop conditions that emerge in particular, as we will see shortly, from their responses to *tasklet 1*.

As to the open question about the mistakes having the most significant impact on students’ programming performances, the recurrent answer patterns and the percentages of the related frequencies are listed in Table 1.

Table 1 highlights that several students tend to ascribe their poor achievements to generic factors, such as distraction/inattention (26.2%) or lack of time (5.5%), rather than to conceptual factors. On the other hand, they appear to underestimate other problems pointed out by their teachers, in particular carelessness while reading a text and insufficient homework practice. The most relevant conceptual issues identified by the students are connected with iteration (10.4%), confirming the importance of the subject in an introductory course, and with the management of functions and subroutines (10.4%), the latter being probably explained by novices’ difficulties with parameter-passing and return values.

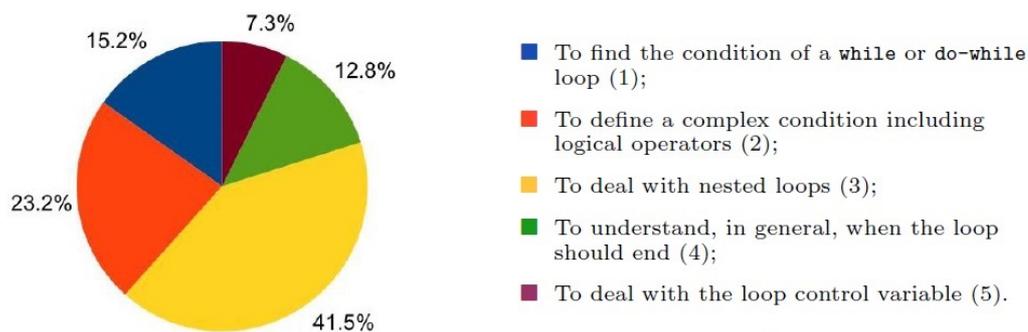


Fig. 4

Major difficulty with iteration in students’ perception

**Table 1**  
*Reasons of mistakes identified by students*

<b>Kind of mistakes</b>	<b>Percentage</b>
Inattention, distraction	26.2%
Iterations, loops	10.4%
Functions, subroutines	10.4%
Syntax, commands	7.3%
Understanding, interpretation	6.1%
Time, slowness, haste	5.5%
Logic, mathematics	4.9%
Objects, classes, methods	3.7%
Exercises, housework	3.7%
Without answers	10.4%
Others answers	11.6%
	100.0%

### 3.2. Tasklet 1: identifying the correct loop condition

The results obtained, for all the students who responded to the survey, are shown in Table 2. Less than 40% of them provided the correct answer ( $2^k \leq m$ ), whereas more than 40% chose one of the two seriously wrong options ( $2^k = n$  or  $2^k > n$ ).

**Table 2**  
*Distribution of choices of the loop condition for tasklet 1*

<b>Option</b>	<b>Percentage</b>	
$2^k = n$	3.7%	Correct
$2^k \leq n$	38.4%	
$2^k < n$	20.1%	
$2^k > n$	37.8%	
	100.0%	

The proposed problem, despite being simple, based on an elementary *while* loop and a plain condition, has highlighted some unexpected difficulties on the part of the students, probably due to the fact that they did not test their solutions by tracing the code, or perhaps because they have not a clear understanding of the mathematical meaning of the loop condition.

Below (see Table 3) the distribution of students' answers to *tasklet 1* are compared with their answers to the question regarding their difficulties with iteration<sup>1</sup>.

**Table 3**  
*Choices of the loop condition vs. perception of difficulty with iteration*

Option	1	2	3	4	5
$2^k = n$	0.0%	0.0%	1.8%	1.2%	0.6%
$2^k \leq n$	4.3%	9.2%	17.7%	5.5%	1.8%
$2^k < n$	4.9%	4.9%	7.3%	2.4%	0.6%
$2^k > n$	6.1%	9.2%	14.6%	3.7%	4.3%
	15.2%	23.2%	41.5%	12.8%	7.3%

The data presented in Table 3 show that there is not a large correlation between incorrect choices for *tasklet 1* and perception of this specific point as a major source of difficulty.

### 3.3. Tasklet 2: determining the number of iterations

In this case (see Table 4) about 60% of the students identified the right answer, i.e. 3 iterations. Thus, a large majority of them seem to understand the mechanics of iteration as well as the meaning of a composite loop condition. The higher rate of success in this task can probably be ascribed to the fact that the students were tacitly induced to trace the code execution, what they apparently did not do to test their conjectures about program behavior in the other two tasklets.

**Table 4**  
*Answers reporting different numbers of iterations*

Number of iterations	Percentage	
0	3.7%	
1	9.1%	
2	15.2%	
3	60.4%	Correct
4 or more	6.1%	
never ends	5.5%	
	100.0%	

<sup>1</sup> For simplicity, in Table 3, 5 and 7 we refer to the answers to the first question by the numbers reported in Fig. 4, namely: 1) To find the condition of the while or do-while loop; 2) To define a complex condition including logical operators such as AND, OR, NOT, XOR; 3) To deal with nested loops; 4) To understand, in general, when the loop should end; 5) To deal with the loop control variable.

Again, we can compare the distribution relative to the different options of *tasklet 2* with students' subjective perception of difficulties with iteration, see Table 5. In this respect, it is interesting to note that the incidence of (awareness of) difficulties pertaining to the management of complex conditions is higher among those students who responded to *tasklet 2* correctly (15.2%) than among those who provided a wrong number of iterations (overall 7.9%), and it is almost negligible in connection with severely wrong options (no or unending repetitions: 1.2%).

**Table 5**  
*Choices of the number of iterations vs. perception of difficulty with loops*

Number of iterations	1	2	3	4	5
0	1.2%	0.0%	1.2%	1.2%	0.0%
1	2.4%	0.6%	2.4%	1.8%	1.8%
2	3.1%	4.3%	6.7%	0.6%	0.6%
3	7.9%	15.2%	25.6%	7.3%	4.3%
4 or more	0.6%	2.4%	1.8%	1.2%	0.0%
never ends	0.0%	0.6%	3.7%	0.6%	0.6%
	15.2%	23.2%	41.5%	12.8%	7.3%

### 3.4. Tasklet 3: recognizing functionally equivalent programs

As shown in Table 6, less than 20% of all the students who answered the survey were able to recognize the two equivalent programs among those proposed in *tasklet 3*, namely program 1 and 4.

**Table 6**  
*Programs reported as equivalent in tasklet 3*

Program	Percentage	
Programs 1 and 4	18.9%	Correct
Programs 4 and 5	13.4%	
Programs 2 and 4	11.0%	
Programs 1 and 3	7.3%	
Programs 1,4,5	3.7%	
Programs 1,2,3,4,5	1.8%	
Others	43.9%	
	100.0%	

In particular, a large part of the students (43.9%) provided meaningless or decidedly incorrect answers, often indicating only one program (30.5%), which suggests that they either did not understand the problem statement or made a random choice just to proceed with the next items in the survey. A number of students (11.0%) selected the pair of programs 2 and 4 as equivalent, perhaps

equivocating the condition of the nested *if*. In any case it seems that most students did not try to trace the code execution to test their conjectures. However, at least it appears that students' perception of difficulty with nested constructs is consistent with the actual state of affairs.

Finally, Table 7 compares the answers to *tasklet 3* with the subjective perception of difficulties when dealing with iteration. Again, there does not seem to emerge a clear correlation between actual and perceived difficulties with nested loops.

**Table 7**  
*Choices about program equivalence vs. perception of difficulty with iteration.*

Program	1	2	3	4	5
Programs 1 and 4	1.8%	5.5%	7.9%	3.1%	0.6%
Programs 4 and 5	2.4%	4.3%	6.1%	0.6%	0.0%
Programs 2 and 4	1.2%	2.4%	5.5%	0.6%	1.2%
Programs 1 and 3	1.2%	2.4%	2.4%	0.6%	0.6%
Programs 1,4,5	1.2%	0.0%	1.8%	0.0%	0.6%
Programs 1,2,3,4,5	0.0%	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%
Others	12.2%	8.5%	12.8%	6.7%	3.7%
	20.1%	23.2%	38.4%	11.6%	6.7%

#### 4. Discussion

The findings summarized in the previous section, relative to the high school context, appear in accordance with the conclusions of previous work addressing novices' difficulties with conditionals and loops, as pointed out for instance in [2,6]. More specifically, dealing with nested flow-control structures and, to a lesser extent, with loop conditions seem to be major challenges, the former also in the students' perception.

Here are a few additional thoughts:

- The poor performance in *tasklet 1* suggests that several students cannot master the loop condition in connection with the problem at hand, sometimes possibly because they are undecided between the roles of "exit" vs. "continue" condition.
- When students have to trace the code execution, as in *tasklet 2*, most of them are able to determine the correct outcome or make minor mistakes. This suggests that most high school students develop a viable mental model of the *notional machine* [3] underlying code execution.
- It is interesting to observe that as many as 77% of the students who achieved *tasklet 2* successfully, provided *seriously* incorrect answers to *tasklet 1* or *tasklet 3*. So, it seems that students are not inclined to exploit their tracing abilities in order to test their first conjectures about code execution. This may be due either to laziness or to lack of method to

approach programming tasks, the latter being relevant from a pedagogical perspective.

- Finally, the students seem to underestimate their difficulties to deal with loop conditions. Indeed, only a small percentage of those who were wrong in *tasklet 1* or *tasklet 2* seem also to be aware of that problem.

### Insights for instructors

Two major insights can be drawn from the points listed above. First, more effort should be focused on the development of a method to approach programming tasks, in particular to identify suitable test cases. Second, the role and treatment of loop conditions is worth more attention, especially in connection with the problem domain.

## 5. Conclusions

In this paper we have described one of the preliminary steps of a project whose main goal is to identify methodological instruments to improve high school students' mastery of iteration. We have analyzed how a sample of students responded to a survey including three small programming tasks and two questions about their subjective perception of difficulty. The results seem to suggest that most students have developed a sufficiently accurate model of the notional machine, but probably lack an operating method to approach programming tasks.

We are currently planning to extend the scope and depth of this exploratory study by designing a survey to cover a range of (small) programming tasks, to be used as a basis to devise effective instructional strategies.

## References

1. Bennedsen, J., Caspersen, M. (2007). "Failure rates in introductory programming", *SIGCSE Bulletin* 39, 3-36
2. Cherenkova, Y., Zingaro, D., Petersen, A. (2014). "Identifying challenging cs1 concepts in a large problem dataset", *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '14)*. 695-700.
3. du Boulay, B. (1986). "Some Difficulties of Learning to Program". *J. of Educational Comput. Research* 2(1). 57-73.
4. Gomes, A., Mendes, A. (2007). "Learning to program - difficulties and solutions", *Proceeding of the International Conference on Engineering Education (ICEE)*. 283-287.
5. Jenkins, T. (2002). "On the difficulty of learning to program", *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> annual LTSN ICS Conference*.
6. Kaczmarczyk, L.C., Petrick, E.R., East, J.P., Herman, G.L. (2010). "Identifying student misconceptions of programming", *Proceedings of the*

41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '10). 107-111.

7. Lewandowski, G., Gutschow, A., McCartney, R., Sanders, K., Shinnars-Kennedy, D. (2005). "What novice programmers don't know", *Proceedings of the first international workshop on computing education research (ICER '05)*. 1-12.
8. Mirolo, C. (2012). "Is iteration really easier to learn than recursion for cs1 students?", *Proceedings of the Ninth Annual International Conference on International Computing Education Research (ICER '12)*. 99-104.
9. Robins, A., Haden, P., Garner, S. (2006). "Problem distributions in a cs1 course", *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education (ACE '06)*. 165-173.
10. Scapin, E., Mirolo, C. (2019). "An Exploration of Teachers' Perspective About the Learning of Iteration-Control Constructs" in Pozdniakov S., Dagienè V. (eds) *Informatics in Schools. New Ideas in School Informatics*. ISSEP 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11913. Springer, Cham.

## Biography

**Claudio Mirolo** is researcher in Computer Science at the University of Udine, department of Mathematics, Computer Science and Physics, where he currently teaches introductory programming, computational geometry and computer science education. He is also responsible for the education and training programmes offered to prospective high school teachers of computer science. His research interests include students' learning of programming, both at the university and upper secondary levels of instruction, as well as the role of computational thinking in general primary and secondary education.

Email: [claudio.mirolo@uniud.it](mailto:claudio.mirolo@uniud.it)

**Emanuele Scapin** is an experienced Computer Science teacher at the I.T.T. "G. Chilesotti" in Thiene (VI). Currently, he is pursuing a PhD programme at the University of Udine, with a research project in Computer Science Education. His main topic of interest concerns task-related models to improve the learning of programming, and more specifically iteration, at the upper secondary instruction level.

Email: [scapin.emanuele@spes.uniud.it](mailto:scapin.emanuele@spes.uniud.it)

## Voci dalla scuola al tempo del Coronavirus: dal MOOC all'eBook

Nicoletta Di Blas, Barbara Di Santo, Aldo Torrebruno

### Sommario

A marzo 2020 il Politecnico di Milano ha proposto alla scuola italiana un MOOC sulla didattica remota, per reagire all'emergenza Covid-19. Il MOOC ha raccolto nel complesso 3660 docenti, da tutta Italia e anche dall'estero. I ricercatori del Politecnico hanno pubblicato un instant e-book con le testimonianze dei docenti, che offre uno spaccato vivo e autentico di quanto avvenuto. Questo articolo racconta l'esperienza del MOOC (struttura e organizzazione), presenta i dati di un questionario proposto ai partecipanti (più di 1000 risposte) e propone riflessioni su come i docenti hanno affrontato la sfida della Didattica a Distanza al tempo del Coronavirus.

### Abstract

Starting from March 2020, Politecnico di Milano offered a MOOC on remote teaching to the Italian school. The MOOC collected a total of 3660 teachers, from all over Italy and abroad. An instant e-book with the testimonies of the teachers, which offers a lively and authentic insight into what happened, was published. This article tells the experience of the MOOC (structure and organization), presents data of a questionnaire to the participants (more than 1000 respondents) and reflects on how teachers faced the challenge of remote teaching at the time of the Coronavirus.

**Keywords:** Distance Learning; Coronavirus; COVID-19; Technologies for Education; Teacher training

### 1. Introduzione

La decisione di sospendere le attività didattiche presso il Politecnico di Milano, a causa del Covid-19, è giunta in un momento molto particolare, nella settimana di "interregno" tra il termine della sessione di appelli degli esami di profitto del primo semestre e l'inizio delle lezioni del secondo semestre. Di fatto, il secondo semestre è stato inizialmente rimandato di una settimana, poi, quando è stato



evidente che la chiusura si sarebbe prolungata, l'Ateneo ha deciso di erogare tutte le attività mantenendo la sincronicità, secondo gli orari predisposti, ma a distanza. Le due settimane che sono state necessarie per operare una trasformazione così radicale dell'offerta didattica e aiutare i docenti a comprendere cosa significasse erogare i propri insegnamenti a distanza sono state tra le più dense di cui abbiamo memoria. Al contempo però l'Ateneo ha anche avuto la forza e la responsabilità di non chiudersi in sé stesso, ma di aprirsi quanto più possibile al mondo della scuola; il Rettore ha fatto appello a tutti coloro i quali avessero contatti con le scuole di pensare a come avremmo potuto essere d'aiuto a tutti i docenti d'Italia, che improvvisamente si vedevano costretti a affrontare la sfida della Didattica A Distanza (DaD), con un grado di preparazione estremamente variegato, come si è poi potuto verificare con il presente studio.

Il laboratorio HOC-LAB ha immediatamente risposto con entusiasmo alla richiesta; si tratta infatti di un laboratorio multidisciplinare del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria, aperto a ricercatori di diversa formazione, tecnologi ma anche umanisti, che si occupa di Didattica innovativa, dalla scuola dell'infanzia fino all'università, sviluppando metodologie e strumenti. Crediamo fermamente che lo strumento, senza una adeguata preparazione metodologica, non possa fare la differenza, o che, addirittura, possa farla in termini negativi, mentre siamo convinti che una solida riflessione pedagogica debba sempre accompagnare le sperimentazioni tecnologiche nella didattica. Per questo eroghiamo da molti anni un master online di primo e secondo livello in tecnologie per la didattica (DOL – [www.dol.polimi.it](http://www.dol.polimi.it)), attivo dal 2003 e che negli anni ha formato oltre 2.000 insegnanti delle scuole di ogni ordine e grado [2]. Da alcuni anni in ogni edizione scegliamo uno o due insegnamenti compresi nel piano degli studi del DOL e li offriamo sotto forma di MOOC, sia in ottica di lifelong learning per i nostri *alumni*, sia per offrire una formazione agile e meno strutturata rispetto al master a docenti interessati alla didattica innovativa, ma che non possano affrontare l'impegno di un master.

Abbiamo quindi pensato, per fronteggiare l'imminente massiccio utilizzo della Dad in tutte le realtà educative italiane, di offrire in forma di MOOC (corso aperto online massivo) il modulo "E-collaboration a scuola e no", all'interno delle proposte "Polimi4Schools" di supporto alla scuola italiana, che comprendevano anche altri corsi online, un ciclo di webinar, strumenti e risorse. Abbiamo voluto riflettere, assieme agli insegnanti delle scuole di ogni ordine e grado, su cosa significasse cambiare radicalmente la propria didattica, mettendo in circolo virtuoso buone pratiche che i colleghi stavano realizzando, creando una comunità di mutuo supporto e ricca di spunti.

## 2 II MOOC

La decisione di offrire il MOOC "E-collaboration a scuola e no" ai docenti di tutta Italia, a fronte dell'emergenza sanitaria, è stata pressoché immediata. Quando, a partire dalla fine di febbraio, i diversi decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri "...contenenti misure urgenti in materia di contenimento e gestione

dell'emergenza epidemiologica da COVID-19" ed emanati in rapida successione fino all'8 marzo, hanno chiarito che le scuole sarebbero rimaste chiuse almeno fino al 3 aprile. Siamo diventati subito consapevoli di stare per affrontare una situazione straordinaria che richiedeva misure straordinarie. Abbiamo pensato che fosse necessario allestire uno spazio protetto, eppure aperto, in cui gli insegnanti potessero trovare disponibili "una cassetta degli attrezzi" e un'agorà virtuale di confronto e condivisione, proponendo una formazione di livello universitario ma senza vincoli di accesso. La formula del MOOC (*Massive Open Online Course*), per sua stessa natura, si prestava a tali condizioni: la modalità di erogazione avrebbe sfruttato appieno le potenzialità dell'apprendimento in rete e avrebbe risposto in maniera immediata alla richiesta di una formazione flessibile rispetto ad ogni esigenza di luogo, orario e tempi di apprendimento. Il corso sarebbe potuto così diventare un'opportunità di approfondimento per imparare cose nuove, per sistematizzare conoscenze pregresse, ma soprattutto per garantire un confronto e un aiuto immediato in un momento di difficoltà e tensione.

## 2.1 Diffusione e calendario di erogazione

Il laboratorio HOC non è nuovo all'erogazione di MOOC dedicati alla didattica supportata dalle nuove tecnologie (il primo esperimento risale al 2014): sapevamo quindi di poter contare, per la diffusione, su una comunità di docenti attiva su tutto il territorio nazionale. Il 10 marzo abbiamo inviato una prima comunicazione agli Uffici Scolastici Regionali e Provinciali per informare dell'apertura del corso e, successivamente, la stessa comunicazione è stata inviata anche a tutte le scuole pubbliche italiane di ogni ordine e grado. La terza ondata di comunicazioni ha raggiunto invece la community di più di 5.000 insegnanti che, a vario titolo, sono rimasti connessi negli anni alle attività del laboratorio HOC. In contemporanea, abbiamo utilizzato il sito web del master DOL, l'account Facebook del laboratorio e le pagine dedicate ai progetti per la scuola per pubblicizzare l'iniziativa anche sui canali social. Un supporto alla diffusione è arrivato anche dai canali web dell'Ateneo (<https://www.polimi.it/corsi/link-e-risorse-utili/polimi4school/>).

Nel corso delle settimane successive, sono stati inviati recall dedicati alle stesse mailing list già citate sino all'ultima comunicazione risalente a una settimana prima della chiusura delle registrazioni. Una prima ipotesi di calendario prevedeva che le iscrizioni si sarebbero chiuse il 15 aprile e l'erogazione del corso, partita il 17 marzo, si sarebbe conclusa il 30 maggio. Il 10 marzo sono arrivate 762 registrazioni. Al 15 aprile (data di chiusura delle iscrizioni) avevamo raggiunto i 2250 iscritti da tutta Italia e anche dall'estero. A quel punto, a fronte della situazione di emergenza prolungata, abbiamo deciso di procrastinare la chiusura delle iscrizioni al 30 maggio, lasciando il corso disponibile fino al 15 luglio. Alla chiusura definitiva delle iscrizioni, i partecipanti erano ben 3660: docenti italiani che vivono all'estero, docenti stranieri in Italia ma anche dal Venezuela, dal Sud-Africa, nonostante il corso sia stato erogato in lingua italiana.

## 2.2 Modalità di erogazione e contenuti

Il corso è stato erogato in modalità di autoapprendimento tramite piattaforma eLearning Moodle alla quale ciascun partecipante ha potuto accedere in autonomia per scaricare i materiali, partecipare ai forum di discussione e svolgere le attività. La formula adottata ha risposto all'esigenza di aprire a un numero idealmente infinito di partecipanti e di garantire l'erogazione.

Abbiamo selezionato due moduli opzionali del master DOL (corrispondenti a un impegno di circa 100 ore), i cui contenuti meglio rispondevano ai bisogni immediati del momento: accesso a strumenti e ambienti di apprendimento a supporto della DaD. Nello specifico i titoli dei due moduli sono: "E-collaboration a scuola e no" (docenti: Matteo Uggeri, Fondazione Politecnico di Milano - Aldo Torrebruno, Politecnico di Milano) e "Strumenti Open Source per la didattica" (docente: Aldo Torrebruno, Politecnico di Milano).

Abbiamo inteso offrire dunque un'opportunità di formazione flessibile che lasciasse ognuno libero di organizzare la propria tabella di marcia in autonomia, senza seguire un calendario delle scadenze per lo studio e lo svolgimento delle attività.

Il primo dei due moduli, "E-collaboration a scuola e no" si articola in due parti. La prima affronta le tecnologie e le metodologie per una nuova didattica sottolineando il legame indissolubile che le collega e il continuo rincorrersi di diversi strumenti e modi di utilizzarli, a partire dalle piattaforme *ad hoc*, i cosiddetti Learning Content Management Systems (LCMS) fino al proliferare di tool web 2.0, e/o anche social network che, spesse volte non progettati per scopo prettamente didattico, vengono facilmente piegati proprio verso un utilizzo adatto all'aula universitaria o alla classe scolastica. La seconda parte riflette, invece, sulla possibilità ormai concreta di estendere la didattica al di fuori del contesto scolastico in senso stretto. Dopo una breve rassegna delle principali tecnologie mobili presenti sul mercato, vengono presentati alcuni servizi web dedicati alla didattica collaborativa e illustrate alcune best practice ed esperienze significative.

Il secondo modulo, "Strumenti Open Source per la didattica", affronta il tema delle tecnologie Open Source (OS), che già da molti anni rappresentano una interessante e promettente possibilità per gli operatori nel campo della formazione. A partire da una sintetica classificazione delle tecnologie OS per la didattica, il corso offre una utile rassegna di alcuni strumenti che rappresentano una valida alternativa al software commerciale. I contenuti sono stati proposti tutti e subito, senza seguire una scansione temporale; comprendevano le dispense dei moduli, tutorial, articoli, video etc.

Accanto al MOOC, inoltre, a tutti i partecipanti è stato garantito l'accesso alla Biblioteca delle risorse integrative del Master, uno spazio di consultazione sempre in divenire dedicato a strumenti e materiali aggiuntivi, organizzato in sezioni tematiche, trasversali o strettamente legate ai moduli del master.

### 2.3 Forum

Il DOL poggia le sue fondamenta più solide sulla trasversalità della metodologia e degli approcci, oltreché sulla spendibilità immediata delle attività proposte e, per questo motivo, abbiamo sempre creduto in tutto quello spazio di conoscenza che possiamo esplorare e costruire insieme grazie al confronto e alla condivisione di esperienze provenienti da background di formazione differenti, discipline diverse, ordini scolastici diversi. Il forum è stato dunque, anche nel MOOC, un luogo privilegiato di scambio e approfondimento. In particolare, sono stati attivati tre forum:

1. **Annunci:** un forum di sola consultazione, utilizzato dallo staff per gli avvisi legati all'organizzazione e alle scadenze del corso.
2. **Chiedilo alla community:** un forum dedicato ai contenuti e allo svolgimento delle attività, lo spazio virtuale in cui sono confluiti tutti i pensieri, le difficoltà, i momenti di sconforto e i messaggi di reciproco incoraggiamento durante il *lockdown*.
3. **Risorse e segnalazioni:** un forum tematico dedicato alla condivisione e all'approfondimento di tool, ambienti e risorse (in particolare legati alla suite di Google Drive) oppure link a video e seminari dedicati alla DaD.

### 2.4 Tutoring e interazione

La necessità di sostenere una partecipazione attiva e far sentire la nostra presenza, soprattutto in un momento così complesso e faticoso, ci ha spinti ad impostare un tutoring ibrido, di processo e di contenuto, che pur non concentrandosi sul supporto *ad personam* (impossibile con 3660 utenti) ha inteso accompagnare i partecipanti in un percorso costellato di "rompi-ghiaccio", riflessioni e attività leggere, a cadenza settimanale. Di seguito alcuni esempi di percorsi o attività proposti:

**Presentiamoci:** la presentazione personale nel MOOC è stata impostata in maniera giocosa, chiedendo ai partecipanti di ideare una poesia che li descrivesse, a partire dalle lettere che componevano il loro nome.

**Padlet - Facce da MOOC lungo lo stivale e un po' di più:** una mappa condivisa e costruita dai puntatori sparsi sulla penisola, man mano che nuovi partecipanti si aggiungevano al MOOC.

**Wiki collaborativo – Un tool per tutte le stagioni:** abbiamo creato uno spazio a cura dei partecipanti in cui ciascuno aveva la possibilità di presentare e descrivere un tool utilizzato durante la DaD, mettendone in luce punti di forza ed eventuali debolezze.

**La finestra il mio mondo:** ciascun corsista è stato invitato a condividere la foto della propria postazione di lavoro casalinga, un modo per creare connessioni al di là delle distanze e del distanziamento sociale imposto dal *lockdown*.

**Ho imparato che:** creare un post-it con il concetto chiave che li ha colpiti durante il MOOC è stato il tramite per spingere i corsisti ad un'analisi del proprio

percorso e ad una consapevolezza dei cambiamenti indotti dal momento storico vissuto.

**A parting gift:** un momento di leggerezza e malinconia per segnare la chiusura del corso e lasciare il proprio “regalo”, un dono virtuale e un ricordo (un video, una canzone, una ricetta etc.) per i propri compagni di avventura.

## 2.5 Attività finale e conseguimento

Il conseguimento del MOOC ha richiesto lo svolgimento di una attività, a scelta fra le due tracce proposte, da consegnarsi entro la chiusura del corso. Non abbiamo previsto invece una verifica dell'apprendimento né una valutazione qualitativa dell'elaborato trasmesso, ma ne è stata validata la pertinenza rispetto alle richieste della consegna. A due settimane dalla chiusura del corso, quanti in regola con le indicazioni date hanno ricevuto un attestato di partecipazione.

## 3 L'Ebook

Nel mese di maggio, abbiamo deciso di “salvare” molte delle testimonianze che emergevano nei forum di discussione del corso. Il valore risiedeva nella spontaneità, senza filtri, dei toni, favoriti dall'ambiente informale e dalla sensazione di cameratismo costruitasi in settimane di interazione e mutuo supporto. Nel giro di pochi giorni – perché consci del fatto che l'impatto che speravamo avesse richiedeva una pubblicazione rapida – abbiamo raccolto alcune tra le testimonianze più significative e abbiamo reso disponibile l'ebook (“Voci dalla scuola ai tempi del Coronavirus”) in forma gratuita su Google Play e Apple Book Store, in lingua italiana e inglese. Al momento in cui si scrive (sett. 2020) risultano scaricate 738 copie della versione italiana e 44 copie della versione inglese (fatta conoscere durante il webinar internazionale “Silverlining for Learning” cui abbiamo partecipato<sup>1</sup>), cui si aggiungono circa 2800 utenti che hanno letto il libro direttamente da Google Libri, senza scaricarlo.

Il libro è un florilegio di alcune delle testimonianze raccolte (ci siamo dovuti fermare a un certo punto, per ragioni organizzative) su come i docenti hanno affrontato l'emergenza Coronavirus e il passaggio improvviso alla Didattica a Distanza. Attinge a quanto hanno condiviso in quelle settimane, con speranza e impegno, sempre pronti: la caratteristica dell'ebook è proprio la spontaneità e il grande impegno che ciascuno ha profuso nel momento del bisogno, andando molto spesso ben oltre quanto fosse normale e lecito aspettarsi.

È stata fondamentale la decisione di quanti ci hanno autorizzato a pubblicare le loro testimonianze, certamente interessanti dal punto di vista delle metodologie didattiche, ma non solo: rappresentano uno spaccato, a tratti divertente e a tratti commovente, di una Scuola Italiana che davvero ha cercato di non fermarsi e di non perdere il contatto con i propri allievi, a costo di “non dormire la notte per imparare a usare il programma per registrare le video-lezioni” o passare da “18 ore la settimana di lavoro a 18 ore al giorno”.

<sup>1</sup> <https://silverliningforlearning.org/episode-9-the-view-from-italy/>, visitato a settembre 2020.

#### 4 Dati sull'impatto

Consci del momento storico particolarissimo che stavamo vivendo, abbiamo proposto ai partecipanti al MOOC un questionario per meglio comprendere il profilo dei docenti iscritti al corso, il modo in cui stavano affrontando la DaD e con quale percezione di efficacia, ottenendo 1001 risposte. In questa sezione riportiamo i risultati.

La maggior parte dei docenti iscritti al MOOC è di genere femminile (79,42%), dato in linea con i dati nazionali sulla composizione del corpo docente. La cosa interessante è che per la maggior parte si tratta di persone non giovani e avanti nella carriera: il 73,13% ha più di 45 anni (60,84% tra i 45 e i 60 anni e 12,29% sopra i 60 anni), il 66,93% ha più di 20 anni di insegnamento (18,18% tra i 16 e i 20 anni, 48,75% sopra i 20 anni). Questo dato, che potrebbe stupire (si potrebbe infatti pensare che siano i docenti più giovani e più vicini alla generazione dei digitali a mettersi in gioco con le tecnologie) è invece in linea con altre rilevazioni, che mostrano i docenti "âgée" e sicuri dal punto di vista didattico affrontare con confidenza le sfide tecnologiche [1]. Erano rappresentati tutti i gradi scolastici, con netta prevalenza della scuola secondaria di secondo grado (Tab. 1).

Scuola dell'infanzia	6,09%	61
Scuola primaria	19,48%	195
Scuola secondaria I grado	18,08%	181
Scuola secondaria II grado	53,95%	540
Università e altro	2,40%	24

**Tabella 1**  
*appartenenza dei rispondenti ai diversi gradi scolastici*

La stragrande maggioranza dei docenti proveniva da scuole del Nord (69,43%). Ai docenti è stato poi chiesto di auto-valutare la propria dimestichezza con le tecnologie prima del periodo del *lockdown*, in una scala da 1 a 5 dove 1 voleva dire "per nulla" e 5 "moltissimo". La media ponderata è 3,26. L'elemento di interesse è la presenza di un 16,43% di docenti che si auto-valuta "per nulla" o "pochissimo" pratico nell'uso delle tecnologie, ma ha deciso tramite il MOOC di imparare il possibile per gestire la situazione. Alla domanda "Facevi uso delle tecnologie in classe?" la percentuale di chi ha dato i due voti più bassi ("per nulla" e "pochissimo") sale a 26,52%, mentre la media ponderata è 3,02. Le domande successive facevano riferimento alla situazione di emergenza. In percentuali pressoché uguali, i docenti hanno dichiarato di fare uso di didattica

remota sincrona (sistemi di video conferenza o classe virtuale) o asincrona (condivisione di video/materiali): media ponderata 3,96 per la prima, 4,00 per la seconda. Il 64,3% dichiara che si trattava di strumenti che non usava già. Il quadro che emerge fino a questo punto è quello di un “pubblico” variegato, che include persone assolutamente alle prime armi in percentuale non irrilevante e che comunque durante l'emergenza si trova in altissima percentuale ad usare strumenti nuovi.

	PER NULLA	(NESSUNA ETICHETTA)	ABBASTANZA	(NESSUNA ETICHETTA)	MOLTISSIMO	TOTALE	MEDIA PONDERATA
Lezioni sincrone	6,88% 63	6,77% 62	23,58% 216	20,85% 191	41,92% 384	916	3,84
Condivisione asincrona di video-lezioni registrate da te	33,95% 311	14,19% 130	21,83% 200	12,01% 110	18,01% 165	916	2,66
Condivisione asincrona di video trovati su internet	12,66% 116	18,01% 165	34,93% 320	21,51% 197	12,88% 118	916	3,04
Condivisione di materiali (documenti, immagini, siti web...)	1,20% 11	8,41% 77	28,82% 264	29,48% 270	32,10% 294	916	3,83
Incontri sincroni di discussione/domande	10,37% 95	10,15% 93	28,60% 262	23,58% 216	27,29% 250	916	3,47
Incontri sincroni individuali per valutazioni	35,70% 327	15,61% 143	22,49% 206	14,74% 135	11,46% 105	916	2,51
Assegnamento di compiti “tradizionali” da consegnare su spazi condivisi	10,04% 92	14,52% 133	38,43% 352	19,54% 179	17,47% 160	916	3,20

**Figura 1**  
*Quali attività sono state svolte durante l'emergenza*

Scrivere una docente:

*“Sono stata attiva dal 2 Marzo, subito, postando una lezione registrata: era la prima in vita mia. Ho impiegato una notte intera capire come funzionasse lo strumento. Tutti avevano volti rifioriti, stando a casa. Io sembravo uno zombie, con occhiaie da paura. E mi chiedevano: ma cosa hai? Cosa c'è? Io non volevo dire niente, ma intanto ho passato 20 giorni senza mai andare a letto. Ora sono Super!”*

Quanto alle tipologie di attività che i docenti hanno svolto, la Figura 1 mostra come le lezioni sincrone e la condivisione di materiali di supporto allo studio siano state le due strategie maggiormente usate.

Passiamo ora alla valutazione da parte dei docenti degli aspetti positivi e le criticità riscontrati durante l'emergenza. Per gli aspetti positivi, i 3 che emergono sono la crescita professionale (l'imparare cose nuove), la maggiore flessibilità (tratto condiviso con altre forme di quello che abbiamo imparato a chiamare “smart working”) e – forse sorprendentemente – la scoperta di un nuovo modo di essere in relazione con i propri studenti. quest'ultimo elemento meriterebbe

approfondimento, perché potrebbe contribuire alla vexata quaestio del raffronto tra didattica remota e in presenza.

Scrive una docente:

*“Proprio in questi giorni sto riflettendo sul fatto che per un bel po' di tempo non potremo più tornare ad insegnare come eravamo abituati a farlo: in un'aula fisica con almeno 20 studenti speciali di fronte a noi, studenti con i loro pensieri, le loro forze e le loro debolezze. Studenti volenterosi e altri meno, studenti annoiati e altri più curiosi, studenti così.... Adesso riesco ad incontrarli online, mi piacciono le loro voci e sto conoscendole meglio, con le loro sfumature...per fortuna esiste la tecnologia!”*

OPZIONI DI RISPOSTA	RISPOSTE	
Maggiore interazione con gli allievi	9,06%	83
Nuovo modo di percepire i ragazzi: possibilità di “scoprirli” attraverso il nuovo mezzo	36,46%	334
Maggiore disciplina (non c'è possibilità di disturbare durante la lezione)	16,70%	153
Maggiore collaborazione con i colleghi e il dirigente	8,41%	77
Soddisfazione nel vedere riconosciute capacità (saper gestire la DAD)	22,60%	207
Maggiore flessibilità organizzativa	37,99%	348
Maggiore visibilità del lavoro (e sforzo) del docente presso le famiglie	20,20%	185
Entusiasmo nello scoprire che “si può fare”	32,64%	299
Apprendimento di nuovi strumenti e metodi	71,18%	652
Altro (specificare)	Risposte 5,79%	53
<b>Totale rispondenti: 916</b>		

**Figura 2**

*Quali aspetti positivi nella DaD, durante l'emergenza? (max 3 opzioni)*

Quanto agli aspetti critici, l'inclusione emerge al primo posto, seguita dal maggiore carico di lavoro per preparare le lezioni e la difficoltà nel separare il lavoro dalla vita privata.

OPZIONI DI RISPOSTA	RISPOSTE
Mantenere lo stesso passo di prima rispetto al programma	24,56% 225
Veicolare contenuti tecnici, visivi... (es. dimostrazioni matematiche...)	10,26% 94
Avere il "polso della situazione" della classe	30,57% 280
Individuare chi non sta seguendo	25,00% 229
Includere tutti gli allievi (chi non ha equipaggiamento, chi non è supportato dalla famiglia...)	60,48% 554
Coordinarsi remotamente con i colleghi e il dirigente	5,24% 48
Imparare nuove metodologie didattiche per la DAD	6,77% 62
Tornare a "essere studente": strumenti, metodi... per affrontare la situazione	2,84% 26
Avere un carico di lavoro maggiore per preparare le lezioni	47,27% 433
Separare lavoro/vita privata	37,88% 347
Gestire lo stress della situazione di emergenza e incertezza	17,03% 156
Altro (specificare)	Risposte 7,31% 67
<b>Totale rispondenti: 916</b>	

**Figura 3**  
Quali aspetti critici nella DaD, durante l'emergenza? (max 3 opzioni)

Interessanti infine le motivazioni per affrontare questo modo nuovo di fare didattica, in un momento indubbiamente difficile. La motivazione più alta è la passione per l'insegnamento, seguita dall'affetto verso gli studenti.

	PER NULLA	(NESSUNA ETICHETTA)	ABBASTANZA	(NESSUNA ETICHETTA)	MOLTISSIMO	TOTALE	MEDIA PONDERATA
Senso del dovere	4,04% 37	4,59% 42	26,86% 246	22,16% 203	42,36% 388	916	3,94
Obbligo: "di necessità virtù"	21,18% 194	16,48% 151	31,22% 286	15,17% 139	15,94% 146	916	2,88
Passione per l'insegnamento	0,33% 3	1,20% 11	12,12% 111	23,47% 215	62,88% 576	916	4,47
Affetto per i miei studenti	0,76% 7	1,97% 18	14,63% 134	26,53% 243	56,11% 514	916	4,35

**Figura 4**  
Motivazioni per imparare e migliorare durante l'emergenza

Siamo consapevoli che ciascuno di questi spunti merita un lavoro di ricerca sul quale ci impegneremo nel prossimo futuro. Possiamo per intanto osservare che

il quadro complessivo è quello di una comunità di pratica con partecipanti a livelli diversi di competenze ma parimenti animati da passione verso la propria professione e grande senso di responsabilità. Sono questi, nella nostra percezione, gli elementi che hanno giocato un ruolo fondamentale nel portare anche chi aveva meno dimestichezza con le tecnologie e men che meno con una didattica remota a superare le difficoltà e a scoprire di essere in grado di instaurare comunque una dinamica educativa con i propri allievi lontani. Il corso messo a disposizione dal Politecnico è stato il “luogo” che ha permesso a questa comunità di esistere e sostenersi.

Scrivono un docente:

*“Il periodo di lockdown è stata una fase difficile per tutti, ma chi non si è tirato indietro si è dato da fare lavorando più di prima. Siamo riusciti a imparare tante cose in poco tempo. Chi aveva da dare agli altri non si è tirato indietro, supportando e dando indicazioni. In questo, ho visto un lavoro di squadra.”* E un'altra: *“Ho imparato che...la condivisione è la forza che ci ha uniti in questo difficile periodo, chiedere aiuto e raccontare dubbi e paure è stato più semplice durante i nostri racconti. Ho imparato che...siamo stati bravissimi a navigare in questo mare agitato della DaD. Ho imparato che...noi insegnanti siamo una fonte inesauribile di forza e di idee.”*

#### 4. Conclusioni

Quando si affronta un'emergenza, la tentazione è quella di preoccuparsi di reagire tempestivamente ma in maniera acritica, senza riflettere, spesso facendosi sopraffare dalla gestione dei problemi mano a mano che questi si presentano, senza riuscire a fare un passo indietro per riflettere su ciò che sta accadendo, saltando di fatto uno degli aspetti più importanti di quella che Resnick chiama la spirale dell'apprendimento creativo [3]. Il fatto che HOC-LAB avesse già maturato grande esperienza nel campo della didattica arricchita dalla tecnologia e dell'eLearning e avesse sviluppato un rapporto più che ventennale con molte scuole, insegnanti e dirigenti scolastici, ha giocato un ruolo chiave, così come il fatto di essere sollecitati dai vertici dell'Ateneo perché si riuscisse a “fare gioco di squadra” con le scuole, in un momento di concitazione dovuto a un accadimento che di fatto non ha eguali nella storia recente. Siamo fermamente convinti che l'alleanza tra Università e Scuola debba proseguire come un dialogo costante, che superi l'emergenza, per prepararsi a quello che sarà il *new normal* che dovremo vivere nei prossimi mesi. L'idea è non limitarsi alla reazione, ma iniziare da subito a sviluppare una riflessione assieme ai docenti, per verificare come gli approcci, le metodologie e gli strumenti possano essere cortocircuitati tra Scuole di diversi ordini e gradi e l'Accademia. Il MOOC è stato un esempio davvero notevole in tal senso, così come l'ebook che ne è il frutto. Il Politecnico di Milano in generale e HOC-LAB nello specifico hanno intenzione di continuare a fare la propria parte, proseguendo, approfondendo e cercando di mantenere fervido questo dialogo, continuando ad alimentare il circolo virtuoso tra comunità di pratica e comunità di interessi sui temi della didattica e della tecnologia.

## Bibliografia

- [1] Di Blas, N. (2016). "Se a innovare a scuola sono i docenti anziani e umanisti". In *Agenda Digitale*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/se-a-innovare-a-scuola-sono-i-docenti-anziani-e-umanisti/>. Consultato a settembre 2020
- [2] Torrebruno, A., & Marini, L. (2010). Sviluppare un habit change nei confronti di scienza e tecnologia: l'approccio del Politecnico di Milano. In *Tecnologie informatiche per la didattica-Convegno AICA (DIDAMATICA 2010)*
- [3] Resnick, M., Robinson, K. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press

## Biografia

**Nicoletta Di Blas** è professore associato in pedagogia speciale presso il Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano. Con HOC-LAB, si occupa da quasi 20 anni di didattica innovativa. Dirige il Master online in tecnologie per la didattica (DOL) e co-dirige il master MIDIS (sull'innovazione digitale a scuola, in collaborazione con la School of Management del Politecnico di Milano).

Email: nicoletta.diblas@polimi.it

**Barbara Di Santo** è project manager del Master online in tecnologie per la didattica (DOL) e di PoliCultura, concorso di digital storytelling per le scuole di ogni ordine e grado, presso il Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano. Si occupa, inoltre, di School@DEIB, un programma di divulgazione scientifica dedicato alle scuole secondare di secondo grado. In precedenza ha lavorato presso HOC-LAB occupandosi di servizi per la scuola e comunicazione per i Beni Culturali.

Email: barbara.disanto@polimi.it

**Aldo Torrebruno** si divide tra il lavoro come Manager didattico delle Scuole di Ingegneria e quello come ricercatore presso il laboratorio HOC, dove si occupa di nuove tecnologie per la didattica, di e-Learning e di storytelling, cercando di conciliare le sue passioni: la didattica e la tecnologia. La sua terza passione sono gli insegnanti appassionati, che lottano quotidianamente per il cambiamento della scuola. Si è laureato in filosofia con una tesi ipermediale sul gioco e in seguito in media education con una tesi sulla Flipped Classroom.

Email: aldo.torrebruno@polimi.it

## RiBau: il CANE torna a correre, un calcolatore didattico del 1970

Alessandro Cignoni, Giovanni A. Cignoni, Giuliano Pacini, Daniele Ronco

### Sommario

Il *Calcolatore Automatico Numerico Educativo* (CANE) era un calcolatore didattico, esemplare pisano di una categoria con altri illustri esponenti. Era usato nel primo corso di laurea in informatica istituito in Italia, attivato a Pisa nel 1969/70. Il CANE era uno strumento didattico realizzato dagli studenti, fu infatti il risultato di due tesi. Il relatore fu Antonio Grasselli, uno dei principali promotori del corso di laurea. La ricostruzione del CANE è il contributo di Progetto HMR al 50° di Scienze dell'Informazione.

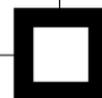
### Abstract

A number of studies report about students' difficulties with basic flow-control constructs, and specifically with iteration. As part of a project whose long-run goal is identifying methodological tools to improve the learning of iteration constructs, we analyzed the answers of a sample of 164 high school students to three small programming tasks and two questions on their perception of difficulty. The results of the analysis suggest that more teaching efforts should be addressed to the development of a method to approach programming tasks and, more specifically for iteration, to the treatment of loop conditions in connection with the specifications in the application domain

**Keywords:** University; Computing History; Simulation; Computer Architecture; Machine Code

### 1. Introduzione

Il *Calcolatore Automatico Numerico Educativo* (CANE) si studiava al corso di *Teoria e Applicazioni delle Macchine Calcolatrici* al corso di laurea in *Scienze dell'Informazione*, il primo dedicato all'informatica attivato in Italia, all'Università di Pisa nel 1969/70. Fra gli studenti era popolare un'interpretazione alternativa



delle ultime due lettere dell'acronimo: "Non Esistente". Il CANE infatti era, diremmo oggi, una macchina virtuale: si usava facendo girare il *SimulCANE* sull'*IBM 7090* del CNUCE, il Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico istituito dall'Università di Pisa nel 1964.

Ricostruire vecchi calcolatori usando la simulazione software, cioè studiare e mostrare l'informatica di ieri con le tecnologie di oggi è una caratteristica di Progetto HMR [1]. Le precedenti esperienze nella ricostruzione della prima Calcolatrice Elettronica Pisana (CEP), sia secondo il primo progetto del 1956 [2] sia nella versione effettivamente realizzata nel 1957 [3], hanno simulato calcolatori che nella realtà erano macchine vere. *RiBau*, il progetto dedicato al CANE, ha invece realizzato una versione moderna di qualcosa che, già in origine, era un simulatore. Il valore aggiunto è la fruibilità: *SimulCANE* girava su un mainframe al quale gli studenti accedevano soltanto per interposta persona, attraverso gli operatori del CNUCE. Il simulatore del CANE di 50 anni dopo è un'applicazione web accessibile a tutti, a distanza, in ogni momento.

L'articolo racconta la storia del CANE e presenta la sua nuova versione web. È descritto il contesto storico, sia come riferimenti ad altri celebri calcolatori didattici del tempo, sia come uso nel corso di laurea in Scienze dell'Informazione. È discussa l'architettura del CANE, come funzionava l'originale e le scelte di ricostruzione. Infine, è descritta una breve sessione sul simulatore web – l'immane *Ciao Mondo*.

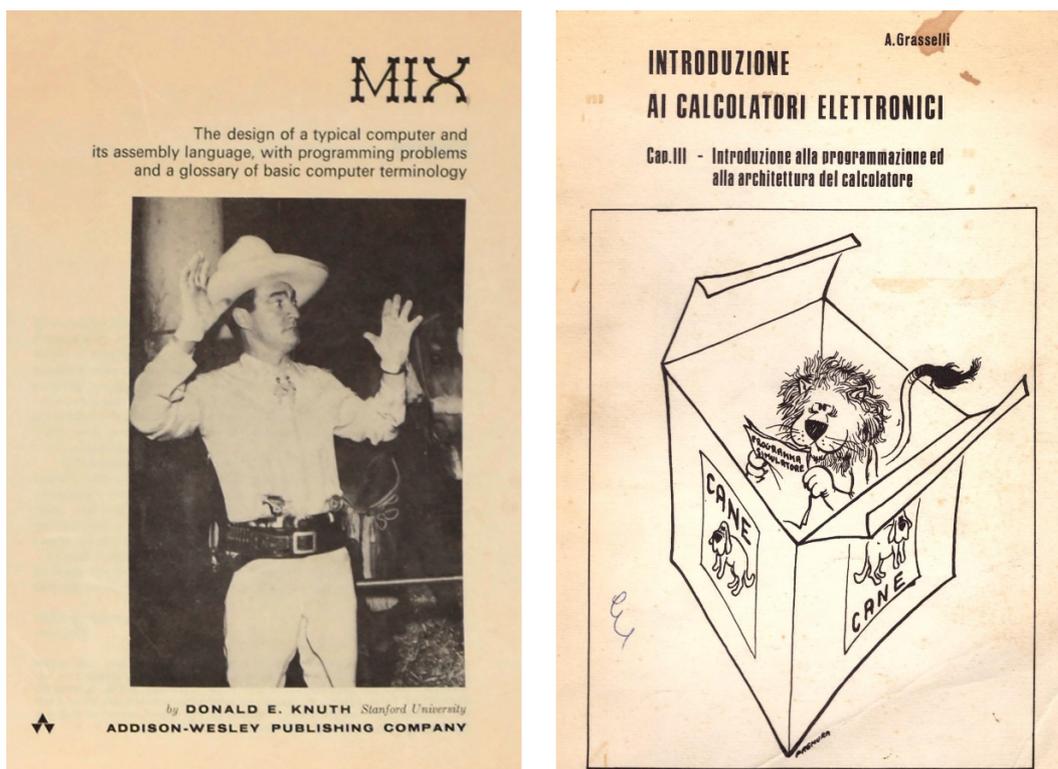
## 2. Calcolatori didattici, omini, leoni e pistoleri

Il CANE non fu l'unico calcolatore didattico "non esistente". L'idea di macchine esempio, pensate per spiegare, era già stata percorsa. Erano macchine usate per presentare agli studenti le basi dell'architettura dei calcolatori e della programmazione. Ripulite dalle complicazioni tipiche dei calcolatori reali, erano macchine ideali, sia nel senso platonico di modelli rappresentativi, sia per le esigenze pragmatiche della didattica.

Il CANE fu realizzato come tesi di laurea [4, 5] nel 1969/70, in pratica contemporaneamente all'attivazione del corso di laurea in Scienze dell'Informazione [6], e fu poi usato nelle lezioni di TAMC negli anni successivi. Al tempo c'erano almeno altri due esempi di calcolatori didattici: il *Little Man Computer* (LMC) [7] proposto nel 1965 da Stuart Madnick e John Donovan e usato nei corsi al Massachusetts Institute of Technology, e il *MIX* di Donald Knuth, pubblicato nel 1968 nel primo volume [8] del suo monumentale "The Art of Computer Programming".

Il nome del LMC di Madnick e Donovan non era scelto a caso. Nell'intento didattico di spiegare il funzionamento di una macchina a programma memorizzato, i due fecero ricorso a un omino che prelevava dalla memoria le istruzioni, svolgeva le operazioni logiche e aritmetiche necessarie per eseguirle, aggiornava gli stati dei registri e della memoria e poi ricominciava il suo ciclo di lavoro. LMC ha una lunga storia didattica, oltre i corsi al MIT fu adottato in molti testi, fra i più longevi c'è [9], riedito fino al 2014.

Anche il CANE aveva i suoi omini. La dispensa di Grasselli del 1972 [10] era illustrata da Alberto Fremura, pittore e vignettista labronico. Le pagine introduttive descrivevano le operazioni interne di un calcolatore come svolte da impiegati, fattorini e meccanici, metafora poi ripresa, con tanto di plastico, nelle lezioni che Grasselli tenne fra il novembre 1974 e il febbraio 1975 sulla RAI – di questi tempi un esempio particolarmente curioso di didattica a distanza [11]. Di Fremura è anche il leone che rappresentava il prestante IBM 7090 intento a eseguire il programma SimulCANE (fig. 1).



**Figura 1**

*Copertine di calcolatori didattici a confronto, si può non essere noiosi*

Non ci sono omini invece nel MIX di Knuth. Ma, a dimostrazione del divertimento genuinamente hacker con cui gli informatici affrontano la propria disciplina, anche il MIX cela parecchie curiosità. Per essere un buon esempio, il calcolatore didattico di Knuth doveva ben rappresentare le macchine reali dell'epoca. Knuth compilò perciò la lista delle macchine alle quali il MIX si ispirava e sulle quali il MIX poteva anche essere facilmente simulato. Fra i calcolatori più noti c'erano gli IBM 360, 650, 601, 709 e 7070, gli Univac SS80 e 1107, il CDC 1604, il Burroughs B220, l'Honeywell H800, il Digital PDP4... Tutte le macchine della lista di Knuth avevano un numero nel nome: un calcolatore che si rispetti deve avere delle cifre nella sigla che lo identifica, dopo tutto è una macchina digitale, cioè "a cifre". Che numero dare al calcolatore didattico? Knuth fece la media di tutti i numeri nella lista, il risultato fu 1009, che in numeri romani è MIX! Si sospetta che la lista sia

stata costruita ad arte, ma come Tom Mix, famoso attore western dei tempi del muto, di fronte a Knuth non possiamo che arrenderci (sempre fig. 1).

### 3. La didattica a Pisa, dalle CEP al CANE

Il CANE fu usato a Scienze dell'Informazione, nel corso di Teoria e Applicazione delle Macchine Calcolatrici (TAMC). Come strumento didattico, originale e realizzato con il contributo degli studenti, è un rappresentante ideale di quell'esperienza, anche per il ruolo che Grasselli ebbe nella progettazione del corso di laurea pisano.

Il corso di laurea fu attivato nell'a.a. 1969/70. L'iter è noto: la delibera della Facoltà di Scienze (8 marzo 1968), i passaggi al Consiglio di Amministrazione e al Senato Accademico (20 e 28 marzo), la richiesta di modifica dello statuto al Ministero (22 aprile), il parere favorevole della I Sez. del Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione (31 ottobre) e, infine, il già citato DPR n. 24 del 28 gennaio 1969 [6] che formalmente istituì la nuova laurea. Per la storia generale rimandiamo a [12], nel seguito approfondiamo il ruolo di Grasselli, la collocazione di TAMC nel corso di laurea, l'uso del CANE e di altre macchine esempio in TAMC e in altri insegnamenti pisani.

Iniziative di formazione universitaria sui calcolatori elettronici erano attive da tempo. A Pisa dal 1964 esisteva il corso di perfezionamento in *Calcolo Automatico*. Offerte simili c'erano al Politecnico di Milano, dove lavorava il gruppo di Luigi Dadda, e a Roma, all'Istituto Nazionale per le Applicazioni del Calcolo (INAC) del CNR, ispirato, fondato e diretto da Mauro Picone. In diverse Università c'erano singoli corsi inseriti nei piani di studi di Scienze o di Ingegneria. I tempi per un corso di laurea erano quindi maturi e il progetto pisano era allineato agli orientamenti discussi sulla scena internazionale. La Association for Computing Machinery aveva promosso sin dal 1962 un comitato per la formazione in *Computer Science*; nel 1968, con il supporto della National Science Foundation, era stato pubblicato il *Curriculum 68* [13] che, definendo insegnamenti e contenuti, ispirò molti corsi di laurea in USA e in Europa.

Nel 1967 Grasselli, che veniva dal gruppo di Dadda e aveva portato a Pisa altri giovani ricercatori, aveva redatto uno studio sugli insegnamenti sui calcolatori elettronici [14], interessante anche per il corposo insieme di allegati. Il corso di laurea aveva poi preso forma e, pochi mesi prima dell'inizio delle lezioni, Grasselli lo aveva presentato a un seminario internazionale [15]. Il Curriculum 68 evidenziava le relazioni e le dipendenze con il curriculum in *Mathematics* [16]. Il corso di laurea fu attivato dalla Facoltà di Scienze e, nel programma di studi pisano, si riconoscono molti dei titoli dei corsi del Curriculum 68, propri di Computer Science, o mutuati da Mathematics. Nella presentazione di Grasselli si citano anche i promotori del corso di laurea pisano: in maggior parte docenti della facoltà di Scienze e ricercatori del CNR, ma anche rappresentanti di Ingegneria e dell'industria: IBM Italia e Italsiel.

A Pisa i primi insegnamenti con questi obiettivi furono parte della missione didattica che coinvolse i ricercatori del progetto CEP. Seminari furono organizzati già nel gennaio 1955 [17], ma diventarono presto articolati cicli di lezioni come quelle tenute da Elio Fabri nel marzo-maggio 1956 [18]. Il primo

corso ufficiale a Pisa fu di Corrado Böhm [19], in prestito dall'INAC di Picone. Oltre a testimoniare la collaborazione fra due realtà nazionali, il corso di *Calcoli Numerici e Grafici* del 1958/59 copriva temi teorici e pratici che già prefiguravano la necessità di una formazione di maggior respiro [20]. Il corso di Böhm attesta già l'idea di un calcolatore modello pensato per fini didattici: nelle lezioni illustrò una "calcolatrice semplificata" (allora "calcolatore" non indicava una macchina, ma la persona responsabile di un procedimento di calcolo).

Altra testimonianza è il corso di *Cibernetica* 1961/62 di Alfonso Caracciolo [21], protagonista della realizzazione delle due CEP. Il suo corso è in gran parte dedicato alla programmazione, per quanto riguarda l'architettura dei calcolatori, l'esempio è la seconda CEP, fresca di inaugurazione e visitata dagli studenti nell'ultima lezione.

L'insegnamento di TAMC era un complementare già presente nelle lauree in Matematica e in Fisica. A Pisa fu attivato per la prima volta nel 1967/68, inizialmente tenuto da Grasselli e Caracciolo [22, 23]. Era un classico insegnamento introduttivo, con contenuti vicini a quelli dei corsi "precursori" di Böhm e di Caracciolo: le principali basi teoriche, i principi della programmazione l'architettura degli elaboratori. Nella nuova laurea in Scienze dell'Informazione, divenne il primo contatto degli studenti con la disciplina – proprio come era *Introduction to Computing*, la radice dell'albero in cui erano organizzati gli insegnamenti del Curriculum 68.

Nel 1969/70, con l'attivazione di Scienze dell'Informazione e l'aumentato numero di studenti, ai docenti di TAMC si aggiunsero Alfio Andronico ed Eugenio Morreale: Andronico e Caracciolo coprirono i corsi per Matematica e Fisica, mentre Grasselli e Morreale si dedicarono alle edizioni di TAMC per la nuova laurea. Negli anni successivi l'insegnamento fu coperto anche da Pietro Piram e Giorgio Levi, Franco Preparata, Giuseppe Gestri, Carlo Montangero, Giuliano Pacini. Il CANE, non appena disponibile, iniziò a comparire nelle lezioni di TAMC. Esempi di come fu presentato agli studenti si trovano nei registri dei corsi di Levi/Piram (e.g. 1970/71 [24]), Montangero (e.g. 1972/73 [25]), Preparata (e.g. 1972/73 [26]), Pacini (e.g. 1974/75 [27]), Gestri (e.g. 1976/77 [28]).

Nella discussione sui metodi didattici, la dialettica fra esempi costruiti ad hoc ed esempi tratti dal mondo reale è presente e vivace in molte discipline. Per l'informatica, il CANE, come LMC e MIX, è un rappresentante degli esempi ad hoc: intorno alla sua storia si trovano le tracce di quella dialettica nel corso di laurea pisano. Per esempio, già nel 1972/73, al termine del suo corso Preparata presentava anche il *Digital PDP-8*. Fu però un altro Digital storico, il *PDP-11*, che con continuità prima affiancò e poi sostituì il CANE per illustrare agli studenti architetture reali e più moderne. I corsi di Montangero rappresentano bene la transizione fra il 1977/78 [29] e il 1980/81 [30]. Il *MiniCANE*, protagonista delle citate lezioni televisive, testimonia un'evoluzione: era scritto in *Algol-W* (un derivato dell'*ALGOL 60*, proposto da Niklaus Wirth e precursore del *Pascal*) e fu usato nei corsi (e.g. Montangero 1979/80 [31]). Il più fedele al CANE fu Gestri: lo usò nelle sue lezioni fino al 1990/91 [32].

Oltre all'uso didattico è interessante anche l'origine didattica del CANE. Il simulatore del CANE fu oggetto della tesi di Pacini discussa nel marzo 1970. Un altro tesista, Attilio Ripoli, nel luglio 1970 si laureò lavorando sul cross-assemblatore: girava sul 7090 per produrre codice per il CANE. Relatore delle due tesi fu Grasselli ed entrambe furono lauree in Fisica. Si potrebbe dire che il CANE segna il passaggio di testimone dai fisici, che avevano dato il via alla storia con il progetto CEP, agli informatici, che iniziavano a esistere ufficialmente come "prodotti" del nuovo corso di laurea.

#### 4. Il CANE, architettura e uso

Il CANE era pensato per avvicinare gentilmente gli studenti alla comprensione intima del funzionamento dei calcolatori: una consapevolezza che non si acquisisce programmando solo in linguaggi ad alto livello. Il concetto è ben spiegato da Grasselli nelle prime pagine della sua dispensa [10] con una metafora che invitiamo a leggere direttamente. Grasselli avverte, citando Konrad Lorenz, che la cosa non è senza impegno.

Perciò, per aiutare il cammino degli studenti, il CANE era nato semplice [33]. La memoria era di 512 celle di 18 bit, sufficienti per gli esercizi di programmazione. Il processore aveva 2 registri di lavoro a 18 bit e 7 registri indice a 9 bit usabili come contatori o modificatori d'indirizzo. Per comprendere la macchina, agli studenti erano esposti anche il contatore di programma, il registro dell'istruzione corrente, i registri di indirizzamento e di lettura/scrittura della memoria.

Le istruzioni macchina erano 64. Trasferimenti fra memoria e registri, operazioni aritmetiche e logiche, confronti e salti ben rappresentavano le istruzioni tipiche delle macchine del tempo. Facevano invece eccezione le istruzioni di utilità per le conversioni binario/decimale e per la gestione del lettore di schede e della stampante. Le prime, sofisticate e complesse, nei calcolatori reali sono di solito realizzate come routine di sistema e non come istruzioni di macchina. Le seconde sono proposte nel CANE in una forma semplificata che nasconde molti dettagli della gestione delle periferiche. Entrambi i casi, con soluzioni diverse, sono espressioni della natura didattica del CANE: affinché gli studenti si concentrassero sugli aspetti più interessanti degli algoritmi assegnati come esercizi di programmazione, erano loro risparmiati compiti noiosi (le conversioni) o troppo difficili (la gestione delle periferiche).

Il CANE aveva una consolle. Mostrava lo stato di tutti i registri, dei bit di confronto e di traboccamento; ospitava i pulsanti per la sequenza di avvio da lettore di schede e per il controllo dell'avanzamento singolo o continuo dei programmi. La consolle però non era simulata: d'altra parte, gli studenti non avrebbero potuto vederla nel contesto operativo del CNUCE che ospitava l'IBM 7090 sul quale girava il SimulCANE.

Il 7090 era stato inaugurato nel 1965 insieme all'apertura del Centro. Proprio nei primi anni di Scienze dell'Informazione arrivarono al CNUCE macchine più moderne: l'IBM 360/67 nel 1971 [34] e l'IBM 370/155 nel 1973 [35]. Il CANE fu aggiornato per girare sul 360/67: nell'estate del 1972 il simulatore fu riscritto in PL/I

da Francesco Romani, ancora uno studente, questa volta però di Scienze dell'Informazione. Ma il 7090 fu mantenuto in servizio per diversi anni ancora [36].

In ogni caso, gli studenti avevano accesso al CANE attraverso le procedure con cui tutti gli utenti usavano i calcolatori del CNUCE [37]: in orari prestabiliti i programmi (pacchi di schede perforate) erano consegnati agli operatori del centro, le esecuzioni erano pianificate per la giornata successiva, alla fine della quale i risultati (stampe su foglio continuo) erano disponibili per essere ritirati.

Quindi, la consolle del CANE era descritta solo per dare agli studenti un'idea concreta della macchina e permettere loro di figurarsi le azioni di un operatore che caricava i programmi del CANE e ne controllava l'esecuzione.

Per eseguire i programmi scritti per il CANE, il pacco di schede doveva iniziare con i due programmi per il 7090 *SystemCANE* e *SimulCANE*. Seguivano le schede dei programmi nel linguaggio del CANE. Caricati e messi in esecuzione sul 7090 i primi due, le schede successive erano interpretate dal CANE simulato.

Il simulatore web realizzato oggi permette invece di lavorare con il CANE come un operatore: esiste una consolle e si ha accesso a due tipiche periferiche del 7090, il lettore di schede *IBM 1402* e la stampante *IBM 1403*, come se fossero collegate al CANE. Sul lettore si può caricare direttamente un programma per il CANE.

Come tutte le ricostruzioni, anche quella del CANE ha posto dilemmi e richiesto scelte. Sono stati risolti cercando di interpretare al meglio le intenzioni didattiche originali. Per esempio, già l'accesso alla consolle e alle periferiche è una deviazione rispetto all'originale. È motivata dalla volontà di offrire oggi quel che le tecnologie di ieri non permettevano, ma che gli autori avrebbero desiderato pensando allo scopo del CANE: spiegare il funzionamento dei calcolatori. Altre scelte sono decisamente più tecniche, ne discutiamo brevemente un paio.

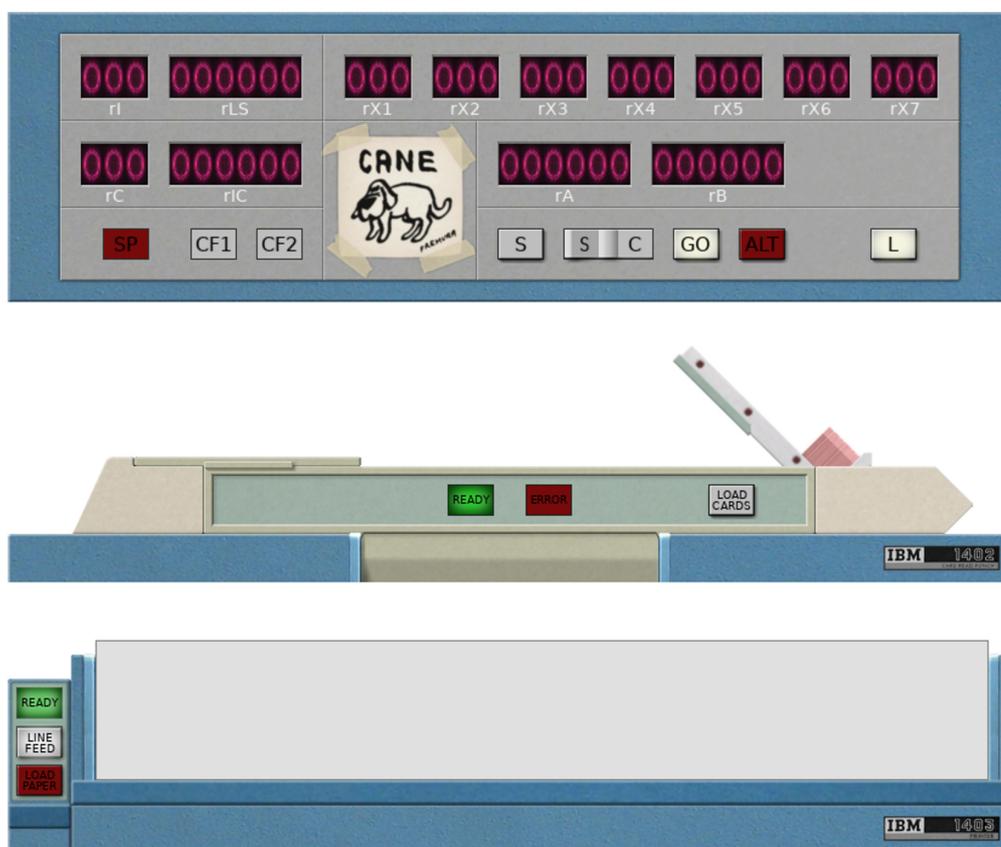
Secondo [4, 10] il CANE rappresenta i numeri negativi in complemento a 2. Tuttavia, negli stessi documenti, si dichiara un intervallo simmetrico, tipico della rappresentazione in modulo e segno. La contraddizione è rimasta insoluta: per non far pensare a un errore il CANE web funziona con la rappresentazione in complemento a 2 standard e gli interi a 18 bit vanno da  $-217$  a  $217-1$ .

La divisione era stata implementata con un algoritmo descritto in [38]. È una divisione particolare per la quale, per esempio,  $128 \div 10$  fa 13 con resto  $-2$ . Nel CANE web si è scelto la divisione standard e il resto ha sempre il segno del dividendo.

In generale, il criterio adottato nel risolvere contraddizioni e "stranezze" è stato di facilitare l'uso a chi si avvicina al CANE per capire come funziona un calcolatore. Soprattutto considerando che il CANE web ha anche il senso di mostrare agli utenti dell'informatica di oggi com'era fatto e come si usavano i calcolatori mezzo secolo fa.



Ogni riga corrisponde a una scheda, la terza non è usata completamente. Per caricare le schede sul CANE web (vedi fig. 3) è sufficiente premere il pulsante *Load Cards* sul lettore di schede IBM 1402 e “caricare” le schede copiando il testo nella dialog box che si apre. Le schede appaiono sul carrello e lo stato del lettore diventa *Ready*. Cliccando sulle schede si può vedere l’aspetto reale di una scheda. Per eseguire CIAO MONDO basta premere il pulsante *L* sulla consolle del CANE.



**Figura 3**

*Il CANE come si presenta sul web: la consolle, il lettore di schede, la stampante*

Di seguito è descritto cosa succede in dettaglio nel CANE.

La pressione di *L* fa partire la sequenza di avvio da lettore di schede. Questa legge una scheda e trasferisce le 4 parole in memoria a partire dalla locazione 000. Terminata la lettura il CANE comincia ad eseguire le istruzioni a partire dalla locazione 000. Quindi il risultato della pressione di *L* è caricare e lanciare il caricatore minimo.

Il caricatore minimo legge le schede che lo seguono, 2 nel nostro caso, ne trasferisce il contenuto in memoria a partire dalla locazione 004 e, terminata la lettura, esegue un salto a 004. Il risultato è caricare e lanciare il vero CIAO MONDO.

Il programma CIAO MONDO è fatto di 3 istruzioni codificate nei primi 18+18+18 bit della seconda scheda. Segue la stringa da stampare: "CIAO MONDO " con due spazi in fondo per fare 12 caratteri che, nella codifica IBM a 6 bit per carattere, a 3 caratteri per parola, costituiscono le ultime 4 parole del programma.

Scrivere ed eseguire programmi in binario era una via sicura per acquisire una conoscenza profonda dell'organizzazione e del funzionamento dei calcolatori. Tuttavia, la fatica di scrivere e leggere i bit comprometteva la capacità di ragionare sulla logica degli algoritmi. Nella progressione didattica di cui il CANE era strumento, erano previsti altri passaggi.

Un passo intermedio era la codifica ottale: pur essendo solo una riscrittura compatta del binario era già più leggibile per lo studente.

Il livello più alto era un linguaggio simbolico in stile Assembler, il *SimbolCANE*, derivato da una semplificazione e adattamento del *MAP* del 7090 [40]. Con il *SimbolCANE* lo studente poteva esercitarsi a scrivere algoritmi di una certa complessità senza confondersi con le codifiche numeriche, ma anche senza perdere di vista l'architettura del calcolatore dato che a ogni riga simbolica corrispondeva esattamente un'istruzione macchina.

Il binario di CIAO MONDO perforato sulla seconda e terza scheda è generato dal programma assembler [5] a partire dal codice in fig. 4, dove a fianco delle righe in *SimbolCANE* si mostrano i corrispondenti codici ottali e binari.

SIMBOLCANE	MEM.	OTTALE	BINARIO
ORIG 4	...		
IN CEN IN	004	750004	111 101 000 000 000 100
USC CM	005	740007	111 100 000 000 000 111
ALT IN+1	006	000005	000 000 000 000 000 101
CM ALFA 4, CIAO MONDO	007	233121	010 011 011 001 010 001
FINE IN	010	466044	100 110 110 000 100 100
	011	464524	100 110 100 101 010 100
	012	466060	100 110 110 000 110 000
	...		

**Figura 4**  
*CIAO MONDO in SimbolCANE*

Come prescritto dalla pseudo-istruzione ORIG, le 3 istruzioni eseguibili e le successive 4 parole di dati alfanumerici vanno caricate in memoria a partire dalla locazione 004 in poi. Sia i codici operativi di macchina (CEN, USC e ALT) che i riferimenti alle celle della memoria (IN e CM) sono espressi in modo simbolico. Nella pseudo-istruzione FINE si dice che la prima istruzione eseguibile di CIAO MONDO si trova alla locazione simbolica IN, cioè la cella 004.

La prima istruzione del programma è una CEN, per “controllo entrata”: serve solo ad assicurarsi che il lettore di schede abbia terminato di scrivere in memoria.

La seconda istruzione è una USC per “uscita”: dice alla stampante di stampare una riga, cioè 120 caratteri, presi 3 a 3 da 40 parole consecutive della memoria a partire da CM, cioè 007 da dove inizia la stringa. Sulla stampante, dopo “CIAO MONDO ”, la riga sarà completata con zeri, cioè con il contenuto di default della memoria che corrisponde alla codifica del carattere ‘0’.

La terza istruzione è una ALT, che arresta l’esecuzione saltando a IN+1, ovvero 005. In questo modo il CANE è fermo ma posizionato sulla USC, cioè pronto per ristampare “CIAO MONDO ”. Basta premere il pulsante GO sulla console.

## 6. Conclusione

L’idea di far rivivere il CANE, oltre che dalla curiosità propria della ricerca storica e dal divertimento della ricostruzione, è nata per portare ai festeggiamenti del 50° di Scienze dell’Informazione un contributo che fosse particolarmente rappresentativo di quell’esperienza didattica.

È però motivata anche dalla convinzione che i calcolatori didattici siano tuttora utili a comprendere l’informatica: a maturare la rivelazione del “ora so davvero come funziona”, cioè quella comprensione intima che Grasselli voleva trasmettere ai suoi studenti.

I dispositivi dell’informatica di oggi, sotto la superficie amichevole, nascondono sistemi incredibilmente complessi, difficili se non impossibili da comprendere appieno. Il CANE, nella sua antica semplicità restituisce allo studente la soddisfazione di capire veramente cosa sia l’informatica. Dietro a RiBau c’è l’augurio che il CANE possa ancora essere utile.

## Ringraziamenti

Grazie a Linda Pagli per aver reso disponibile la dispensa con i disegni di Fremura e a Carlo Montangero che ha scovato chi ne aveva conservato una copia. L’Archivio Generale di Ateneo e la Direzione Servizi per la Didattica hanno permesso l’accesso e la riproduzione dei documenti, un grazie a Luigi Rivetti per l’interessamento. Grazie ad Andrea Pachetti che ci ha segnalato il video con le lezioni di Grasselli sulla RAI.

## Riferimenti

Insieme al simulatore, la documentazione originale del CANE e gran parte del materiale d’archivio citato è disponibile in forma digitale sulle pagine web di Progetto HMR.

[1] <http://progettoHMR.it> (ultimo accesso novembre 2020).

[2] Cignoni, G.A., Ceccarelli D., Imbrenda C. (2009). “Il ‘restauro’ del software di sistema della Macchina Ridotta del 1956”, *Atti del 47mo Congresso Nazionale AICA, Roma*, 1-11.

[3] Cignoni, G.A., Gadducci F., Paci S. (2015). “A Virtual Experience on the Very First Italian Computer”, *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 7(4), 1-23.

- [4] Pacini, G. (1970). *Architettura e simulazione di un calcolatore didattico* (tesi di laurea in Fisica, Università di Pisa, rel. Grasselli A.).
- [5] Ripoli, A. (1970) *Un programma assemblatore per un calcolatore didattico* (tesi di laurea in Fisica, Università di Pisa, rel. Grasselli A.).
- [6] "DPR 24 del 18 gennaio 1969" in *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, 64 (1969).
- [7] Yurcik, W., Osborne H. (2001). "A Crowd of Little Man Computers: Visual Computer Simulator Teaching Tools", *Proceedings of the 33rd conference on Winter Simulation Conference (WSC 2001)*, Arlington VA, 1632-1639.
- [8] Knuth, D. (1968). *The Art of Computer Programming. Vol. 1, Fundamental Algorithms*, Addison-Wesley.
- [9] Englander, I. (2014<sup>5</sup>). *The Architecture of Computer Hardware, Systems Software, and Networking: An Information Technology Approach*, John Wiley & Sons.
- [10] Grasselli, A. (1972). *Introduzione ai calcolatori elettronici. Cap. III, Introduzione alla programmazione e all'architettura del calcolatore*, Università di Pisa.
- [11] Grasselli, A. "Le istruzioni del MiniCane", <http://youtube.com/watch?v=A24eAGoZAuc> (ultimo accesso novembre 2020).
- [12] Montangero, C. (2013). "I corsi di laurea di Scienze (in Informatica)", *Quaderni della Fondazione Galileo Galilei*, 1.
- [13] ACM Curriculum Committee on Computer Science (1968). *Curriculum 68. Communications of the ACM*, 11(3) 151-197.
- [14] Grasselli, A. (1967). "Insegnamento universitario nel campo dei calcolatori elettronici", *IEI Nota interna*, II.61.
- [15] Grasselli, A. (1969). "Computer Science at The University of Pisa", *Development and Organization Criteria for University Curricula in Computer Science, Varese. IEI Nota interna*, B69/16.
- [16] MAA Committee on the Undergraduate Program in Mathematics (1965). *A general curriculum in mathematics for colleges*, Mathematical Association of America.
- [17] *Riassunto della riunione all'Istituto di Fisica del 13-14 gennaio 1955*, Università di Pisa.
- [18] Fabri, E. (1956). "Appunti dalle lezioni di Introduzione alla Programmazione di una Calcolatrice Elettronica", *Nota interna CSCE*, 1/35.
- [19] Böhm, C. (1959). *Registro delle lezioni di "Calcoli numerici e grafici" dell'a.a. 1958/59*, Università di Pisa.
- [20] Cignoni, G.A., Gadducci, F. (2013). "A Syllabus for the Fifties, Teaching Computer Science on the first Italian Computers", *2nd International Conference on the History and Philosophy of Computing*, Paris.
- [21] Caracciolo, A. (1962). *Registro delle lezioni di "Cibernetica" dell'a.a. 1961/62*, Università di Pisa.

- [22] Università di Pisa (1968). *Annuario dell'Università degli studi di Pisa per l'a.a. 1967/68*, Università di Pisa.
- [23] Università di Pisa (1969). *Annuario dell'Università degli studi di Pisa per l'a.a. 1968/69*, Università di Pisa.
- [24] Levi, G., Piram, P. (1971). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1970/71*, Università di Pisa.
- [25] Montangero, C. (1973). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1972/73*, Università di Pisa.
- [26] Preparata, F. (1973). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1972/73*, Università di Pisa.
- [27] Pacini, G. (1975). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1974/75*, Università di Pisa.
- [28] Gestri, G. (1977). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1976/77*, Università di Pisa.
- [29] Montangero, C. (1978). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1977/78*, Università di Pisa.
- [30] Montangero, C. (1981). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1980/81*, Università di Pisa.
- [31] Montangero, C. (1980). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1979/80*, Università di Pisa.
- [32] Gestri, G. (1991). *Registro delle lezioni di "TAMC" dell'a.a. 1990/91*, Università di Pisa.
- [33] Grasselli, A., Pacini, G. (1970). "CANE SimulCANE e SystemCANE", *IEI nota tecnica C70/1*.
- [34] Marconi, R. (1971). *Inizio del servizio del Sistema IBM 360/67* (CNUCE, Comunicazione del Direttore, 6 agosto), Università di Pisa.
- [35] Torrigiani, G. (1973). *Utenza CNUCE Sistema IBM 370/155* (CNUCE, Comunicazione del Comitato Direttivo, 20 marzo), Università di Pisa.
- [36] Bronzoni, P. (1973). *Servizio 7090* (CNUCE, Comunicazione del responsabile del Servizio Elaborazione Dati, 20 marzo), Università di Pisa.
- [37] Faedo, A. (1967). *Norme relative all'utenza del Sistema 7090* (CNUCE. Comunicazione del Direttore, 23 marzo), Università di Pisa.
- [38] Chu, Y. (1962). *Digital computer design fundamentals*, McGraw-Hill.
- [39] Kernighan, B.W., Ritchie, D. (1978). *The C Programming Language*, Prentice Hall.
- [40] IBM. (1966). *IBM 7090 IBSYS Operating System. Macro Assembly Program (MAP) Language*, IBM Systems Reference Library.

## Biografie

### **Alessandro Cignoni** (Progetto HMR)

Studente triennale di Informatica Umanistica presso l'Università di Pisa, prossimo alla laurea, è anche collaboratore del Progetto HMR. Fra i suoi interessi spiccano la storia e le tecnologie Geographic Information System (GIS). In RiBau si è occupato principalmente della programmazione in Javascript dell'interfaccia del simulatore del CANE.

Email: [alessandro.cignoni@progettoHMR.it](mailto:alessandro.cignoni@progettoHMR.it)

### **Giovanni A. Cignoni** (Progetto HMR)

Laureato in Scienze dell'Informazione e poi ingegnere, lavora nel trasferimento tecnologico occupandosi di ingegneria del software in più declinazioni. Ha pubblicato, partecipato a progetti internazionali, insegnato alle università di Pisa, Firenze e Padova. Dal 2006 si dedica anche a HMR, un progetto di ricerca che, con l'ostinata curiosità degli hacker, studia la storia dell'informatica a partire da hardware e software. Dal 2015 è titolare di Storia dell'Informatica alla laurea in Informatica Umanistica, Università di Pisa.

Email: [giovanni.cignoni@progettoHMR.it](mailto:giovanni.cignoni@progettoHMR.it)

### **Giuliano Pacini** (Progetto HMR)

Il Prof. Pacini si laurea in Fisica a Pisa nel 1970. Nel 1973 è Assistente Ordinario presso Scienze dell'Informazione di Pisa, dove diventa Prof. Associato. Dal 1987 insegna come Prof. Ordinario all'Università di Salerno. Nel 1991 si trasferisce a Venezia e infine all'A.N. di Livorno. Va in pensione per limiti di età nel 2012. Ha fatto ricerca pubblicando in diversi settori sia teorici che applicativi dell'Informatica: Linguaggi di programmazione, Software Engineering, Logic Programming, Linguaggi Visuali, Sistemi per la Didattica.

Email: [giuliano.pacini@progettoHMR.it](mailto:giuliano.pacini@progettoHMR.it)

### **Daniele Ronco** (Archivio di Ateneo, Università di Pisa)

Da sempre si occupa di libri e di biblioteche e da una ventina d'anni cura l'Archivio dell'Università di Pisa.

Email: [daniele.ronco@sba.unipi.it](mailto:daniele.ronco@sba.unipi.it)

## Didattica a distanza e *Online Learning*: rischi e opportunità d'innovazione

Michele Baldassarre, Valeria Tamborra <sup>1</sup>

### Sommario

Il presente contributo discute gli esiti di una ricerca esplorativa condotta con lo scopo di indagare le pratiche dei docenti durante la sospensione delle attività scolastiche in presenza e l'erogazione della formazione online. Per erogare corsi online è necessario possedere *skills* specifiche rispetto alle quali la classe docente non era uniformemente preparata. Lungi dal considerare la Didattica a Distanza una parentesi priva di conseguenze a lungo termine, si ritiene, piuttosto, che essa possa porre le basi per un ripensamento consapevole dei modi di fare scuola da cui possano scaturire processi di innovazione.

### Abstract

In this paper we discuss the results of an exploratory research conducted with the aim of investigating the practices of teachers during the interruption of face-to-face school activities and the provision of online training. To deliver online courses it is necessary to have specific skills for which teachers were not evenly prepared. Far from considering remote teaching a simple parenthesis with no long-term consequences on the educational institutions, it is rather believed that it can lay the foundations for a conscious rethinking of the ways of doing school from which innovation processes can arise.

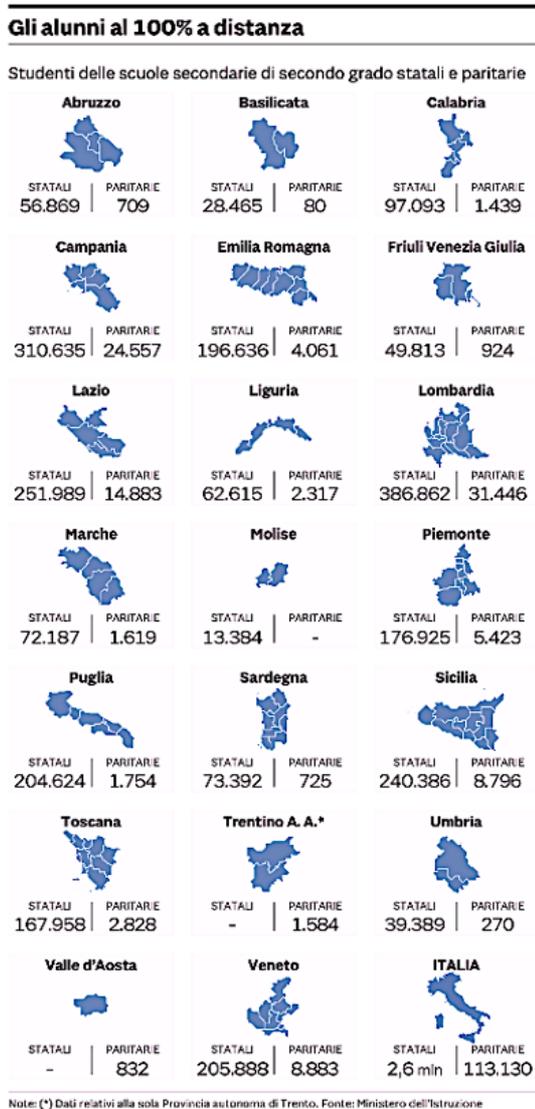
**Keywords:** Remote Teaching, Digital Learning Environments, Teaching Mediation

<sup>1</sup> Sebbene gli autori abbiano condiviso l'impostazione complessiva del paper, si attribuisce a Michele Baldassarre la scrittura dei paragrafi: 1. Introduzione; 2. Processi Formativi nella Didattica Online; 4. Conclusioni. A Valeria Tamborra si attribuisce la scrittura del paragrafo: 3. L'indagine sulle prassi educative durante la DaD. Una sintesi della ricerca discussa in questo contributo è stata presentata al Convegno "Didamatica 2020 – Smarter School for Smart Cities" del 13.11.2020



## 1. Introduzione

La sospensione delle attività scolastiche in aula, avvenuta in Italia per effetto del DPCM del 4 marzo 2020, e la conseguente attivazione della così detta “Didattica a Distanza”, ha sollecitato la necessità di riflettere sulle modalità e sugli effetti a livello educativo che questo cambiamento comporta. La chiusura delle scuole ha coinvolto, il 4 marzo 2020, il 19,3% della popolazione studentesca mondiale. Il 2 aprile 2020, 172 paesi del mondo avevano disposto la chiusura degli istituti scolastici; la percentuale degli studenti coinvolti saliva, così, all’84,8%. Il 22 novembre 2020 la chiusura delle scuole coinvolge il 12,8% della popolazione studentesca mondiale, ossia 224.068.338 studenti [1].



**Figura 1**

Numero di alunni delle Secondarie di II grado coinvolti dalla didattica a distanza [2]

Attualmente in Italia, la Didattica a Distanza coinvolge circa quattro milioni di studenti. Lo scenario italiano si presenta particolarmente complesso considerando le diversità territoriali determinate dalle zone rosse, le classi in quarantena e le ordinanze regionali più o meno restrittive che possono allargare lo spettro delle disposizioni nazionali. Per quanto pertiene gli insegnanti, invece, le lezioni da remoto riguardano circa 400 mila docenti con un'età media di 51 anni, di cui circa 70-80mila con contratto a tempo determinato [2]. La figura 1 sintetizza quanto sin qui esposto mostrando i dati relativi al numero di alunni che frequentano le lezioni completamente online nelle diverse regioni italiane.

All'interno di questo scenario, la scuola, nella prima fase, ha dovuto riorganizzare le modalità di erogazione della formazione senza che, tuttavia, ci fosse la possibilità di avviare un percorso di riflessione interna agli istituti e di ricognizione delle competenze necessarie affinché il corpo docenti fosse adeguatamente e uniformemente preparato per modificare le proprie prassi educative.

Se, infatti, la letteratura sull'e-learning contempla contributi consolidati in decenni di ricerche, è anche vero che il campo d'indagine privilegiato in questo ambito è la formazione superiore. La ricerca in ambito scolastico si è sviluppata in modo più discontinuo e ha assunto connotazioni maggiormente rivolte all'implementazione di sistemi di *Blended Learning*.

La specificità del contesto scolastico italiano non ha mai necessitato di sviluppare sistemi completamente in e-learning e la formazione del corpo docenti, di conseguenza, si è soffermata prevalentemente sui temi della *media education* e delle tecnologie didattiche. Si riscontrano, dunque, nello scenario nazionale, sperimentazioni limitate alla didattica mista attraverso l'implementazione di *Personal Learning Environments*, ossia introducendo i dispositivi mobili nelle classi, o progetti di formazione a distanza finalizzati a implementare la Didattica in Ospedale.

Gestire l'istruzione in modalità completamente online, invece, richiede infrastrutture informatiche, organizzazione amministrativa, progettazione didattica e metodologica specifiche e di natura differente.

La prima risposta emergenziale elaborata dalle istituzioni italiane alla sospensione delle attività in presenza è stata, dunque, quella di capitalizzare, da un lato, le risorse interne già presenti e di conservare, dall'altro, le prassi già consolidate senza modificare profondamente l'organizzazione scolastica. Per cui, la didattica a distanza è conseguita nella predisposizione di piattaforme utili, in prevalenza, a realizzare video-conferenze affinché i docenti potessero *continuare* le attività. Una continuazione, dunque, che, inevitabilmente, considerata la scarsità di tempi e risorse, ha cercato di mantenere l'impostazione metodologica della didattica in presenza.

La letteratura sull'e-learning, tuttavia, offre numerose evidenze empiriche che muovono in una differente direzione: spostando gli ambienti di apprendimento dalle aule scolastiche al digitale, l'organizzazione metodologica, strumentale, valutativa e dei contenuti deve essere ripensata affinché si possa continuare a garantire l'efficacia degli apprendimenti.

## 2. Processi Formativi nella Didattica Online

Il primo aspetto su cui si pone l'attenzione è proprio l'espressione "Didattica a Distanza" (d'ora in poi DaD) che richiama un implicito pedagogico e culturale maggiormente rivolto verso le modalità di erogazione della formazione da un punto di vista strumentale, più che verso gli aspetti legati alla significatività degli apprendimenti e la presenza sociale, quali elementi fondanti della progettazione di corsi online [3]. Erogare la formazione a distanza prevede che venga predisposto un ambiente di apprendimento digitale che si connoti in modo qualitativamente differente rispetto a quello in presenza. Un ambiente online, infatti, deve possedere quelle *affordances* che permettano all'utente di sviluppare apprendimenti significativi «attraverso la costruzione di artefatti simbolici e la promozione dell'interazione» [4]. La presenza sociale, dunque, è un elemento centrale del *design* della formazione online: la componente interattiva di un ambiente di apprendimento mediato dal computer, infatti, è fondamentale nel sostenere la motivazione e l'*engagement* nelle attività di apprendimento [5].

Anche i processi di mediazione didattica assumono connotazioni differenti:

«I mediatori didattici digitali, rispetto a quelli analogici, realizzano i principi dell'apprendimento multimediale [6; 7], presentando una sovrapposizione di linguaggi differenti che trasferiscono i contenuti in modo simultaneo, sfuggendo, di fatto, alla classificazione classica proposta da Damiano [8]. La diversa configurazione dell'ambiente di apprendimento determina anche un cambiamento nelle forme di interazione docente-studente-conoscenza. Non essendoci un'azione didattica *de visu* che permette di ricevere feedback immediati, nonché incoraggiare l'interazione tra pari, l'ambiente di apprendimento online deve prevedere specifiche *affordances* che permettano di sopperire a queste mancanze. Ne risulta la necessità di una progettazione sapiente dell'ambiente e dei mediatori al fine di promuovere maggiormente un apprendimento auto-regolato» [9].

Riflettere sulle modalità con cui la DaD è stata realizzata in Italia, dunque, è elemento di partenza per poter cogliere le prassi attuali dalle quali prendere le mosse per trasformare una situazione di emergenza, che per molti è stata fonte di disagio, in un'opportunità reale di innovazione.

Le disposizioni emanate con la Nota 388 del DPCM dell'8 marzo 2020 hanno parzialmente accolto le sollecitazioni già consolidate nella letteratura sul tema:

«Le attività di didattica a distanza, come ogni attività didattica, per essere tali, prevedono la costruzione ragionata e guidata del sapere attraverso un'interazione tra docenti e alunni. [...] Il collegamento diretto o indiretto, immediato o differito, attraverso videoconferenze, videolezioni, chat di gruppo; la trasmissione ragionata di materiali didattici [...] con successiva rielaborazione e discussione operata direttamente o indirettamente con il docente, l'interazione su sistemi e app interattive educative propriamente digitali: tutto ciò è didattica a distanza» [10].

## Le scelte degli insegnanti

I settori prescelti per l'aggiornamento. *In percentuale*

			VAR. %
Alternanza scuola-lavoro	2018/19	0,74%	-0,31 ▼
	2019/20	0,43%	
Bisogni individuali e sociali dello studente	2018/19	5,40%	-0,72 ▼
	2019/20	4,68%	
Cittadinanza attiva e legalità	2018/19	2,94%	+0,52 ▲
	2019/20	3,45%	
Conoscenza e rispetto della realtà naturale e ambientale	2018/19	0,98%	+0,20 ▲
	2019/20	1,18%	
Conoscenza e rispetto della realtà naturale e ambientale	2018/19	0,98%	+0,20 ▲
	2019/20	1,18%	
Dialogo interculturale e interreligioso	2018/19	1,21%	-0,34 ▼
	2019/20	0,86%	
Didattica singole discipline previste dagli ordinamenti	2018/19	11,08%	-2,86 ▼
	2019/20	8,22%	
Educazione alla cultura economica	2018/19	0,38%	+0,01 ▲
	2019/20	0,39%	
Gestione della classe e problematiche relazionali	2018/19	4,11%	-0,23 ▼
	2019/20	3,89%	
Inclusione scolastica e sociale	2018/19	7,39%	-0,53 ▼
	2019/20	6,87%	
Orientamento e dispersione scolastica	2018/19	1,39%	-0,13 ▼
	2019/20	1,25%	
Problemi della valutazione individuale e di sistema	2018/19	2,68%	-0,29 ▼
	2019/20	2,40%	
<b>Innovazione didattica e didattica digitale</b>	2018/19	<b>32,46%</b>	<b>+6,78</b> ▲
	2019/20	<b>39,24%</b>	
Tutela salute e sicurezza nei luoghi di lavoro	2018/19	0,46%	+0,45 ▲
	2019/20	0,91%	
Didattica per competenze e competenze trasversali	2018/19	11,68%	-0,77 ▼
	2019/20	10,91%	
Gli apprendimenti	2018/19	5,15%	-1,02 ▼
	2019/20	4,13%	
Metodologie e attività laboratoriali	2018/19	11,96%	-0,77 ▼
	2019/20	11,18%	

Fonte: Ministero dell'Istruzione

**Figura 2**  
Settori prescelti dai docenti per l'aggiornamento professionale [2]

Le istituzioni scolastiche, tuttavia, considerata l'imminenza dell'adempimento a tali disposizioni, hanno fronteggiato in modo diversificato e non sempre efficiente tale cambiamento. La DaD, infatti ha imposto la necessità di una riorganizzazione in termini di metodi e formati da adoperare, in quanto non ci si può limitare a una trasposizione nelle aule virtuali dei metodi e delle modalità tipiche dell'insegnamento in presenza. In tal senso, bisogna considerare il ruolo delle tecnologie nella vita degli alunni, appartenendo queste, prima ancora che al mondo scolastico, alla loro vita sociale e familiare; per cui «la scuola diviene [...] un nodo all'interno di una rete, più che l'asse centrale su cui si fonda e si sostiene l'apprendimento» [4], generando una commistione tra ambienti formali, non formali e informali di apprendimento.

Nello specifico, quando le tecnologie vengono adoperate come strumenti di insegnamento e, dunque, veicolano conoscenza, questa è il frutto di una negoziazione di significati. Gli strumenti adoperati, infatti, intervengono sulle modalità di accesso ai contenuti, configurando un'intelligenza collettiva e distribuita [11]. Di qui l'esigenza di adeguare, per ogni azione educativa, il messaggio formativo al mezzo multimediale che lo veicola e lo rende possibile, qualsiasi esso sia.

Considerati questi aspetti, si evince come la classe docente non fosse preparata a un siffatto cambiamento metodologico. Con questa consapevolezza, il Ministero, con il decreto-legge 17 marzo 2020, n.18, ha stanziato 5 milioni di euro per l'aggiornamento professionale degli insegnanti, grazie ai quali 572.888 docenti (il 68% dell'organico italiano) hanno frequentato corsi sul tema da marzo a ottobre 2020. Più nel dettaglio, il 92,5% ha seguito un corso nella scuola organizzato dagli animatori digitali e dal team dell'innovazione, il 21,1% ha beneficiato delle attività delle équipes formative territoriali e il 12,3% si è rivolto all'Indire e alle avanguardie educative [2]. La Figura 2 mostra i dati relativi ai settori prescelti dagli insegnanti per l'aggiornamento professionale nell'anno scolastico 2019/2020 confrontati con quelli dell'anno 2018/2019.

Dalla lettura del grafico si evince come ci sia stato un incremento di quasi 7 punti percentuali nell'accesso a corsi sul tema dell'innovazione e della didattica digitale, mentre altri ambiti hanno subito un decremento fino a quasi 3 punti percentuali, come, ad esempio, i corsi sulle didattiche disciplinari.

### 3. L'indagine sulle prassi educative durante la DaD

Sulla base della letteratura considerata nel paragrafo precedente, è stata impostata un'indagine esplorativa condotta dal Laboratorio di Pedagogia Sperimentale e Multimedia dell'Università di Bari e dall'Associazione Italiana Maestri Cattolici (AIMC), il cui obiettivo è stato quello di cogliere le pratiche reali che si sono sviluppate attorno alla didattica a distanza, nonché le credenze dei docenti, ritenute alla base del buon esito delle stesse. La prassi educativa, infatti, risulta determinata da una molteplicità di fattori quali riflessioni personali, ideologie, atteggiamenti e teorie implicite, nonché di fattori di contesto legati ai valori propri del sistema culturale di appartenenza [12]. L'indagine, dunque,

coerentemente ai suoi scopi esplorativi, ha preso le mosse dalle seguenti domande di ricerca [13]:

- Quali sono state le prassi dei docenti durante la didattica a distanza?
- Quali strumenti e metodi sono stati adoperati?
- Quali sono gli atteggiamenti dei docenti nei confronti della didattica a distanza?
- In che modo è stata condotta la valutazione durante le attività online?

È stato, dunque, costruito un questionario composto da 73 items e distribuito online tra i docenti della regione Puglia. L'adesione alla ricerca è avvenuta su base volontaria, andando, così, a costituire un campione auto-selezionato, composto da 1810 unità.

Di seguito verranno presentati i dati relativi alla descrizione del campione e le prassi didattiche durante le attività online, approfondendo, in particolare:

- Le credenze in merito alle finalità della DaD;
- Le modalità organizzative adoperate;
- Il rapporto con gli alunni.

Invece, per una lettura approfondita dei dati relativi alle modalità con cui è stata realizzata la valutazione, si rimanda al contributo degli autori dal titolo "Didattica a distanza, *continuité pédagogique* e valutazione. Un'indagine esplorativa sulle pratiche dei docenti" [3].

### 3.1 Descrizione del campione

Come accennato in precedenza, il campione, auto-selezionato, è composto da 1810 docenti di ogni ordine e grado che svolgono servizio in Puglia. Essi sono prevalentemente di età superiore a 40 anni (86,89%), di genere femminile (90,11%) e in possesso, per oltre il 50%, di una Laurea Magistrale.

I docenti sono distribuiti quasi uniformemente tra i quattro gradi scolastici (16% Scuola dell'Infanzia, 37% Primaria, 20% Secondaria di I Grado, 27% Secondaria di II Grado) e contano, per oltre la metà, più di 11 anni di servizio.

Per comprendere più dettagliatamente la composizione del campione, sono stati predisposti dei quesiti atti a sollecitare un'autovalutazione della competenza digitale dei rispondenti. In particolare, è stato approfondito il tipo di tecnologie generalmente adoperate nella vita privata e il livello di adozione delle stesse per scopi didattici precedente alla sospensione delle attività scolastiche in presenza; infine, è stato approfondito l'eventuale accesso a corsi di formazione in servizio sui temi della *media education* e delle tecnologie didattiche, il livello di utilità percepita di tali corsi e l'accesso a corsi e tutorial durante l'emergenza.

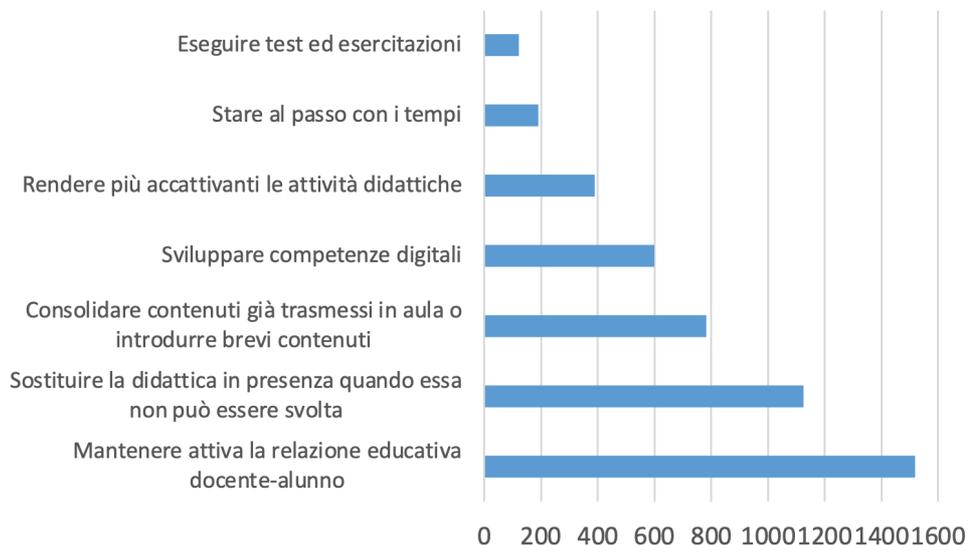
Per quanto pertiene la vita privata, quasi tutti utilizzano gli smartphone (90,57%) e i computer portatili (86,81%); poco più della metà utilizza un tablet (58,74%), mentre si rileva una minoranza che utilizza il computer fisso (34,95%). Per quanto pertiene, invece, l'utilizzo delle tecnologie a scuola prima della sospensione delle lezioni in presenza, emerge che il 45% dei rispondenti ha

affermato che utilizzava le tecnologie quotidianamente, il 30% di averle utilizzate qualche volta a settimana, il 25% di averle utilizzate meno di una volta al mese.

Relativamente alla formazione sul tema, circa l'80% dei rispondenti ha frequentato, durante la sua carriera, almeno un corso di formazione riguardante l'innovazione didattica, le tecnologie e la *media education*; circa il 60% di costoro ha ritenuto molto utili tali corsi. Nonostante ciò, quasi il 90% dei docenti ha seguito almeno un video-tutorial reperibile sul web per la realizzazione della DaD. In generale, il 64,32% dei rispondenti si ritiene abbastanza competente nell'utilizzo delle tecnologie e il 76,09% ritiene che la propria pratica professionale possa essere influenzata positivamente dalle tecnologie.

### 3.2 Prassi didattiche durante la DaD

Prima di approfondire dettagliatamente le modalità in cui la DaD è stata realizzata, è stata posta una prima domanda esplorativa volta a chiarire quelle che fossero le concezioni dei docenti in merito alle finalità della DaD. I dati raccolti mostrano che prevalentemente essa è ritenuta un sistema emergenziale che sostituisce la didattica in presenza in un momento in cui non può essere svolta, utile a mantenere attiva la relazione educativa docente-alunno. Solo per una minoranza la DaD può essere considerata una modalità valida in sé per scopi formativi, quali, ad esempio, lo sviluppo di competenze digitali, innovare le prassi e rendere più coinvolgenti le lezioni (vedi Figura 3).

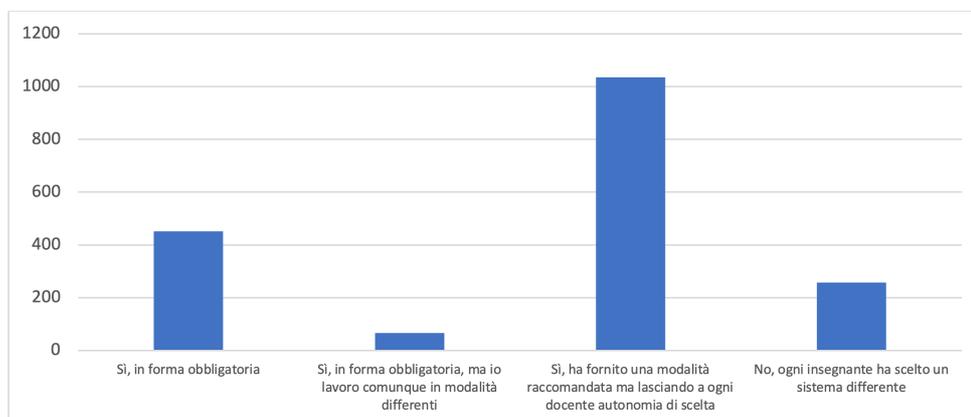


**Figura 3**  
*Finalità della didattica a distanza*

La DaD è stata, per quasi il 73%, attivata per la prima volta durante l'emergenza sanitaria. Per il restante 27% le attività online erano state realizzate durante esperienze pregresse che riguardavano la condivisione di materiali e attività laboratoriali organizzate nell'ambito di progetti specifici.

Per comprendere meglio quali siano state le modalità di attivazione e conduzione delle attività a distanza, sono state poste tre domande volte a comprendere il livello di uniformità delle procedure adoperate.

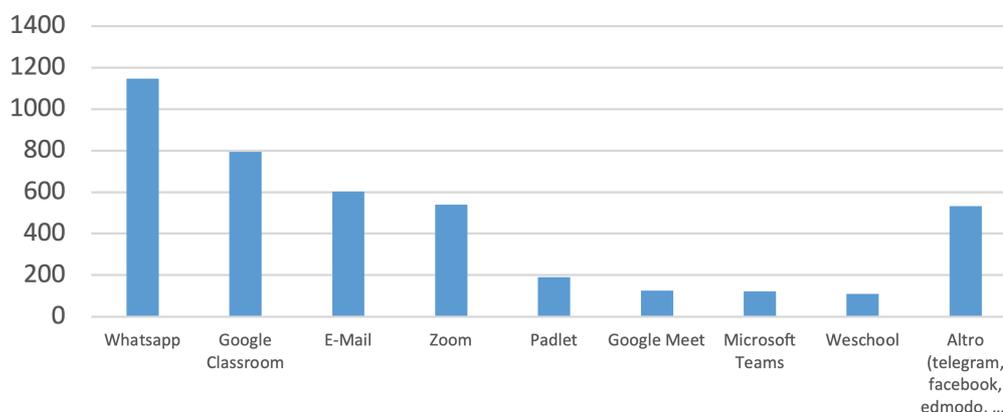
- L'Istituto ha adottato un metodo di didattica a distanza uniforme? (vedi Fig. 4)



**Figura 4**  
*Modalità di attivazione della DaD*

Dal grafico si osserva che per oltre il 70% dei docenti, nei propri istituti non sono state adottate modalità uniformi: il 57,16% riferisce che la propria scuola ha fornito delle linee guida nella forma di raccomandazioni la cui applicazione non era obbligatoria; il 14,2%, invece, ha riferito che nel proprio istituto ogni insegnante ha scelto una modalità differente senza che siano state raccomandate modalità specifiche. Si riscontra, comunque, un 25% dei docenti che ha riferito che nel proprio istituto sono state adoperate modalità uniformi introdotte in forma obbligatoria.

- Che tipo di ambienti utilizza per le sue lezioni a distanza? (domanda con possibilità di scegliere più di una opzione; vedi Figura 5)



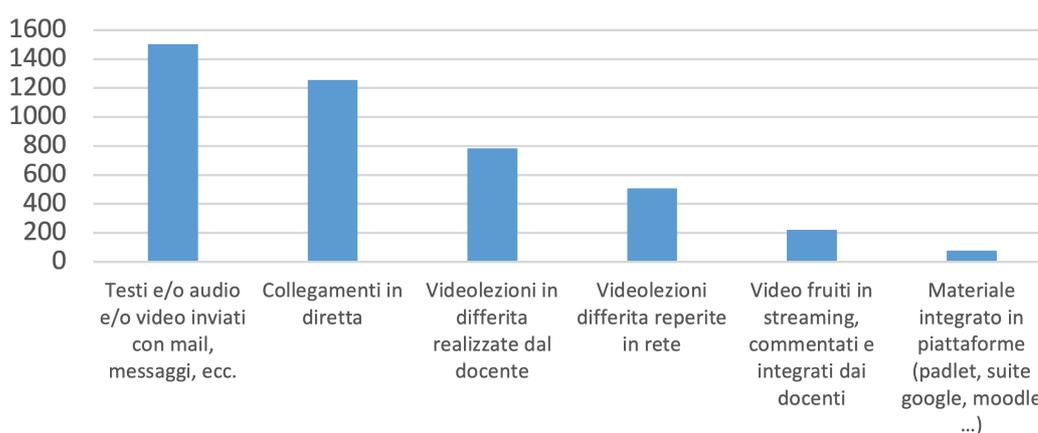
**Figura 5**  
*Ambienti digitali utilizzati per la realizzazione della DaD*

Nella lettura del grafico, il primo dato che emerge con chiarezza è la disomogeneità di strumenti e ambienti. Si fa notare come gli strumenti adoperati siano classificabili in tre categorie:

1. Ambienti digitali di utilizzo comune non pensati direttamente per realizzare attività educative: Whatsapp (utilizzato dal 63% dei docenti), E-mail (33%), Telegram e Facebook;
2. Ambienti digitali per svolgere video-conferenze e riunioni a distanza: Zoom (30%), Google Meet (7%), Microsoft Teams (7%);
3. Ambienti digitali integrati pensati per lo svolgimento di attività formative a distanza: Google Classroom (44%), Weschool (6%) ed Edmodo.

Si riscontra, infine, che gli ambienti di apprendimento integrati, che dovrebbero essere quelli privilegiati per lo svolgimento di attività didattiche online, rientrano tra gli strumenti utilizzati di meno.

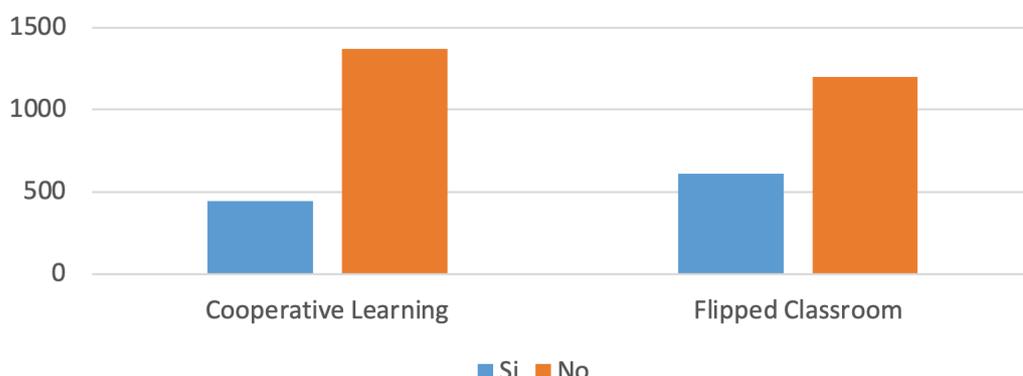
- In che modo sono stati progettati e condivisi i materiali didattici? (domanda con possibilità di scegliere più di una opzione; vedi Figura 6)



**Figura 6**  
*Materiali didattici e modalità di condivisione*

Le evidenze emergenti dai dati mostrati in Figura 6 confermano, sostanzialmente, quanto rilevato sin ora: la maggior parte dei docenti si è avvalsa di materiale di tipo testuale condiviso con gli studenti tramite e-mail (83%); solo una minoranza, il 4%, ha utilizzato materiale integrato in piattaforme online quali Google Classroom o Moodle. Si richiama, infine, su questo, l'attenzione sul 69% dei docenti che ha effettuato collegamenti video in diretta, modalità che suggerisce la tendenza dei docenti a mantenere un'impostazione metodologica di tipo frontale.

Per riflettere sugli aspetti metodologici si propongono nella Figura 7 i dati specifici su questo tema.

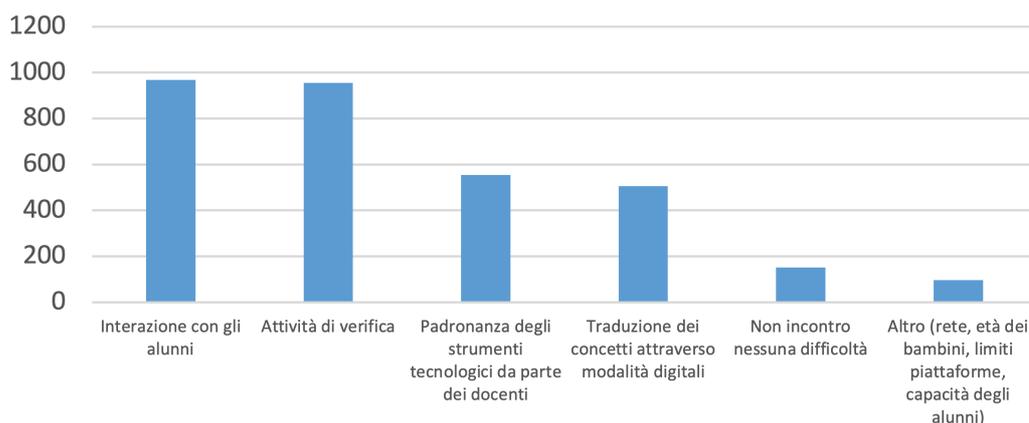


**Figura 7**  
*Utilizzo dei metodi del Cooperative Learning e della Flipped Classroom*

I dati confermano quanto emerso dal quesito precedente, ossia che circa il 70% dei docenti ha mantenuto un'impostazione frontale per l'erogazione delle lezioni online. Il 25% ha, comunque, impostato le attività seguendo il metodo del *Cooperative Learning* (perché già sperimentato in presenza) e il 34% ha adoperato il metodo della *Flipped Classroom*.

### 3.3 Relazione educativa

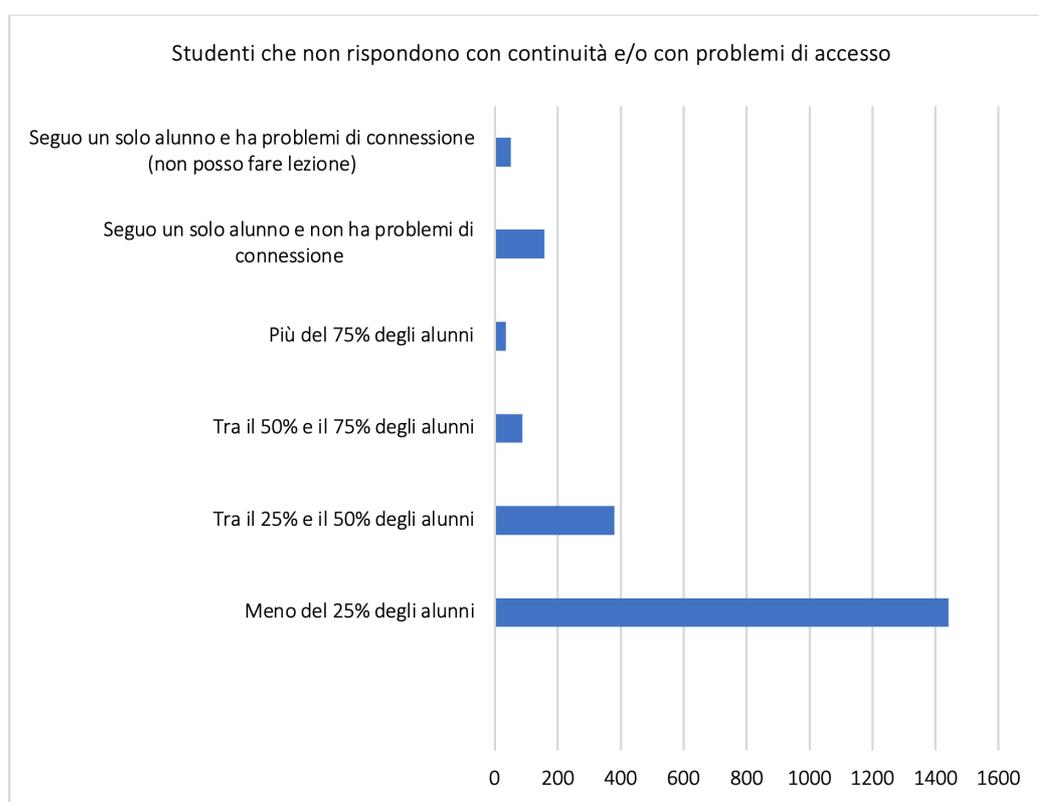
Per introdurre il tema della relazione educativa durante la didattica a distanza, si propone il grafico in Figura 8 che rappresenta le principali difficoltà incontrate nell'implementazione delle attività online (quesito per il quale i docenti hanno potuto scegliere più di una opzione).



**Figura 8**  
*Difficoltà incontrate nell'implementazione della DaD*

I dati mostrati nel grafico pongono in evidenza che oltre la metà dei partecipanti alla ricerca ha riferito di aver incontrato difficoltà nella relazione con gli alunni e nelle attività di valutazione. In seconda istanza si sono riscontrate difficoltà nel padroneggiare gli strumenti tecnologici e nella mediazione didattica all'interno dell'ambiente digitale.

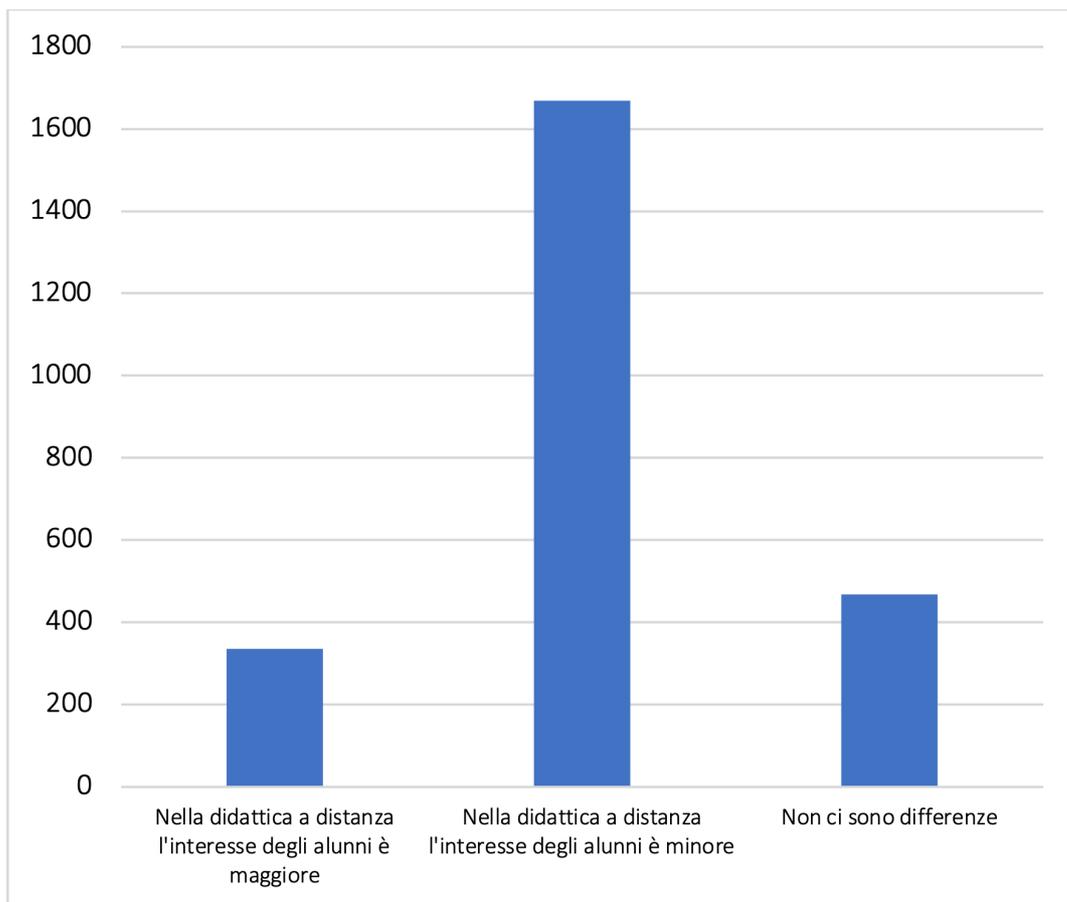
Per approfondire il tema della relazione con gli alunni, è stato, innanzi tutto, indagato il livello di difficoltà di accesso alla rete, rispetto al quale il 58% dei docenti ha riferito che meno del 25% dei propri alunni aveva difficoltà di connessione, un ulteriore 15% ha riferito che meno del 50% degli alunni aveva difficoltà di accesso. I dati sono sintetizzati nel grafico seguente.



**Figura 9**  
*Difficoltà di connessione degli alunni*

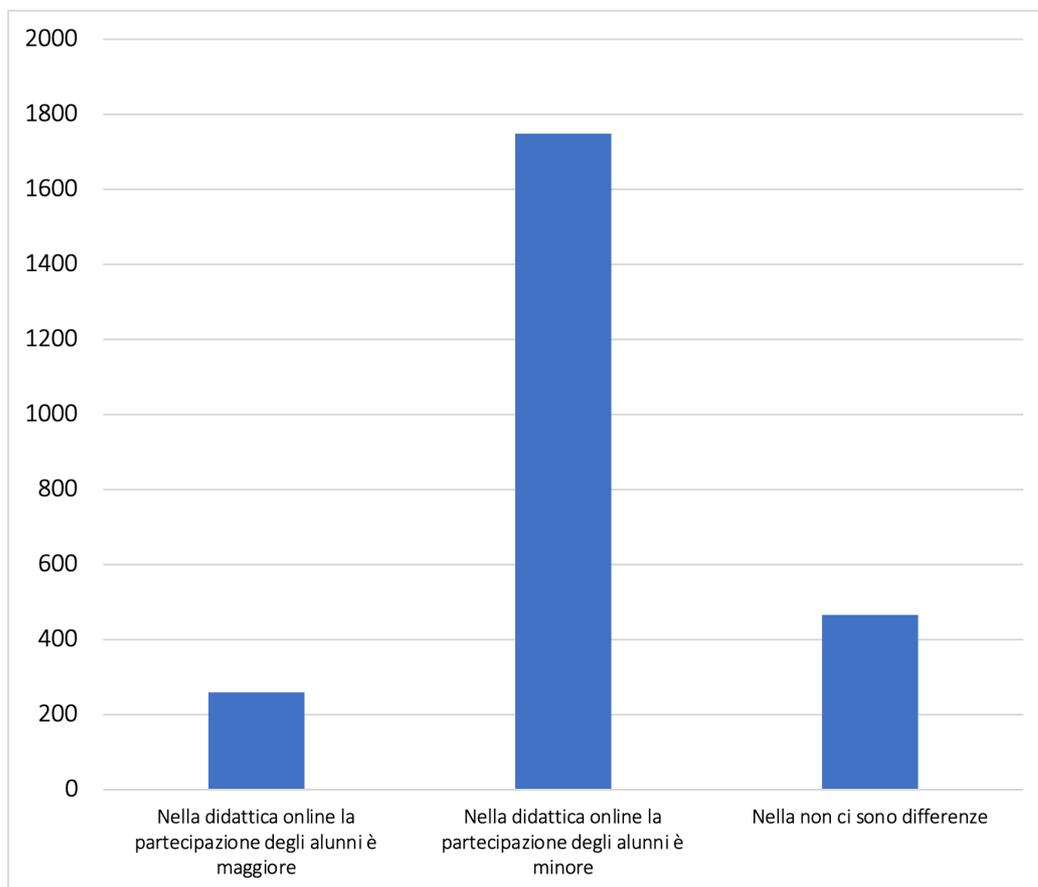
Sebbene i dati relativi alla connettività degli studenti non siano del tutto positivi, le difficoltà relazionali sembrano essere state imputate a una ridotta attenzione e partecipazione da parte degli alunni, come mostrato nei due grafici seguenti.

- Rispetto all'interesse degli alunni, ci sono differenze tra la didattica in presenza e quella a distanza?



**Figura 10**  
*Interesse degli alunni percepito dagli insegnanti*

- Rispetto alla partecipazione degli alunni, ci sono differenze tra la didattica in presenza e quella a distanza



**Figura 11**  
*Partecipazione degli alunni percepita dagli insegnanti*

Dalla lettura dei grafici si evince che il 68% dei docenti ha percepito una diminuzione dell'interesse da parte degli alunni durante le attività online; il 71%, invece, ha riscontrato anche una minore partecipazione.

#### 4. Conclusioni

La DaD è stata avviata in modalità abbastanza diversificate all'interno delle scuole, in cui, per la maggior parte, sono state fornite delle raccomandazioni, senza obbligare i docenti ad adottare sistemi uniformi.

La maggior parte dei rispondenti non aveva mai sperimentato forme di DaD in passato; solo 27% ha riferito di avere un'esperienza pregressa in merito, maturata prevalentemente condividendo materiali e per attività laboratoriali e di

ricerca. Essa, dunque, sembra avere maggiormente la finalità di mantenere attiva la relazione educativa docente-alunno e sostituire la didattica in presenza in un periodo in cui essa non può essere svolta; solo una minoranza vede la DaD come un'opportunità per ripensare e innovare il modo di fare scuola.

La modalità di erogazione delle lezioni risulta essere di tipo misto: nonostante vi sia un 56% di docenti che utilizza ambienti specifici per la formazione a distanza (Google Classroom, Weschool, ...), si riscontra anche che la quasi totalità dei rispondenti utilizza anche altri strumenti per la condivisione di materiali di vario tipo, tra cui Whatsapp e le e-mail. Emerge, dunque, che si è realizzata una mescolanza di ambienti e strumenti tecnologici diversi.

I dati relativi alla tipologia di materiali adoperati confermano la tendenza appena riscontrata: l'83% dei rispondenti condivide file di testo, audio o video tramite messaggi e e-mail. Vi è inoltre il 69% di docenti che ha cercato di mantenere comunque un'impostazione frontale, facendo lezione in diretta. Il dato è confermato dal fatto che il 76% ha riportato di preservare attività didattiche individuali: la maggior parte dei docenti, infatti, non ha sperimentato forme di *flipped classroom* o *cooperative learning*, al fine di incrementare i livelli di partecipazione e rafforzare la relazione educativa.

Le maggiori difficoltà riscontrate hanno riguardato infatti l'interazione con gli alunni. Esse non sembrano essere imputabili a eventuali problemi di connessione; il 58% ha riferito che meno del 25% degli alunni ha problemi di connessione a Internet (sebbene, comunque, non sia trascurabile il 15,37% dei docenti che hanno riferito che tra il 25% e il 50% dei loro alunni ha problemi di rete).

Le difficoltà relazionali, piuttosto, sembrano maggiormente imputabili alla percezione di più bassi livelli di partecipazione e interesse da parte loro.

La mescolanza di ambienti e strumenti tecnologici differenti che è stata adoperata per la DaD, sollecita una duplice lettura:

1. Da un lato rivela una certa fluidità nell'utilizzo di tecnologie diverse da parte dei docenti;
2. Dall'altro ci si interroga sull'efficacia educativa di un siffatto sistema, in cui gli studenti non lavorano all'interno di un ambiente di apprendimento intenzionalmente predisposto, ma si ritrovano a doversi orientare all'interno di risorse e mezzi di condivisione diversi, con il rischio che si crei una certa frammentazione dell'offerta formativa e una conseguente percezione di confusione che non ottimizza certamente le opportunità di apprendimento.

A fronte di questa importante diversificazione degli strumenti che i docenti hanno utilizzato per adattarsi alla situazione contingente con i mezzi a propria disposizione, si riscontra, comunque, una tendenza a preservare metodi didattici cui si è più abituati, cercando di mantenere un'impostazione frontale di tipo individuale con attività di valutazione, laddove sono state condotte, classiche (test e interrogazioni).

Sarà interessante approfondire, in questo senso, l'efficacia che questo sistema abbia avuto in termini di apprendimenti e competenze per gli studenti.

La possibilità offerta dalla formazione a distanza di assicurare una continuità dei percorsi formativi nel periodo emergenziale ha posto le basi per un nuovo modo di fare scuola: una forma di didattica "aperta" che, superando i confini dell'aula fisica, si serve delle opportunità offerte dalle tecnologie per garantire la dimensione sociale e comunicativa alla base del successo dei processi formativi. Una forma di insegnamento a distanza che porta con sé opportunità e rischi, così come emerso dall'analisi delle pratiche e delle opinioni dei docenti, raccolte all'interno dell'indagine. Si pensi, in tal senso, alla mescolanza di ambienti e strumenti tecnologici e pratiche di valutazione differenti emersi dall'analisi dei dati e, al tempo stesso, alla confusione terminologica e di senso di stampo docimologico.

Più in generale, la situazione di disagio vissuta si è posta per i docenti e per la Scuola italiana quale occasione per ripensare al senso stesso dell'innovazione didattica, e soprattutto, al ruolo e all'influenza che gli strumenti hanno nel veicolare i contenuti, in termini di modalità e formati degli stessi. È necessaria dunque una stretta reciprocità tra le funzionalità tecnologiche e gli approcci pedagogici adoperati.

## Bibliografia

- [1] <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse> (ultimo accesso 22/11/2020).
- [2] Tucci, C., Virli, L. (2020). Dad. Didattica a distanza. Istruzioni per l'uso della scuola online. *Il Sole 24 Ore. Le Guide*.
- [3] Baldassarre, M., Tamborra, V., Dicorato, M. (2020). "Didattica a distanza, *continuité pédagogique* e valutazione. Un'indagine esplorativa sulle pratiche dei docenti", *Q-Times Journal of Education, Technology and Social Studies*, XII, 3, 198-2015.
- [4] Baldassarre, M., Tamborra, V. (2020). "Educare con i media, educare ai media. Una riflessione sulle pratiche di insegnamento e apprendimento mediale", *Formazione, Lavoro, Persona*, V. 30: Marzo 2020 – *Pedagogia della scuola o pedagogia delle scuole? Sollecitazioni per un dibattito rinnovato*, 213.234.
- [5] Tung, F., Deng, Y. (2006). "Designing social presence in e-learning environments: testing the effect of interactivity on children", *Interactive Learning Environments*, 14:3, 251-264.
- [6] Mayer, R.E. (2008). *E-Learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*, Pfeiffer.
- [7] De Pascalis, L. (2016). "I mediatori didattici multimediali: metodologie innovative per il potenziamento dell'intelligenza", *Costellazione di pensieri*, 2-3, 47-62.
- [8] Damiano, E. (2013). *La mediazione didattica. Per una teoria dell'insegnamento*, FrancoAngeli.

[9] Baldassarre, M., Tamborra, V. (*in press*). "Dai Learning Analytics alla progettazione degli ambienti di apprendimento online nella didattica universitaria", *Didattica, riconoscimento professionale e innovazione in Università*.

[10] [https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/03/04/2001\\_475/sg](https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/03/04/2001_475/sg) (ultimo accesso 22/11/2020).

[11] Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: Where old and new media collide*, New York University Press.

[12] Giovannini, M.L. (2017). "Lo sviluppo delle convinzioni dei futuri insegnanti. Principali problematiche e sfide per la ricerca e la formazione iniziale" in Magnoler, P., Notti, A.M., Perla, L. (a cura di), *La professionalità degli insegnanti. La ricerca e le pratiche*, Pensa MultiMedia.

[13] Trincherò, R. (2004). *I metodi della ricerca educativa*, Laterza.

## Biografie

**Michele Baldassarre** è Professore Associato di Pedagogia Sperimentale presso il Dipartimento di Scienze della Formazione, Psicologia, Comunicazione dell'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro". Dirige il Laboratorio di *Pedagogia Sperimentale e Multimedia* dell'Università di Bari ed è Coordinatore del Corso di studi magistrale a ciclo unico in Scienze della Formazione Primaria.

È socio fondatore e membro della Società Italiana di Ricerca sull'Educazione Mediale. Dall'a.a. 2008/09 è componente del collegio di dottorato "*Dinamiche formative ed educazione alla politica*".

Email: [michele.baldassarre@uniba.it](mailto:michele.baldassarre@uniba.it)

**Valeria Tamborra** è assegnista di ricerca M-PED/04 presso l'Università degli Studi di Foggia e collabora come ricercatrice con il Laboratorio di Pedagogia Sperimentale e Multimedia dell'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro".

I suoi interessi di ricerca riguardano la media education, la valutazione dei sistemi formativi, in particolar modo del sistema universitario, e l'e-learning nei contesti di lifelong learning, ambito rispetto al quale si sta specializzando nelle tecniche di Learning Analytics. È specializzata nelle analisi automatiche del contenuto mediante software T-LAB.

Email: [valeria.tamborra@unifg.it](mailto:valeria.tamborra@unifg.it)