

## La co-progettazione di app digitali come strumento di innovazione didattica nei percorsi di sviluppo professionale degli insegnanti in fisica

Antonella Longo (\*)

*DIDALab, Dipartimento di Ingegneria, Università del Salento, via per Monteroni, Lecce*

Antonio Balestra

*DIDALab, Dipartimento di Ingegneria, Università del Salento, via per Monteroni, Lecce*

**Riassunto.** In un mondo in costante evoluzione, il compito degli insegnanti è arduo e complesso. Insegnare le discipline scientifiche richiede una formazione continua ed oculata che risponda alle nuove forme di apprendimento che caratterizzano le nuove generazioni. Il lavoro proposto vuole incentivare le attività collaborative tra le scuole e le università per sviluppare percorsi professionali basati sulla co-progettazione di app digitali. La linea di ricerca portata avanti nel DIDALab di Unisalento, coinvolge gli insegnanti nello sviluppo di app didattiche per il monitoraggio di fenomeni fisici, già nelle fasi di progettazione e prima validazione. Con i progetti City SoundScape e Apollon, numerosi insegnanti hanno partecipato a percorsi di sviluppo professionale per l'insegnamento della fisica. Il contesto specifico di coinvolgimento degli insegnanti come elementi pivot nella relazione con gli studenti sono gli scenari di citizen science per il monitoraggio del rumore e dell'aria.

**Abstract.** In a constantly changing world, the task of teachers is difficult and complex. Teaching scientific disciplines requires continuous and careful training that answers to the new forms of learning that characterize the new generations. The proposed work aims to encourage collaborative activities between schools and universities to develop career paths designed on the co-design of digital apps. The line of research carried out in Unisalento's DIDALab involves teachers in the development of educational apps for monitoring physical phenomena, already in the design and initial validation phases. With the City SoundScape and Apollon projects, many teachers have participated in professional development paths for teaching physics. The specific context of teacher involvement as pivotal elements in the relationship with students are citizen science scenarios for monitoring noise

### 1. Uno scenario complesso

(\*) Corresponding author

Nativi digitali [1], Millennials [2], Generation Next o Net Generation [3], iGen [4] ed infine Mobile Born [5]. Sono soltanto alcune delle locuzioni con cui si indicano coloro che, nati dopo la metà degli anni 80 del secolo scorso, vivono e si relazionano nel mondo attuale. Alcuni hanno assaporato soltanto per pochi istanti il mondo analogico prima di immergersi ed essere sommersi dal digitale. Nell'insaziabile velocità trasformativa della tecnologia che rende imprevedibile definire come sarà l'istante successivo a questo, il compito degli insegnanti è arduo e complesso. Le nuove generazioni non sono "uguali" a quelle nate nel secolo scorso e il loro modo di esperire il reale è differente da quello dei migranti digitali. Sono antropologicamente diversi. Nati in un digital world crescono in una realtà che ha l'apparenza di un romanzo fantascientifico in cui sono totalmente mutate le forme di comunicazione, gli schemi e le dinamiche di sentire, vivere e trasmettere i propri sentimenti. Nel mondo della digital first generation nuovi sono i giochi e il modo di giocare e nuove e diversificate sono le modalità di apprendimento. L'ascesa delle nuove tecnologie digitali ha forgiato una realtà "altra", per certi aspetti "aliena", in cui reale e virtuale si fondono a tal punto da non permettere a volte di comprendere i confini dell'uno o dell'altro, un reale in cui siamo obbligati ad entrarvi e a prendervi parte, con un nostro modo di essere uomini che può a volte risultare antico [6]. Che sia stata vissuta con entusiasmo o sconforto, dissenso o accettazione, indifferenza o partecipazione la "migrazione" in questo universo digitale è avvenuta e ad aspettarci vi sono bambini e adolescenti per cui il mondo amplificato digitalmente è l'unica realtà conosciuta, dove non è neppure ipotizzabile vivere senza l'estensione digitale dell'esperienza. Più che nativi digitali sarebbe più opportuno definirli "nati digitali". [7] In questo scenario, inoltre, la professionalità docente accusa la concorrenza e lo strapotere di altri mezzi culturali che veicolano il sapere, più capienti e meglio organizzati. Gli attori del contesto classe vivono un disequilibrio: non più l'asimmetria per così dire "classica" in cui il magister era il portatore del sapere e l'allievo un mero ricettore di quel sapere. Oggi la classe sembra quasi capovolta poiché il docente ha dinnanzi a sé studenti che posseggono il mondo nel palmo di una mano. La scuola e le professionalità che in essa operano, in primis gli insegnanti, non possono sottrarsi a questa sfida, soprattutto considerando quanto l'istruzione in scienza, tecnologia, ingegneria e matematica (STEM) sia un problema significativo per i governi e le organizzazioni di tutto il mondo in quanto è sempre più crescente la preoccupazione sulla mancanza di progressi degli studenti in questi settori. È quindi fondamentale un aggiornamento continuo della scuola che come agenzia educativa ha il dovere di educare le nuove generazioni ad essere curiosi e intuitivi, ad usare il pensiero logico e spaziale, ad essere rigorosi nella ricerca delle cause di un fenomeno, a sapersi porre con sensibilità e giusta attenzione dinnanzi alle questioni etiche che il mondo ci pone dinnanzi come i problemi legati alla sicurezza, alla sostenibilità, all'inquinamento atmosferico, idrico e acustico. Le metodologie di insegnamento, pertanto, dovranno favorire lo sviluppo delle competenze chiave di cittadinanza euro-

pea, in particolare “imparare ad imparare”, supportando il percorso di crescita degli studenti nel passaggio dalle competenze alla “competenza” e dai tre savoir (sapere, saper fare, saper essere) all’unico “saper agire”. [8] Lo sviluppo professionale degli insegnanti resta un nodo cruciale che è necessario risolvere per migliorare il processo di insegnamento-apprendimento soprattutto nell’ambito scientifico, “per favorire lo sviluppo di una cultura scientifica integrata con le altre dimensioni della cultura dei cittadini, che dia strumenti di interpretazione delle fenomenologie quotidiana, che produca le basi per la costruzione di competenze specifiche, come pure capacità di lettura delle problematiche sociali sulle quali saremo sempre di più richiesti di intervenire con scelte responsabili e competenti” [9]. Lo scopo principale è promuovere una metodologia centrata sull’esperienza di laboratorio, un’esperienza didattica che presenta il carattere dell’apprendimento attivo e dell’imparare facendo [10]. L’etichetta “laboratorio” ha valenza programmatica circa la qualità pedagogica dell’attività che si svolgerà [11]. In questo scenario si sviluppa la linea di ricerca portata avanti nel DIDALab dell’Università del Salento, in cui gli insegnanti sono coinvolti nello sviluppo di applicazioni didattiche per il monitoraggio di fenomeni fisici, già nelle fasi di progettazione e prima validazione.

## 2. La co-progettazione di app digitali

Il co-design è un processo bottom up che consente la co-progettazione di tecnologie educative con il coinvolgimento degli insegnanti e può contribuire allo sviluppo di applicazioni digitali da utilizzare nel processo di insegnamento/apprendimento della fisica. Il co-design mira a coinvolgere gli utenti di un prodotto nel processo di progettazione, per garantire l’usabilità, l’accettabilità e l’efficacia del prodotto finale. Questo processo, applicato allo sviluppo delle tecnologie educative, può consentire agli insegnanti di produrre prodotti finali più efficaci, poiché consente una migliore comprensione della relazione tra la pedagogia sottostante e i suoi obiettivi didattici. [12] Da questo punto di vista, la tecnologia ha il potenziale per migliorare l’apprendimento influenzando le pratiche sociali che circondano la creazione di conoscenza, oltre a rafforzare le comunità di pratica. [13] Un’ecologia di pratiche che va oltre le questioni tecniche e richiede un approccio di ricerca interdisciplinare che dovrebbe prendere in considerazione le relazioni tra pedagogia e tecnologia, tra le pratiche esistenti e le comunità coinvolte, tra l’apprendimento locale e il contesto più ampio, influenzato dalla politica e dai modelli di finanziamento [14]. Il processo di co-design deve tenere in considerazione le esigenze e le aspettative dei vari stakeholder riguardo l’insegnamento, l’apprendimento e al ruolo funzionale della tecnologia. In questo processo innovativo il co-design crea opportunità per coinvolgere attivamente gli stakeholder dell’istruzione e progettare applicazioni efficaci ed efficienti a partire dalla loro esperienza, che ruota attorno ai tre elementi cardine che caratterizzano qualsiasi contesto

didattico: insegnante, studente, sapere da apprendere. Nel progetto Apollon, il contesto specifico di coinvolgimento degli insegnanti come elementi pivot nella relazione con gli studenti sono gli scenari di citizen science per il monitoraggio del rumore e dell'aria. In particolare il modello innovativo proposto vede il coinvolgimento attivo degli insegnanti, come attivatori educativi, e degli studenti, come cittadini-scienziati, nelle attività di sperimentazione. Nello specifico l'implementazione di una piattaforma digitale permette agli insegnanti di contribuire ai progetti di citizen science tramite percorsi innovativi che uniscono scuola e università, creando nuove opportunità di formazione e sviluppo professionale degli insegnanti di fisica. Inserire attività di Citizen Science, cioè fare esperienza di vera ricerca scientifica, rappresenta un'importante connessione tra ciò che abitualmente gli studenti apprendono dai libri e il mondo reale. Questo approccio rappresenta un modo per rendere gli studenti dei cittadini attivi, imparando ad utilizzare gli strumenti e le conoscenze scientifiche di base per essere interpreti del proprio territorio. I progetti di Citizen Science, grazie al coinvolgimento di ricercatori specializzati, sono un esempio di didattica innovativa: sono uno spazio in cui insegnanti e studenti possono confrontarsi con problemi di natura scientifica reali e attuali, esperirli in prima persona in un modo che nessuna altra attività può consentire. La partecipazione degli studenti a questi progetti aumenta l'interesse verso gli argomenti affrontati e diventa un'occasione di sensibilizzazione verso tematiche cruciali sia dal punto di vista sociale che ecologico. Partecipando volontariamente ad un'attività di ricerca, gli studenti sono immersi in un contesto "altro" rispetto al contesto didattico tradizionale. In questo contesto di apprendimento atipico, si trovano dinanzi a situazioni nuove e stimolanti che, per essere affrontate, richiedono la messa in campo di abilità e risorse personali, il significativo passaggio dalla teoria alla pratica, la capacità di schematizzare un determinato fenomeno, creando relazioni tra contesti e ambiti disciplinari diversi, in un'esperienza che può essere sia individuale sia di gruppo. Gli insegnanti possono "costruire la classe" progettando un ambiente di apprendimento denso di relazioni, in cui per ottenere un risultato concreto è necessario impegno e cooperazione. In questo spazio si collocano i nuovi scenari di Citizen Science, coinvolgendo i cittadini – insegnanti e studenti – nella scienza, tramite il Mobile Crowd Sensing e il BYOD (Bring Your Own Device). Lo scopo della Citizen Science è quello di aumentare la consapevolezza scientifica e un modo per attualizzarlo è sviluppare applicazioni digitali che supportino servizi collaborativi ed introducano al mondo dei MOOL (Massive Online Open Lab). Negli ultimi quindici anni i laboratori remoti sono diventati una pratica sempre più comune, soprattutto nel campo della scienza e dell'ingegneria dell'educazione. I vantaggi dei laboratori remoti rispetto ai laboratori fisici sono diversi. Gli studenti possono interagire con un sistema reale, "toccando con mano" i dispositivi fisici. Bisogna inoltre considerare i costi inferiori, la disponibilità e l'accessibilità tutti i giorni della settimana a qualunque ora della giornata, nonché la possibilità di collaborare a distanza e cooperare con

coetanei anche all'estero. In questo modo gli studenti possono organizzare i tempi di apprendimento, contribuendo allo sviluppo dell'autonomia e incrementando la motivazione. Gli insegnanti, a loro volta, guidando e supportando gli studenti a distanza, possono supervisionare simultaneamente più gruppi di studenti simultaneamente: un vantaggio in termini di efficienza rispetto alla supervisione del singolo studente in un laboratorio fisico. Inoltre gli studenti sviluppano conoscenze concettuali come se fossero in un laboratorio fisico, si sentono coinvolti e soddisfatti dell'esperienza in un contesto di laboratorio remoto [15]. Su queste premesse si basa il Progetto Apollon - Environmental Pollution Analyzer [16].

### 3. Il progetto Apollon

Lo scopo del progetto Apollon è quello di sviluppare una piattaforma per l'analisi e il monitoraggio dell'inquinamento urbano. L'intento è quello di costruire un livello di dati ibrido in grado di funzionare correttamente integrando flussi di dati originati da sensori IoT, dispositivi mobili, open data, historical data e feed dei social media, sfruttando tecnologie semantiche e geolocalizzate che consentono il monitoraggio quasi in tempo reale. Gli obiettivi del progetto possono essere sintetizzati come segue: integrazione di sensori a basso costo sparsi sul territorio; creazione di grandi aree di osservazione; coinvolgimento dei cittadini nelle azioni di monitoraggio ambientale; coinvolgimento degli amministratori della città nella corretta gestione e utilizzo dei dati raccolti. Uno degli aspetti caratterizzanti il progetto è la coesistenza di diversi tipi di sensori geograficamente dispersi. Questi dispositivi variano dagli smartphone (che raccolgono misurazioni grazie ai loro sensori integrati e sensori esterni collegabili) a stazioni di rilevamento mobili a basso costo (ad esempio, schede di rilevamento basate su Arduino e che ospita diversi sensori). È importante sottolineare che i dati raccolti sono stati elaborati, aggregati e convalidati poco prima della produzione e messa a disposizione degli utenti finali tramite appositi dashboard visivi. Il progetto Apollon è configurato come una piattaforma MCS completa e utilizza tre categorie di rilevamento: separato (le persone raccolgono dati individualmente solo per uso personale); dei cluster (attraverso la definizione del concetto di CoI): della comunità (i dati rilevati, opportunamente resi anonimi, sono sfruttati per i servizi Apollon). Apollon consente ai cittadini un rilevazione opportunistica, partecipativa e ibrida. I dati sono rilevati in modo continuo o eseguiti a seconda di un contesto specifico (determinati periodi di tempo o luoghi). Per di più Apollon può sfruttare sia l'infrastruttura di rete già esistente (es. punti di accesso e GSM), sia infrastrutture ad-hoc o ibride. Nell'ambito di tale progetto è stata progettata e sviluppata un'applicazione mobile che consente agli utenti di partecipare alle attività di monitoraggio volte a misurare i livelli di rumore, di particolato e di altri inquinanti. L'applicazione monitora il livello di pressione sonora e il livello sonoro continuo equivalente. La piattaforma descritta

finora è la terza implementazione di un impegno durato circa un quinquennio, iniziato come esperienza laboratoriale accademica, proseguito con il progetto CitySoundscape e culminato in Apollon, pubblicato nel luglio 2019. In Apollon sono state inserite nuove funzionalità utili al monitoraggio dell'inquinamento atmosferico (particelle fini PM1, PM2.5, PM10, NOx, SOx e altri inquinanti atmosferici primari e secondari) e una struttura più flessibile e scalabile, per far fronte alle esigenze della comunità e offrire più servizi per l'utente finale. Apollon è stato progettato e sviluppato per raggiungere centinaia di migliaia di utenti sparsi in tutte le regioni italiane. Dal 2015 sono state raccolte 12247 misurazioni in tutto il mondo, con un numero complessivo di 500 studenti e insegnanti formati e coinvolti nelle attività di citizen science. In questa terza implementazione si è posta attenzione sulla scalabilità relativamente al numero di partecipanti e alla qualità dei campioni di misurazione raccolti. I progetti pilota si sono svolti nelle città di Lecce (circa 95.000 abitanti), Brindisi (circa 88.000 abitanti) e Campi Salentina (quasi 10.000 abitanti) che presentano condizioni di inquinamento urbano molto diverse. Lecce è una città basata soprattutto sul turismo e l'inquinamento è causato principalmente dal traffico stradale e dalla vita notturna. Brindisi è un città industriale che ha un porto e un aeroporto, oltre ad avere la principale strada provinciale che attraversa le sue zone residenziali. Campi Salentina è un piccolo paese, che basa la sua economia sull'artigianato. La fase sperimentale è iniziata nel gennaio 2019 ed è terminata nel Marzo 2020. Durante i primi sei mesi, sono stati coinvolti 30 studenti e 25 insegnanti delle scuole superiori. Gli studenti hanno validato soltanto lo scenario di monitoraggio acustico supervisionato e hanno co-progettato le risorse di formazione, utilizzate successivamente per formare altri studenti e utenti chiave di associazioni e gruppi di interesse della città. Allo stesso modo, gli insegnanti hanno utilizzato applicazioni mobili per l'acustica e dispositivi IoT per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, come strumenti per svolgere esperimenti scientifici. Inoltre, hanno partecipato ad attività formative sulla citizen science e incoraggiati a co-progettare esperimenti di laboratorio utilizzando la piattaforma Apollon. Gli studenti hanno seguito una lezione di 12 ore sugli aspetti teorici di Mobile Crowd Sensing e sui dispositivi mobili in generale. Successivamente hanno partecipato per 20 ore ad attività pratiche per poter acquisire le competenze necessarie alla misurazione dell'inquinamento. Inoltre, hanno appreso la struttura interna di uno smartphone e le sue apparecchiature di rilevamento, le sue funzionalità e come utilizzare tali dispositivi per misurare le grandezze fisiche. Hanno frequentato brevi lezioni, sia frontali che interattive, per apprendere i fondamenti dell'acustica, della metrologia e le relative tecniche di misura. Sono stati protagonisti di un processo di co-design e hanno appreso come si svolgono esperimenti partecipati e sul come analizzare e interpretare i risultati raggiunti. Le iniziative di monitoraggio nelle città sono state gestite in modo da coprire il più possibile le intere aree urbane sia per la rilevazione dei dati sull'inquinamento acustico sia per completare la localizzazione

delle stazioni ufficiali per il monitoraggio dell'aria. L'applicazione delle linee guida per il reclutamento dei volontari e la formazione, ha permesso di raggiungere livelli soddisfacenti di qualità dei dati raccolti. Gli studenti, adeguatamente formati, sono stati in grado di misurare correttamente le quantità fisiche, evitando così un numero eccessivo di valori anomali.

#### 4. Conclusioni e sviluppi futuri

I risultati finora raggiunti dimostrano che i progetti di citizen science, guidati e supervisionati, che coinvolgono volontari adeguatamente formati, scuole e pubblica amministrazione, organizzate in Comunità di Interesse, sono in grado di aumentare la qualità dei dati provenienti dai cittadini, di aumentare la sensibilizzazione del pubblico sull'inquinamento ambientale e indurre positivi cambiamenti diretti nella mentalità e nei comportamenti dei partecipanti, nonché facilitare un'analisi più approfondita di tali fenomeni. I progetti di citizen science rendono la scienza più inclusiva, diffondono la cultura scientifica e tecnologica, e aumentano la partecipazione dei ragazzi in quelle discipline che, se toccate con mano, possono interessare, appassionare e, infine, indirizzare alla carriera scientifica. I passi successivi includono lo studio di nuovi strumenti che rendano il metodo scalabile a livello nazionale e internazionale.

#### Bibliografia

- [1] PRENSKY M., *After Gen X, Millennials, what should next generation be?* (MCB University Press) vol. 9, n° 5, Ottobre 2001
- [2] HOROVITZ B., *Digital Natives, Digital Immigrants, On the Horizon (USA Today)* 4 Maggio 2012
- [3] TAPSCOTT D., *Growing Up Digital. The Rise of the Net Generation, in Journal Education and Information Technologies, (New York, McGraw Hill),* 4 (1999) 10.
- [4] TWENGE J.M., *iGen: Why Today's Super-Connected Kids Are Growing Up Less Rebellious, More Tolerant, Less Happy and Completely Unprepared for Adulthood.* (New York, NY:Atria) 2017
- [5] PIRA F., *Digitali versus Mobile born, in Rivista Pedagogika, Rivista di educazione, formazione e cultura, (Milano, Stripes Editori),* , XXXVIII (2014) 1.
- [6] GALIMBERTI U., *Psiche e technè. L'uomo nell'età della tecnica.* (Feltrinelli, Milano), 2018, p. 33
- [7] FERRI P., *I nuovi bambini: Come educare i figli all'uso della tecnologia, senza diffidenze e paure,* (BUR Biblioteca Univ. Rizzoli), 2014
- [8] LE BOTERF G., *De la compétence: Essai sur un attracteur étrange,* (Les Ed. de l'Organisation), 1990
- [9] MICHELINI M. ET AL., *La formazione degli insegnanti in fisica come sfida di ricerca: problematiche, modelli, pratiche,* in *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, VIII (2015) 14.
- [10] DEWEY J., *Democracy and education.* (New York, NY: Macmillan), 1916. (Republished by Collier, 1966).
- [11] BALDACCI M., *Il laboratorio come strategia didattica. Suggestioni deweyane,* in *FILLOGRASSO N.*, TRAVAGLINI R., (a cura di) *Dewey e l'educazione della mente,* (FrancoAngeli, Milano), 2004.

- [12] GEORGIU Y., IOANNOU A., *A Co-design Approach for the Development and Classroom Integration of Embodied Learning Apps*. In: Zaphiris P., Ioannou A. (eds) *Learning and Collaboration Technologies. Human and Technology Ecosystems. Lecture Notes in Computer Science*, (Springer, Cham.) 2020
- [13] HAKKARAINEN K., *A knowledge-practice perspective on technology-mediated learning*, in *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, **4** (2009) 2.
- [14] DURAL E. ET AL., *Co-creation and co-design in technology enhanced learning: Innovating science learning outside the classroom*. in *ID&A Interaction design & architecture(s)*, **42** () 2020.
- [15] POST L.S. ET AL., *Effects of remote labs on cognitive, behavioral, and affective learning outcomes in higher education* in *Computer & Education*, **140** () 2019.
- [16] LONGO A, ET AL., *Apollon: Towards a citizen science methodology for urban environmental monitoring* in *Future Generation Computer Systems*, **112** () 2020.