

Marisa Michelini, Alberto Stefanel, Emanuela Vidic  
*Unità di ricerca in Didattica della Fisica dell'Università di Udine*

## Lo sviluppo professionale dell'insegnante nel progetto "Adotta Scienza ed Arte nella Scuola Primaria" sul tema luce

### Abstract

Si sono integrati un modello meta-culturale, uno esperienziale e questionari PCK nella proposta formativa per gli insegnanti dell'infanzia e del I ciclo, che hanno aderito alla sfida di innovazione sul tema della luce per attività didattiche, che portassero i bambini a produrre un'opera artistica illustrata anche sul piano scientifico. Le scelte progettuali degli insegnanti sono state analizzate alla luce delle proposte formative per individuarne ruolo ed efficacia.

### Introduzione

Il presente contributo riferisce dell'analisi condotta in merito al processo di appropriazione degli insegnanti in merito ai contenuti di ottica, approfonditi nell'ambito della formazione professionale in servizio, ed in particolare di tradurli in proposte didattiche. Lo sviluppo professionale degli insegnanti di scuola primaria in ambito scientifico è un problema complesso nel quale si sa che ricoprono particolare rilievo tre aspetti (Ball, Cohen 1999; Borko 2004; Berger *et al.* 2008; Michelini *et al.* 2015): la mancanza di competenze disciplinari (CK), lo stile didattico dei docenti in servizio che privilegia l'attività rispetto alla coerenza del percorso concettuale e la difficoltà a capitalizzare situazioni e momenti occasionalmente adatti ad attivare l'apprendimento scientifico su contesti fenomenologici.

### Il Modulo di Intervento Formativo

Dalle ricerche condotte (Davis 2009; Michelini 2012) è emerso che l'integrazione dei tre modelli di formazione insegnanti metaculturale, esperienziale e situato<sup>1</sup> insieme al personale coinvolgimento sui nodi concettuali<sup>2</sup>, la riflessione multiprospettica individuale e di gruppo, la progettazione di percorsi didattici e di sperimentazioni, la documentazione e la discussione/analisi degli apprendimenti sono le condizioni di successo per lo sviluppo professionale. Il Modulo di Intervento Formativo (FIM) in ottica progettato e sperimentato con 79 insegnanti di 5 gruppi<sup>3</sup> nel contesto del Progetto *Adotta scienza e arte nella scuola primaria* ha visto una forte interazione tra i ricercatori e gli insegnanti per l'integrazione di attività in presenza basate sui modelli metaculturale ed esperienziale, per la progettazione e realizzazione da parte degli insegnanti di attività e laboratori con i bambini secondo il modello situato (Michelini *et al.* 2013).

Il FIM ha previsto le seguenti fasi: I. Seminario con multiprospettiva metaculturale (MMS)(3 h); II. Fase sperimentale: gli insegnanti esplorano i fenomeni attraverso semplici esperimenti (3 + 2 h); III. PCK test (Michelini *et al.* 2014) centrato sui nodi concettuali di ottica (Browens 1987; Colin *et al.* 2002; Goldberg, McDermott 1987; Guense 1984) (1 h); IV. Fase di riflessione individuale e collettiva (3 h); V. Griglia di indicazioni per il progetto didattico; VI. Discussione per/sulla progettazione in cui ricercatori/insegnanti discutono

i percorsi didattici progettati autonomamente dai docenti (3 h); VII. Implementazione in classe e interazione con ricercatori; VIII. Documentazione.

La prima fase del Seminario MMS ha proposto i seguenti diversi modi di guardare al tema luce:

1. Natura della luce: la rappresentazione artistica, il modello degli atomisti (*eidola*), quello a raggi visivi, la visione aristotelica di fluido, quella geometrica ed il modello di raggio, quella cartesiana e dei vortici, il modello particellare.
2. Fenomenologie nell'esperienza comune e nell'arte.
3. Spiegazioni e Modelli interpretativi antichi (*eidola*, raggio tattile, modello di raggio dalla propagazione rettilinea) nelle spiegazioni di più fenomeni (ombre, riflessione, rifrazione).
4. La visione e i relativi meccanismi, le immagini formate nei diversi fenomeni, il ruolo del tipo di radiazione nella visione e le conseguenze cromatiche con esempi nell'arte.
5. Esplorazione operativa di fenomeni di propagazione nell'interazione luce-materia.
6. Processi energetici dell'interazione luce-materia ed i vari tipi di assorbimento (elettronico, strutturale e nanostrutturale).
7. Spiegazioni su base storica di alcuni fenomeni di propagazione (il minimo percorso di Erone per la riflessione, la camera oscura ed Alhazen, la rifrazione di Cartesio e Fermat).
8. Applicazioni ottiche: specchi, lenti, fibre ottiche.
9. Sorgenti di luce (incandescenti, a scarica di gas, chemio e bioluminescenti, fluorescenti, fosforescenti, diodi, laser) e caratteristiche della luce prodotta, raccordo con la dispersione.
10. Esperimenti, curiosità e giochi.

La parte sperimentale è stata effettuata con i materiali e le proposte sull'ottica della Mostra Giochi Esperimenti e Idee GEI (Michellini 1998; Bosatta *et al.* 2001) con i quali gli insegnanti hanno potuto eseguire esperimenti.

### **Domande di ricerca, strumenti e metodi di analisi**

Le seguenti domande di ricerca hanno guidato l'analisi del processo di sviluppo professionale messo in campo.

RQ1: Che ruolo ha ogni parte/fase del FIM nello sviluppo professionale?

RQ2: Qual è il ruolo del questionario PCK-Q sui nodi concettuali nella formazione disciplinare e didattica degli insegnanti?

RQ3: Come gli insegnanti mettono a punto e poi attuano in specifici progetti didattici le proposte del FIM?

I dati analizzati sono:

- A) Note scritte di ciascun insegnante sulla percezione personale di che cosa ha imparato durante il FIM e quali problemi sono rimasti aperti.
- B) Risposte al test PCK, compilato dagli insegnanti sia durante il FIM sia come lavoro a casa.
- C) Note di analisi critica personale delle risposte al test a seguito della discussione sui nodi concettuali che il test permette di toccare (lavoro a casa).
- D) Descrizione di percorsi di *microteaching* progettati ed implementati dagli insegnanti con i propri studenti.

L'analisi ha interessato differenti dimensioni: i contenuti secondo una specifica griglia/rubrica; gli esperimenti effettuati durante la fase sperimentale; le prospettive, riso- nanti con quelle del FIM, incluse negli artefatti didattici.

I contenuti sviluppati da ogni insegnante nei progetti didattici sono stati analizzati attraverso una rubrica strutturata in otto aree come riportato nella Tabella 1. La presenza dei contenuti e l'ordine in cui sono stati presentati in classe emerge dall'analisi e offre informazioni sul come l'intervento formativo è capace di produrre competenze disciplinari e come queste si trasformino in competenze professionali.

## I risultati

Riportiamo qui soltanto i risultati sull'analisi dei contenuti. Sono pubblicati in altra sede i risultati delle analisi sui dati A), B) e C) e quelle metodologiche sui progetti D). Nella Figura 1 è stata riportata la distribuzione della frequenza di ogni contenuto della Tabella 1 nei progetti degli insegnanti. Il codice dei colori permette di vedere in che fase ciascun contenuto è stato previsto. I contenuti del FIM ed in particolare del MMS ripresi con maggior frequenza sono: A1. Propagazione rettilinea; B1 Fenomeno della riflessione; B3 Fenomeno della rifrazione; E1 Meccanismo della visione. I punti di partenza tipici sono: E1 Meccanismo della visione; D1 Sorgenti di luce; A1 Propagazione rettilinea; A2 Formazione delle ombre.

Tabella 1. Rubrica per l'analisi dei contenuti sviluppati nei progetti degli insegnanti

<p><b>A. Propagazione rettilinea e conseguenze</b>            A1 – Propagazione rettilinea            A2 – Formazione delle ombre</p>	<p><b>F. Proprietà della luce</b>            F1 – Luce come entità separate dalla sorgente/Concetto di luce            F2 – Polarizzazione            F3 – Intensità (riduzione nel passaggio attraverso un mezzo)</p>
<p><b>B. Fenomeni/processi di propagazione</b>            B1 – Riflessione            B2 – Diffusione            B3 – Rifrazione            B4 – Intreccio/sovrapposizione dei raggi            B5 – Trasmissione            B6 – Diffrazione</p>	<p><b>G. Natura della luce</b>            G1 – Modelli della luce            G2 – Onde            G3 – Raggi</p>
<p><b>C. Fenomeni e processi di interazione luce-materia</b>            C1 – Fenomeni di interazione            C2 – Assorbimento            C3 – Dispersione            C4 – Colori (formazione dei colori)</p>	<p><b>H. Costrutti formali, leggi, principi</b>            H1 – Percorsi ottici            H2 – Principio di Fermat            H3 – Leggi di riflessione (inc. angolo = rifl. angolo)            H4 – Leggi di rifrazione (legge di Cartesio-Snell)            H5 – Legge della lente sottile (legge punti coniugati)</p>
<p><b>D. Oggetti e apparecchi ottici</b>            D1 – Sorgenti di luce            D2 – Corpi trasparenti, opachi, traslucidi            D3 – Lenti e specchi</p>	
<p><b>E. Formazione delle immagini</b>            E1 – Meccanismo della visione            E2 – Formazione e simmetria delle immagini riflesse da uno specchio piano            E3 – Formazione delle immagini con le lenti</p>	

## Conclusioni

La maggior padronanza dei contenuti è stata acquisita dagli insegnanti attraverso le attività laboratoriali di cui hanno fatto personale esperienza; hanno poi cercato di capire come è possibile proporre agli alunni i concetti fondamentali di ottica attraverso spiegazioni e ragionamenti a confronto. Hanno imparato a riflettere sui nodi concettuali per rendere più chiari i contenuti e a individuare il modo in cui è possibile affrontarli con i bambini (Michellini *et al.* 2015). Solo i contenuti trattati in tutte le fasi del Modello di Intervento Formativo si ritrovano in tutti i progetti degli insegnanti e sono stati sviluppati in classe dalla maggior parte degli insegnanti mentre i concetti presentati sono in qualche fase o da una sola prospettiva sono stati tralasciati (RQ1). Emerge chiaramente nei precorsi didattici analizzati che gli aspetti cruciali che permettono l'acquisizione di padronanza per la progettazione didattica sono (RQ2): esperimenti personalmente effettuati, esperienze concettuali da loro stessi vissute e percorsi di apprendimento da loro stessi costruiti. Sono emersi essere fattori rilevanti del FIM: la coerenza del percorso concettuale proposto; le attività di *problem solving* e la relativa riflessione; singole domande del test mirate al riconoscimento dei fenomeni e del loro ruolo.

La maggior parte degli insegnanti focalizza la propria attenzione sui fenomeni di riflessione e rifrazione: caratteristiche, esempi in contesto, immagini prodotte; mentre attribuisce minor importanza alle leggi fisiche. Questo privilegio al piano fenomenologico descrittivo implica un ampio riutilizzo delle proposte operative dei percorsi didattici offerti in discussione nel FIM, ma comporta l'escludere dall'attività con i ragazzi in classe i principali problemi concettuali ed interpretativi.

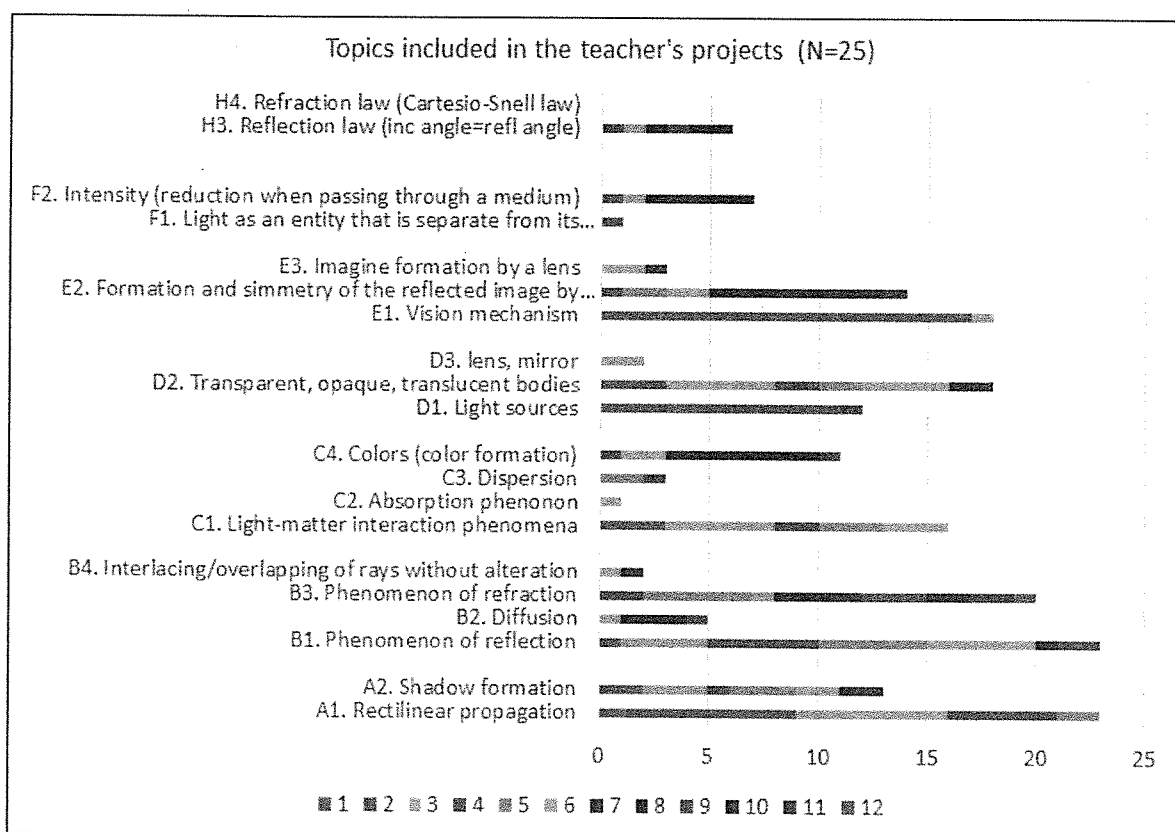


Figura 1. Distribuzione dei contenuti nei progetti degli insegnanti.

I problemi concettuali che gli insegnanti hanno incontrato nella loro formazione sono sempre esclusi, come ad esempio: come si forma l'immagine in base alle leggi di rifrazione e di riflessione, la rappresentazione iconica come selezione di un aspetto da rappre-

sentare (RQ3). Le attività sperimentali sono presenti nei percorsi e permettono in parte di superare questo limite.

## Bibliografia

- BALL D.L., COHEN D.K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory. In Darling-Hammond L., Sykes G. (Eds.). *Teaching as the learning profession*. S. Francisco: Jossey-Bass, pp. 3-31.
- BERGER H., EYLON B.S., BAGNO E. (2008). Professional Development of Physics Teachers. *Journal of Science Education Technology*, 17, pp. 399-409.
- BORKO, H. (2004). Professional development and teacher learning. *Educ. Res.* 33(8), pp. 3-15.
- BOSATTA G., MICHELINI M., STEFANEL A. (2001). Games, Experiments, Ideas from low-cost material to the computer on-line. In BANDIERA M., CARAVITA S., VICENTINI M. (Ed.), *Research in Science Education in Europe*, p. 481, Roma.
- BOUWENS, R.E.A. (1987). Misconceptions among pupils regarding geometrical optics. In *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Seminar on Misconceptions and Educational Strategies In mathematics and science*, pp. 23-38. Ithaca Cornell University, vol. III.
- COLIN P., CHAUVET F., VIENNOT L. (2002). Reading images in optics: Students' difficulties and teachers' views. *International Journal of Science Education*, 24(3), pp. 313-332.
- DAVIS A., SMITHEY J. (2009). Beginning Teachers Moving Toward Effective Elementary Science Teaching. *Science Education*, 93(4), pp. 745-770.
- GOLDBERG F.M., McDERMOTT L. (1987). An investigation of students' understanding of the image formed by a converging lens, *American Journal of Physics*, 55(2), pp. 108-119.
- GUESNE E. (1984). Children's ideas about light / les conceptions des enfants sur la lumière. In *New Trends in Physics Teaching*, vol. IV. UNESCO, pp. 179-192, Paris.
- MICHELINI M. (1998). *GEIWEB*, <http://www.fisica.uniud.it/GEI/GEIweb/index.htm>.
- MICHELINI M., SANTI L., STEFANEL A. (2013). La formación docente: un reto para la investigación, *Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias*, 10, pp. 846-870, 40.
- MICHELINI M., STEFANEL A. (2015). Research based activities in teacher professional development on optics. In FAZIO C., SPERANDEO R.M. (Ed.), *Proceedings of Girep Conf, Palermo 2015*, pp. 853-862, Palermo.
- MICHELINI M., STEFANEL A. (2014). Prospective primary teachers and physics PCK's. In Kaminski W., Michelini M. (Eds.), *Teaching and Learning Physics today: Challenges? Benefits?*, pp. 148-157. Girep, Litho Stampa, Udine.

## Note

- <sup>1</sup> PCK in action (Michelini 2015).
- <sup>2</sup> PCK test (Michelini et al. 2014).
- <sup>3</sup> Hanno partecipato alla formazione 79 insegnanti in servizio nella scuola dell'infanzia, nella scuola primaria e secondaria di primo grado: 18 di Aquileia (UD), 20 di Codroipo (UD), 7 di Faedis (UD), 12 di Crema (CR) e 22 di Trescore Cremasco (CR).