

Il Laboratorio di Fisica come esercitazione a casa

Concetto Gianino^{1,2}, Josette Immé², Alessandro Pluchino^{2,3}

¹Liceo Scientifico “E. Fermi”, Ragusa

²Piano Lauree Scientifiche - Fisica

³Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Catania

Abstract

L'insegnamento teorico della fisica dovrebbe essere costantemente integrato con le attività di laboratorio. Purtroppo da anni i docenti incontrano le difficoltà di un adeguato utilizzo dei laboratori, soprattutto per il numero esiguo di ore curriculari di fisica previste nei vari corsi di studio delle scuole secondarie superiori. La soluzione potrebbe venire dall'uso didattico di Tracker, Smartphone e Arduino. Proponiamo in questo contributo l'applicazione di queste tecnologie in esperienze che possono essere realizzate a casa in autonomia dagli stessi studenti.

Criticità della didattica in laboratorio nelle scuole secondarie superiori

Da diversi anni in tutte le occasioni in cui si discute di insegnamento della fisica nelle scuole secondarie superiori e in particolare nei licei, si ribadisce la necessità didattica di affiancare l'insegnamento teorico della fisica con l'attività laboratoriale, proprio per la natura stessa della disciplina che si sta insegnando. Purtroppo, ancor'oggi l'insegnamento di questa disciplina non sempre avviene

con adeguate attività di laboratorio e, come si evince dalle indagini effettuate durante i corsi di formazione organizzati dal Piano Luree Scientifiche-Fisica (PLS) rivolti ai docenti (vedi ad esempio [1]), le motivazioni sono molteplici. La prima che desideriamo evidenziare è legata alla formazione iniziale dei docenti che insegnano fisica, i quali non sempre hanno acquisito competenze specifiche e adeguate all'aspetto sperimentale-laboratoriale della fisica, ancor prima di quello didattico-sperimentale. In tutta l'esperienza delle attività PLS, sia di formazione ma anche di laboratorio per gli studenti e docenti, emerge che un buon 50% dei docenti di fisica ha una laurea di matematica o ingegneria e che non si sente di avere una preparazione di base adeguata alle attività di laboratorio didattico (vedi ad esempio [1]). Un'altra difficoltà all'espletamento di attività sperimentali in laboratorio è di tipo logistico e organizzativo, in particolare ci riferiamo al liceo scientifico. Nelle diverse opzioni di studi del primo biennio in questo liceo sono previste solo due ore settimanali di insegnamento della fisica ed è oggettivamente difficile organizzare il tempo per trattare dignitosamente i contenuti previsti dalle indicazioni nazionali, sviluppare abilità nella risoluzione di problemi e svolgere attività di laboratorio. Da non sottovalutare anche la mancanza di ore extracurricolari, per il docente, da dedicare alla preparazione delle esperienze. Inoltre, molti dei laboratori scolastici non sono adeguatamente equipaggiati, sia in termini di apparecchiature e sia in termini di personale tecnico di supporto all'insegnante. Grazie ai laboratori del PLS (azione 4) si sono supportati i docenti con attività integrative svolte in orario extracurricolare. Queste azioni però hanno avuto un ruolo prevalentemente di approfondimento e di orientamento che difficilmente l'insegnante che viene coinvolto con i suoi studenti riesce ad integrare in modo organico all'attività curricolare, anche perché l'adesione degli studenti è in genere volontaria e non necessariamente coinvolge un'intera classe. I

laboratori PLS, infatti, hanno una finalità diversa e non possono sostituire l'azione didattica curricolare, ma solo coadiuvarla.

Sperimentare anche a casa e non solo in laboratorio con Tracker e lo Smartphone

Dall'esperienza fatta con le attività di laboratorio del PLS-Fisica di Catania e dalla esperienza trentennale di insegnamento di fisica nei licei scientifici, riteniamo che occorra superare l'idea di attività sperimentale svolta solo ed esclusivamente presso il laboratorio della scuola (luogo fisico) come un'azione a sé stante, anche se complementare alla teoria. Il laboratorio a scuola deve essere sempre utilizzato ma, al fine di aumentare le esperienze laboratoriali degli studenti, riteniamo che debba essere affiancato da attività sperimentali assegnate allo studente e da fare a casa come esercitazione, uno fra i diversi compiti assegnati per casa. Quindi risulta fondamentale che si incentivino le attività sperimentali con materiale povero di vita quotidiano e strumenti di misura facilmente reperibili da uno studente, quali ad esempio bilance da cucina, righelli, termometri, recipienti graduati, Oltre a questi strumenti abbiamo a disposizione qualcosa di molto più sofisticato che amplia enormemente il bagaglio di esperimenti che si possono progettare ed effettuare a casa e che molti insegnanti hanno già utilizzato, per necessità in questi tre anni, nella didattica a distanza. Sono in particolare il software di modellizzazione Tracker e lo Smartphone, strumenti facilmente accessibili, ogni studente ha infatti uno smartphone, open source, quindi con costi praticamente nulli. Tracker Video Analysis and Modelling Tool è un software di analisi e modellizzazione video, open source, che permette di tracciare oggetti ripresi con una videocamera, seguendo e analizzando le caratteristiche meccaniche del loro moto. Gli studenti dopo avere acquisito un file video digitale con il loro smartphone e dopo averlo caricato su Tracker, calibrano la scala,

fissano il sistema di riferimento più idoneo, possono attribuire un valore della massa del corpo che stanno analizzando e ne seguono passo-passo il moto. Quindi analizzano il movimento da un punto di vista cinematico, ma anche dinamico una volta che si conosce la massa di un corpo reale. Tramite uno strumento di analisi, abbastanza ricco e accurato presente nel software, è possibile effettuare delle curve di best fit o ulteriori analisi sui dati sperimentali. Il software trova applicazione anche nell'ottica, poiché permette di analizzare il livello di luminosità di una figura e quindi permette di analizzare spettri prodotti da interferenza o diffrazione [1], [2], [3]. Lo Smartphone è a tutti gli effetti un laboratorio di fisica grazie ai sensori presenti per il suo funzionamento e le molteplici App gratuite di lettura dei sensori. Ormai quasi tutti gli smartphone sono dotati di: accelerometro, giroscopio, magnetometro, sensore di prossimità, sensore di luminosità, alcuni hanno anche il barometro, il termometro ambientale e il sensore di umidità. Tramite le applicazioni per la lettura dei sensori tipo Phyphox [4], Physics Toolbox Sensor Suite [5] o similari è possibile progettare diversi esperimenti che analizzano sistemi semplici da riprodurre facilmente a casa con materiale povero [6], [7], [8]. Una volta che gli studenti sono in grado di utilizzare questi strumenti e hanno acquisito le basi dell'analisi dei dati sperimentali e della teoria degli errori, possono affrontare, singolarmente o a gruppi, attività sperimentali a casa come vere e proprie esercitazioni, compiti assegnati per casa, con tempi di consegna più o meno lunghi. Si possono prevedere modalità diverse di consegna, quali ad esempio relazioni scritte, oppure presentazioni ppt ed è possibile effettuare anche delle verifiche di apprendimento con relativa valutazione. Gli esperimenti proposti possono riguardare sia il classico studio di leggi fisiche in contesti di vita quotidiana utilizzando materiale povero, oppure effettuare delle analisi sperimentali in

situazioni nuove, più o meno originali, decisamente più stimolanti per gli studenti e quindi più coinvolgenti ed efficaci. Questa attività didattica sperimentale, che già uno degli autori (C.G.) sperimenta da diversi anni con le sue classi [7], [9], [10], va integrata con l'attività del laboratorio tradizionale fatto a scuola, attività che può essere svolta anche con questi nuovi strumenti insieme alle apparecchiature tradizionali già esistenti: rotaie, pendoli, molle, interfacce e sensori,

Arduino come interfaccia per acquisizione di dati

Un'ultima considerazione riguarda Arduino, già ampiamente impiegato in corsi extracurricolari di domotica, robotica, coding, ..., dove la fisica entra in gioco come aspetto secondario. Sull'uso di Arduino e i sensori in fisica c'è molta bibliografia e ci sono tantissime esperienze (vedi ad esempio [11]). Un problema concreto dell'impiego di Arduino nel laboratorio didattico della fisica curriculare è di tipo prettamente didattico. Lo studente prima di affrontare un esperimento con Arduino deve avere dei prerequisiti necessari quali i principi base e i fondamenti dell'elettronica analogica e digitale, del coding e della programmazione. Questo comporta una decurtazione sostanziosa del tempo da dedicare all'insegnamento della fisica, oltre a creare dei problemi di organizzazione delle tematiche trattate, considerato che i circuiti elettrici vengono affrontati al liceo al quarto anno. Per un utilizzo efficace di Arduino nella didattica ordinaria, una soluzione potrebbe essere quella di utilizzare dei kit di Arduino con un sistema modulare SHIELD GROVE, che consente un semplice utilizzo di tutti i pin Arduino tramite pratici connettori e bypassando l'aspetto elettronico, cercando quindi di rendere più immediato l'uso da parte dello studente. Inoltre, si può fornire allo studente il codice di acquisizione costruito in modo da fornire le letture dei sensori in modo più idoneo a ciò che si vuole

sperimentare. In questo modo si orienta lo studente a focalizzare la sua attenzione prevalentemente all'aspetto fisico da esaminare, al processo di acquisizione e analisi dei dati. In questo modo Arduino non verrebbe utilizzato per formare lo studente per il coding o per laboratori di robotica ma, in modo più semplificato, come una normale interfaccia di un sistema di acquisizione dati sperimentali. Il vantaggio di utilizzare la piattaforma Arduino come sistema di acquisizione dati è, innanzitutto, il costo accessibile e alla portata di tutte le scuole e inoltre la compatibilità sui più diffusi sistemi operativi (Windows, Linux, MacOS). Uno degli autori (G.C.) ha già sperimentato in due classi, una seconda e una terza liceo scientifico, proponendo, nella prima la verifica della legge di Stevino (vedi Figura 1) e nell'altra la verifica della legge di Boyle. In quelle occasioni è stato impiegato il barometro HP206C GROVE, il codice inserito su Arduino che permette di leggere 10 misure di pressione per ogni posizione della sonda, in modo tale che lo studente potesse valutare il valore più attendibile e la relativa incertezza sperimentale per poi cambiare posizione della sonda.



Figura 1 – A sinistra, il sistema GROVE di Arduino con il sensore di pressione per la verifica della legge di Stevino. A destra gli studenti impegnati nell'esperienza della verifica della legge di Stevino, con liquidi diversi, con Arduino.

Conclusioni

Al fine di integrare l'attività sperimentale a quella teorica nell'insegnamento della fisica nelle scuole secondarie superiori, occorre incentivare l'uso di strumenti open-source e di facile accesso sia agli studenti e sia alle scuole, quali: il software di modellizzazione Tracker, lo smartphone e Arduino. L'idea è quella di incentivare l'attività di laboratorio a casa come esercitazione e quindi di prevedere un'adeguata formazione degli insegnanti di fisica sullo studio e la pratica di questi strumenti. L'esperienza che qui viene presentata, in parte sollecitata dal periodo di didattica a distanza durante la pandemia, ha sortito un efficace risultato sia in termini di coinvolgimento entusiasta degli studenti che in termini di acquisizione di competenze e quindi gli autori ritengono che possa essere considerato un utile esempio da utilizzare per superare la forte difficoltà delle poche ore disponibili all'insegnamento della fisica nel curriculum scolastico.

Bibliografia

- [1] C. Gianino, J. Immé, Il laboratorio con Tracker Physics e smartphone - The laboratory with Tracker Physics and smartphones, *Giornale di Fisica supplemento PLS-FISICA-SPI - MARCH*, 143-151 (2022).
- [2] Tracker Video Analysis and Modelling Tool, <https://physlets.org/tracker/> (ultima visita 08/09/2022)
- [3] Open Source Physics, <https://www.compadre.org/osp/index.cfm> (ultima visita 08/09/2022)
- [4] Phyphox, physical phone experiments, <https://phyphox.org/experiments/> (ultima visita 08/09/2022)
- [5] Physics Toolbox by Vieyra Software, <https://www.vieyrasoftware.net/> (ultima visita 08/09/2022)
- [6] F. Giannelli, Sperimentare in casa con materiale di uso comune, *La Fisica nella Scuola LII n.2 aprile-giugno*, 83-96 (2022)
- [7] C. Gianino, Uniform circular motion measurements employing a smartphone using the phyphox app and a turntable, *Phys. Educ.* 56 n.1, 013006 (2020)
- [8] F. Giannelli, Acustica in cucina, *La Fisica nella Scuola XLVIII*, n. 1, gennaio-marzo, 13-17 (2015)
- [9] C. Gianino, Physics of Karate. Kinematics analysis of karate techniques by a digital movie camera, *Lat. Am. J. of Phys. Educ.* 4 (1), 32-34 (2010)

- [10] C. Gianino, A. Gianni, J. Immé, Misura della forza di impatto e dell'energia trasferita al bersaglio in alcune tecniche di karate, *Giornale di Fisica*, vol. 2 aprile-giugno, 169-176 (2015)
- [11] G. Organtini, *Fisica con Arduino*, Ed. Zanichelli (2021)