

Formazione attiva per il laboratorio di fisica

Vera Montalbano

*Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena
Associazione per l'Insegnamento della Fisica, sezione di Siena*

Riassunto. Il laboratorio è un elemento essenziale nell'insegnamento della fisica. Sono molte le problematiche che ne ostacolano la piena diffusione nella pratica didattica a scuola, ma la competenza professionale dei docenti in questo ambito è determinante nel superare le difficoltà contingenti e migliorare sensibilmente l'apprendimento della disciplina, sviluppando nel contempo abilità trasversali negli studenti. La capacità di progettare nuovi laboratori o di adattarli a contesti nettamente diversi richiede una attività formativa attiva specifica con una attenta progettazione e una tempistica adeguata che non sempre è facilmente disponibile, soprattutto nel caso di docenti in servizio. Il contesto formativo della didattica a distanza ha reso ancora più difficile questa azione. La necessità di organizzare una formazione sul laboratorio in questo contesto è una sfida che può essere affrontata esplorando i materiali disponibili online e proponendoli agli studenti come punto di partenza per progettare un laboratorio attivo in didattica a distanza. Potenzialità e limiti di questo approccio possono essere utili per la formazione iniziale degli insegnanti.

Abstract. The laboratory is an essential element in physics teaching-learning process. There are many problems that hinder its full dissemination in teaching practice at school, but the professional competence of teachers in this area is crucial to overcome contingent difficulties and significantly improve learning of the discipline, while developing transversal skills in students. The ability to design new laboratories or to adapt them to clearly different contexts requires specific active training activity with careful planning and adequate timing that is not always readily available, especially for teachers in service. The educational context of distance learning made this action even more difficult. The need to organize laboratory training in this situation is a challenge that can be addressed by exploring the materials available online and proposing them to students as a starting point for designing an active laboratory in distance learning. The potential and limitations of this approach can be useful for initial teacher education.

1. Introduzione

La capacità di realizzare attività di laboratorio efficaci nel processo di insegnamento-apprendimento della fisica non è promossa nella formazione disciplinare universitaria, dove si favorisce invece l'apprendimento di competenze tecniche tralasciando gli aspetti didattici. Gli insegnanti interessati a sviluppare questo aspetto della professione potevano contare sulle loro capacità di auto apprendimento in servizio, se avevano la fortuna di lavorare in una scuola con un laboratorio ben integrato nella didattica curricolare e qualche collega esperto, oppure seguire corsi di formazione in servizio su tematiche di laboratorio organizzati nel loro territorio da enti pubblici o privati ⁽¹⁾, o ancora corsi offerti da associazioni ⁽²⁾.

Recentemente, sia nell'ambito della formazione iniziale degli insegnanti [1–3] nelle varie forme che si sono succedute ⁽³⁾, sia nelle iniziative di potenziamento culturale rivolte agli insegnanti promosse del Piano Nazionale Lauree Scientifiche (PLS [4]), si sono realizzate attività volte a promuovere l'uso del laboratorio nella didattica. Gli interventi formativi dedicati agli insegnanti sono stati sia formali, quali corsi necessari per ottenere l'abilitazione [5] o di formazione in servizio [6–8], che informali [8, 9]. In tutti i casi un approccio attivo al laboratorio si è dimostrato efficace nel fare acquisire le abilità necessarie ad un insegnamento coinvolgente ed efficace in laboratorio.

Progettare nuovi laboratori o adattarli a contesti nettamente diversi sia dal punto di vista tecnico (risorse tecniche, umane e temporali disponibili) che educativo (tipo di studenti, attitudini, contesti e obbiettivi didattici) richiede però una attività formativa specifica con una attenta progettazione e una tempistica adeguata che non sempre è facilmente disponibile, soprattutto nel caso di docenti in servizio.

Il contesto formativo della didattica a distanza ha reso ancora più difficile questa azione. Gli insegnanti con limitate esperienze dirette in laboratorio, quali i laureati in matematica, tendono a liquidare questo aspetto dell'insegnamento della fisica come irrealizzabile se non esistono condizioni ideali, quali un laboratorio attrezzato e un supporto tecnico disponibile, che non sono certo disponibili a distanza. Anche i docenti abituati a utilizzare il laboratorio o che sanno organizzare attività laboratoriali in classe difficilmente riescono ad adeguare queste attività in lezioni a distanza.

⁽¹⁾ Per esempio quelli proposti a scuola da ditte che offrono apparecchiature didattiche innovative insieme al corso per promuoverne la diffusione nei laboratori didattici, come calcolatrici grafiche o sensori collegati a un *data logger*.

⁽²⁾ Come le scuole estive proposte dall'Associazione per l'Insegnamento della Fisica (AIF) che spesso sono focalizzate su aspetti laboratoriali.

⁽³⁾ Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario (SSIS) nove cicli formativi biennali dal 1999 al 2009, sostituito dal Tirocinio Formativo Attivo (TFA), percorso annuale attivo in modo discontinuo dal 2011 al 2015 con due cicli formativi per tutte le classi di concorso (si veda [1] per un inquadramento storico e normativo della genesi e dell'articolazione della formazione iniziale in Italia), a cui si sono aggiunti alcuni percorsi riservati a chi aveva già del servizio di insegnamento a scuola (gli ultimi sono stati i Percorsi Formativi Speciali, PAS, dal 2012 al 2015). Nel 2015 per la formazione iniziale si è previsto un nuovo percorso di Formazione, Inserimento e Tirocinio (FIT) che prevedeva il possesso in ingresso di crediti formativi universitari su metodologie didattiche generali e disciplinari (offerti dalle università attraverso i percorsi formativi PF24, dal numero di crediti necessari per accedere ai FIT diventati poi requisito anche per i concorsi per l'insegnamento) [2]. In attesa di una normativa che ripristini un percorso di formazione iniziale all'insegnamento completo e coerente, sono rimasti operativi negli ultimi anni i TFA per il sostegno e i PF24.

Nella prossima sezione si descriverà l'importanza del laboratorio nel processo di apprendimento dei nodi fondanti della fisica anche in relazione alla formazione di cittadini consapevoli dei metodi e del ruolo della scienza nella società. La sezione successiva sarà dedicata alle competenze disciplinari e metodologiche che possono aiutare l'insegnante nel proporre laboratori significativi ed efficaci integrati nelle attività curricolari. In particolare, si considerano se e dove queste competenze sono acquisite nei percorsi accademici attuali. Nella quarta sezione si proporrà un metodo di progettazione che conduca alla realizzazione di laboratori efficaci. Nella sezione successiva si esamineranno le problematiche legate al ruolo del laboratorio nella didattica a distanza proponendo alcune recenti esperienze di formazione. Per concludere nell'ultima sezione si discuteranno potenzialità e limiti di questo approccio nella prospettiva di integrarlo nella formazione iniziale degli insegnanti.

2. Il laboratorio nell'apprendimento della fisica

Il laboratorio è un elemento essenziale nell'insegnamento della fisica. Non si può comprendere completamente come la fisica descrive il mondo naturale se non si ha un'esperienza esaustiva del processo che, partendo dall'osservazione di un fenomeno naturale, ne propone una modellizzazione individuando quali grandezze sono necessarie per descriverlo e quali invece possono essere in certe condizioni trascurabili. Questo modello astratto del fenomeno permette, attraverso il linguaggio matematico, di ipotizzare relazioni funzionali tra le grandezze, di definire altre grandezze che descrivono aspetti palesi o reconditi legati al fenomeno, di prevedere come variano nel tempo al variare del contesto in cui il fenomeno avviene. Il confronto tra le previsioni del modello e quello che avviene in natura, permette di migliorarlo ottenendo modelli che descrivono sempre meglio il fenomeno fino ad arrivare a una completa descrizione predittiva nei limiti di validità del modello. Una descrizione semplificata di questo processo attraversa i libri di testo delle discipline scientifiche, etichettata come metodo scientifico o galileiano, in onore di Galileo a cui viene attribuito come fondatore della scienza moderna. L'eccessiva semplificazione di questa narrazione e la sua introduzione sempre più precoce, spesso completamente scollegata da attività sperimentali, la svuota di significati concreti per gli studenti che raramente ne colgono le implicazioni operative.

La fisica restituisce soprattutto una descrizione dei fenomeni quantitativa di cui potenzialità e limiti vengono compresi agevolmente proprio nelle attività laboratoriali. Questo aspetto rende il laboratorio uno strumento formidabile nell'insegnamento e nella comprensione della fisica.

Non si può comprendere pienamente cos'è una grandezza fisica se non ci si appropria del concetto di misura. Non si può comprendere la misura senza esplorare in modo approfondito il processo che porta alla valutazione quantitativa di una grandezza fisica attraverso il suo indissolubile legame con l'incertezza che ne è parte integrante. Non si può comprendere cos'è una legge fisica senza averne verificata quantitativamente almeno una in laboratorio, considerando grandezze fisiche misurate. Non si può comprendere cos'è un'approssimazione senza averne mai esplorato concretamente i limiti in una situazione reale. Non si può comprendere la potenza del linguaggio matematico utilizzato in fisica senza aver mai interpretato in un contesto reale il risultato di un calcolo, la dipendenza o l'indipendenza di una legge fisica da una grandezza che sem-

bra necessaria a descrivere un fenomeno reale ⁽⁴⁾. Questi concetti, che sono alla base della descrizione fisica dei fenomeni naturali, sono difficilmente comprensibili senza esempi concreti di situazioni naturali che gli studenti possono osservare direttamente, manipolare, modellizzare facendo previsioni da confrontare con i fenomeni naturali.

Il concetto stesso di confronto non assume il suo pieno significato se non viene esplicitato almeno inizialmente in qualche caso reale comprensibile per gli studenti perché collegato alla loro esperienza. In questo confronto tra la modellizzazione spontanea che gli esseri umani compiono costantemente ⁽⁵⁾ per vivere nel mondo fisico, avvalendosi delle valutazioni del sistema sensoriale di cui sono dotati, e la modellizzazione dei fenomeni che ci restituisce la descrizione fisica del mondo, si definisce e chiarisce l'apporto della scienza alla comprensione della natura e la necessità del rigore metodologico. Ma anche la necessità di non dare nulla per scontato, di argomentare ogni scelta o interpretazione confrontandola tutte le volte che è possibile con la realtà sperimentale.

Un altro aspetto importante che emerge è la necessità del laboratorio come ambiente controllato in cui si fanno esperimenti in condizioni che permettano di evidenziare aspetti del fenomeno a cui siamo interessati rendendo effettive le approssimazioni. Detto in altri termini, un ambiente controllato in cui fare domande ai fenomeni naturali in modo che la risposta sia univoca rispetto alle ipotesi fatte nel modello.

Questo e molto altro può favorire il laboratorio nel processo di apprendimento e di formazione degli studenti a patto però che di vero laboratorio si tratti. Non è laboratorio di fisica una dimostrazione sperimentale, ovvero il docente che porta ad osservare un fenomeno in laboratorio su un apparato sperimentale già messo a punto e montato su cui il docente esegue alcune operazioni standardizzate che permettono di verificare (di solito solo qualitativamente) una legge fisica.

Il laboratorio di fisica è formativo quando diventa un'esperienza attiva per gli studenti. Non è un laboratorio attivo condurre gli studenti a fare esperimenti guidati da fogli di lavoro che descrivono una sequenza di azioni e di osservazioni dettagliate e completamente definite su un sistema fisico rendendoli meri esecutori di un processo di esplorazione dei fenomeni pensato e condotto da altri.

Poche esperienze di laboratorio ben scelte e progettate possono promuovere lo sviluppo di competenze e abilità sia in ambito disciplinare che trasversale quali la capacità di argomentare tra pari, di collaborare efficacemente in un gruppo cooperando attivamente, di comunicare quanto appreso in gruppi diversi di pari, di adulti o di ragazzi più giovani. Anche il processo di valutazione è educativo promuovendo la capacità di comporre una relazione di laboratorio che realizzi gli obiettivi di una relazione tecnico-scientifica.

Realizzare un laboratorio efficace richiede progettazione, risorse materiali e umane e soprattutto tempo, molto tempo sia nella preparazione in orario extracurricolare che nelle attività laboratoriali curricolari. Questo spesso scoraggia gli insegnanti

⁽⁴⁾ Un esempio significativo in questo senso è il pendolo, che descrive il moto di un grave vincolato a muoversi su una circonferenza in campo di gravità. Mentre la dipendenza del periodo dall'accelerazione di gravità o dalla lunghezza del filo appare scontata o perlomeno comprensibile, l'indipendenza dalla massa è vissuta come una novità stupefacente le cui conseguenze nei laboratori terrestri così come in quelli in caduta libera o su un altro pianeta rappresentano un'ottima palestra per argomentare le conseguenze delle previsioni del modello.

⁽⁵⁾ La modellizzazione spontanea avviene di solito in modo inconscio e spesso non è facilmente riconoscibile dagli studenti che tendono a considerare evidenze che non necessitano di argomentazione molti aspetti previsti da questa modellizzazione

meno esperti che non hanno avuto esperienze significative di laboratorio nella loro formazione e che quindi non ne colgono la potenzialità nel processo di insegnamento-apprendimento sia come elemento fondante della conoscenza fisica della natura sia nell'esplorazione e comprensione dei fenomeni meno accessibili ai sensi. La descrizione fisica del microcosmo così come quella del macrocosmo diventa una narrazione, astratta e talvolta astrusa nell'uso degli strumenti matematici, senza reali collegamenti al mondo di esperienze in cui gli studenti vivono, favorendo una rappresentazione della natura e della tecnologia di tipo magico. La scelta di quale attività di laboratorio siano efficaci nella comprensione del mondo microscopico o macroscopico richiede che l'insegnante sia esperto nella disciplina e nella declinazione didattica in laboratori significativi in questi ambiti.

Per questo motivo si dovrebbe ripensare la formazione per favorire la diffusione delle attività laboratoriali come elemento essenziale del processo formativo. Nella prossima sezione saranno esaminate le competenze che necessarie per la realizzazione di laboratori efficaci confrontandole con quanto può essere stato acquisito nel percorso accademico degli insegnanti e come eventualmente integrarle nella formazione iniziale e/o in servizio.

3. Competenze disciplinari e metodologiche per il laboratorio di fisica

Per comprendere se e quando gli aspiranti insegnanti possano aver acquisito le competenze disciplinari e metodologiche necessarie per realizzare attività laboratoriali, cominciamo col considerare i laureati in fisica e anche i laureati in astronomia, che di solito hanno un percorso accademico del tutto simile ai laureati in fisica. In questi corsi laurea, le competenze disciplinari sono acquisite sia in corsi teorici che in quelli che prevedono delle attività di laboratorio, focalizzate però sullo sviluppo di competenze tecniche e tecnologiche orientate alla ricerca, che vengono rafforzate nel caso di tesi sperimentali in laboratorio. Sono di solito assenti nel percorso degli studenti di fisica elementi di didattica disciplinare o laboratori didattici se non nei rari casi di studenti *tutor* o di studenti che nel percorso post laurea di dottorato di ricerca hanno partecipato ad attività di orientamento formativo ⁽⁶⁾, di supporto a laboratori del corso di laurea o ad eventi di *public engagement* ⁽⁷⁾ nell'ambito della terza missione dell'università. In questo tipo di esperienze però gli studenti partecipano anche attivamente alla conduzione di attività laboratoriali progettate ed organizzate da altri.

Possono insegnare fisica anche laureati in altre discipline, principalmente laureati in matematica e, a seconda del percorso accademico e dell'anno in cui hanno conseguito la laurea, ingegneri e architetti. Per l'insegnamento di matematica e scienze nella scuola secondaria di primo grado, si può essere laureati anche in scienze chimiche, biologiche, geologiche, naturali, ambientali, agrarie e simili.

Solo i laureati in matematica in un certo periodo, per insegnare fisica nella scuola superiore di secondo grado devono aver maturato dei crediti di laboratorio di fisica, in tutti gli altri casi bastano dei crediti di fisica che di solito vengono acquisiti con gli

⁽⁶⁾ Per esempio laboratori PLS, scuole estive per studenti del triennio delle scuole superiori, attività di laboratorio nell'ambito di esperienze di alternanza scuola-lavoro in università o presso laboratori di enti di ricerca.

⁽⁷⁾ Notte Europea dei Ricercatori, eventi di divulgazione scientifica con elementi laboratoriali rivolti al pubblico generico come festival scientifici, caffè scientifici e iniziative similari.

esami obbligatori del piano di studi. Per quasi tutti questi laureati le competenze di fisica richieste sono essenzialmente acquisite in corsi teorici che coprono a malapena le fenomenologie della fisica classica (meccanica, termodinamica, elettromagnetismo). Ancora più deboli sono le competenze disciplinari dei laureati che possono insegnare elementi di fisica all'interno delle scienze proposte nella scuola secondaria di primo grado.

Per tutti i corsi di studi si registra la completa assenza di elementi di metodologie didattiche di apprendimento attivo, cooperativo, tra pari, e di tecniche di *problem solving*, *hands-on*, *inquiry-based*, solo per citarne alcune rilevanti per il laboratorio.

Nella formazione iniziale ⁽⁸⁾ biennale (SSIS) era possibile recuperare le conoscenze disciplinari mancanti nei laureati non fisici, quali gli elementi di fisica moderna previsti nell'insegnamento liceale, e introdurre laboratori didattici che permettessero di sviluppare le competenze relative al laboratorio. Qualche elemento metodologico disciplinare era inserito in questo contesto. I percorsi successivi essendo più brevi non hanno potuto mantenere questa impostazione, focalizzandosi invece sull'acquisizione di competenze metodologiche attraverso una formazione attiva diretta dei futuri insegnanti.

I laboratori proposti sono stati selezionati in modo da essere significativi nell'insegnamento della disciplina e nel tipo di metodologia proposta. Gli insegnanti in formazione sperimentano i laboratori come se fossero studenti (adeguando argomenti e compiti alle loro conoscenze e competenze) così da comprendere in prima persona cosa significa apprendimento attivo e il ruolo del *problem solving*, della manipolazione, della costruzione di concetti nell'esperienza di laboratorio attraverso metodi di indagine o la potenzialità della classe invertita se accuratamente progettata. A questo si aggiunge una riflessione meta-culturale sul ruolo del docente in questi laboratori, sulle tecniche che possono favorirne l'efficacia, sul ruolo dell'insegnante nella progettazione.

4. Progettare laboratori efficaci

Aver compreso l'efficacia di un laboratorio nell'apprendimento non significa essere in grado di progettare in autonomia laboratori efficaci nel contesto scolastico in cui si insegna. Dal confronto con insegnanti esperti durante la co-progettazione di attività laboratoriali del PLS [9, 10], è emersa la necessità di formare i futuri insegnanti alla progettazione e alla realizzazione di laboratori innovativi e contestualizzati attraverso attività specifiche che non possono essere rimandate alla formazione in servizio che di solito subisce l'aleatorietà delle disomogenee offerte sul territorio nazionale e la discrezionalità della scuola e degli insegnanti.

Un obiettivo primario della formazione iniziale di un insegnante di fisica dovrebbe essere dare gli strumenti culturali e metodologici per progettare laboratori efficaci. Un ruolo essenziale in questo senso deve essere attribuito alla formazione attiva nella progettazione.

L'intervento formativo dovrebbe prevedere un laboratorio di progettazione dove gli insegnanti analizzano una realtà scolastica per progettare una attività pertinente con la formazione degli studenti di quella scuola (analisi del contesto), raccogliendo

⁽⁸⁾ Nel seguito si fa riferimento alle esperienze di formazione iniziale e in servizio maturata nei percorsi proposti dall'ateneo senese in cui l'autore ha insegnato fin dalla SSIS ed in cui è attualmente docente del corso di Didattica della Fisica nel PF24.

informazioni sui materiali e i metodi disponibili. Gli studenti di un istituto tecnico hanno interessi, disponibilità oraria e laboratori diversi da quelli di un liceo scientifico. Il laboratorio è un luogo fisico che va esplorato per comprendere quali strumenti sono disponibili, ma anche quali spazi, tempi e modalità di uso sono previsti in quella particolare scuola. I colleghi sono disponibili a co-progettare e realizzare insieme il laboratorio? È presente una figura tecnica che può supportare la preparazione dei materiali o aiutare nella conduzione del laboratorio con gli studenti? Quanti gruppi possono lavorare proficuamente nel laboratorio?

A questo punto si sceglie l'argomento su cui fare il laboratorio e si organizza la sequenza didattica che porterà gli studenti a confrontarsi con l'attività laboratoriale progettata. È importante considerare se gli studenti sono abituati a fare esperimenti nel laboratorio di fisica, se sono studenti con cui si sta instaurando un rapporto o invece il rapporto docente-discente è consolidato. Nel primo caso sarà necessario definire le regole di comportamento nel laboratorio prima di iniziare qualsiasi attività, così come i criteri che porteranno alla valutazione collettiva e individuale delle attività nel laboratorio.

È necessario predisporre un foglio di lavoro? Si possono proporre alcune parti dell'esperimento come problemi aperti da discutere con gli studenti? Si devono considerare i tempi e gli spazi rispetto alla sequenza di operazioni che gli studenti andranno a fare. Queste azioni possono far emergere problemi di sicurezza? Sono presenti alunni con bisogni educativi speciali? È prevista la presenza di un insegnante di sostegno? Come coinvolgere attivamente questi alunni nel laboratorio?

Al termine di questa fase progettuale, l'insegnante dovrà sperimentare in prima persona l'esperienza in tutte le fasi previste (come se fosse uno studente) in un momento in cui il laboratorio non è utilizzato per attività didattiche. Questo passaggio è essenziale nella progettazione perché permette di correggere le stime sui tempi e di confrontarsi in assenza di studenti con possibili problematiche sperimentali non previste nella progettazione iniziale così da poterle evitare o affrontare insieme agli studenti avendo avuto il tempo per inserirle nel percorso di apprendimento.

La fase successiva è la realizzazione del laboratorio con gli studenti. L'esperienza insegna che, per quanto accuratamente progettata, un'esperienza di laboratorio può prendere direzioni impreviste o imprevedibili, stesso discorso si può fare per la reazione degli studenti e i risultati dell'apprendimento. Da un'analisi critica dell'esperienza didattica si possono apportare modifiche al laboratorio per renderlo più efficace.

In un laboratorio di progettazione gli insegnanti potrebbero affrontare situazioni sperimentali e scolastiche diverse e il confronto fra tutte le esperienze costituirebbe l'inizio di un portfolio di esperienze di laboratorio da utilizzare nella vita professionale a cui si andrebbero ad aggiungere le esperienze messe a punto durante il servizio a scuola.

La finalità di questo intervento è formare insegnanti che operino come un ricercatore in didattica applicata adattando le conoscenze disciplinari e metodologiche al contesto scolastico e alle esigenze degli studenti in cui promuove l'apprendimento.

5. Il laboratorio nella didattica a distanza: una missione impossibile?

La didattica a distanza, protagonista assoluta di questi mesi di distanziamento sociale, ha segnato una svolta nell'inserimento del laboratorio nell'insegnamento della fisica. All'inizio anche gli insegnanti più esperti si sono rassegnati a fare a meno di questo strumento didattico, nella speranza che si tornasse in tempi ragionevolmente

brevi alla didattica in presenza. Anche se tra i primi rientri possibili a scuola (e all'università) prevedevano l'uso dei laboratori didattici, molte difficoltà organizzative si sono aggiunte a quelle già normalmente presenti nell'organizzare un laboratorio di fisica. Il distanziamento sociale, l'obbligo di portare la mascherina durante le attività in laboratorio che spesso richiedono che due o più operatori stiano a distanze inferiori a quelle ritenute di sicurezza, la necessità di areare spesso i locali con la conseguente riduzione dei tempi effettivi in laboratorio, hanno reso l'uso di questo strumento didattico ancora più impervio.

Nel corso di Didattica della Fisica tutte le attività laboratoriali sono state di fatto impossibili in presenza, e parzialmente sostituite da alcuni filmati realizzati con l'aiuto di uno studente. Questa drastica riduzione dell'attività laboratoriale del corso rischiava di impedire l'esperienza di apprendimento attivo necessaria per comprendere alcune metodologie didattiche. Si sono proposte alcune semplici attività da realizzare a casa con materiali comuni, alcune analoghe a quelle utilizzate in laboratorio, come quelle per introdurre il concetto di misura di grandezza fisica e di incertezza di misura utilizzando problemi aperti che sfociano in conflitti cognitivi che sono stati superati in una articolata discussione telematica. Le misure di grandezze meccaniche sono state realizzate utilizzando software di video analisi *opensource* usati su filmati realizzati con lo *smart phone* dagli studenti, ripensando i tempi e i modi in cui veniva proposta l'esperienza didattica. Nella didattica in presenza il laboratorio permette di verificare immediatamente alcune ipotesi proposte dagli studenti e, pur lasciando ampi spazi di autonomia operativa, il docente può accorgersi se le procedure messe in atto non sono corrette e suggerire come migliorarle, oppure se si individua un concetto non corretto può suggerire delle attività che chiariscano e approfondiscano l'argomento. Questa immediatezza operativa si perde nella didattica a distanza.

Risorse aggiuntive possono però essere trovate su internet e utilizzate in modo efficace. A seguito delle richieste di supporto di un gruppo di insegnanti di scienze integrate operanti in una attività PLS in un istituto tecnico, sono stati adattati i percorsi laboratoriali in essere in presenza attraverso azioni da far realizzare agli studenti a casa utilizzando strumenti casalinghi o informatici gratuiti e di semplice reperimento (essenzialmente applicazioni mobili da utilizzare con lo *smart phone*, lo strumento digitale più diffuso tra gli studenti, che permettono di fare misure sulle immagini acquisite o di utilizzare i sensori del telefono). Inoltre, sono stati individuati dei materiali didattici online che potevano essere utilizzati come problemi aperti di tipo laboratoriale in modalità telematica.

Il sito di riferimento è ben noto a chi si occupa di ricerca didattica in fisica [11] e raccoglie materiali progettati secondo le metodologie più efficaci testate in classe su un ampio spettro di argomenti di fisica classica, moderna e interdisciplinare. Per gli insegnanti è stata predisposta una scheda di presentazione [12] della piattaforma con brevi suggerimenti per esplorare i materiali, selezionandone alcune tipologie che avrebbero potuto essere utilizzate direttamente in modalità telematica o essere fonte di ispirazione per progettare un intervento didattico adattato al contesto. In particolare, di ogni tipologia veniva segnalato un esempio e come arrivare al materiale dal portale.

Per gli studenti del corso di Didattica della Fisica, si sono utilizzate alcuni filmati sulla meccanica (Video Vignette Interattive [13]) che ponevano interessanti problemi legati alla comprensione del concetto di energia, alla sua trasformazione e alla conservazione del momento angolare. La discussione nata dal confronto tra le previsioni richieste all'inizio di una apparentemente semplice situazione meccanica e la realizzazione come se si fosse in laboratorio, ha permesso di chiarire e approfondire alcuni aspetti fondamentali legati alla conservazione di grandezze meccaniche. Ancora una

volta l'intervento formativo ha mostrato l'efficacia dell'uso aperto di materiali didattici per l'apprendimento attivo lasciando agli studenti uno strumento molto ricco e versatile da esplorare e utilizzare nel loro insegnamento in presenza o a distanza.

6. Conclusioni

La necessità di una formazione più articolata e approfondita per preparare gli insegnanti a progettare e gestire il laboratorio di fisica è emersa decisamente sia negli studenti del PF24 che negli abilitati dei percorsi di formazione iniziale che hanno continuato a partecipare a tutte le attività offerte dall'università che prevedessero laboratori sia portando i propri studenti che iscrivendosi a corsi dedicati al laboratorio promossi dal PLS.

Sarebbe auspicabile che nella prossima formazione iniziale sia prevista con risorse temporali adeguate sia per acquisire le competenze disciplinari e metodologiche per gestire adeguatamente i laboratori che si possono realizzare a scuola, sia per offrire un percorso dedicato alla progettazione di laboratori innovativi ed efficaci nei contesti più diversi così da promuovere negli insegnanti in servizio un atteggiamento da ricercatore in ricerca didattica applicata al contesto scolastico in cui insegnano. In questa offerta potrebbero essere previsti anche momenti dedicati alla didattica a distanza su aspetti laboratoriali per rafforzare le esperienze positive riguardo a laboratori *outdoor* cioè quando un laboratorio tradizionale non è disponibile. Ancora una volta l'efficacia del laboratorio risiede nella capacità di progettazione e realizzazione dell'insegnante piuttosto che nella disponibilità di laboratori ben attrezzati, che comunque sono utili e auspicabili, ma che raramente hanno tutte le risorse materiali possibili disponibili. La capacità dell'insegnante di reperire e adattare al proprio contesto le risorse didattiche messe a disposizione da comunità di insegnanti anche a livello internazionale sarebbe un valore aggiunto alla sua professionalità.

Bibliografia

- [1] CAPPA C., NICEFORO O., PALOMBA D., "La formazione iniziale degli insegnanti in Italia" *Revista Española de Educación Comparada*, **22** (2013) 139.
- [2] MONTALBANO V., "Formazione insegnanti: un'analisi critica I", Convegno GEO-CRUI *Professione insegnante: quali strategie per la formazione?* Napoli 15-17 giugno 2020 doi: 10.13140/RG.2.2.33758.05447
- [3] MONTALBANO V., "Formazione insegnanti: un'analisi critica II", Convegno GEO-CRUI *Professione insegnante: quali strategie per la formazione?* Napoli 15-17 giugno 2020 doi: 10.13140/RG.2.2.18658.56007
- [4] www.pianolaureescientifiche.it
- [5] MONTALBANO V., BENEDETTI R., "Active learning in pre-service science teacher education" in *ICPE-EPEC 2013 Conference Proceedings*, a cura di Dvořák L. and Koudelková V. (Charles University in Prague, MATFYZPRESS publisher, Prague 2014) 570-578 arxiv.org/abs/1310.2982
- [6] MICHELINI, M. *et al*, "Il Progetto IDIFO4: insegnanti e studenti protagonisti della loro formazione" *LFnS*, **XLVI** (2013) 100.
- [7] MONTALBANO V., "The time in science: an interdisciplinary laboratorial approach" *JPCS*, **1286** (2019) 012057. doi: 10.1088/1742-6596/1286/1/012057
- [8] LETO F., MICHELINI M., MOSSENTA A., "Research based discussions on optics with teachers to integrate professional development with everyday school work" in *ICPE-EPEC 2013 Conference Proceedings*, a cura di Dvořák L. and Koudelková V. (Charles University in Prague, MATFYZPRESS publisher, Prague 2014) 987-994 core.ac.uk/download/pdf/53359189.pdf

- [9] MONTALBANO V., BENEDETTI R., MARIOTTI E., MARIOTTI M. A., PORRI A., “Attempts of transforming teacher practice through professional development” in *Proceedings of The World Conference on Physics Education 2012*, a cura di Mehmet Fatih Taşar (*Pegem Akademi, Ankara 2014*) 570-578 arxiv.org/abs/1310.2982
- [10] MONTALBANO V., “Scuola estiva di fisica del Pigelletto” in *L'insegnamento della matematica e delle scienze nella società della conoscenza*, a cura di Anzellotti G., Catena L. M., Catti M., Cosentino U., Immé J., Vittorio N. (*Mondadori Università, Milano 2014*) 255-261 www.researchgate.net/publication/261438523
- [11] ComPADRE www.compadre.org
- [12] Scheda esplorativa ComPADRE doi: 10.13140/RG.2.2.26201.03688
- [13] Interactive Video Vignettes www.compadre.org/ivv/