

Insegnare la polarizzazione: aspetti matematici e sperimentali

Filippo PALLOTTA¹ e Maria BONDANI²

¹Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia - Università dell'Insubria - Como

²Istituto di Fotonica e Nanotecnologie - CNR - Como

e-mail di riferimento: mara.bondani@uninsubria.it

Abstract

La polarizzazione ottica è raramente insegnata nel contesto dello studio delle proprietà ondulatorie della luce a causa della necessità di introdurre alcuni strumenti matematici, come vettori, matrici e numeri complessi, che sono ritenuti troppo impegnativi per gli studenti delle scuole superiori. Questo problema è ricorrente nell'insegnamento della fisica [1]: competenze matematiche insufficienti ostacolano l'apprendimento della fisica perché la descrizione matematica di un fenomeno è vista come un prerequisito per la conoscenza del fenomeno fisico stesso ma il contesto fisico non viene sfruttato per dare significato agli strumenti matematici. Nel caso della polarizzazione ottica, la forte interazione tra matematica e fisica può essere un'opportunità piuttosto che un ostacolo. Infatti, i numeri complessi e le matrici sono inclusi nel curriculum di matematica dei licei, ma sono insegnati di rado a causa dell'astrattezza dell'argomento e della mancanza di connessioni con esempi fisici significativi.

Nel quadro della Education Reconstruction for Teacher Education (ERTE) [2], abbiamo ideato un programma di aggiornamento professionale per docenti in servizio (CPD) per identificare le difficoltà concettuali matematiche e fisiche nell'insegnamento della polarizzazione e progettare una sequenza completa di insegnamento-apprendimento da inserire nel programma curricolare.

Il percorso di ricerca si è sviluppato in tre fasi successive: formazione per insegnanti di fisica in servizio ("Quantum Skills-Meccanica Quantistica e Quantum Technologies per la Scuola Superiore", 9/10-27/11/2019, 6 ore, 39 docenti), attività extracurricolare con studenti del quarto anno di scuola superiore (tre gruppi febbraio-giugno 2020, 50 studenti), e nuovo corso per insegnanti ("Quantum Jumps - Idee ed esperimenti per il passaggio dalla fisica classica a quella quantistica", 20/10-19/11/2020, 6 ore, 25 docenti) basato sull'analisi dei risultati dei precedenti percorsi. La maggior parte dei docenti coinvolti aveva più di vent'anni di esperienza in servizio e non aveva mai insegnato la polarizzazione in modo formale.

Nella prima fase, le maggiori obiezioni degli insegnanti alla sequenza proposta erano legate alla necessità dell'uso di abilità matematiche ritenute troppo elevate per gli studenti.

Nel rispondere a questa obiezione, la nostra ipotesi di lavoro è che il problema principale nell'introdurre efficacemente i concetti matematici risieda nella mancanza di significato fisico a cui essi vengono collegati. Il formalismo matematico della polarizzazione è stato quindi introdotto con gli studenti a partire dalle osservazioni sperimentali: ad esempio, la matrice che descrive l'azione di un polarizzatore è stata costruita passo passo come matrice di rotazione, partendo dalla misura della luce

Commento [FPISoC1]: togliere

Commento [BM2]:

Formattato: Non Evidenziato

trasmessa (legge di Malus). Alla fine dell'attività, gli studenti sono stati in grado di fare previsioni quantitative sui risultati delle loro osservazioni sperimentali [3].

Il percorso validato sugli studenti è stato riproposto agli insegnanti nella terza fase del progetto e alcuni di essi stanno sviluppando una loro sequenza di insegnamento per le loro classi in questo anno scolastico.

Da ultimo, facciamo notare che le attività sperimentali proposte sono state effettuate da remoto con materiale semplice (polarizzatore) distribuito ai partecipanti, usando lo schermo dei computer come sorgente polarizzata e i sensori dello smartphone come strumenti di misura.

[1] Lehavi Y et al., 2015 Towards a PCK of Physics and Mathematics Interplay - *The GIREP MPTL 2014 conference proceedings*, pp. 843-851.

[2] van Dijk E M and Kattmann U, 2007 A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education - *Teach. Teach. Educ.* **23** 885-897.

[3] Pallotta F, Allevi A and Bondani M, 2020 "Lockdown" Summer School of Optics - *Manuscript in preparation*. <https://padlet.com/fpallotta/wrkz8qy71tfzuiux> (temporary link).