

**Interdisciplinarietà tra matematica, fisica, linguistica ed
epistemologia: linee guida e risultati di un'esperienza di
formazione in servizio nel PLS-POT di Bologna**

Olivia Levrini ⁽¹⁾, Laura Branchetti ⁽²⁾, Alessia Cattabriga ⁽³⁾, Sebastiano Moruzzi
⁽⁴⁾, Matteo Viale ⁽⁵⁾

¹ Dipartimento di Fisica e Astronomia, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

² Dipartimento di Scienze matematiche fisiche e informatiche, Università di Parma

³ Dipartimento di Matematica, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

⁴ Dipartimento di Filosofia e Comunicazione, Alma Mater Studiorum –
Università di Bologna

⁵ Dipartimento di Filologia Classica e Italianistica, Alma Mater Studiorum –
Università di Bologna

Abstract. Da diversi anni il PLS di Fisica di Bologna, in collaborazione con il PLS di Matematica, organizza un corso per docenti in servizio di scuola secondaria di secondo grado sul tema dell'interdisciplinarietà tra matematica e fisica. Nel 2019 il corso è stato realizzato anche in collaborazione col POT di Studi Umanistici *Oltre le due culture: per un dialogo interdisciplinare fra logica, filosofia e scienze della comunicazione*. Il corso era rivolto soprattutto a insegnanti di matematica e fisica, ma era aperto anche a docenti di lettere e filosofia. L'oggetto del corso è stata la riflessione sull'interdisciplinarietà a partire dal caso della parabola e del moto parabolico, temi curricolari irrinunciabili.

Testi di diversa natura (stralci da libri di testi, opere storiche...) riguardanti l'argomento sono stati selezionati e analizzati con strumenti provenienti dalle didattiche disciplinari (della fisica e della matematica), dalla linguistica e dall'epistemologia. Con queste lenti è stata fatta emergere l'interdisciplinarietà autentica tra matematica e fisica in uno dei momenti cruciali della storia del pensiero scientifico, ma anche alcuni impliciti e semplificazioni dei manuali. La progettazione del corso è stata un'attività pilota del progetto Erasmus+ IDENTITIES (www.identitiesproject.eu) che coinvolge, come partner italiani, le Università di Bologna e Parma.

Pertanto, nel contributo, oltre alla descrizione delle attività, si discutono le peculiarità del corso anche alla luce degli obiettivi del progetto IDENTITIES, che prevede la realizzazione di moduli su temi interdisciplinari per la formazione iniziale di insegnanti di matematica, fisica e informatica, da erogare anche in modalità *blended* o *online*.

Parole chiave: Formazione in servizio, PLS, POT, interdisciplinarietà, parabola.

1 Introduzione

Nell'ambito del PLS di Fisica di Bologna, da alcuni anni si organizza un corso per docenti in servizio di scuola secondaria di secondo grado sul tema dell'interdisciplinarietà tra matematica e fisica. Nel 2019 il corso è stato realizzato anche in collaborazione col POT di Studi Umanistici *Oltre le due culture: per un dialogo interdisciplinare fra logica, filosofia e scienze della comunicazione*. Il corso, dal titolo: "Strumenti di analisi e comprensione del testo scientifico per l'interdisciplinarietà: un confronto tra fonti e manuali su temi di fisica e matematica", era rivolto soprattutto a insegnanti di matematica e fisica delle scuole secondarie di secondo grado, ma era aperto anche al contributo di docenti di Lettere e Filosofia. La progettazione del corso è stata un'attività pilota del progetto Erasmus+ IDENTITIES (www.identitiesproject.eu). Di seguito si descrivono obiettivi, struttura e attività del corso e la sua collocazione nel progetto IDENTITIES. Come ultima sezione si propongono alcune riflessioni emerse dal corso.

2 Struttura del corso PLS per docenti in servizio

Si è trattato di un corso intensivo di 12 ore, articolato in 3 incontri e un workshop, realizzato nel periodo novembre-dicembre 2019.

Il corso si è suddiviso in 4 appuntamenti così organizzati:

- Introduzione al corso (O. Levrini). Presentazione del tema e dei testi selezionati: loro analisi disciplinare (L. Branchetti, A. Cattabriga, P. Fantini)
- Strumenti linguistici per l'analisi dei testi (V. Bagolini, M. Viale)
- Strumenti epistemologici per un'analisi argomentativa dei testi (S. Moruzzi, tutor: E. Liverani, A. Marchetti, E. Tassoni, L. Zanetti)
- Workshop.

Nel corso l'interdisciplinarietà è stata analizzata a partire dal caso della parabola e del moto parabolico, temi curriculari irrinunciabili. Si è scelto di riflettere su parabola e moto parabolico da un punto di vista storico-epistemologico, in quanto questi temi sono stati al cuore di un dibattito che ha costituito un momento chiave della storia della fisica, in cui la matematica ha iniziato gradualmente a entrare nelle strutture argomentative e metodologiche della fisica, fino ad arrivare al metodo scientifico e al paradigma newtoniano (Cerreta, 2019). Partendo dai testi di Guidobaldo Dal Monte e Galileo, si è guidato un approfondimento disciplinare sia della fisica che della matematica coinvolte, indagandole a diversi livelli e studiando i legami e le implicazioni epistemologiche di tali connessioni strutturali. La matematica coinvolta è piena di sfaccettature: si è richiamato l'approccio greco allo studio delle sezioni coniche, attraverso l'opera di Apollonio, basato sulla dimostrazione rigorosa di stampo euclideo, ma anche un approccio pre-Cartesiano alla rappresentazione grafica del moto, la modellizzazione e il problema chiave delle costruzioni in matematica.

Per gli incontri sono stati selezionati testi di diversa natura riguardanti l'argomento. Al fine di fare emergere l'interdisciplinarietà, i testi sono stati analizzati con strumenti provenienti dalle discipline e didattiche disciplinari della fisica e della matematica, della linguistica e dell'epistemologia. Durante gli incontri e nel workshop i docenti sono stati coinvolti in prima persona nell'analisi dei testi. Nell'incontro finale si è dedicato tempo ad un dibattito più ampio sul contributo che le riflessioni e le analisi proposte potevano dare alla didattica di classe. Il dibattito, partito da una riflessione sui materiali didattici e gli obiettivi puntuali dell'insegnamento delle due discipline, si è poi ampliato, rivolgendosi alla dialettica tra necessità di lavorare sull'interdisciplinarietà tra matematica e fisica e le opportunità che essa può offrire, al di là del tema specifico, per promuovere una visione storico-culturale delle discipline ma anche competenze trasversali.

3 Il progetto IDENTITIES

Il tema dell'interdisciplinarietà tra fisica, matematica e informatica, attivata e analizzata attraverso lenti epistemologiche e linguistiche è al centro del progetto IDENTITIES di cui il corso è stato uno studio pilota. IDENTITIES è l'acronimo di "Integrate Disciplines to Elaborate Novel Teaching approaches to InTerdisciplinarity and Innovate pre-service teacher Education for STEM challenges". Si tratta di un progetto Europeo Erasmus +, coordinato dal Dipartimento di Fisica e Astronomia di Bologna, che vede anche la partecipazione del Dipartimento di Scienze Matematiche, Fisiche e Informatiche dell'Università di Parma. La partnership strategica (SP) include anche le Università di Montpellier (FR), Barcellona (ES) e Creta (GR). I casi previsti nel progetto per esplorare le forme di conoscenza interdisciplinare sono sia temi STEM avanzati (ad esempio i cambiamenti climatici, l'intelligenza artificiale, le nanotecnologie) sia argomenti interdisciplinari curricolari (crittografia, parabola e moto dei proiettili, geometria non euclidea e gravitazione). I casi, indagati e trasformati in moduli didattici, porteranno alla costruzione di risorse educative a libero accesso da realizzare in modalità integrata ("*blended*") e MOOC (Massive Open Online Courses; in italiano, «Corsi online aperti su larga scala»), nonché a raccomandazioni per i responsabili politici per promuovere l'interdisciplinarietà e innovare la formazione dei futuri insegnanti.

4 Peculiarità del corso PLS e connessioni col progetto IDENTITIES

Le scelte operate nella costruzione del corso PLS-POT sono state guidate da alcune assunzioni, studi ed esperienze di formazione e ricerca condotte in precedenza. Il punto di partenza è stato quello della nozione stessa di interdisciplinarietà. Quando si parla di interdisciplinarietà tra matematica e fisica, la relazione è spesso espressa in termini strumentali/applicativi: la matematica serve in fisica, la fisica è un contesto di applicazione della matematica (Branchetti, Cattabriga e Levrini, 2019; Karam, 2015).

Per mostrare connessioni più complesse tra le discipline, si è scelto un approccio che non fosse né a-disciplinare, ma neanche trans- o multi-disciplinare. Ovvero si è scelto un approccio che partisse dalla valorizzazione delle discipline e delle loro peculiarità ontologiche, epistemologiche, metodologiche, esplicative, per poi indagare a che livello e in quali forme si realizza l'interdisciplinarietà. L'assunto di base è che la promozione di nuove competenze, sia per cittadini, sia per i futuri professionisti STEM, richieda una base di forme consolidate e importanti di ragionamento che si sono stratificate nelle discipline e che consentono di controllare la validità delle argomentazioni, rispettare vincoli e rendere rigorosi i metodi. D'altra parte, è necessario che i confini tra le discipline siano attraversabili. Per affrontare le sfide complesse della contemporaneità serve la capacità di abitare una forma di ragionamento ma anche di uscirne, generare innovazione e nuova conoscenza nell'interazione con un altro ambito, formulare nuovi problemi. Questa natura flessibile ed evolutiva, ma non informe, delle forme di organizzazione della conoscenza accomuna la storia delle discipline e si manifesta, con una sempre maggiore rapidità, nel presente, ad esempio nella formazione delle nuove discipline emergenti STEM.

Benché la formazione degli studenti e dei futuri insegnanti sia solitamente estremamente monodisciplinare o al più multidisciplinare, così come lo sono la ricerca didattica e il background dei formatori, non si è sempre attrezzati, dal punto di vista epistemologico, a riflettere su cosa dia, ad una forma di conoscenza, una struttura disciplinare, né si è pronti a gestire con consapevolezza e competenza l'interdisciplinarietà. Per questi motivi, il progetto IDENTITIES e il corso PLS-POT si sono dati l'obiettivo di introdurre e elaborare lenti di tipo linguistico ed epistemologico/argomentativo con l'obiettivo di far emergere i livelli delle discipline e le loro connessioni a partire dall'analisi di testi storici e manuali. Queste due lenti sono pensate per dare spessore al discorso, passando da un livello essenzialmente informativo a uno argomentativo, da cui emergano le identità disciplinari ma anche le forme di ibridazione.

5 Questioni rilevanti e domande di ricerca

Il corso ha permesso di rendere concreti diversi principi su cui si fonda il progetto e di sperimentare un modello di *co-teaching* nella formazione degli insegnanti che ha avuto diversi aspetti positivi, ma anche fatto emergere alcune criticità, a partire dalle quali abbiamo iniziato a riflettere in termini di ricerca didattica interdisciplinare. La maggiore difficoltà è stata quella di utilizzare in modo efficace i libri di testo. Prima ancora di essere problematici per l'interdisciplinarietà, non reggono ad analisi finalizzate a fare emergere la struttura disciplinare della conoscenza. I piani della realtà e della rappresentazione spesso si mescolano e non si riescono a ricostruire le pratiche epistemiche tipiche delle discipline (come le diverse modalità di modellizzazione, argomentazione, dimostrazione...) per la mancanza di rigore argomentativo e linguistico. In fase di progettazione del corso si riteneva che queste mancanze potessero essere colmate e diventare oggetto di discussioni interessanti e

costruttive, ma la distanza tra una forma di organizzazione della conoscenza che restituisca la struttura disciplinare e quello che si trovava nei libri di testo di scuola secondaria è troppo ampia. Sulla base di questa evidenza stiamo lavorando su altri testi su cui rifinire griglie di analisi che permettano, anche attraverso lenti linguistiche (in particolare con gli strumenti della pragmatica e della linguistica testuale, Viale, 2019) e epistemologico-argomentative di riflettere sulle caratteristiche di quello che chiamiamo disciplina e sulle loro forme di integrazione.

Bibliografia

1. Branchetti, L. Cattabriga, A., Levrini, O. (2019). Interplay between mathematics and physics to grasp the nature of a scientific breakthrough: the case of the black body. *Physical Review – Physics Education Research* **15**, 020130.
2. Cerreta, P. (2019). Guidobaldo, Galileo e l'esperienza della pallina tinta d'inchiostro, *Giornale di fisica*, Aprile-Giugno 2019.
3. Karam, R. (2015). Introduction of the thematic issue on the interplay of physics and mathematics, *Science & Education* **24**, 487.
4. Viale, M. (2019). *I fondamenti linguistici delle discipline scientifiche. L'italiano per la matematica e le scienze a scuola*, Padova, Cleup, 2019.