

Call di Ateneo per il finanziamento di progetti dipartimentali di sviluppo e miglioramento della Didattica
(Linea B)

Scheda di Progetto

Titolo del progetto: TOPLab: The Open Physics LABORatory

Obiettivi strategici di riferimento:

Il progetto intende raggiungere tutti gli obiettivi strategici delineati nel bando:

- [OS1] *Favorire il miglioramento della didattica nei corsi di Laurea, Laurea Magistrale a ciclo unico e Laurea Magistrale;*
- [OS2] *Favorire l'innovazione nelle metodologie di insegnamento e l'aggiornamento dei contenuti;*
- [OS3] *Migliorare l'attrattività dei corsi di studio;*
- [OS4] *Favorire lo sviluppo delle competenze trasversali e interdisciplinari;*

Obiettivi specifici del progetto:

Il progetto riesce a coprire ampiamente gli obiettivi specifici elencati nel bando, in particolare:

- [OP1] *Integrare contenuti innovativi nei percorsi di studio, in modo da favorire tematiche di frontiera e interdisciplinarietà;*
- [OP2] *Sviluppare o potenziare nuove competenze scientifiche in ambiti disciplinari funzionali all'evoluzione futura dell'offerta didattica;*
- [OP4] *Rafforzare la continuità didattica nel caso di insegnamenti assegnati a docenti a contratto oppure a ricercatori a tempo determinato di tipo A;*
- [OP5] *Favorire il processo di internazionalizzazione dell'offerta formativa, con particolare riferimento all'internazionalizzazione del corpo docente e al miglioramento dei servizi indirizzati agli studenti;*

Descrizione degli obiettivi del progetto:

Gli obiettivi del progetto sono:

1. Elaborare **nuove esperienze laboratoriali** allineate con tematiche attuali (es. esperimenti incentrati su tecniche di ricostruzione di immagini).
2. Potenziare le abilità scientifiche delle/gli studenti, sviluppare **attitudine all'analisi di problemi complessi, l'autonomia nel prendere decisioni e il lavoro di gruppo**.
3. **Creare una comunità docente coesa** ("comunità di pratica") che favorisca l'integrazione delle figure più giovani.
4. **Comprendere la diversità nella popolazione studentesca** (es. genere, competenze in ingresso, internazionalità) e le difficoltà e opportunità connesse, implementando specifiche azioni di monitoraggio e supporto.

Essi contribuiscono agli obiettivi strategici in questo modo:

- [OS1, miglioramento della didattica] Si propongono soluzioni ad alcune criticità della didattica laboratoriale creando **gruppi di lavoro dedicati al coordinamento** delle azioni innovative, elaborando **strumenti di monitoraggio** dell'efficacia e sviluppando una **formazione alla nuova offerta laboratoriale per docenti e tutor**.
- [OS2, innovazione metodologica] Si **rinnovano i contenuti didattici** applicando principi di didattica attiva per stimolare l'interesse delle/gli studenti e potenziare gradualmente le loro abilità scientifiche.
- [OS3, attrattività] Si investe sulle attività laboratoriali che richiedono necessariamente una partecipazione in presenza, potenziando quindi **elementi dell'offerta formativa nettamente distintivi rispetto agli atenei online**; si integra la strumentazione dell'**Osservatorio di Asiago**,

capitalizzando un unicum del DFA rispetto ad altri atenei; si seguono le indicazioni della ricerca in didattica della Fisica allo scopo di **qualificare il DFA al livello di prestigiose università internazionali**; si accolgono le **sfide formative legate all'internazionalizzazione** attrezzando gli attori didattici a far fronte alla diversità.

- [OS4, competenze trasversali] Si **agevola l'apprendimento di pratiche scientifiche sperimentali, del pensiero critico, delle abilità argomentative**, tutte competenze con carattere trasversale.

Analisi della situazione didattica del dipartimento:

Il DFA ha avviato negli anni scorsi azioni per riorganizzare e rilanciare l'attività didattica. Dal 2015/16 sono state rinnovate le lauree magistrali per renderle più attrattive e internazionali. La magistrale in Astronomia è stata sostituita da due nuove magistrali (Physics of Data e Astrophysics and Cosmology) in aggiunta alla magistrale in Physics. In tutte si è introdotta la lingua veicolare inglese. Nel 2023 è stato approvato il nuovo curriculum "Interdisciplinary physics" per la magistrale in Physics.

Azioni specifiche sono state intraprese per incrementare il numero di docenti con esperienza di ricerca ed insegnamento all'estero: il 38% delle procedure concorsuali dal 2020 a oggi sono state vinte da persone provenienti dall'estero. Il numero di iscrizioni è incrementato da 104 nel 2016 a 227 nel 2022 e la componente studentesca internazionale è salita dal 5% nel 2015 al 37% nel 2022. Nel 2022 è stato introdotto il numero programmato nella laurea triennale in Astronomia, per ridurre la percentuale di abbandoni che aveva raggiunto livelli critici. Nel quadriennio 2018-21 solo il 50% delle/gli studenti immatricolati si sono iscritti al secondo anno in regola con gli esami, mentre lo scorso anno questo numero è salito all'80%. Nell'ultimo biennio si è modificata la struttura didattica del corso di laurea in Ottica ed Optometria, rinnovando il syllabo di alcuni corsi e affidandoli a docenti con consolidata qualità didattica. Il numero di iscrizioni è passato da 15 nel 2022 a 57 nel 2023.

Il DFA eroga un numero significativo di CFU nei corsi delle Scuole di Scienze e di Ingegneria, di area medica, di Agraria e, da quest'anno, offre un nuovo insegnamento di laboratorio per le/gli studenti della Galileiana. Secondo una stima a Settembre 2022, il numero di ore richieste negli SSD FIS supera di 1592 ore (9% del totale) il numero di ore erogabili con il personale docente in servizio, con conseguente ricorso a didattica mobile a scapito della continuità didattica.

Alla luce della situazione presentata, si intende utilizzare questo bando non per aprire nuovi corsi, ma per intervenire sulla qualità didattica dei **corsi di laboratorio**, ingredienti fondamentali nell'insegnamento della Fisica. Ogni anno circa 5900 studenti svolgono attività di laboratorio nel Polo Didattico del DFA, provenendo da diversi dipartimenti (vedi Tabella 1). A questi si aggiungono circa 600 studenti della scuola secondaria coinvolti in attività di orientamento.

Tabella 1: Numero di studenti che hanno usufruito del Polo Didattico del DFA di nell'A.A. 2021/2022.

Presenze complessive anno 2021/22 per Dipartimento	
Dipartimento di Fisica e Astronomia	940
Dipartimento di Scienze Chimiche	148
Dipartimento di Biologia	410
Dipartimento di Matematica	15
DEI	1603
DICEA	367
DII	2149
FISPPA	250
Totale	5882

Di seguito riportiamo una descrizione dei corsi di laboratorio erogati dal DFA, avendo individuato tre contesti primari [CP] di intervento, ciascuno con specifiche criticità:

- [CP1] Le **lauree triennali in Fisica e in Astronomia** prevedono corsi di laboratorio annuali condivisi nei primi due anni. Le/gli studenti utilizzano apparati già allestiti, limitando la loro azione nella presa dati. Le rilevazioni al termine dei corsi evidenziano, oltre al ruolo sostanzialmente passivo delle/gli studenti, l'obsolescenza di alcune esperienze e poca consapevolezza delle competenze sviluppate. Le relazioni di laboratorio suggeriscono ampio margine di miglioramento sull'acquisizione di abilità di analisi critica dei risultati. Nei corsi di **Astronomia**, l'uso dei telescopi dell'Osservatorio di Asiago è limitato a visite di gruppo in cui si assiste alle azioni di un operatore.
- [CP2] I laboratori della **laurea magistrale in Physics** sono organizzati in tre corsi: Physics Laboratory (I anno, obbligatorio) e Advanced Physics Laboratory, mod. A e B (I-II anno, opzionale). Le esperienze del Physics Laboratory sono più avanzate, ma sempre con procedimenti primariamente preallestiti, mentre nell'Advanced Physics Laboratory le/gli studenti portano avanti un esperimento per tutta la durata del modulo occupandosi anche dell'allestimento dell'esperienza. Si è osservata una significativa diversità nelle competenze in ingresso, legata in parte anche al processo di internazionalizzazione, al momento non completamente compresa e gestita.
- [CP3] I laboratori didattici dei corsi di Fisica per **Ingegneria** sono strutturati con un'unica offerta comune ai 12 corsi di laurea coinvolti. Le esperienze, elaborate 15 anni fa, sono basate su misure con acquisizione dati automatizzata e analisi elaborate con fogli di calcolo precompilati; le/gli studenti hanno un ruolo prevalentemente esecutivo. Criticità di tipo logistico, ma con ricadute nella didattica, riguardano l'alta numerosità di studenti (circa 2300 il primo anno, 1800 il secondo) con grande varietà di competenze, la scarsità di ore di laboratorio (1 CFU, integrato nei corsi di Fisica 1 e 2), e limitazioni legate agli spazi che costringono a turni serrati e rendono impossibile differenziare le esperienze. Inoltre, durante la prima fase pandemica si è resa necessaria la temporanea sostituzione delle attività in presenza in laboratorio con esperienze da realizzare autonomamente a casa con strumentazione e analisi dati semplici: questa esperienza ha fatto emergere una limitata autonomia delle/gli studenti nel prendere decisioni sugli esperimenti, nelle capacità di analisi dei dati e nel pensiero critico, soprattutto nel primo anno.

Descrizione del progetto:

L'agire scientifico è caratterizzato dal coordinamento di conoscenze e abilità scientifiche e attitudini di pensiero. L'importanza di puntare allo sviluppo delle **abilità scientifiche** nell'innovazione dei laboratori didattici universitari è stata sottolineata dalla ricerca recente in didattica della Fisica [1-3]. Lo sviluppo di tali competenze e di un'attitudine positiva verso il lavoro pratico di laboratorio sono fondamentali per formare figure professionali capaci di affrontare le sfide scientifiche e tecnologiche del futuro. Investire in una didattica laboratoriale di qualità significa quindi rafforzare l'attrattività dell'Ateneo e allinearla con l'eccellenza a livello internazionale.

Nel progetto si interverrà sui corsi di laboratorio delle lauree triennali in Fisica e Astronomia [CP1], della magistrale in Physics [CP2] e sui corsi di Fisica 1 e 2 di Ingegneria [CP3], rappresentativi dei corsi di servizio. Si svilupperà il progetto attraverso una serie di azioni comuni ai tre CP, accompagnate da azioni specifiche a ciascun CP. Negli anni a venire, si intende esportare ed adattare le innovazioni qui sviluppate agli altri contesti di insegnamento (es. altri corsi della Scuola di Scienze).

Elementi comuni ai tre contesti

Gli interventi nei tre CP sono accomunati dalle seguenti **fasi** di realizzazione:

1. Si definiranno **obiettivi di apprendimento** mirati allo sviluppo progressivo delle **abilità scientifiche** per un profilo di laureata/o in linea con le competenze professionali richieste dal mondo del lavoro.

2. Si elaboreranno proposte laboratoriali con **approccio didattico** orientato a supportare la **capacità di azione**, l'**autonomia** decisionale e il **pensiero critico** [4,5]; si **rinnoveranno gli esperimenti** e le tecnologie utilizzate nei laboratori didattici in linea con gli ambiti di ricerca del DFA e con approccio interdisciplinare. Verrà sviluppato materiale didattico di supporto (incluse risorse multimediali) e realizzato un percorso **di formazione per tutor di laboratorio e docenti** in linea con la nuova offerta formativa, come raccomandato dalla ricerca didattica [6].
3. Si sperimenteranno le nuove proposte nei corsi e **si valuterà il raggiungimento degli obiettivi** tramite **strumenti di rilevazione basati sulla ricerca** in didattica della Fisica [7-11].
4. Si farà una **revisione delle proposte in base ai risultati di una valutazione intermedia** e si **estenderanno** le stesse all'intera offerta formativa, adattandole alle specifiche esigenze.

Ciascuna sperimentazione sarà seguita da un gruppo di lavoro dedicato, costituito dai/dalle docenti dei corsi, le/gli RTT reclutati tramite il bando, e membri del gruppo di ricerca in didattica della Fisica, coordinandosi con la Commissione Didattica e la Direzione del DFA. Il personale RTT avrà un ruolo fondamentale nello sviluppo degli esperimenti e nell'elaborazione dei materiali didattici, e sarà coinvolto nella disseminazione delle proposte a tutto il corpo docente. Tramite queste azioni il progetto avrà come valore aggiunto la creazione di una "**comunità di pratica**" [12] che permetterà di sviluppare competenze condivise e archivi di materiale didattico utili per garantire la continuità didattica.

Azioni specifiche nei tre contesti

La **laurea triennale in Fisica** offre un contesto ideale di sperimentazione didattica, in quanto i corsi di laboratorio sono annuali (tempi distesi e numero di ore sostanzioso), la popolazione studentesca è abbastanza omogenea per preparazione e ha numerosità tale da rendere il campione significativo ma allo stesso tempo gestibile. Per questo contesto si intende nello specifico sviluppare e sperimentare un intero nuovo assetto di esperienze basate sulla ricostruzione di immagini (**imaging**). Questo elemento rappresenta un'innovazione assoluta nell'offerta formativa, in sintonia con le linee di ricerca del DFA. Questa innovazione sarà il filo conduttore di una serie di nuove esperienze che verranno proposte alle/gli studenti. Il primo anno si svilupperanno competenze di gestione e analisi dati, di calcolo e informatiche, mentre dal secondo anno si coinvolgeranno le/gli studenti nell'allestimento degli apparati di misura e nell'acquisizione delle misure, promuovendo la loro capacità decisionale (es. confronto e scelta tra diversi strumenti). Le esperienze saranno strutturate in modo da condividere i dati in *database* comuni. Si elaborerà anche, per la prima volta, una proposta laboratoriale per tutti gli/le studenti dell'area scientifica della Scuola Galileiana: verranno realizzati esperimenti microfluidici in cui il dato sperimentale sarà costituito da immagini e video in *realtime* e *realspace*. L'approccio basato sull'imaging verrà adattato, nella seconda fase del progetto, ad altri insegnamenti del DFA e di servizio (vedasi ad es. progetto del dipartimento di Biologia).

Infine, si darà alle/gli studenti la possibilità di accedere al laboratorio in **orario esteso rispetto all'orario di lezione** con il supporto del personale reclutato mediante questo bando, potenziando le attività di istruzione tra pari che possono andare a beneficio di tutti gli/le studenti [13].

I primi due anni della **laurea triennale in Astronomia** beneficeranno delle innovazioni introdotte a Fisica. Nel terzo anno invece si intende dare alle/gli studenti l'opportunità di trascorrere 2-3 notti al mese al telescopio, inserendo i dati raccolti in un database pubblico utilizzabile per scopi didattici, di ricerca e di terza missione. Al momento i **telescopi dell'Osservatorio di Asiago** possono essere azionati da remoto, ma da operatori esperti. Nel corso di questo progetto si svilupperanno **protocolli per consentire l'azionamento e il funzionamento in sicurezza della strumentazione** anche da parte di docenti di altri corsi e studenti. Questo renderà necessaria l'introduzione di limiti alla manovrabilità degli strumenti, la definizione di scenari standard (es. oggetti vicino al meridiano, osservazioni di oggetti nel sistema solare, stelle, nebulose e galassie), lo sviluppo di protocolli di utilizzo ottimizzati per diverse condizioni meteorologiche e l'applicazione di una serie di modifiche tecniche (es. attivazione del diaframma o maschere intercambiabili da remoto). Di questi protocolli usufruiranno anche alcuni insegnamenti della **laurea magistrale in Astrophysics and**

Cosmology, che prevedono attività di sviluppo di strumentazione e di osservazione astronomica con i telescopi di Asiago. Verrà inoltre sviluppata una proposta didattica di osservazioni specificatamente diurne (es. sole, luna, pianeti e stelle più brillanti) per la raccolta di dati ed una proposta didattica di utilizzo di questi dati con tecniche di imaging, applicabile anche a corsi di servizio (i.e. erogati presso altri Dipartimenti).

Infine, sarà avviato uno studio di fattibilità per proporre un nuovo **corso a scelta al terzo anno di Astronomia**, da proporre in mutuaione anche a Fisica, con temi legati alla ricostruzione di immagini e ad applicazioni di ottica.

Nella **laurea magistrale in Physics** si organizzerà il corso Physics Laboratory con 2 esperienze invece di 3, raddoppiando il tempo a disposizione per la seconda. La prima esperienza, più strutturata, avrà l'obiettivo di familiarizzare con procedure sperimentali avanzate, mentre la seconda esperienza avrà un **protocollo più libero per favorire lo sviluppo di abilità scientifiche di livello superiore e autonomia decisionale** con una profonda riforma dell'offerta sia in termini di didattica, sia di strumentazione. Anche per questi insegnamenti sarà introdotta la possibilità di **accedere al laboratorio oltre l'orario di lezione**, a beneficio soprattutto delle/gli studenti con carenze in ingresso. Per meglio comprendere la diversità della popolazione studentesca saranno implementate **indagini orientate a monitorare elementi come l'autoefficacia, la motivazione e la coesione sociale** basate sulla ricerca in didattica della Fisica, estendibili anche ad altri contesti didattici e primariamente alle lauree triennali del DFA. Sulla base dei risultati saranno progettate azioni specifiche in favore di una didattica inclusiva, equità ed una internazionalizzazione di qualità [14].

Nell'Advanced Physics Laboratory saranno proposte nuove esperienze nella direzione di maggior interdisciplinarietà e rappresentatività della ricerca del DFA e si introdurrà un'attività di revisione e **feedback tra pari** per favorire lo sviluppo di competenze di comunicazione e argomentazione. Tra le nuove proposte, la realizzazione di **cavità ottiche e la generazione di coppie di fotoni correlati (entangled)** per lo studio delle proprietà quantistiche della luce e dei fenomeni di **interferometria** a fotone singolo. Altre esperienze riguarderanno temi di **microfluidica** che trovano applicazione nel campo bio-medicale (es. microreologia di tessuti biologici e processi di incapsulamento cellulare) e nel campo della **sostenibilità ambientale** (es. misure di composizione di miscele di idrogeno per la decarbonizzazione).

Il contesto delle **lauree di Ingegneria** impone la sfida e l'opportunità di pianificare lo sviluppo delle competenze con prospettiva pluriennale (Fisica 1 e 2). In questo contesto saranno elaborati progetti pilota in un numero limitato di corsi e solo successivamente le proposte saranno estese a tutta l'offerta didattica. Saranno strutturate attività in livelli consecutivi di complessità per garantire la portabilità a corsi con obiettivi formativi più o meno avanzati. Nel progetto pilota del primo anno si rivedranno le esperienze in modo da dare alle/gli studenti un ruolo più attivo nell'analisi dei dati, tramite moderni strumenti di calcolo e condivisione dei dati in *database* comuni. Inoltre, si introdurranno nuove esperienze che permettano di agevolare la comprensione di alcuni **contenuti e strumenti fondamentali per la Fisica**, come il concetto di vettore. Si studierà ad esempio una proposta didattica per lo studio degli urti in due dimensioni (es. urto tra biglie in un tavolo) che superi o integri le attuali proposte limitate a una sola dimensione, acquisendo le immagini mediante telecamere e quindi applicando tecniche di imaging simili a quelle sperimentate nei corsi di laurea triennale del DFA. Per il secondo anno si lavorerà sull'integrazione di componenti elettronici analogici e digitali per favorire maggiore consapevolezza del processo di misura, e sulla soluzione dei problemi riscontrati durante la costruzione dell'apparato. Le implementazioni concrete potranno utilizzare circuiti montati su breadboards o schede programmabili (es. Arduino, Raspberry Pi). Per tutti i corsi si rivedranno i materiali didattici con attenzione allo sviluppo delle pratiche scientifiche e si realizzeranno ausili didattici multimediali.

Maggiore dettaglio della struttura del progetto, del piano delle attività e dei risultati attesi a tre e cinque anni, è riportato in fondo a questo documento.

L'efficacia delle nuove proposte didattiche sarà valutata in termini di miglioramento nei seguenti indicatori:

- Attitudini sperimentali delle/gli studenti (tramite ECLASS - *Colorado Learning Attitudes about Science Survey for Experimental Physics* [7-9]);
- Aspetti motivazionali e di benessere (autoefficacia, motivazione, coesione sociale) tramite survey validate [es. 10,11];
- Livello di soddisfazione delle/gli studenti.

La situazione di partenza verrà rilevata attraverso una valutazione condotta nell’A.A. 2023/24 già in corso. Il monitoraggio verrà ripetuto in tutti gli anni accademici.

Dipartimenti coinvolti con il relativo impegno didattico richiesto a ciascun dipartimento:

Nel progetto sono coinvolti i dipartimenti di Ingegneria Industriale, di Ingegneria dell’Informazione e di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale. A questi dipartimenti non si richiede nessun impegno didattico. Il progetto è stato presentato ai direttori e condiviso in una riunione della Scuola di Ingegneria. Tutti i dipartimenti hanno espresso piena condivisione del progetto e sostegno culturale allo stesso. In maniera analoga, il progetto è condiviso anche dal Dipartimento di Biologia.

Coerenza del progetto con la programmazione del dipartimento:

Si è constatato che vi è una forte prevalenza di percorsi formativi teorici seguiti dalle/gli studenti dei corsi del DFA. Le/gli stesse/i segnalano la necessità di ampliare l’offerta rafforzando le competenze sperimentali alla base del metodo scientifico. In coerenza con questo, nell’ultimo quadriennio il DFA ha avviato un’intensa attività per rafforzare la propria ricerca in ambito sperimentale. Si possono menzionare la costruzione dei nuovi laboratori per il computer quantistico (Via Luzzatti), i laboratori per lo studio dei vetri e dei sistemi disordinati (ERC Advanced Grant: ERC-Glaxes), il nuovo laboratorio di Biofisica (ex Fisiologia), il laboratorio COMET per l’Einstein Telescope presso la struttura Tesi di Rovigo. Va inoltre segnalato il forte reclutamento di ricercatrici e ricercatori, anche esperti, **esterni** al DFA con competenze sperimentali (hardware e R&D): Roberto Ragazzoni, Serena Mattiazzo, Giulio Monaco, Filippo Pisano, Andrea Triossi, Alessandro Gaz, Jacopo Pazzini, Carmelo Mordini, Valeria Milotti e in futuro la figura del/la PA per il computer quantistico e del/la PO e di un/a RTT per il progetto di Eccellenza “Quantum Frontiers”. A questi si aggiungono 4 RTDa reclutati sui bandi PON “Ricerca e Innovazione 2014-2020 REACT-EU”, per potenziare l’impegno del DFA sui temi di ricerca industriale nell’ambito della sostenibilità e dell’innovazione tecnologica. La riqualificazione dei laboratori didattici di questa proposta è dunque un importante tassello per rafforzare la politica di sviluppo di ricerca del DFA.

La proposta inoltre va a sviluppare e dar seguito ad alcune azioni formative già attivate in passato dal DFA, che costituiscono un solido retroterra per la realizzazione del progetto:

- Nel 2019 un gruppo di docenti del DFA ha partecipato al workshop residenziale “Teaching4Learning”, che ha fornito basi comuni sulla didattica attiva.
- Nel 2021/22 un gruppo di docenti dei corsi di Ingegneria ha partecipato al progetto pilota Smartphysics (joint funding con City University of New York), nel quale hanno sperimentato esperimenti basati su app per smartphone (come Phyphox) in alcuni corsi di Fisica 1 per Ingegneria.
- Nel 2023 è stato finanziato il progetto per il miglioramento della didattica “Preparing for Societal Challenges with Active Learning” che prevede un workshop formativo per le/i tutor. L’esperienza potrà fornire un modello per strutturare nuove azioni formative per le/i tutor di laboratorio.
- Lo strumento ECLASS è ben conosciuto dal Gruppo di Ricerca in Didattica della Fisica. La sua traduzione in Italiano è stata curata nel 2020 da ricercatrici e ricercatori del DFA e del DPG che hanno anche svolto all’epoca una piccola sperimentazione. Attualmente il DFA è in contatto con il gruppo del Colorado e con altri gruppi che utilizzano ECLASS in Europa (es. Università di Potsdam, Imperial College di Londra, Sapienza Università di Roma).

Si ricorda infine che il DFA ha recentemente deciso di investire sul potenziamento del Gruppo di Ricerca in Didattica della Fisica e dell'Astronomia, che assume un ruolo fondamentale per questa proposta di rinnovamento didattico. Si prevede infatti l'assunzione di una nuova figura RTT con profilo di ricerca in didattica della Fisica (FIS/08) da coinvolgere primariamente in questo progetto (cofinanziamento).

Risorse complessive necessarie per il progetto:

Una vera riforma dei laboratori didattici necessiterebbe di nuovi spazi, ma questa eventualità non è percorribile nella situazione attuale. Sono invece assolutamente necessarie nuove figure di docenti (a maggior ragione dato che il progetto adotta un approccio di didattica attiva) e tecnici/tecniche. Per quanto riguarda il personale tecnico in supporto alla didattica, sottolineiamo che in questo momento nei laboratori di Via Loredan sono impiegati 5 tecnici (Marco Caldugno, Davide Calore, Giacomo Cogo, Paolo Sartori, Giampietro Viola), per un numero di studenti che usufruiscono annualmente del Polo Didattico del DFA pari a circa 5900 (**rapporto studenti/tecnici pari a 1180**). Nel 2010 erano impiegati 7 tecnici (Gianfranco Biasiolo, Marco Caldugno, Davide Calore, Giulio Calore, Giorgio Calore, Giorgio Menon, Giampietro Viola), mentre il numero di studenti che hanno usufruito del Polo Didattico del DFA era nettamente inferiore, ovvero circa 4400 (**rapporto studenti/tecnici pari a 630**). L'assunzione del personale tecnico nel numero qui richiesto, tenendo conto del cofinanziamento e dell'impiego di uno dei tecnici esclusivamente per l'Osservatorio di Asiago, consentirebbe di riportare il rapporto studenti/tecnici a valori più vicini ma ancora superiori al 2010 (ovvero 740).

Docenti

Per quanto riguarda i docenti, per realizzare questo progetto si richiedono **4 posizioni RTT**, per i settori concorsuali e scientifico disciplinari indicati in Tabella 2. Per le/i neo assunte/i RTT, prevediamo di contabilizzare almeno parte del loro carico didattico come riconoscimento delle seguenti attività:

- Progettare dal punto di vista scientifico le nuove esperienze di laboratorio.
- Sviluppare materiale di supporto multimediale e documentazione.
- Supportare altri docenti nell'implementazione delle nuove esperienze e nell'uso dei materiali didattici.
- Collaborare alla formazione dei/delle tutor di laboratorio.
- Collaborare con il gruppo di ricerca in didattica della Fisica al monitoraggio dell'efficacia delle innovazioni.
- [per Astronomia] Seguire le attività didattiche presso l'Osservatorio e a supporto del nuovo insegnamento in mutuaione tra L-Fisica e L-Astronomia.
- Coprire il carico didattico aggiuntivo derivante dal supporto alle/gli studenti durante l'estensione dell'orario di accesso ai laboratori.
- Partecipare alla comunità di pratica dei docenti impegnati nel rinnovamento dei laboratori che verrà costituita nella prima fase del progetto e curare la condivisione dei materiali didattici sviluppati.
- Contribuire attivamente a mantenere la comunità di pratica di docenti anche oltre la durata del progetto, per curare l'aggiornamento delle tecnologie utilizzate nelle proposte didattiche e stimolare future iniziative di rinnovamento dell'offerta didattica laboratoriale.

Le competenze disciplinari per queste attività si possono trovare nei settori concorsuali 02/A1 (per esempio 1 RTT per lo sviluppo di nuove esperienze con tecniche di imaging e/o integrazione di circuiti digitali ed 1 RTT per lo sviluppo di nuove esperienze con tecniche di interferometria), 02/B1 (per esempio 1 RTT per lo sviluppo

di nuove esperienze con tecniche di microfluidica e/o nuove tecnologie di sostenibilità ambientale e/o tecnologie di entanglement quantistico) e 02/C1 (1 RTT per aggiornamento dei protocolli di utilizzo dei telescopi dell'Osservatorio di Asiago). Si intendono poi usare i meccanismi premiali di Ateneo per coinvolgere il maggior numero possibile di docenti nella comunità di pratica.

Personale tecnico

Per quanto riguarda personale tecnico, per realizzare questo progetto si richiedono **tre nuove posizioni PTA**, due delle quali da impiegare nei laboratori di Via Loredan ed una ad Asiago, con i profili indicati in Tabella 3. Le attività che le/i neo assunte/i condurranno sono:

- Allestire le nuove esperienze di laboratorio, in maniera specifica per i tre contesti e per l'Osservatorio di Asiago.
- Fornire alle/gli studenti supporto tecnico durante l'esecuzione degli esperimenti, anche in risposta al maggiore grado di autonomia che sarà gradualmente introdotto.
- Garantire alle/gli studenti l'accesso ai laboratori in orario extra-lezione a supporto della didattica, come descritto nel progetto. Alcuni dei tecnici assunti saranno indispensabili nel ruolo di preposto, in particolare nei laboratori che presentano rischi radiologici e criogenici.
- [Per l'Osservatorio di Asiago] Garantire l'accesso e garantire l'operatività del telescopio, anche durante le attività gestite in remoto, e implementare le modifiche tecniche necessarie per l'utilizzo in remoto in sicurezza da parte di una maggiore varietà di utenti.
- Fornire l'essenziale servizio di manutenzione e cura della strumentazione e l'aggiornamento delle tecnologie utilizzate.
- Collaborare con i docenti coinvolti nei vari corsi per consentire un aggiornamento più frequente rispetto al passato delle proposte didattiche.

Cofinanziamento

Il DFA intende cofinanziare questo progetto con:

- **Una figura di tecnico/a di laboratorio** a tempo determinato finanziato su fondi propri da impiegare in Via Loredan.
- **Una figura RTT** che vada a rafforzare il gruppo di ricerca in didattica della Fisica che dovrà seguire e monitorare questo progetto, posizione già approvata 02/D2 (didattica della Fisica) Id Proper: 6539.
- **Un/a contrattista di ricerca** in didattica della Fisica che dovrà contribuire all'implementazione delle proposte di questo progetto.
- Uno **stanziamento di 60.000 Euro** (già effettuato) per l'adeguamento del sistema informatico dei laboratori.
- Uno **stanziamento di 300.000 Euro**, in tre anni, per allestire le nuove esperienze di laboratorio sia a Padova che ad Asiago.
- L'attivazione, per il personale tecnico (PTA) coinvolto, di **corsi di formazione specifici** (es. aggiornamento sulle nuove tecnologie impiegate per le esperienze didattiche e/o sull'utilizzo in sicurezza della strumentazione), qualora non presenti o non forniti dall'Ateneo.

Tabella 2: personale docente – posizioni richieste:

Id Proper	Dipartimento	Ruolo	Settore Concorsuale	Settore Scientifico Disciplinare	Tipo Procedura	Costo su Linea B (punti organico)
7435	DFA	RTT	02/A1	FIS/01	Selettiva	0,5
7437	DFA	RTT	02/A1	FIS/01	Selettiva	0,5
7439	DFA	RTT	02/B1	FIS/03	Selettiva	0,5
7441	DFA	RTT	02/C1	FIS/05	Selettiva	0,5

Tabella 3: Personale tecnico-amministrativo – posizioni richieste:

Id Proper	Dipartimento	Categoria	Area di inquadramento	Profilo	Costo su Linea B (punti organico)
7443	DFA	D	Area tecnica, tecnico scientifica ed elaborazione dati	Laboratori didattici	0,3
7445	DFA	D	Area tecnica, tecnico scientifica ed elaborazione dati	Laboratori didattici	0,3
7447	DFA	D	Area tecnica, tecnico scientifica ed elaborazione dati	Sede di Asiago	0,3

Struttura dettagliata del progetto, piano delle attività e risultati a tre e cinque anni

Le diverse unità di lavoro (*work-package*, WP) sono presentate con indicazione delle *milestones* (M) e *deliverables* (D). La presenza di più date per alcune *milestones* dipende dal periodo di erogazione dei corsi (primo semestre/annuali/secondo semestre).

WP1: Analisi della situazione iniziale [Gen-Ott24]

- M1a: Rilevazione della situazione iniziale con lo strumento ECLASS [Gen24/Giu24]
 - D1a: Report dei risultati di ECLASS per ciascuno dei tre contesti primari di intervento (CP).
- M1b: Creazione della comunità di pratica di docenti impegnati nella prima fase del progetto [Feb24]
- M1c: Caratterizzazione della popolazione studentesca in termini di caratteristiche motivazionali e attitudinali, delle difficoltà e dei bisogni delle/gli studenti [Ott24]
 - D1c: Scelta o sviluppo di questionari validati per lo studio delle caratteristiche da rilevare
 - D1d: Report dei risultati con gli strumenti individuati in D1c

WP2: Progettazione dettagliata degli interventi pilota [Feb-Lug24]

- M2: Formulazione dettagliata delle nuove proposte per ciascuno dei tre CP [Lug24]
 - D2: Piano degli interventi articolato per gli A.A. 2024/25 e 2025/26

WP3: Sviluppo delle attività formative per le/i tutor e del materiale didattico [Ago24-Mar26]

- M3a: Completamento della formazione per le/i tutor per ciascun A.A. [Ott24-25/Mar25-26]
 - D3a: Piano delle attività formative per tutor
- M3b: Completamento dei materiali didattici di supporto per ciascun A.A. [Ott24-25/Mar25-26]
 - D3b: Schede di laboratorio e altri materiali didattici

WP4: Sperimentazione pilota delle proposte [Ott24-Giu26]

- M4a: Completamento della sperimentazione in ciascuno dei tre CP e per ciascun A.A. [Dic24-25/Mag25-26]
 - D4a: Relazione sulle sperimentazioni per ciascuno dei tre CP e per ciascun A.A.
- M4b: Monitoraggio con ECLASS in ciascuno dei tre CP e per ciascun A.A. [Gen25-26/Giu25-26]
 - D4b: Report dei risultati di ECLASS per ciascuno dei tre CP e per ciascun A.A.
- M4c: Implementazione di azioni di supporto sulla base dei risultati di M1c [Dic25/Mag26]
 - D4c: Piano delle azioni per l'inclusione e materiali di supporto
- M4d: Monitoraggio dei risultati delle azioni di supporto tramite gli strumenti individuati in D1c [Feb26/Giu26]
 - D4d: Report dei risultati per ciascuno dei 3 CP

WP5: Revisione delle proposte, integrazione nei corsi e implementazione su larga scala [Lug26-Giu28]

- M5a: Estensione e consolidamento delle attività formative per tutor e docenti [Ott26-27/Mar27-28]
 - D5a: Pacchetto formativo per tutor aggiornato
- M5b: Estensione delle nuove proposte (o loro elementi) ad altri corsi di laurea [Dic26-27/Mag27-28]
 - D5b: Relazione finale sulle sperimentazioni
- M5c: Monitoraggio con ECLASS in tutti i corsi per ciascun A.A. [Gen27-28/Giu27-28]
 - D5c: Report dei risultati di ECLASS per tutti i corsi

REFERENZE

[1] Holmes, N.G., Olsen, J., Thomas, J.L., & Wieman, C.E. (2017). Value added or misattributed? A multi-institution study on the educational benefit of labs for reinforcing physics content. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 13, 010129.

[2] Wilcox, B.R., & Lewandowski, H.J. (2017). Developing skills versus reinforcing concepts in physics labs: Insights from a survey of students' beliefs about experimental physics. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 13, 010108.

[3] Smith, E.M., & Holmes, N.G. (2021). Best practice for instructional labs. *Nature Physics* 17, 662-663.

[4] Holmes, N.G., Keep, B., & Wieman, C.E. (2020). Developing scientific decision making by structuring and supporting student agency. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 16, 010109.

[5] Walsh, C., Lewandowski, H.J., & Holmes, N.G. (2022). Skills-focused lab instruction improves critical thinking skills and experimentation views for all students. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 18, 010128.

- [6] Stang, J.B., & Roll, I. (2014). Interactions between teaching assistants and students boost engagement in physics labs. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 10, 020117.
- [7] Zwickl, B.M., Hirokawa, T., Finkelstein, N., & Lewandowski, H.J. (2014a). Epistemology and expectations survey about experimental physics: Development and initial results. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 10, 010120.
- [8] Wilcox, B.R., & Lewandowski, H.J. (2016). Students' epistemologies about experimental physics: Validating the Colorado Learning Attitudes about Science Survey for experimental physics. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 12, 010123.
- [9] Teichmann, E., Lewandowski, H.J., & Alemani, M. (2022). Investigating students' views of experimental physics in German laboratory classes. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 18, 010135.
- [10] Li, Y., & Singh, C. (2021). Effect of gender, self-efficacy, and interest on perception of the learning environment and outcomes in calculus-based introductory physics courses. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 17, 010143.
- [11] Rosen, D.J., & Kelly, A.M. (2022). Working together or alone, near, or far: Social connections and communities of practice in in-person and remote physics laboratories. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 18, 010105.
- [12] Tinnell, T., Ralston, P.A.S., Tretter, T.R., & Mills, M.E. (2019). Sustaining pedagogical change via faculty learning community. *I.J. STEM Ed.* 6, 26.
- [13] Theobald, E.J., Hill, M.J., Tran, E., Agrawal, A., Arroyo, E.N., Behling, S., et al. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *PNAS* 117, 12.
- [14] Nardo, J.E., Chapman, N.C., Shi, E.Y., Wieman, C., & Salehi, S. (2022). Perspectives on Active Learning: Challenges for Equitable Active Learning Implementation. *J. Chem. Educ.* 99, 1691–1699.