***Ambito D - Laboratorio***

**Titolo contributo: Sviluppo professionale dei docenti in una sfida di laboratorio in PCTO per l'innovazione didattica.** Gli studenti consulenti dell'Università nell'esame e uso di APP per lo studio della Fisica

**Antonella ARCHIDIACONO**

**Patrizia TRONCON**

*Affiliazione: Liceo Scientifico Statale Leonardo da Vinci di Treviso*

e-mail di riferimento: [antonella.archidiacono@liceodavinci.tv](mailto:antonella.archidiacono@liceodavinci.tv)

**Abstract**

The P.C.T.O. designed by Liceo Scientifico L. da Vinci of Treviso in collaboration with the University of Udine, URDF, and Prof. Michelini, offered a unique opportunity to teachers to deepen their knowledge in the educational field. The project presented in this paper focused on two main aspects: the involvement of students in innovative didactic research addressing various domains of Physics (Mechanics, Waves, Sound, Optics), and the in-depth study of teaching methods of Physics, use of laboratory, and identification of delicate spots in the discipline. The joint activity of both high school students and teachers led to the definition of new methods to recover the deficiencies uncovered by the study.

**Abstract**

I P.C.T.O progettati dal Liceo Scientifico L. da Vinci di Treviso con URDF si sono rivelati una utile occasione di approfondimento in ambito didattico per i docenti grazie alla solida collaborazione con l’Università di Udine e in particolare con la professoressa Michelini.

Se da un lato gli studenti sono stati coinvolti in un lavoro di ricerca didattica innovativa riguardante molti ambiti della Fisica (Meccanica, Onde, Suono, Ottica), dall’altro i docenti hanno intrapreso un percorso di riflessione e approfondimento sulle metodologie didattiche della Fisica, sull’utilizzo del laboratorio, sull’individuazione dei nodi sensibili della disciplina, riuscendo a trovare nuovi metodi per il recupero delle carenze individuate.

Le nuove metodologie sperimentate hanno anche migliorato l’efficacia della didattica a distanza di questi ultimi periodi.

Nell’articolo sono presenti alcuni esempi tratti dall’esperienza maturata dall’anno scolastico 2016-2017 ad oggi.

1. **Introduzione**

I percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento ( ex ASL) sono diventati obbligo di legge nel triennio dei licei a partire dall’anno scolastico 2015/2016. Non si tratta di un progetto, ma di una modalità didattica da inserire nel P. T. O. F. in accordo con il profilo culturale, educativo e professionale degli indirizzi di studio; è un’esperienza educativa, co-progettata dalla scuola con altri soggetti e istituzioni che risponde all’esigenza di consentire agli studenti di esplorare vocazioni, opportunità e capire le proprie attitudini, di modificare il tradizionale rapporto tra il conoscere, il fare e lo sperimentare, di approfondire gli apprendimenti curriculari, contestualizzando conoscenze e acquisendo nuove competenze in compiti di realtà e in contesti di impegno diretto.

La proficua collaborazione, nell’ambito del PLS-Fisica, tra URDF dell’Università di Udine e il liceo scientifico da Vinci di Treviso nella progettazione e implementazione di Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento è iniziata nell’anno scolastico 2016/2017 con la partecipazione di sette docenti, è proseguita negli anni scolastici 2017/2018 e 2018/2019 con la partecipazione rispettivamente di quattro e sette docenti, continua attivamente fino ad oggi, sebbene in una più complessa situazione di didattica a distanza, coinvolgendo 11 docenti. Uno dei punti di forza del progetto è infatti la flessibilità delle modalità di lavoro proposte dai docenti universitari che rispondono efficacemente alle esigenze didattiche degli insegnanti di fisica delle classi coinvolte, riuscendo a garantire attività di altissima qualità anche non in presenza.

Le attività sono effettivamente co-progettate dalla scuola con l’ente esterno in un’ottica di reciproca collaborazione e di ricerca didattica. In particolare, si realizza l’integrazione di diversi sistemi: scuola, università, di organismi interni alla scuola (dipartimenti, consigli di classe, commissione Mostra).

I percorsi realizzati sono stati sempre differenziati nonostante le implementazioni in anni scolastici successivi grazie alla varietà e ricchezza di proposte di URDF ma anche per le diverse caratteristiche delle classi coinvolte.

Sono state finora coinvolte 30 classi guidate dai rispettivi docenti di fisica del liceo Albano, Archidiacono, Basso, Bonaldo, Brandolin, Casellato, Carlino, Chinello, Fiorito, Florian, Guarino, Mannone, Mogno, Notari, Pulit, Troncon che hanno svolto il ruolo di tutor interni. I formatori esterni sono Marisa Michelini, professore universitario di Fisica, presidente di GIREP, Direttore di GEO, Capo di URDF dell’Università di Udine, Daniele Buongiorno, ricercatore presso l’Università di Udine, collaboratore di URDF; nell’a.s. 2018/2019 ha collaborato anche Sergej Faletič, professore di Matematica e Fisica dell’Università di Ljubljana.

1. **Sviluppo professionale docente in PCTO**

L’elemento del progetto che ha convinto sin da subito i docenti del liceo è stata la possibilità di impegnare gli studenti in percorsi di alternanza coerenti con il profilo dell’indirizzo di studio; si sono infatti potute sviluppare attività di laboratorio su temi curricolari (Meccanica, Onde, Suono, Ottica) con interessanti e nuove occasioni di approfondimento e effettiva possibilità di personalizzazione. Inoltre nel PCTO l’Università di Udine si è posta alla scuola come ambiente di lavoro non da visitare e studiare per come si vedono lavorare le persone al suo interno o vivere un’esperienza accanto ai ricercatori, come spesso è stato proposto in altri contesti, ma come datore di lavoro per gli studenti chiamati ad effettuare una consulenza su ricerca e sviluppo per l’individuazione di soluzioni a problemi didattici, come la ricerca di APP su mobile efficaci per l’apprendimento della fisica e come mondo con cui fare ricerca sui processi di apprendimento. Sono state fatte proposte basate su responsabilità degli studenti singoli e in gruppi.

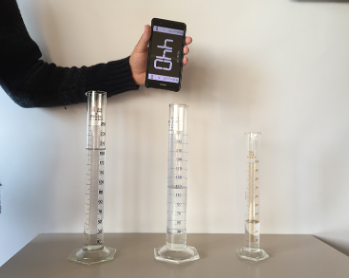
L’impostazione di base è stata caratterizzata dai seguenti elementi: I) impegnare gli studenti in attività che mettessero a frutto le competenze acquisite con impegno e responsabilità; II) proporre attività per un prodotto, utile alla scuola (promuovendo un ruolo attivo degli studenti per la propria istituzione); III) proporre una sfida che implicasse: studio di un problema, analisi, programmazione di fasi, indagine, valutazioni e confronti, progettazione, realizzazione di prototipi ed esperimenti, collaudi, valutazioni.

Durante i numerosi incontri svolti, gli studenti esponevano lo svolgimento dei lavori assegnati, che venivano poi discussi, analizzati e corretti dai formatori esterni. Gli insegnanti, seguendo gli studenti come tutor e partecipando alle attività organizzate dall’università, hanno ricevuto una stimolante occasione di formazione in servizio sul piano teorico e metodologico, lavorando per nodi concettuali, ricostruendo i processi di apprendimento secondo diversi modelli, guidando l’interpretazione del fenomeno confrontando modelli ma hanno anche ricevuto una valida formazione per l’innovazione di didattica laboratoriale. Non solo. La partecipazione all’intervento didattico dei formatori universitari ha portato noi docenti ad osservare dall’esterno i risultati della nostra didattica, analizzando le reazioni dei nostri studenti a stimoli diversi.

1. **Potenziamento del laboratorio di fisica**

L’idea è stata sempre quella di focalizzare su un prodotto scelto, progettato, realizzato e gestito da ragazzi nell’innovazione di didattica laboratoriale. Tale idea è scaturita nel 2017 dalla proposta della XIII edizione di una mostra interattiva presso il liceo di esperimenti, allestita e gestita dagli studenti ma è derivata anche dalla necessità di implementare metodologie didattiche basate sia sul sapere sia sul saper fare praticando una didattica per competenze, favorendo un apprendimento cooperativo e laboratoriale.

Il contributo alla realizzazione della mostra fornito dalla prof.ssa Michelini ha portato alla costruzione di un percorso organico di analisi dei concetti fisici trattati. In particolare per l’area del suono si è cercato di porre in evidenza i principali fenomeni di propagazione, interferenza e risonanza evidenziando il ruolo della vibrazione come sorgente di suono, la differenza tra spostamento di materia e propagazione di un’onda ( esperimento del cannone ad aria ) e invitando gli studenti anche ad operare misure quantitative che possano portare alla costruzione di una legge (esperimento dei tubi risonanti), utilizzando materiale facilmente reperibile a scuola o dagli studenti stessi. Ad esempio nell’esperimento “Tubi risonanti”, attraverso l’utilizzo di un campionatore di frequenze (app di smartphone) e di alcuni cilindri graduati nei quali è possibile leggere la misura dell’altezza della colonna d’acqua, si procede a studiare il fenomeno della risonanza.In particolare si osserva che un’ onda sonora viene amplificata solo se la sua frequenza è correlata con una ben precisa altezza della colonna d’acqua.



*Cilindri in risonanza fig.1*

La previsione teorica della corretta altezza della colonna d’aria nel tubo graduato ha richiesto un’analisi molto approfondita dei fenomeni di bordo e ha aiutato sia il docente che gli studenti a chiarire i limiti delle trattazioni teoriche del manuale di fisica. Infatti la legge teorica L=nv/4f da cui ricavare la lunghezza L della colonna d’aria nota la frequenza f del suono va corretta aggiungendo un termine Lc (ricavato empiricamente) alla lunghezza L per tener conto dell’effetto dovuto all’arrotondamento del bordo del cilindro graduato.

In generale grazie ai percorsi implementati nei PCTO è stata incrementata la pratica laboratoriale che negli ultimi anni era destinata a diminuire sia per l'aumento dei contenuti del curricolo di fisica sia per la minore disponibilità di spazi e attrezzature. Inoltre avere a disposizione attività già definite e progettate dall’ente esterno ha incentivato anche i docenti meno inclini a fare laboratorio. Il prestito al liceo delle Sezioni della mostra GEI, curata da URDF di Udine, e di diversi materiali ha consentito a noi docenti di realizzare nuove attività rispetto alla didattica ordinaria. Gli studenti, indirizzati dai docenti universitari e seguiti dai docenti del liceo, hanno avuto la possibilità di realizzare anche esperimenti complessi e non previsti a scuola (misura della velocità di fase e di gruppo, analisi di Fourier di un’onda).

Tutte le attività proposte hanno rafforzato la convinzione su ciò che è stato evidenziato da un’ampia letteratura di ricerca: il coinvolgimento attivo e responsabile degli studenti rappresenta sempre un’importante occasione di apprendimento in quanto offre a ciascuno studente una personalizzazione nel processo di apprendimento; lo studente acquisisce competenze specifiche solo se costruisce appropriazione dei concetti e se è capace di utilizzarli in contesti differenziati. L’osservazione durante la discussione dei lavori tra studenti e tutor esterni di errori nella progettazione di esperimenti o nell'interpretazione dei fenomeni, ci ha ribadito che la sola trattazione teorica degli argomenti anche se seguita da applicazioni nella risoluzione degli esercizi non conduce allo sviluppo di competenze. Siamo divenuti più consapevoli del fatto che le attività laboratoriali sono per eccellenza occasioni di apprendimento attivo ed operativo, che esperimenti e misure accrescono questo potenziale nella misura in cui rappresentano sfide intellettuali. Quindi anche se complesso e faticoso è indispensabile far fare laboratorio.

1. **Sperimentazione di un laboratorio a distanza**

La collaborazione con URDF ha reso possibile nel corrente anno scolastico il laboratorio anche in DAD. Per i docenti del liceo è stata una grande opportunità che ha reso meno dispersiva e più motivante l’attività didattica online ma ha anche aiutato a stabilire più occasioni di contatto e relazione con gli studenti; inoltre ha contribuito a migliorare le nostre capacità organizzative in DAD e ha creato attività per controllare i processi di apprendimento soprattutto la fase di transfer e di ricostruzione. Nell’anno scolastico 2020/2021 tutti gli incontri, del resto numerosissimi (più di 50 ore di formazione da parte di Michelini e Buongiorno), si sono svolti online; gli studenti hanno dovuto svolgere le attività quasi esclusivamente da casa quindi con materiale povero e facilmente reperibile e grazie all’uso dello smartphone. Si è così sperimentato un nuovo tipo di laboratorio che anche in una situazione di ordinaria didattica in presenza potrà aiutare a contestualizzare gli apprendimenti, potenziando la pratica laboratoriale e guidando così verso vere padronanze. Noi docenti del liceo, come in un circolo virtuoso, abbiamo inoltre tratto ispirazione per l’organizzazione di una futura mostra virtuale usando i video dei tantissimi esperimenti prodotti dagli studenti.

1. **Innovazione di didattica laboratoriale**

Lo smartphone sta diventando sempre più centrale nell’insegnamento della fisica: quasi tutti i libri di testo inseriscono proposte di esperienze di laboratorio e aumentano le conferenze che ne illustrano l’uso come strumento di misura.

Grazie alle attività progettate dalla professoressa Michelini, abbiamo potuto sperimentare l’uso dello smartphone in laboratorio già a partire dal 2017, nei percorsi di PCTO di Meccanica rivolti a studenti di classe terza. Oltre ad aver avuto così il privilegio di essere stati dei pionieri nel proporre misure con App su mobile, abbiamo beneficiato di un’ottima formazione sul suo più efficace utilizzo didattico.

In tutti i PCTO realizzati negli anni successivi è stato sempre proposto l'uso dello smartphone per la progettazione di esperienze non solo di Meccanica ma anche relative all’Ottica e al Suono. Partecipando agli incontri tra docenti universitari e classi siamo stati formati sulle diverse App, sul funzionamento di alcuni sensori, in particolare l’accelerometro e il luxmetro; seguendo gli studenti come tutor abbiamo individuato gli esperimenti più adatti alle misure con i sensori e abbiamo individuato le principali fonti di errore. Siamo riusciti poi a trasmettere le nostre nuove conoscenze ai docenti del liceo non coinvolti nel progetto; dopo aver ricevuto formazione dall’università alcuni docenti del liceo sono diventati a loro volta formatori favorendo la diffusione dell’innovazione didattica.

Abbiamo quindi potuto sperimentare buone pratiche laboratoriali basate sull’uso delle nuove tecnologie già progettate dall’università, scoprendo le potenzialità dello smartphone nel migliorare l’insegnamento della Fisica; far esplorare un fenomeno usando un dispositivo d’uso quotidiano e a portata di mano rende motivante l’attività soprattutto per gli studenti più deboli, offre contesti d’uso concreti migliorando la capacità interpretativa, stimola la verifica di leggi in svariate situazioni, favorisce la capacità di problematizzazione e di modellizzazione, consente soprattutto di poter fare misure a casa semplificando la gestione dei laboratori scolastici sempre meno disponibili e attrezzati.

1. **Innovazione didattica e sperimentazione di percorsi**

I PCTO sono stati occasione di implementazione di varie metodologie: approccio tutoriale, laboratorialità, didattica per competenze, apprendimento cooperativo, problem posing&solving.

I docenti universitari hanno anche concretizzato il confronto critico di spiegazioni e individuazione di quadri interpretativi. Abbiamo visto ad esempio come determinare la funzione d’onda con tre diversi approcci (dinamico, traslazione, cambio di sistema di riferimento). La professoressa Michelini ha reso possibile la sperimentazione di attività anche su temi di fisica moderna. Grazie al prestito di filtri polaroid e di cristalli birifrangenti sono state proposte attività attraverso cui interpretare la polarizzazione della luce attraverso 3 modelli, partendo da quello rettilineo, passando per quello ondulatorio, arrivando a quello corpuscolare.

1. **Individuazione di bisogni di sostegno e approfondimento**

La sfida posta dai formatori esterni di studiare un problema attraverso l’indagine, la progettazione e messa a punto di un esperimento si è rilevata davvero valida. Sono emerse diverse difficoltà non solo dovute alla non effettiva comprensione delle leggi studiate ma anche difficoltà nell’organizzazione del lavoro, nel seguire le fasi del metodo scientifico, nell’individuare previsioni verificabili.

Ascoltando le esposizioni dei ragazzi abbiamo capito che è necessario progettare interventi didattici che aiutino a superare la frequente confusione tra calcolare e misurare, tra dimostrare e verificare.

Le attività svolte sono state particolarmente formative perchè ci hanno fornito una preziosa occasione di riflessione sugli esiti dei processi di apprendimento nel contesto della ricerca didattica, ci hanno insegnato quali sono le principali esigenze degli studenti e come affrontarle per guidare verso la padronanza dei concetti.

Ad esempio l’uso del sensore accelerometro dello smartphone ci ha consentito di rilevare gli ostacoli più frequenti nello studio della dinamica come trascurare il sistema di riferimento e applicare le stesse leggi sia in sistemi inerziali che non. Facendo giustificare il valore non nullo dell’accelerazione con cellulare fermo e poi attraverso il semplice esperimento della caduta libera del cellulare abbiamo potuto rendere più chiare la comprensione delle leggi della dinamica in sistemi non inerziali.

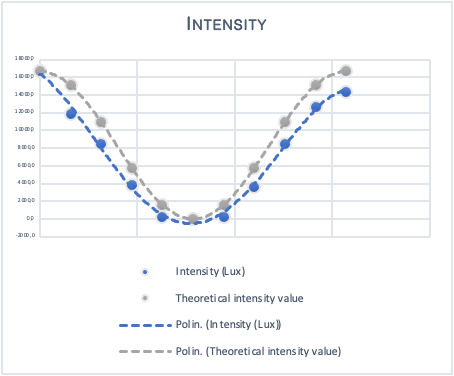
I suggerimenti di esperienze da svolgere con il sensore di luminosità hanno consentito di mettere alla prova la capacità degli studenti di analizzare i dati e cercare relazioni; si è rilevata la tendenza comune a considerare diretta qualsiasi relazione monotona crescente tra grandezze e inversa qualsiasi relazione monotona decrescente. L’esperimento sulla legge di Lambert ha sollevato molti problemi ed è stato un ottimo esempio per aiutare nella ricerca di una relazione. Dopo aver fatto tracciare l’andamento dell’intensità in funzione della distanza, l’intensità luminosa è stata confrontata con l’inverso del quadrato della distanza ed è stata così verificata la legge di Lambert per d >65 cm, mentre nel grafico 3 è stata messa in evidenza la dipendenza di I dall’inverso della quarta potenza della distanza per valori di d< 65 cm.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | d (cm) | I (lux) | d (cm) | I(lux) | | 35 | 3920 | 125 | 100 | | 45 | 1350 | 135 | 74 | | 55 | 695 | 145 | 64 | | 65 | 420 | 155 | 57 | | 75 | 290 | 165 | 52 | | 85 | 225 | 175 | 47 | | 95 | 180 | 185 | 42 | | 105 | 140 | 195 | 38 | |  |
| Tab. 1 – Dati raccolti dagli studenti di IV D per l’Intensità in lux in funzione della distanza in cm da una sorgente luminosa | Fig.1 – Grafico ottenuto con i dati di Tabella 1 |
|  |  |

**Dipendenza di I dall’inverso della quarta potenza di I per distanze piccole Grafico**

Abbiamo ricevuto indicazioni su come svolgere in modo soddisfacente un interessante esperimento impensabile da condurre nei nostri laboratori senza l’uso del cellulare: la verifica della legge di Malus. E’ stata utilizzata una lavagna luminosa sul cui piano è stato posto un filtro polaroid, a tale filtro se ne è sovrapposto un secondo che poteva essere ruotato di angoli misurabili con un goniometro come in figura 2.

**Raccolta dati con app Science Journal**



Legge di Malus Fig.2

**7. Conclusioni**

Grazie ai percorsi progettati sono state potenziate le occasioni di approfondimento degli apprendimenti curriculari, favorendo la contestualizzazione delle conoscenze e l’acquisizione di nuove competenze in compiti di realtà.

Complessivamente i risultati sono stati molto soddisfacenti su tre piani:

I) formazione di competenze trasversali e specifiche dei ragazzi con una grande maturazione in termini di autonomia e responsabilità,

II) esiti di processi di apprendimento nel contesto della ricerca didattica,

III) messa a punto di buone pratiche per una conduzione qualificata ed efficace di PCTO.

L’offerta formativa del liceo da Vinci è stata significativamente ampliata.

I percorsi richiedono un grosso impegno sia per i formatori che per gli studenti. Il successo è garantito ed è provato dal numero sempre crescente di docenti che all’interno del liceo propongono l’attività alle loro classi. Nelle esperienze PCTO finora sono stati coinvolti 16 docenti e 18 classi.