



# Materiali e strumenti interattivi in rete telematica per la formazione iniziale in fisica degli insegnanti della scuola primaria

Marisa Michelini e Alberto Stefanel

Unità di Ricerca in Didattica della Fisica dell'Università di Udine  
michelini@fisica.uniud.it; stefanel@fisica.uniud.it

## Abstract

The initial teacher training in physics needs the integration of disciplinary skills with teaching/learning aspects in order to construct a contextualized role for instruments and methods. A teaching/learning project promotes personal involvement with the study of the topic and provides the opportunity to reflect at a disciplinary and professional level, in communities of practices. The initial training in physics for primary school teachers is a challenge, because they do not have a solid disciplinary bases and have difficulty in mastering disciplinary contents and strategies. We offered a plurality of tools, instruments and opportunities for educational activities in informal learning contexts. We implemented web environments with sources for discussions, and the re-elaboration of different contributions. The supports available for educational planning were multimedial sources for didactic activities, innovative proposals, and experimentation reports. In addition, we designed interactive Learning Objects (LO), usable on web for experiential training blended activities. The LO integrate laboratory experiences with a recollection and reflection on disciplinary knots involved. The trainees re-analysed on the web the graphs, which represent time evolution of quantities, describing the observed phenomena, and recorded in the classroom. They correlate the involved process and their representation, constructing the formalisation process. The first results show that LO are effective in the construction of contextualized disciplinary competencies.

## 1. Natura della conoscenza scientifica e nuove strategie formative

La fisica è una scienza sperimentale e il rapporto con i fenomeni rappresenta oggetto e metodologia del processo conoscitivo. Le strategie e i metodi d'insegnamento devono pertanto essere compatibili con queste radici epistemiche (Michelini 1999; Euler, 2001; Vicentini, 2002). Il pensiero argomentativo gioca un ruolo importante in relazione al contesto, alla negoziazione e alla condivisione di significati (Pontecorvo et al., 1995; Santi, 1995).

Le difficoltà d'apprendimento sono spesso legate all'arrivo tardivo della formazione in fisica, al mancato raccordo tra esperienza quotidiana e conoscenza della disciplina (Bednar et al., 1991), a impostazioni astratte e trasmissive d'insegnamento (Pintò e Surinach, 2001), a scarsa attenzione al ruolo attivo dei singoli nei processi conoscitivi (Duffy e Jonassen 1992; Varisco, 1995). Si deve, pertanto, iniziare l'educazione scientifica molto presto, insieme alle prime esperienze d'osservazione e rappresentazione del mondo circostante, nella scuola dell'infanzia e primaria (Michelini, 2004). Alla domanda se l'insegnamento scientifico precoce sia possibile, rispondono le ricerche, che hanno evidenziato le abilità di formalizzazione dei bambini (Michelini e Mossenta, 2001; Cobal e Michelini, 2002). Si deve offrire ai futuri insegnanti elementari una formazione specifica in fisica, perché sappiano identificare e attivare i processi di formalizzazione che devono saper attivare nei bambini.

La fisica (Michelini, 2004; Ellermeijer, 2004) deve dare loro l'occasione di imparare a riconoscere potenzialità e limiti della descrizione fisica del mondo, confrontandosi con l'esperienza, ragionando sui processi, piuttosto che imparando leggi e modelli di cui non si domina l'impiego. Si devono offrire strumenti e metodi, piuttosto che risposte a domande non poste. L'insegnamento della fisica deve motivare, stimolare interesse e dimostrarsi utile a leggere ed esplorare i fenomeni (McDermott, 1991; Viennot, 1997). Si devono prevedere momenti di coinvolgimento personale operativo e intellettuale, esplorazione d'idee e della realtà, applicazione d'ipotesi, impiego e confronto d'interpretazioni, attività individuali e collettive, in contesti formali e informali (Caravita, 1995; Bosio et al., 1997).

La cultura fisica per gli studenti in scienze della formazione primaria può essere costruita come riflessione critica disciplinare a partire dai contenuti e dagli strumenti della didattica della disciplina stessa (Michelini, 2003a,b).

Ricerche sull'innovazione didattica e sulle esigenze degli insegnanti (Michelini e Sartori, 1998; Pugliese et al., 1999; Michelini e Mossenta, 2001) evidenziano che sia gli esperti, sia i novizi hanno una personale visione dell'insegnamento, che influenza scelte di contenuto e il loro stile di lavoro (Cherubini, 1997) e comporta abitudini a riprodurre pratiche consolidate e resistenze a modificare strategie (Chalkin e Lave, 1993; Pintò et al., 1998). Ciò rende ancora più difficile innescare un processo didattico innovativo, che miri alla padronanza della gestione

dell'indagine sperimentale, della formulazione d'ipotesi, dell'analisi di dati e ipotesi, della conduzione del processo di formalizzazione, a partire da modeste basi disciplinari. A questo scopo sono state studiate delle modalità di formazione che favorissero il coinvolgimento personale nella gestione di materiali per la didattica e la discussione, il confronto e la condivisione di strategie e di strumenti didattici, alla luce delle ricerche effettuate sui processi d'apprendimento in fisica (Bosio et al., 1997; Benciolini et al., 2002; Stefanel et al., 2002). Gli strumenti web si sono rivelati indispensabili a questo scopo, sia come sede di consultazione di materiali di riferimento predisposti o elaborati dalla comunità d'apprendimento, sia per la discussione e rielaborazione d'idee, concetti, conoscenze e percorsi didattici.

Si è effettuata in questo campo una sperimentazione di ricerca triennale (Michelini 2003a,b, 2004; Michelini e Rossi, 2003) nell'ambito del Corso di Laurea in scienze della formazione primaria che ha prodotto l'implementazione di nuovi strumenti e nuove strategie. La sperimentazione triennale effettuata si avvale degli ambienti raggiungibili alle pagine [www.fisica.uniud.it/URDF/](http://www.fisica.uniud.it/URDF/), e <http://www.edulab.it/df/df0304/index.htm>. Qui vengono esemplificate alcune scelte di fondo per la didattica della fisica, le metodologie e gli strumenti utilizzati in un modello blended per i corsi di Didattica della Fisica e Laboratorio di didattica della fisica nell'a.a 2003/2004 con il coinvolgimento di 112 studenti.

## 2. Strumenti e metodi multimediali in web per la formazione professionale per l'insegnamento di materie scientifiche

Tre tipologie di materiali sono offerte sul web: ambienti di risorse multimediali, per una formazione metaculturale (Michelini e Sartori, 1998); proposte d'attività sperimentale con attrezzature semplici, facilmente realizzabili utilizzando materiali d'uso comune ed economici (Michelini, 1998; Michelini, 2002; 2004); materiali didattici per studenti per una formazione di tipo esperienziale (Michelini e Sartori 1998; Marucci et al., 2001; Michelini et al., 2002).

Il principale strumento multimediale proposto ai futuri insegnanti elementari è stato GEIWEB, realizzato per la diffusione della cultura scientifica e ricco di materiali didattici ed esempi di attività per l'educazione scientifica. Esso ha avuto il principale ruolo di stimolo alla progettualità a partire da proposte operative di riferimento (Michelini, 1998; Bosio, et al., 1998). Propone un'illustrazione in rete dei semplici esperimenti della mostra GEI-Giochi Esperimenti Idee (Bosatta et al., 1998), a cui si affiancano percorsi didattici da sperimentare in classe.

GEIWEB accoglie le esperienze di ricerca didattica e documentazione di attività scolastiche d'insegnamento scientifico e contiene proposte di esperimenti, illustrati nelle loro modalità di realizzazione, dati campione e la loro discussione. La documentazione delle sperimentazioni didattiche è affiancata dalla discussione critica dei percorsi, dell'apprendimento dei ragazzi, degli strumenti utilizzati. Esempi di

questionari di valutazione e simulazioni permettono l'esame delle proposte passo dopo passo, con lo scopo di stimolare il passaggio dall'osservazione spontanea alla rappresentazione simbolica, alla formazione dei concetti.

GEIWEB ha natura ipertestuale e include elementi di multimedialità e interattività telematica. Le tre principali esemplificazioni, che qualificano le proposte multimediali e interattive sono: la misura di alcune grandezze fisiche mediante sensori collegati all'elaboratore (Michelini, 1998; Mazzega e Michelini, 1996), la modellizzazione oggettiva, la costruzione di mappe (Michelini, 1998; Bosio et al., 1998).

Per gli studenti di Scienze della formazione primaria GEIWEB ha il primo riferimento formativo per l'educazione scientifica. È stato utilizzato in primo luogo per progettare attività e singoli esperimenti, rielaborare questionari e schede per costruire strumenti didattici da usare in classe, costruire percorsi didattici incentrati sull'esplorazione sperimentale.

### 3. Esiti e limiti dei materiali per la formazione

Se strumenti e metodi esemplificativi del contesto e delle attività didattiche sono irrinunciabili per una formazione mirata alla professionalità del docente, dalla ricerca e dalla prassi si sa che questo non basta, soprattutto quando è richiesta autonomia di gestione nelle esplorazioni sperimentali e nei processi di pensiero formale in processi interpretativi, così come avviene in campo scientifico.

In tutte le esperienze del tipo descritte, gli esiti formativi hanno mostrato una percentuale non trascurabile (25%) di situazioni in cui emerge che i nodi d'apprendimento derivano dall'impiego congiunto di modelli interpretativi della fisica e di modelli parziali di senso comune (Corni et al., 2004). Il perdurare di schemi interpretativi di senso comune, anche laddove si affiancano alla padronanza dei contenuti, sembra attivarsi ogni volta che la richiesta è di elaborare materiali per i bambini. La traduzione in chiave didattica dei concetti fisici ha come pregiudiziale l'inserimento di schemi di senso comune e semplificazioni non rigorose (Michelini, 2004; 2003a).

### 4. Learning Objects per il coinvolgimento individuale

Com'è noto (Pfundt e Duit, 1994) l'apprendimento è un processo basato sulla creazione di raccordi (immaginativi, concettuali, semantici) che si producono nel processo di attribuzione di significati. La possibilità di riflettere sull'esperienza rende maggiormente produttivo il processo formativo e sviluppa capacità di progettazione. Ciò è reso possibile da laboratori virtuali interattivi in web, con Learning Objects (LO).

Nella nostra sperimentazione i LO sono stati proposti in un ambiente ([www.edulab.it/df/df0304/index.asp](http://www.edulab.it/df/df0304/index.asp)) in cui erano disponibili strumenti di discussione e

materiali come webforum e archivi (utilizzati in questa esperienza essenzialmente per raccogliere e rendere fruibili le relazioni finali sulle attività di laboratorio).

I LO sperimentati in attività blended nell'a.a. 2003/04 con gli studenti di Scienze della Formazione sono stati costruiti a partire da esperienze vissute in laboratorio didattico.

Ciascun LO ha riguardato un singolo esperimento effettuato e discusso in aula, che è stato riproposto in rete attraverso un filmato o una documentazione fotografica, congiuntamente ai grafici raccolti in tempo reale e a domande mirate alla loro analisi.

Gli studenti autonomamente, seguendo i propri tempi di lavoro, hanno potuto accedere ai LO. Hanno potuto riflettere sull'esperienza fatta, elaborare le risposte da inserire nelle apposite finestre di dialogo previste per ciascun quesito, anche recuperando i propri appunti dell'esperienza in aula. Non si è trattato semplicemente di riprodurre un lavoro già svolto.

Per rispondere alle domande stimolo gli studenti hanno attivato la loro personale ricostruzione del processo, attraverso il riconoscimento degli elementi fisici, la riflessione sulla loro rappresentazione (es. sistema di riferimento traiettoria), la lettura dei grafici delle grandezze misurate in relazione all'evolversi del processo.

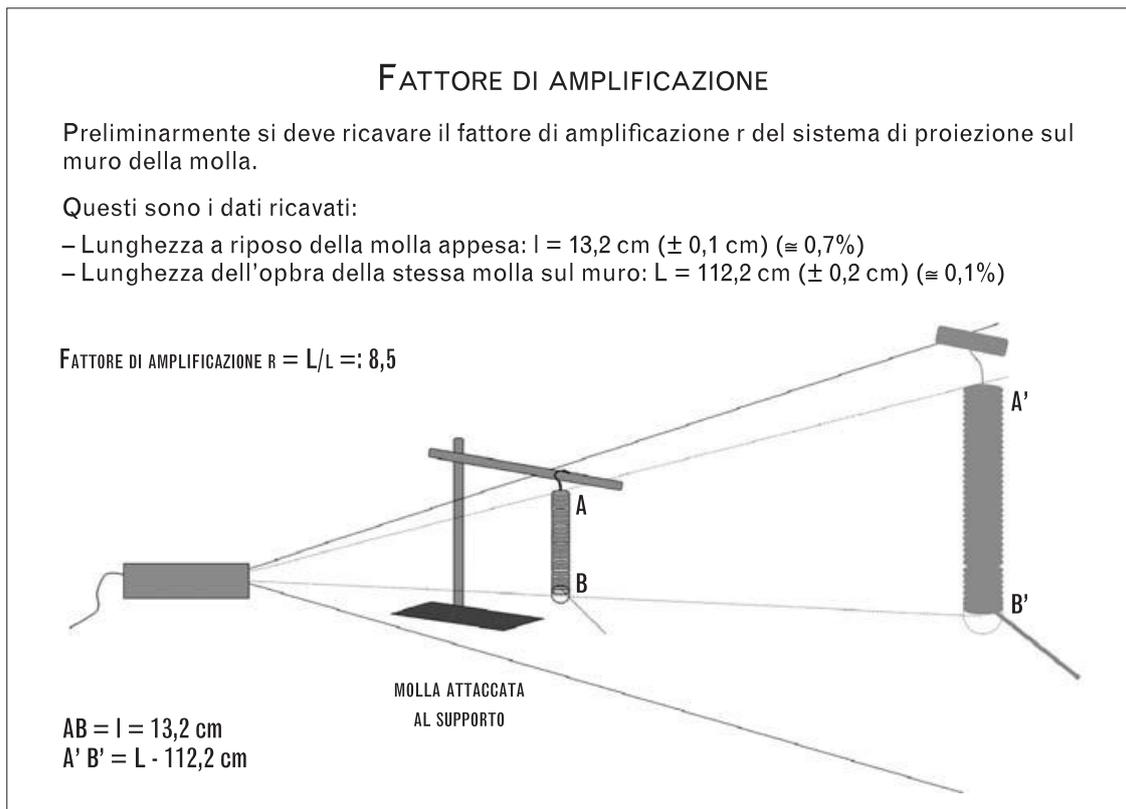
Gli otto LO creati e sperimentati nell'a.a. 2003/04 sono di due tipi: a) analisi di un processo di taratura in cui si approfondiscono gradualmente i fenomeni che lo influenzano e si sperimenta il graduale affinamento dell'interpretazione; b) esplorazione dei fenomeni associati a uno specifico nodo concettuale, secondo le caratteristiche sopra descritte. I materiali sono disponibili nell'ambiente [www.edulab.it/df/df0304/index.asp](http://www.edulab.it/df/df0304/index.asp). Ne illustriamo brevemente due esempi.

#### 4.1 LOM1 – Taratura di un dinamometro.

*Tipologia a.* La figura 1 illustra la situazione. Nelle quattro fasi di lavoro si ripercorre l'analisi ed elaborazione dei dati per riconoscere: la correlazione lineare che si riscontra tra allungamento della molla e forza da essa esercitata, il ruolo giocato dal supporto con gancio dei pesi e dalla precompressione della molla, la legge di Hooke. Si delinea in questo modo il processo con cui la fisica rappresenta i dati per ricavarne informazioni, ne fornisce una descrizione formalizzata e, con approssimazioni successive, arriva a una loro interpretazione sempre più dettagliata.

#### 4.2 LOM2 – La corsa di una macchinina lanciata sul piano orizzontale.

*Tipologia b.* L'attività proposta è suddivisa nella presentazione della situazione fenomenologica e in quattro fasi di descrizione formalizzata del moto della macchinina che si ferma dopo una breve corsa. A partire dall'analisi della situazione si riconosce il ruolo giocato dal sistema di riferimento nella descrizione formalizzata



**Figura 1** Situazione analizzata in LOM1: l'ombra proiettata sul muro della molla sottoposta ad un carico crescente.

della traiettoria e delle grandezze cinematiche del moto. La lettura puntuale del grafico  $p=p(t)$  e il riconoscimento degli istanti critici del moto portano ad individuare le diverse fasi in cui esso si realizza e i processi coinvolti. Ci si sofferma sulla distinzione fra traiettoria e legge oraria, sulla costruzione del significato della rappresentazione formalizzata.

L'analisi per fasi dei grafici  $p=p(t)$  e  $v=v(t)$  (fig. 2), e successivamente  $a=a(t)$  puntualizza il significato dei grafici delle grandezze derivate e sottolinea la correlazione fra le grandezze. Si associano quindi le fasi del moto alle azioni: della forza impulsiva che agisce nella spinta iniziale e quella della forza costante d'attrito che agisce nella seconda fase in cui la velocità decresce linearmente nel tempo.

## 5. Risultati

L'analisi dei LO compilati dagli studenti ha fornito i seguenti risultati:

- L'interattività in rete implementata nei LO con precise domande promuove nella quasi totalità (circa 95%) il coinvolgimento personale e l'impegno ad affrontare dettagliatamente l'analisi di dati e grafici sperimentali, la correlazione tra teoria

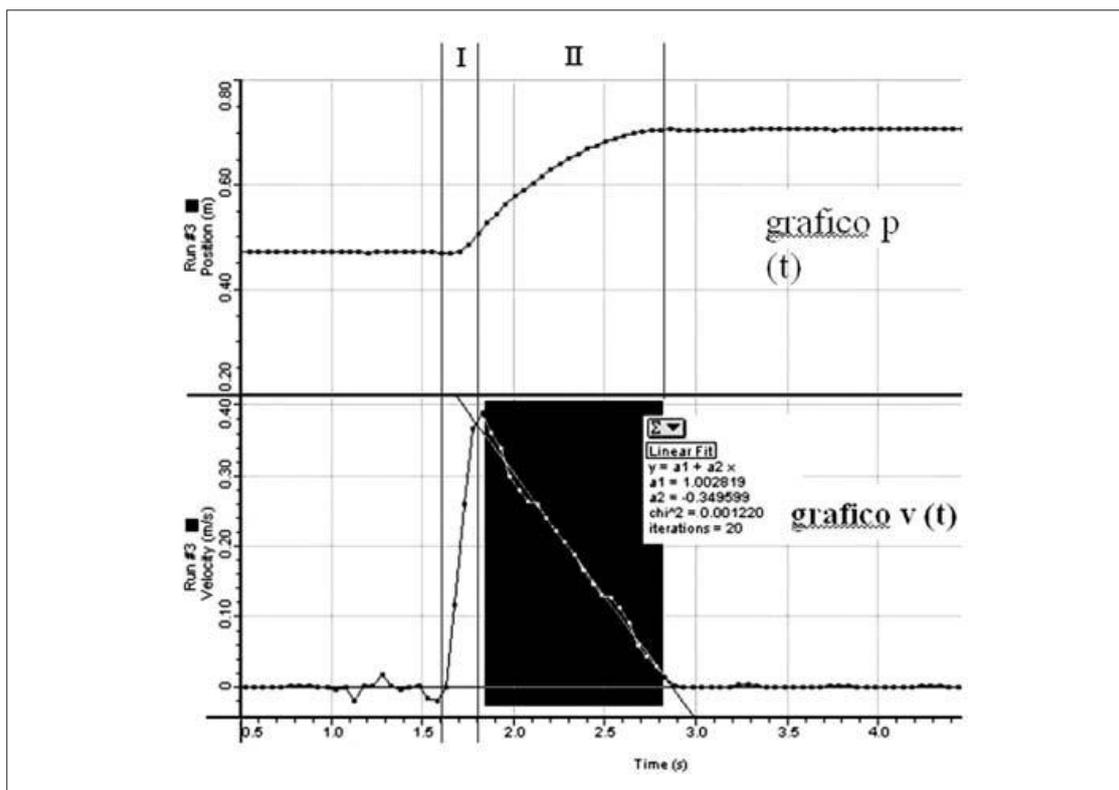


Figura 2 Grafici  $p=p(t)$  e  $v=v(t)$  per il moto della macchinina sul piano orizzontale.

e pratica. Un indicatore di questo sono le pochissime richieste eluse (meno del 5%).

- I LO sono uno strumento utile al superamento della dimensione qualitativa, riscontrata in precedenti ricerche e tipica degli studenti di Scienze della Formazione (Corni, 2004), per raggiungere un atteggiamento rigoroso. Lo indicano per esempio la maggiore attenzione alle unità di misura nel comunicare dati numerici in quasi tutti (rilevata nell'80-90% dei casi a seconda del LO considerati), rispetto alla attività in presenza (dove solo nel 10-15%, dei casi si sono rilevati sempre corretti dati numerici accompagnati dalle corrette unità di misura) e il ricorso a valutazioni formali (per esempio nel calcolo delle velocità passato da 20% nelle attività in presenza a 70% in quelle effettuate con i LO – nel 60% dei casi sono anche corrette).

Si può ipotizzare che il catalizzatore del cambiamento sia il dover compilare il riquadro vuoto, che agisce comunque insieme ad altri fattori. Il maggiore tempo a disposizione, il ripensare all'esperimento fatto, il ripercorrere fasi discusse in aula (quindi il lavoro differito e personalizzato o fatto in piccolo gruppo con calma) sono elementi che producono nell'affrontare il lavoro in rete gli esiti osservati.

## 6. Conclusioni

La cultura scientifica è oggi modesta e si deve operare per accrescerne il peso a tutti i livelli, per tutti i cittadini. Si deve superare la visione della fisica astratta e funzionale alla formazione tecnica. Insegnarla meglio, puntando all'apprendimento dei suoi processi conoscitivi e metodologie, con un personale coinvolgimento dei soggetti nel processo formativo.

La formazione di insegnanti di qualità è la sfida di tutti i Paesi europei, consapevoli che le risorse umane sono il perno per lo sviluppo futuro e che l'evoluzione della nostra società richiede un nuovo tipo d'insegnanti e un nuovo modo di fare scuola.

La formazione degli insegnanti al processo attivo nella didattica scientifica richiede la formazione di una professionalità docente che sa gestire in modo flessibile, attivo e dinamico strumenti e metodi innovativi, trasformandoli secondo le necessità della classe, superando il limite di un'interpretazione spontanea e radicata di senso comune ai fenomeni.

Attività blended nella formazione degli insegnanti rendono possibile seguire personali percorsi formativi e la loro condivisione in comunità di pratiche.

Le principali caratteristiche sono: a) riflettere su materiali per studenti per conoscere un'innovazione proposta, b) disporre di materiali interattivi e multimediali per personali percorsi di studio, c) comunicare per l'analisi condivisa e lo scambio dei progressi nel processo formativo, d) potenziare la progettualità con ambienti di risorse, e) realizzare LO che realizzino i raccordi necessari all'apprendimento scientifico e alla padronanza della gestione del processo conoscitivo in tale campo, integrando spezzoni di esperienze (filmati di fenomeni e misure correlate) efficaci al superamento di nodi concettuali e rendendoli disponibili per rievocare e rielaborare i concetti.

La ricerca in questo campo è ancora in corso. I risultati ottenuti finora ci indicano che l'analisi di materiali per la didattica e LO come quelli qui descritti sono praticabili ed efficaci, producono competenze come quelle auspiccate nell'insegnante di fisica capace di farla riconoscere ed utilizzare in vari contesti offrendo ai giovani non una collezione di leggi e informazioni ma una cultura scientifica.

## BIBLIOGRAFIA

---

- Bednar, A.K., Cunningam, D., Duffy, T.M., Perry, J.D. (1991). Theory into practice. How do we link? In *Instructional technology*. Angelin, J.C. ed., Englewood, Colorado, Libraries Unlimited.
- Benciolini, L., Michelini, M., Odorico, A. (2002). Formalizing thermal phenomena at 3-6 year In *Devel. Formal Thinking in Physics*. Girep Book, Udine, Forum: 394.
- Bosatta, G., et al. (1998). GEI: una mostra per realizzare un ponte tra lo sperimentare quotidiano e l'attività scolastica, LFNS XXXI, 1 Suppl.
- Bosio, S. et al. (1997). Playing, experimenting, thinking: exploring informal learning within an exhibit of simple experiments In *New Way for Teaching*. Oblak, S. et al. eds, Lubiana: 448.
- Bosio, S. et al. (1998). *A multimedial proposal for informal education in the scientific field: a contribution to the bridge between everyday life and science knowledge*, European Multimedia WS, Lille.
- Caravita, S. (1995). *Costruzione collaborativa di prodotti e tecnologie della comunicazione*, TD7: 6.
- Chalkin, S., Lave, J. eds. (1993). *Understanding practice. Perspectives on activity and context*, Cambridge University Press.
- Cherubini, G. (1997). *Il contributo della ricerca sulle conoscenze e sulle credenze degli insegnanti alla loro formazione iniziale*, UeS, II, 2/R: 29.
- Cobal, M., Michelini, M. eds. (2002). *Devel. Formal Thinking in Phys.*, Girep Book, Udine Forum.
- Corni, F. et al. (2004). Strategies in formative intervention modules for physics education of primary school teaching. In Michelini, M. ed, *Quality Development in Teach. Educ. and Train.*, Udine, Fomum.
- Duffy, TM, Jonassen, D.H. (1992). *Constructivism and the technology of instruction*, Hillsdale, Erlbaum.
- Ellermeijer, T. (2004). *Technology Enhanced Physics Education*. In Girep conference On Teaching and Learning Physics in New Contexts, Ostrava, in press.
- Euler, M. (2001). Physics and physics education beyond 2000: views, issues and visions. In *Phytec 2000*, Pintò, R., Surinac, S. eds, Paris, Elsevier: 3.
- Marucci, G., Michelini, M. Santi, L. (2001). The Project LabTec of the Ministry of Education. In *Phytec 2000*, loc. cit.: 607.
- Mazzega, E., Michelini, M. (1996). Termografo: a computer on-line acquisition system for physics education. In *Teaching the Science of Cond. Matter and New Materials*, loc. cit.: 239.
- Michelini, M. (1998). GEIWEB, CD\_ROM e WEB <http://www.fisica.uniud.it/GEI/GEIweb/index.htm> verificato il 15.06.05.
- Michelini, M. (1999). *Quale laboratorio per la formazione degli insegnanti: un contributo sul problema del laborio nella didattica della fisica*. In *Uso del Lab. e Ins. della Fis. - II*, MPI-Dir.Cl., AIF, Roma, Garamond.

- Michelini, M. (2002), voce SeCiF, da: [web.uniud.it/cird/secif/](http://web.uniud.it/cird/secif/) verificato il 15.06.05.
- Michelini, M. (2003a). *New approach in physics Education for primary school teachers: experimenting innovative approach in Udine University*. Inquiries into European Higher Education in Physics. Ferdinande, H. et al. eds., EUPEN, V.7: 180.
- Michelini M. (2003b). *Un modulo di intervento formativo da una sperimentazione di ricerca triennale*, Magellano, IV, 18: 35.
- Michelini, M. (2004). *Physics in context for elementary teacher training*. In Quality Development in the Teacher Education and training, loc. cit.
- Michelini, M. e Mossenta, A. (2001) The EPC Project. In *Phytec2000*, loc. cit.: 457.
- Michelini, M. e Rossi, P.G. (2003). *Integrazione della didattica Generale con quella della fisica per la professionalità docente dei futuri insegnanti elementari*, UeS, VIII, 2R: 4.
- Michelini, M., Santi, L., Sperandio, R.M. eds (2002). *Proposte didattiche su forze e movimento*, Udine, Forum.
- Michelini, M. e Sartori, C. (1998). *Esperienze di laboratorio didattico in una struttura di raccordo scuola-università*, UeS, III, 1R: 18.
- Pfundt, D. e Duit, R. (1994). Students' Alternative Framework and Science Education. IPN Kiel from <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/> verificato il 15.06.05.
- Pinto, R., Surinach S. Eds. (2001), *Phytec2000*, Girep book Paris, Elsevier.
- Pinto, R., Viennot, L., Sassi, E., Ogborn, J. (1998). Research results of the European Project STTIS da: <http://www.blues.uab.es/~idmc42/sttis.html> verificato il 15.06.05.
- Pontecorvo, C., Ajello, A.M., Zucchermaglio, C. (1995). *I contesti sociali dell'apprendimento: acquisire conoscenze a scuola, nel lavoro, nella vita quotidiana*, Milano, LED.
- Pugliese, S., Michelini, M., Mancini, A.M. (1999). *Physics teachers at sec. schools in Italy*. In The Training Needs of Physics Teaching in 5 European Countries, Ferdinande, H., et al. eds., V. 4, EUPEN, EPS: 63.
- Santi, M. (1995). *Ragionare con il discorso. Il pensiero argomentativo nelle discussioni in classe*. Firenze, La Nuova Italia.
- Stefanel, A. et al. (2002). *Cognitive Labs in an informal context to develop formal thinking in children*. In Development Formal Thinking in Physics, loc.cit.: 276.
- Varisco, B.M. (1995). *Paradigmi psicologici e pratiche didattiche con il computer*, TD7: 57.
- Viennot, L. (1997). *Former en didactique, former sur le contenu? Principe d'elaboration et elements d'evaluation d'une formation en didactique de la physics en deuxieme annee d'IUFM*, Didaskalia, 10 : 75.
- Vicentini, M. (2002). *An epistemological framework for labwork in experimental sciences*. In Dev. formal thinking in physics, loc. cit.: 72.