

PROGETTO PER UN ASSEGNO DI RICERCA POST-DOTTORALE

Titolo: Progetto OPH: Progettazione e sperimentazione di moduli didattici su simulazioni di sistemi complessi e elaborazione di metodi di analisi dati

Tutor: O. Levrini, professoressa associata (FIS/08, Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Bologna)

Introduzione

Il progetto di assegno si colloca nel quadro delle attività previste in OPH che ha, tra i suoi obiettivi specifici relativi ad “Attività didattiche di alta qualificazione, ricerca e terza missione”, quelli di:

- 1) innalzare della qualità e dell’interesse degli insegnamenti delle Lauree Magistrali del DIFA, valorizzando le conoscenze e le competenze sui macro-temi di ricerca sviluppati in OPH;
- 2) arricchire i profili professionali di uscita dalle LM del DIFA, progettando nuovi corsi finalizzati allo sviluppo di competenze trasversali richieste dal mondo del lavoro (competenze di *data analysis*, *computing*, progettazione, imprenditorialità, comunicazione, *outreach*, *team-working*);
- 3) innovare le metodologie didattiche;
- 4) valorizzare i network europei sulla qualità della didattica universitaria e delle partnership di progetti ERASMUS +.

Nello specifico, l’assegno si inquadra nel settore di ricerca in Didattica della fisica (FIS/08) e prevede lo studio di approcci e materiali didattici sul tema delle simulazioni di sistemi complessi, tema cardine della fisica computazionale e di OPH. La costruzione dei materiali sarà occasione per valorizzare risultati, risorse, collaborazioni emersi dai progetti Erasmus + [I SEE](#) e [IDENTITIES](#) e per sperimentare nuove metodologie didattiche di tipo *blended*. I materiali saranno la base per la realizzazione di moduli didattici che arricchiranno l’offerta formativa del DIFA e contribuiranno a costruire un MINOR internazionale in STEAM education.

Contesto

La fisica computazionale rappresenta oggi il terzo pilastro della ricerca scientifica, al fianco di quello teorico e di quello sperimentale. Nell’era dei big data, la sempre maggior diffusione di approcci computazionali sta infatti cambiando il metodo di condurre la ricerca scientifica e introducendo importanti novità metodologiche ed epistemologiche. Nell’ampia varietà di metodi computazionali utilizzati, le simulazioni rivestono un ruolo cruciale dal momento che non solo attraversano tutti gli ambiti di ricerca in fisica (dalla fisica delle particelle alla climatologia, dall’astrofisica alla fisica applicata, dalla fisica teorica alla fisica dei materiali), ma vengono sempre più spesso utilizzate per prendere decisioni in campo sociale. Infatti, nell’ultimo decennio, con l’emergenza climatica prima e con la pandemia poi, termini strettamente legati alle simulazioni come *modelli*, *probabilità* e *scenari* sono diventati parte del vocabolario di uso comune. Le simulazioni sono però strumenti interdisciplinari e complessi che necessitano di competenze specifiche per essere riconosciute come autentici strumenti scientifici; lo stesso vale per i risultati prodotti da tali strumenti (grafici, trend, previsioni, proiezioni), il cui valore e significato può essere compreso solo se gli assunti epistemologici e metodologici su cui si basano vengono mostrati e resi espliciti.

Il lavoro di ricerca previsto nell’assegno si colloca in questo quadro ed è motivato dalla necessità di formare competenze di cittadinanza scientifica, specificamente mirate a cogliere le specificità e la portata dell’impatto dei metodi computazionali e delle simulazioni sulla società. Per contribuire a questo fine, il progetto prevede la progettazione e sperimentazione di materiali didattici da utilizzare in contesti universitari per la formazione iniziale di insegnanti e, più in generale, per la formazione di competenze epistemologiche e metodologiche necessarie per una mediazione efficace tra scienza e società.

Background

Il progetto rappresenta una valorizzazione di ricerche e materiali prodotti in due progetti Erasmus +: il progetto “I SEE” (www.iseeproject.eu) e il progetto IDENTITIES (www.identitiesproject.eu).

Nel progetto “I SEE” sono stati progettati moduli didattici su temi STEM, quali: Intelligenza Artificiale, cambiamenti climatici e computer quantistici. I moduli sono stati sperimentati in contesti nazionali (tra cui i laboratori PLS per studenti di scuola secondaria superiore e per docenti) ed internazionali. Obiettivo dei moduli era sviluppare “competenze di futuro”, abilità di gestione razionale ed emotiva dell’incertezza che potessero aiutare gli studenti ad immaginare se stessi come attori del proprio futuro. All’interno dei moduli didattici del progetto I SEE, un ruolo fondamentale era rivestito dalle simulazioni ad agente di sistemi complessi; tali strumenti sono stati utilizzati per mostrare, attraverso una modellizzazione alla portata di studenti degli ultimi anni di scuola secondaria, il passaggio cruciale da una concezione Newtoniana di futuro basata su determinismo e riduzionismo ai concetti di possibilità, scenari incertezza e dunque pluralità di futuri che caratterizzano la fisica contemporanea.

Il progetto “IDENTITIES”, ancora in corso, ha l’obiettivo specifico di realizzare moduli didattici per la formazione iniziale dei docenti, ovvero per gli studenti iscritti a corsi di laurea magistrale orientati all’insegnamento (tra cui il curriculum in Didattica e Storia della Fisica all’interno della Laurea Magistrale in Physics del DIFA). In tale progetto, temi di rilevanza sociale come le nanotecnologie e l’evoluzione della pandemia da COVID-19 sono affrontati per metterne in luce gli aspetti interdisciplinari, tra i quali i contributi che le singole discipline coinvolte offrono ed i diversi livelli di integrazione tra queste. In questa prospettiva, le simulazioni sono state studiate in quanto strumenti interdisciplinari (dal momento che includono – oltre ad un evidente apparato computazionale – modelli di interazione tipici della fisica e diverse tipologie di modellizzazione matematica) e multimodali (poiché racchiudono diverse forme di rappresentazione della conoscenza, dagli output grafici al codice, dall’interfaccia interattiva alla descrizione verbale).

Il lavoro su futuro e interdisciplinarietà condotto nel contesto di questi progetti europei ha portato alla realizzazione di lezioni nei corsi di Insegnamento e Didattica della Fisica e, nel 2021, alla prima edizione di un laboratorio PLS per studenti di scuola secondaria sulle Simulazioni di Sistemi Complessi (<http://www.pls.unibo.it/it/fisica/attivita/a.a.-2020-2021/laboratori-per-studenti/laboratorio-3-computer-quantistici>). Tale corso, progettato in collaborazione con il progetto OPH, ha visto il coinvolgimento di docenti, giovani ricercatori e dottorandi del DIFA per mostrare agli studenti come le simulazioni si collocano nel più ampio panorama della fisica computazionale e come queste siano utilizzate in molteplici ambiti della fisica. Inoltre, gli studenti sono stati guidati a: i) leggere ed interpretare simulazioni ad agente in NetLogo, ii) individuare i modelli di interazione che costituiscono la base delle diverse simulazioni affrontate, iii) utilizzare tali simulazioni per affrontare tematiche di rilevanza sociale e prendere decisioni. Durante il laboratorio, sono stati raccolti dati in diversa forma come video- e audio-registrazioni delle lezioni, lavagne virtuali, questionari a risposta multipla o aperta, interviste individuali.

Obiettivi e competenze

Il lavoro previsto per l’assegno dovrà fare tesoro dei risultati finora raggiunti in I SEE e IDENTITIES e sviluppare nuovi studi finalizzati a:

- Analizzare i dati raccolti nello studio pilota del PLS con tecniche di analisi qualitativa;
- Mettere a punto i materiali alla luce dei risultati ottenuti nello studio pilota e nel contesto più ampio del progetto OPH (in collaborazione con IDENTITIES);
- Elaborare metodologie didattiche innovative *blended*;
- Realizzare una seconda edizione del laboratorio PLS nel gennaio-febbraio 2022;
- Progettare un adattamento del laboratorio PLS per trasformarlo da corso per studenti di scuola secondaria a corso (o modulo dentro un corso) universitario sulle simulazioni di sistemi complessi.

Questo corso o modulo dovrà essere rivolto agli studenti delle lauree magistrali del DIFA, ma con particolare attenzione agli studenti interessati alla comunicazione, outreach e didattica di temi STEM e a quegli studenti di UNIBO che, in previsione, potranno essere interessati al MINOR internazionale in STEAM education, in fase di progettazione.

Per raggiungere questi obiettivi una formazione di ricerca in Didattica della fisica è necessaria e, in particolare, sono necessarie:

- a) Conoscenze e competenze sul tema delle simulazioni e dei sistemi complessi, specialmente in riferimento alla loro trattazione nella letteratura di ricerca nella STEAM education;
- b) Conoscenze e competenze di metodi di ricostruzione disciplinare in prospettiva didattica;
- c) Conoscenze e competenze di metodologie didattiche per la formazione degli insegnanti e/o per la formazione di comunicatori e mediatori scienza e società;
- d) Competenze su metodi qualitativi di raccolta e analisi dati (*thematic analysis, grounded theory,...*);
- e) Capacità di utilizzo di software per l'analisi qualitativa di data (quali nVivo o Atlas.ti).

PIANO DI ATTIVITA'

I anno

- 1) Studio dei materiali già prodotti dal gruppo di ricerca e dei risultati finora raggiunti nei progetti I SEE, IDENTITIES;
- 2) *Review* della letteratura di ricerca sul tema delle simulazioni di sistemi complessi in ambito "STEM education" e messa in luce delle specificità dei materiali già realizzati e su metodologie didattiche innovative di tipo *blended*;
- 3) Analisi dei dati raccolti nello studio pilota del PLS realizzato nel 2021 con tecniche di analisi qualitativa;
- 4) Progettazione e realizzazione di un Laboratorio PLS per studenti di scuola secondaria e per docenti in servizio (attività di outreach);
- 5) Progettazione di un modulo in didattica *blended* da utilizzare, eventualmente, in un MINOR in STEAM education.

II anno

- 1) Sperimentazione (anche parziale) del modulo in didattica *blended* e sua revisione;
- 2) Analisi dei dati raccolti nelle sperimentazioni;
- 3) Affinamento del modulo.

Per ogni anno è richiesta:

- a) la produzione di almeno un articolo di ricerca;
- b) la partecipazione ad almeno 2 congressi nazionali o internazionali;
- c) la partecipazione ad attività e a eventi di outreach del progetto OPH.

Bologna, 7.6.2021