

# Esperienze scientifiche con smartphone: dal coding all'IOT

Alfonso D'Ambrosio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IIS Cattaneo Mattei, via matteotti, 10, 35034, Monselice (Pd),  
alfonsodambrosio@yahoo.it

**Abstract.** *Lo smartphone, con i suoi sensori, costituisce un efficace laboratorio che consente ai nostri studenti di condurre esperienze scientifiche. Viene presentato un ambiente di apprendimento gratuito, utilizzabile fin dalla scuola primaria, per interfacciare i sensori di uno o più smartphone alla piattaforma Scratch. La conduzione di esperienze scientifiche di tipo quantitativo procede di pari passo allo sviluppo della programmazione e di competenze logiche, raggiungendo creatività e manualità. La sperimentazione mostrata è stata sviluppata nel primo triennio di indirizzo Liceo Scientifico tradizionale.*

**Keywords:** smartphone, Byod, IOT.

## 1 Introduzione

Il Piano Nazionale per la Scuola Digitale (PNSD) invita all'uso didattico del Byod (azione #6) "ossia a politiche per cui l'utilizzo di dispositivi elettronici personali durante le attività didattiche sia possibile ed efficientemente integrato". Nell'ottica del Piano ogni studente potrà portare a scuola un dispositivo di proprietà (tablet, smartphone, computer portatile), nel proprio zaino, come oggi porta libri e quaderni, per realizzare artefatti digitali o analogici. L'idea che sta alla base del Byod è sostanzialmente questa: se lo studente ha acquisito familiarità con un particolare dispositivo, perchè lo utilizza già a casa, allora è ragionevole e pratico consentirgli di portarlo anche nelle aule scolastiche piuttosto che duplicare i costi per l'acquisto di nuove tecnologie e impiegare altro tempo per imparare a utilizzare strumenti forniti dalla scuola [1].

In ambito scientifico l'utilizzo del dispositivo mobile all'interno della classe ha degli effetti positivi per gli studenti [2], essi possono utilizzare la tecnologia per effettuare indagini nelle materie scientifiche (*Inquiry Learning*), possono collaborare con gli insegnanti e coetanei (Ambienti di condivisione, Blog, Forum, Chat, coding, classi virtuali, per citarne alcuni), possono accedere immediatamente a contenuti digitali oltre alla possibilità di effettuare ricerche e analisi di dati, possono realizzare esperienze scientifiche significative grazie alla portabilità dello strumento [3].

Il PNSD parla, poi, esplicitamente anche di pensiero computazionale, da introdursi fin dalla primaria (Azione #17). Nella circolare del Miur del 8/10/2015 si motiva l'introduzione del pensiero computazionale con queste parole:

*Nel mondo odierno i computer sono dovunque e costituiscono un potente strumento per la comunicazione. Per essere culturalmente preparato a qualunque lavoro uno studente vorrà fare da grande è indispensabile quindi una comprensione dei concetti di base dell'informatica.*

*Esattamente com'è accaduto nel secolo passato per la matematica, la fisica, la biologia e la chimica. Il lato scientifico-culturale dell'informatica, definito anche "pensiero computazionale", aiuta a sviluppare competenze logiche e capacità di risolvere problemi in modo creativo ed efficiente, qualità che sono importanti per tutti i futuri cittadini.*

*Il modo più semplice e divertente di sviluppare il "pensiero computazionale" è attraverso la programmazione (coding) in un contesto di gioco.*

Il termine pensiero computazionale a cui ci riferiremo nel seguito è preso dalla Wing [4], che afferma che esso ha a che fare con *...i processi mentali coinvolti nel formulare problemi e le loro soluzioni in modo che le soluzioni possano essere rappresentate in una forma che può essere efficacemente eseguita da un agente di elaborazione dell'informazione.*

Le esperienze qui presentate sono state svolte nelle ore di Fisica curriculare nell'a.s.2016/2017 di un Liceo Scientifico con indirizzo tradizionale.

La metodologia utilizzata è prevalentemente il *project based learning*, dove gli studenti sono stati coinvolti nella progettazione di una macro attività tematica. In alcuni casi si è utilizzato l'Inquiry based (IBSE) e le esperienze qui presentate sono servite da stimolo (*engagement*) o da esplorazione ed elaborazione di contenuti teorici affrontati nel biennio liceale.

La conduzione e l'elaborazione dei dati è avvenuta in gruppi da 4 con sottogruppi da 2 per la programmazione (pair programming), ogni componente del gruppo aveva un suo ruolo (*Jigsaw 2*, relatore, segretario, esperto digitale, controllore dello spazio e del tempo).

Le attività in flipped learning sono state condotte sulla classe virtuale creata ad inizio anno scolastico.

Nell'articolo che segue verranno mostrate una serie di esperienze scientifiche (non esaustive) che prevedono l'utilizzo dei sensori dello smartphone e la loro lettura, in tempo reale, con un ambiente di programmazione a blocchi, utilizzabile fin dalla primaria, quale Scratch.

Scratch (qui utilizzato nella sua versione 1.4) permette di abilitare la lettura in tempo reale di sensori esterni, così da poter realizzare giochi o ambienti di apprendimento interfacciandosi a input diversi.

Le App utilizzate sono *Physical Sensors for Scratch* (prevalentemente), *Scratcher control* e *Scratch sensor*, disponibili gratuitamente su Google Play Store di dispositivi Android; esse permettono di interfacciare il sensore prossimità, bussola, accelerometro, luminosità, volume e microfono del proprio device direttamente con Scratch.

La semplicità, poi, di realizzazione di estensioni di Scratch, permette a chiunque abbia una minima competenza di programmazione di poter estendere l'accesso anche ad altri sensori quali temperatura, giroscopio, barometro etc.

## 2 Esperienze di cinematica e dinamica

La letteratura è ricca di esperienze [5,6,7] dove i sensori degli smartphone vengono utilizzati per condurre esperienze scientifiche.

Esistono numerose App (es. *Physics toolbox sensor suite*) che permettono di ottenere grafici in funzione del tempo dei sensori quali accelerometro, microfono, luminosità, magnetometro e così via.

Lo smartphone diventa quindi un vero e proprio laboratorio in tasca.

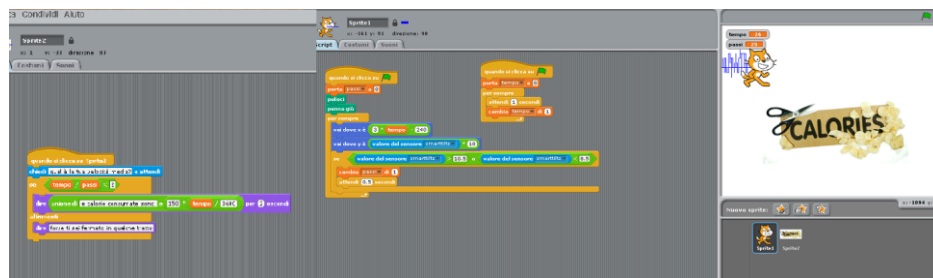
Tuttavia tali App, pur accedendo ai valori dei sensori, non costituiscono un ambiente di apprendimento modificabile, non nella misura in cui uno studente può scegliere la frequenza di campionamento o la risposta a stimoli esterni ad esempio o interfacciare sensori e oggetti.

La lettura in tempo reale dei valori dei sensori del proprio device (anche più di uno contemporaneamente) è reso possibile abilitando in Scratch la connessione ai sensori esterni e connettendo sulla stessa rete il proprio pc e lo smartphone.

*Una prima applicazione: il contapassi*

Durante una semplice passeggiata, alzando ed appoggiando un piede sul pavimento, si registrano delle variazioni dell'accelerazione lungo l'asse z che a riposo è  $9,81 \text{ m/s}^2$  (posto lo smartphone parallelamente al piano della camminata). È possibile fissare così un livello minimo di soglia di variazione superata la quale l'applicazione registrerà un passo effettivo.

Il semplice contapassi offre uno spunto interessante per discutere dei *ghost steps* (ovvero conteggio erroneo causato da movimenti repentini con la mano dello smartphone) e sul consumo delle calorie in relazione al tempo ed alla velocità di moto (Fig.1). Il problema, seppur banale, ha offerto una serie di spunti informatici e scientifici multidisciplinari, sviluppati in autonomia dagli studenti.

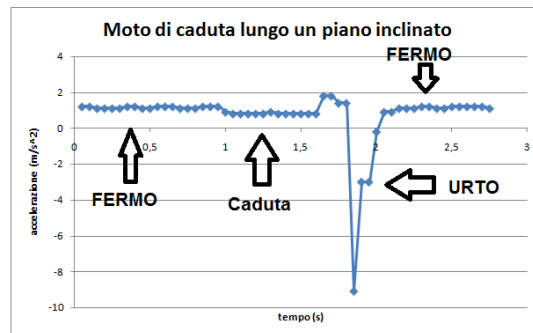
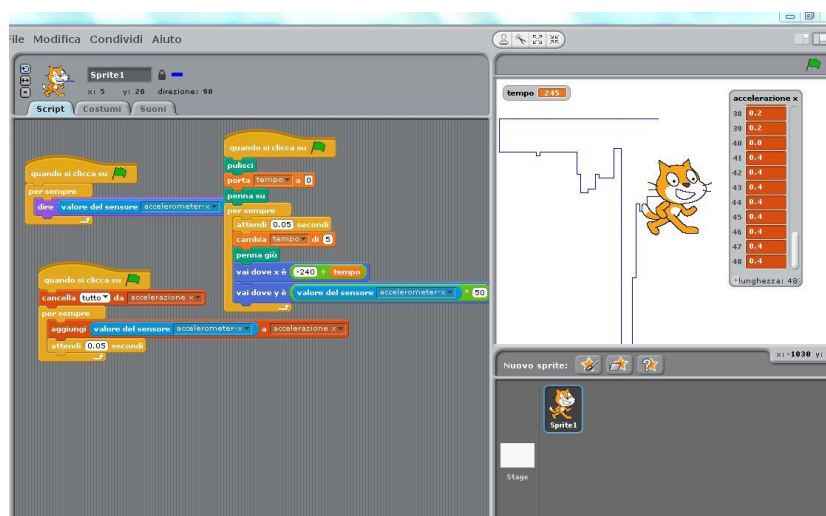


**Fig. 1.** Codice utilizzato per determinare i passi di una persona e il relativo consumo di calorie durante una passeggiata.

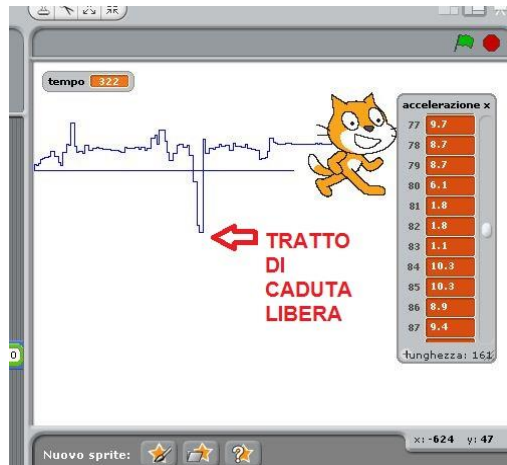
### La dinamica dei corpi.

Le esperienze di dinamica in tempo reale costituiscono uno degli aspetti più interessanti di queste applicazioni.

Lasciando cadere lo smartphone lungo un piano inclinato (attaccato ad un carrellino) è possibile ottenere misure sull'accelerazione, e quindi avere informazioni sugli urti contro una parete e sull'attrito del piano ed analizzarle su un qualsiasi foglio di calcolo (Fig.2) . In maniera analoga, la caduta libera consente di ottenere misurazioni dell'accelerazione di gravità misurando il tempo in cui l'accelerazione  $z$  è zero (Fig.3).



**Fig.2.** Studio del moto di un carrellino, con sopra uno smartphone, lungo un piano inclinato. Si osservi l'accelerazione costante durante la caduta.



**Fig. 3.** Durante la caduta libera di uno smartphone l'accelerazione lungo l'asse z è zero (sistema di riferimento non inerziale), dal tempo di volo è possibile ottenere una misura dell'accelerazione di gravità del luogo.

Lo smartphone non possiede un sensore di distanza, ma ha un sensore di prossimità che permette di stabilire se un oggetto è a distanza minore o maggiore di 8 cm da esso (in alcuni dispositivi anche 5cm).

Ponendo lo smartphone attaccato ad un filo parallelamente al suolo, è possibile studiare le oscillazioni del pendolo, studiando le componenti dell'accelerazione lungo il moto (Fig.4), la dipendenza del periodo dalla lunghezza e dall'ampiezza di oscillazione.



**Fig.4.** Studio delle componenti delle accelerazioni di uno smartphone, posto in oscillazione, attaccato ad una corda.

Le esperienze immaginabili sono molteplici: urto tra due corpi, oscillatore armonico, conservazione dell'energia, mappatura della luminosità della propria scuola e così via.

La possibilità di interfacciare più di uno smartphone in contemporanea permette di studiare sistemi dinamici multipli. Ad esempio, è possibile determinare la relazione tra il periodo di rotazione di una ruota di una bici rispetto alla marcia inserita sul pedale. Il rapporto tra il periodo della ruota posteriore e i pedali è inversamente proporzionale al rapporto tra i denti dei pignoni (Fig.5), l'osservazione in tempo reale consente di studiare aspetti quali l'attrito sulle ruote (decelerazione, Fig.6) e di modificare il codice in relazione ai falsi positivi (il cartoncino colorato o i raggi delle ruote hanno un diverso coefficiente di riflettività ad esempio).



**Fig.5.** Determinazione del periodo di rotazione di una ruota in relazione ai denti dei pignoni. I cartoncini vengono utilizzati come indicatori per il sensore di prossimità di due smartphone posti sulla ruota posteriore e sul pignone del pedale.



**Fig.6.** Misura della decelerazione di una ruota e studio del momento di attrito.

### 3 Giochi e storie scientifiche

I sensori dello smartphone possono essere utilizzati per creare giochi scientifici interattivi e storytelling.

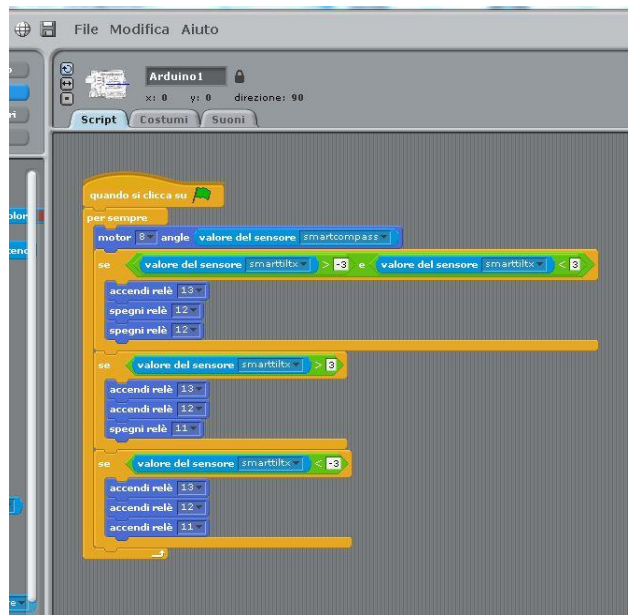
In classe è stato creato un gioco sul terremoto. Il gioco consiste in una serie di domande dove gli studenti di una squadra avversaria devono simulare un terremoto sussultorio o ondulatorio e variare l'intensità dello stesso, osservando gli effetti su oggetti (di diverso materiale) posti in prossimità dello smartphone. Il tipo di terremoto viene misurato dalle componenti dell'accelerazione di uno o più smartphone posti sul banco. La dipendenza della velocità di propagazione dall'epicentro può essere studiata qualitativamente utilizzando mezzi diversi (banco, aste metalliche, pvc)

Ed ancora, la luminosità di uno smartphone, variata con l'avvicinamento o allontanamento di una mano sull'apposito sensore, determina l'ingrandimento o avvicinamento di un pianeta, all'interno di una storia che ha per tema l'astronomia.

La possibilità di creare storie, giochi o quiz è praticamente illimitata, ma risulta stimolante per gli input esterni dati da sensori ambientali.

## 4 IOT con microcontrollori, smartphone e coding

Utilizzando il software Scratch per Arduino (S4A) è possibile controllare i sensori del microcontrollore Arduino in base ai valori dei sensori del proprio smartphone. Le applicazioni, a volte giocose, a volte utilizzate come controllo per il superamento di alcuni valori di soglia (un led che si accende se l'accelerazione supera un certo valore, Fig.7), permettono di familiarizzare con l'internet delle cose (IOT).



**Fig.7.** Interfacciare i sensori dello smartphone per controllare l'accensione di led o un servomotore è un'operazione immediata in Scratch for Arduino. La possibilità di controlli visivi permette anche di connettere dispositivi posti su droni, robot, etc.

Sicuramente l'implementazione di software più stabili, con la possibilità di aggiungere la geolocalizzazione, permetterebbe di estendere gli esperimenti a campi quali la biologia, l'educazione civica ed ambientale, ad esempio.

## 5 Conclusioni

Lo sviluppo del pensiero scientifico e di quello computazionale è sicuramente una sfida didattica da cogliere nelle nostre scuole.

Il coding viene spesso affrontato quale ambiente per schematizzare e risolvere problemi, software quali Scratch offrono la possibilità di esprimere la propria creatività (dallo *storytelling* ai *serious games*). Dall'altra parte il pensiero scientifico costituisce un metodo rigoroso per leggere la Natura. La possibilità, sempre più



diffusa, di interfacciare sensori esterni ad ambienti di programmazione, allora, permette di unire la sperimentazione, la modellizzazione, l'analisi quantitativa dei dati, senza rinunciare alla creatività, consentendo agli studenti di realizzare un loro prodotto e di familiarizzare con grandezze e fenomeni fisici fin dalla scuola primaria.

L'utilizzo di ambienti di programmazione gratuiti (App e software quali S4A e Scratch) e di strumenti già disponibili nelle tasche dei nostri studenti (lo smartphone), che hanno una serie di sensori fisici (barometro, accelerometro, giroscopio e così via), permettono di costruire un ambiente di raccolta ed analisi dati, dove lo studente può scegliere la frequenza di campionamento, può controllare in tempo reale l'andamento di un fenomeno, può costruire un proprio setting sperimentale anche con materiale di risulta e nello stesso tempo sviluppa algoritmi propri familiarizzando con cicli, variabili, liste.

La possibilità di realizzare giochi e storie con sensori esterni costituisce un facilitatore iconico per grandezze fisiche non sempre "tangibili" quali accelerazione, rotazione, magnetismo e così via.

Applicazioni in IOT permettono di leggere in tempo reale dati da uno smartphone posto su un drone, su una bici, su un robot e quindi di tradurre in esperienze visive (accensioni di led, grafici) i dati fisici.

La possibilità di leggere i dati in termini di una piattaforma quale Scratch consente una forte inclusione ed una accessibilità anche a studenti DSA o con disabilità (si pensi alla possibilità di convertire in un segnale sonoro i dati di un sensore).

L'utilizzo di ambienti di programmazione e la realizzazione di esperienze fisiche con sensori del proprio smartphone costituisce un forte facilitatore iconico e motivazionale. Riteniamo che la loro introduzione a Scuola possa essere resa possibile e vada nella direzione dello sviluppo di competenze scientifiche e computazionali, senza rinunciare alla realizzazione di manufatti analogici, e metodologie quali il PBL, il *flipped learning* e l'IBSE ad esempio.

In questo lavoro sono state presentate una serie di attività svolte nel primo triennio di un Liceo scientifico indirizzo tradizionale. Gli studenti non conoscono un linguaggio di programmazione particolare, ma si sono limitati a blocchi logici (Scratch) per condurre esperienze di Fisica, sia in classe sia a casa, utilizzando anche materiale di tipo povero. L'utilizzo di strumenti già nelle tasche degli studenti ha consentito loro di analizzare, condividere, elaborare i dati scientifici e la piattaforma Scratch si è rivelato un chiaro facilitatore iconico (i dati venivano letti in tempo reale). Le esperienze hanno consentito agli studenti di sperimentare fenomeni reali, utilizzando il coding, senza rinunciare alla realizzazione di manufatti reali e digitali.

## Bibliografia

1. Ranieri, M (2015). Bring your own device all'università. Un'esperienza di storytelling con in dispositivi mobili. TD Tecnologie Didattiche.
2. Alberta Education (2012). *Bring Your Own Device: A Guide for Schools*. Retrieved from <http://education.alberta.ca/admin/technology/research.aspx>

3. D'Ambrosio A., Didattica per competenze con lo smartphone, Bricks, Giugno 2016 ISSN 2239-6187
4. Wing, J. 2011. Research Notebook: Computational Thinking - What and Why? The Link. Pittsburgh, PA: Carneige Mellon. ([http://www.cs.cmu.edu/sites/default/files/11-399\\_The\\_Link\\_Newsletter-3.pdf](http://www.cs.cmu.edu/sites/default/files/11-399_The_Link_Newsletter-3.pdf))
5. Khun, J., Vogt, P., Applications and examples of Experiments with Mobile Phones and Smartphone on Physics Lessons, Frontiers in Sensors, 1, 4, 2013, 16-27
6. Oprea, M. Miron, C., Mobile phones in the modern teaching of physics, Romanian reports in Physics, 66,4, 214, 1236-1252
7. Perez-Losada, J., Fort, J., Using Smart Phones To Enhance Undergraduate Learning In Laboratory Classes, 7th congres International de Docencia universitaria I Innovacio.