



Titolo

Integrazione di esperienze professionali nella formazione in didattica della fisica degli studenti di scienze della formazione primaria

Responsabile

Marisa Michelini, titolare di Didattica della Fisica nel Cds di Scienze della Formazione Primaria (PO in Didattica della Fisica – SSD Fis08 – Dipartimento DMIF)

Collaborazioni

Emanuela Vidic ed eventuali altri supervisori del Tirocinio a Scienze della Formazione Primaria interessati

Alberto Stefanel, direttore del CIRI

Natura del progetto

(Laboratorio per studenti, Formazione insegnanti, Diffusione culturale)

Sperimentazione didattica professionalizzante: progettazione, sperimentazione di interventi didattici in scuola primaria con valutazione degli apprendimenti dei bambini

Destinatari

120 studenti di Scienze della Formazione primaria al III anno, frequentanti il corso di Didattica della Fisica

Basi del Progetto

1. La formazione degli insegnanti come nuova sfida globale.

La costruzione e lo sviluppo della professionalità docente sono aspetti fondamentali nell'ambito della formazione dei futuri insegnanti (Elbaz, 1983): con essa sono strettamente correlati l'apprendimento degli studenti, il rinnovamento del curriculum, l'introduzione di innovazione nella didattica (Calderhead, 1996; Borko, Putnam, 1996; Park, Oliver, 2008). Queste evidenze hanno prodotto, negli ultimi 20 anni, un crescente interesse della ricerca didattica per la formazione degli insegnanti (Michelini, 2004; Taşar, Çakmakçı, 2010; Cassan, Michelini, 2010). Le indagini effettuate a livello internazionale hanno evidenziato preoccupanti carenze formative degli studenti, in modo particolare in ambito scientifico (IJSE, 2011; OECD, 2007; Holbrook, Rannikmäe, 2001) e hanno individuato, quale fulcro per il miglioramento, l'aggiornamento della didattica scientifica ai modelli di insegnamento/apprendimento di cui c'è un'evidenza di efficacia. L'educazione scientifica non può risolversi con l'informazione o il semplice racconto dei risultati di ricerca, ma deve essere sede di una meta-riflessione, in cui strumenti e metodi della scienza vengono conosciuti e ri-conosciuti (Fensham, 2001; Hestenes, 2007; Viennot, 2008; Michelini, 2010). Nel Green Paper (Buckberger 2000), condiviso e sottoscritto dai ministri Europei, si sottolinea il ruolo cruciale della progettazione nella formazione degli insegnanti e si raccomanda ad ogni Stato di realizzare appropriate situazioni di insegnamento/apprendimento in cui i futuri insegnanti possano trovare occasioni di sviluppo delle principali abilità professionali, così come quella cultura scientifica di base che può abilitarli ad attuare progetti didattici di successo nonostante la limitata conoscenza disciplinare. Le attività che vengono suggerite per tale scopo sono: la ricostruzione didattica dei contenuti disciplinari, l'inserimento di situazioni di Problem solving, la progettazione curricolare basata sulla ricerca, la pianificazione di interventi di insegnamento/apprendimento (I/A), l'analisi di nodi di apprendimento, l'analisi dei ragionamenti degli studenti in attività di I/A. Nel GIREP International Seminar tenutosi a Udine nel 2003 su *Quality development of*





Teacher Education and training sono stati sottolineati tre bisogni principali: 1) Specifici programmi professionali per la formazione degli insegnanti; 2) Raccordo/collaborazione tra scuola e università in tale azione; 3) Ricerca didattica, legata ai contenuti, integrata con la formazione degli insegnanti e la didattica scolastica. Da queste sollecitazioni





sono nati nuovi modi di pensare alla formazione degli insegnanti e la preparazione dei docenti di materie scientifiche è stata analizzata in modo approfondito in termini di profilo professionale (*professionale profile*) nel contesto di lavori per lo “Human Talent Management”. Si deve migliorare l’educazione scientifica con esperienze organiche su cui ragionare e con laboratori per esplorare i fenomeni con i sensi, con la mente, con sensori e strumenti come estensione dei sensi. Per questo è fondamentale avviare l’educazione scientifica molto presto con insegnanti preparati sin dai primi livelli scolari (Buckberger, et al. 2000; Michelini, 2004). La preparazione degli insegnanti e del loro sviluppo professionale è un problema generalizzato, come documentano i risultati dell’indagine TIMSS (Mullis, Martin 2008): la quasi totalità degli insegnanti di ambito scientifico è vincolata ai libri di testo nella propria didattica ed oltre la metà impegna la metà del tempo nell’esposizione della “teoria” o nel fare esercizi, non molti (30%) offrono esperimenti dimostrativi e solo pochi coinvolgono attivamente i ragazzi nella conduzione di esperimenti o in esplorazioni. Il principale problema per la ricerca in didattica della fisica (PER) è quello di individuare strategie efficaci per formare insegnanti professionalmente preparati a progettare la propria didattica come ambienti di apprendimento attivo. La formazione dei futuri insegnanti primari (FIP) comporta nuove sfide rispetto al passato, una di queste è la costruzione di una competenza nel campo dell’educazione scientifica che sappia coniugare conoscenza disciplinare di base e didattica per guadagnare professionalità anche in termini trasversali (Michelini 2004).

2.L’impegno a Udine per la formazione degli insegnanti in didattica della fisica.

Il Corso di Didattica della Fisica di Scienze della Formazione Primaria dell’Università degli Studi di Udine ne sta studiando, dal 2000, strumenti, metodi e modelli attuativi in una sperimentazione di ricerca, che integra modelli metaculturali, esperienziali e situati (Michelini 2015). Il modello meta-culturale è basato sulla discussione critica sul piano disciplinare, didattico e pedagogico di proposte didattiche tematiche “messe a punto” con ricerche presenti nella letteratura internazionale in materia. Il modello esperienziale prevede che gli studenti sperimentino personalmente le proposte didattiche, mediante tutorial, per riflettere sui nodi concettuali, riconoscere le caratteristiche di percorsi coerenti che promuovono i ragionamenti ed il coinvolgimento dei bambini nel processo di apprendimento e costruire attività basate sulla problematizzazione (*Inquiry Based Learning*). Il modello situato si basa sull’intervento didattico e la riflessione sull’azione, attivando una meta-riflessione sulle pratiche educative (Michelini 2004, 2012). L’integrazione di lezioni, discussione di percorsi didattici, laboratori di analisi e riflessione sulla didattica di specifici contenuti e l’azione diretta con i bambini sono caratteristiche peculiari del Corso. Quest’ultimo, che trova nel tirocinio fertili esempi per gli studenti in molti campi del sapere, richiede un particolare sostegno per l’educazione scientifica a causa del fatto che sono rare nella scuola esperienze di insegnamento scientifico attivo a cui far riferimento. Si sono pertanto progettati specifici momenti in cui gli studenti sono richiesti di rielaborare la conoscenza didattica e disciplinare per progettare micro-interventi con i bambini e monitorarne gli apprendimenti. Una delle attività più fertili è quella messa in campo ormai da tre anni di micro-sperimentazione didattica nelle scuole primarie del territorio. In tale contesto i FIP operano con i bambini dopo aver accuratamente studiato i contenuti e preparato l’intervento didattico con un lungo percorso di studio, riflessione e rielaborazione di contenuti, concetti, strategie e metodi. Ne analizzano gli esiti con metodologie di ricerca didattica. Il Model of Educational Reconstruction (MER – Duit 2007), quadro teorico per la ricerca didattica, è stato preso come riferimento per la preparazione dei brevi interventi in classe.





- 1) CHIARIFICAZIONE ED ANALISI DEI CONTENUTI SCIENTIFICI
MODEL OF EDUCATIONAL RECONSTRUCTION
(MER- Duit, 2006)
- 2) INVESTIGAZIONE DELLE IDEE DEGLI STUDENTI
- 3) RICERCA SUI PERCORSI DI INSEGNAMENTO/APPRENDIMENTO:
 - Progettazione di attività e materiali
 - monitoraggio degli apprendimenti
 - analisi dei ragionamenti dei bambini

3. La sperimentazione effettuata negli ultimi anni.

Si ricorda in questa sede che gli interventi operativi con i bambini sono di due tipi: il primo in Mostra GEI, dove proposte di attività e materiali sono predisposti, i FIP se ne devono appropriare e ne devono personalizzare un impiego; il secondo in cui i FIP devono progettare l'intervento didattico, i materiali, il monitoraggio, i compiti per i bambini e poi valutarne i diversi aspetti a partire dalle lezioni disciplinari e sui percorsi didattici possibili.

Per quanto riguarda l'attività diretta di formazione situata nelle classi, negli ultimi due anni accademici è stata effettuata una sperimentazione preliminare dell'innovazione didattica qui proposta, individuando un tema comune a tutti gli studenti per facilitare il confronto e la discussione tra pari (tre temi principali il primo anno, l'energia, il suono ed il magnetismo nei tre anni successivi). Il lavoro svolto ha coinvolto per ogni anno tutti gli studenti del III anno di scienze della formazione primaria (circa 100), un supervisore di tirocinio, circa 100 classi di scuola primaria e dell'infanzia, per circa 200 ore di sperimentazione didattica in 40-50 scuole ed oltre 2000 bambini, come riportato nei rendiconti relativi. IL 40 lavoro con la mostra GEI ha coinvolto 800 bambini di più di 40 classi del territorio.

Protocollo di lavoro, strumenti e metodi sono stati consolidati e richiedono un sostegno economico minimo per gli allestimenti, le attrezzature e la gestione delle prenotazioni e delle attività.

Obiettivi

Gli obiettivi generali sono su 3 piani:

- 1) Individuazione di modalità standard con cui realizzare una formazione situata per la didattica della fisica, applicabili ad altri ambiti formativi del futuro insegnante primario;
- 2) Messa a punto di strumenti e metodi riproducibili e sostenibili per una professionalità docente che integri:
 - a. Conoscenza dei contenuti
 - b. Conoscenza di specifici strategie e metodi didattici in ambito scientifico
 - c. Competenza alla progettazione di ambienti di apprendimento e di materiali didattici a partire da proposte didattiche note
 - d. Competenza allo sviluppo di proposte didattiche trasversali ed interdisciplinari sul tema di suono e musica per uno sviluppo del bambino multi prospettico
 - e. Competenza alla preparazione di materiali didattici coerenti con le scelte metodologiche, strategiche e di contenuto



- f. Confronto tra pari ed analisi di proposte analoghe, revisione critica alla luce del confronto
 - g. Azione e riflessione sull'azione didattica preparata
 - h. Analisi di dati di apprendimento con uso consapevole di diverse metodologie
- 3) Individuazione del contributo della specifica proposta formativa alla professionalità docente in ambito scientifico e della fisica in particolare.

Strumenti e metodi

Strumenti.

- 1) Lezioni ed esercitazioni che attuano standard internazionali nella formazione degli insegnanti (PCK – Shulman 1998), ILD.
- 2) Discussione di percorsi didattici derivanti da ricerche sulla didattica scientifica in ESERA e nel GIREP e da ricerche didattiche locali.
- 3) Problem solving secondo i metodi di Mike Watts.
- 4) Rubriche di progettazione S1 e S2
- 5) Protocolli di progettazione didattica SeCiF
- 6) Metodi di ricerca qualitativa nell'analisi dati di apprendimento
- 7) Percorsi didattici sviluppati dall'UDF
- 8) Materiali didattici della mostra GEI

Metodi.

Model of Educational Reconstruction (MER – Duit 1996) come quadro teorico di riferimento per le metodologie.

Personale coinvolgimento degli studenti nel processo di apprendimento con modalità differenziate.

Monitoraggio del processo di apprendimento secondo metodi di ricerca qualitativa e prove standard di apprendimento

Design Based Research nella progettazione di attività didattiche

Seminari di discussione critica.

Laboratorio didattico integrato con la didattica del corso.

Peer Education secondo i metodi di Eric Mazur.

Agli studenti è richiesto di adottare un metodo di lavoro capace di prevedere:

- un'ampia discussione sulle metodologie di lavoro da inserire nei progetti da attuare con i bambini;
- il ruolo attivo dei bambini e natura esplorativa delle attività;
- la dimensione trasversale degli elementi concettuali e dell'operatività per cui i bambini siano coinvolti "con le mani e con la mente" nel fare e nel pensare, riflettere e discutere sull'esperienza;
- la natura problematizzante e operativa del percorso basato sull'argomentazione e i ragionamenti a confronto;
- la raccolta e analisi dei dati di apprendimento dei bambini.

Durante il percorso formativo vengono presentate e discusse metodologie di progettazione didattica e di analisi dati.

Verrà anche organizzato il supporto attraverso tutorato personalizzato per dare risposta a domande o aiuto per la progettazione didattica e per le assegnazioni definitive delle



sperimentazioni, attività di discussione su progetti di sperimentazione: chiarimenti, aiuti, verifiche...

Aspetti innovativi

Integrazione di modalità formative diverse.



Messa a punto di un percorso di formazione situata specifico.
Studio del ruolo professionalizzante nella formazione docente situata
Messa a punto di modalità innovative di formazione degli insegnanti

Fasi

Messa in campo di un protocollo formativo che prevede le fasi descritte di seguito.

- 1) La formazione CK (Content Knowledge) di tipo tradizionale focalizzata sui concetti.
- 2) La somministrazione di test sulla conoscenza disciplinare.
- 3) La presentazione di percorsi didattici alternativi nell'impostazione e di approfondimenti di uno specifico percorso con i relativi esperimenti.
- 4) Il consolidamento di contenuti, concetti e impostazioni didattiche mediante due Griglie in cui si specificano: gerarchia dei concetti, mappa, predisposizione di domande da proporre ai bambini in relazione alle attività selezionate e progettazione delle attività. La valutazione in itinere per ogni tema delle griglie predisposte rileva cosa resta del legame tra aspetti teorici e didattici, come i FIP li traducono in proposte di impostazione, qual è l'appropriazione di contenuti didattici specifici.
- 5) Una progettazione individuale da consegnare.
- 6) Un lavoro di gruppo sulla progettazione individuale in cui gli studenti confrontano le proposte effettuate, individuano i relativi materiali e la regia.
- 7) L'attuazione da parte di ciascuno studente di un intervento individuale, di due ore, con i bambini nelle classi su suono e musica
- 8) L'analisi degli apprendimenti dei bambini con metodi tipici della ricerca e la riflessione sull'efficacia dell'intervento didattico.
- 9) La valutazione della sperimentazione nelle due modalità: la presentazione in gruppo e quella individuale scritta con tutte le specificità. La discussione critica avviene alla presenza del docente del Corso di Didattica della Fisica e un Tutor del Tirocinio.
- 10) Nella relazione individuale ciascuno presenta il lavoro svolto ed in particolare l'analisi della variazione tra progetto ed attuazione e gli esiti di apprendimento derivanti dal lavoro svolto e dall'analisi dei dati.

Programma

Il corso si articolerà come segue.

1. Discussione critica dei contenuti a partire da proposte didattiche specifiche ed in particolare dai materiali prodotti nell'ambito della mostra GEI.
2. Consolidamento in schede S1 ed S2 dei temi trattati e verifica scritta su rationale e percorsi didattici sui temi trattati
3. Progettazione dell'intervento in mostra GEI, relativa discussione in gruppo e presentazione con discussione critica del docente
4. Relazione individuale sugli apprendimenti relativi all'intervento in mostra GEI
5. Approfondimento dei temi: moto e dinamica, energia, misura e verifica con prove PCK su tali temi
6. Protocollo formativo su un tema specifico scelto dagli studenti per l'AA 2018-19, come sopra descritto nelle fasi, a partire da proposte didattiche discusse ed illustrate.

Lo studio di cui al presente progetto riguarderà l'analisi di tutte le fasi e di tutti i materiali prodotti nel protocollo formativo 6.

Il lavoro degli studenti prima dell'intervento con la classe rispetta le seguenti fasi

1. Studio dei contenuti disciplinari relativo ai principali temi del Corso.

2. Ricostruzione a scopo didattico dei nuclei fondanti e dei nodi concettuali relativi a ciascuno dei temi.
3. Analisi di proposte didattiche.
4. Partecipazione a seminari di ricercatori in didattica.
5. Esplorazione di materiali didattici predisposti e già sperimentati con bambini per attività laboratoriali sui temi scelti.
6. Progettazione individuale di un laboratorio CLOE (Conceptual Laboratory of Operative Exploration) su uno dei temi oggetto di attenzione per un intervento didattico di 2 ore.
7. Lavoro di gruppo di confronto delle progettazioni effettuate per livello scolastico e per tema.
8. Discussione critica delle progettazioni con il docente del corso e con il supervisore di tirocinio coresponsabile del progetto.
9. Revisione del progetto alla luce di:
 1. osservazioni critiche del docente e degli studenti di formazione primaria coinvolti;
 2. preparazione e messa a punto di materiali necessari all'intervento didattico;
 3. pianificazione di strumenti e metodi differenziati per la raccolta dei dati sull'apprendimento durante l'intervento (con i metodi di analisi qualitativa, monitoraggio delle discussioni tipo Etkina ... mai sommativa);
 4. presentazione pubblica e difesa del proprio progetto da parte degli studenti prima dell'intervento nelle classi per la validazione dettagliata dell'attività prevista;
 5. attuazione e monitoraggio dell'intervento didattico;
 6. analisi dei dati sui processi di apprendimento;
 7. redazione della documentazione del progetto.

La progettazione dell'intervento ha richiesto la selezione di esperienze per individuare micro step cognitivi capaci di coniugare l'operatività con il ragionamento. E' seguita la preparazione dei materiali didattici (intervista, tutorial, ...) per i quali è stato richiesto di selezionare gli elementi operativi al fine di progettare almeno 3 esperienze da attuare con i bambini. Per la raccolta dei dati relativi all'apprendimento dei bambini gli studenti hanno predisposto domande-stimolo e preparato materiali che hanno permesso l'analisi da molteplici fonti (disegni, schede, interviste, rielaborazioni di gruppo, ...)

Materiali disponibili/offerti

Per ogni lezione saranno messi a disposizione degli studenti in rete telematica:

1. Appunti del percorso seguito dal docente
2. Indicazioni di studio
3. Materiali didattici di riferimento

Gli studenti avranno a disposizione inoltre:

1. un ambiente di risorse per proposte didattiche in www.fisica.uniud.it/URDF/
2. La mostra Giochi Esperimenti Idee
3. Protocolli di studio dei processi di apprendimento
4. Materiali di ricerca didattica scelti tra quelli in letteratura

Esiti di apprendimento (Learning outcomes) oppure profilo formato

Evidenza basata sui dati in merito alla competenza nella progettazione, sperimentazione, monitoraggio degli esiti di apprendimento dei bambini a partire da risorse esito di ricerca didattica in uno specifico tema di fisica.

Prodotti

1. Protocollo esportabile di formazione per l'apprendimento situato di un tema di fisica nell'ambito della professionalità docente primaria,
2. Rubriche di valutazione delle competenze professionali degli insegnanti primari in prima formazione
3. Progetti didattici differenziati sul suono a livello di scuola primaria
4. Evidenza basata sui dati dei processi di apprendimento dei bambini coinvolti su un campione di circa 2000 bambini
5. Consolidamento di una collaborazione scuola-università nell'innovazione didattica in campo scientifico e nella formazione iniziale degli insegnanti

Modalità di valutazione di:

a) Partecipanti

Relazione complessiva redatta e revisionata in tre fasi: a) prima progettazione, b) revisione a seguito delle osservazioni dei compagni e del docente in fase di presentazione, c) revisione e completamento a seguito dell'intervento didattico.

b) Attuazione

Analisi dati e valutazione di ciascuna della fasi previste nel protocollo formativo 6, sopra dettagliato

c) Progetto

Revisione critica dei dati raccolti, loro discussione e conclusioni

Conclusioni critiche: valenze, difficoltà, suggerimenti.

Si metteranno a confronto le conclusioni della sperimentazione con quelle delle precedenti esperienze.

La formazione iniziale degli insegnanti, condotta secondo il modello illustrato, ha dimostrato che si ottengono buoni risultati se la conoscenza disciplinare è introdotta e discussa in modo integrato con la relativa didattica e con le esemplificazioni di percorsi e materiali didattici tematici sperimentati con i bambini in modo tale da conciliare la teoria all'operatività. Gli aspetti di valore dell'impostazione si riconoscono nel ruolo della ricerca nella formazione dei futuri insegnanti per i quali deve essere previsto il personale coinvolgimento attivo con fasi di responsabilità specifica operativa. Deve realizzarsi il confronto, in fasi differenziate, tra studenti e con il docente per un processo di sviluppo professionale nell'apprendimento disciplinare. L'adozione di una modalità di costruzione della conoscenza scientifica a partire dall'esperienza e dall'operatività non può prescindere dallo sviluppo di capacità progettuali e di pianificazione del monitoraggio da parte del docente in formazione e l'acquisizione di competenze per la documentazione dell'agito e di analisi dei processi di apprendimento. La sperimentazione offre la possibilità di validare un percorso formativo all'intervento didattico e di individuare le modalità di integrazione di modelli formativi per produrre professionalità docente. La richiesta e l'analisi delle relazioni sull'esperienza con richiesta dettagliata di aspetti specifici dovrà in particolare favorire la riflessione sia sui contenuti che sull'agito e sostenere la meta-riflessione dell'insegnante sul proprio apprendimento. Attenzione sarà posta all'analisi in merito all'impiego di metodi di analisi degli apprendimenti dei bambini mediante modalità di ricerca: un elemento non usuale nella formazione degli insegnanti. Infine, il contributo all'innovazione didattica in campo scientifico nelle scuole del territorio è uno degli elementi di attenzione del progetto.

Bibliografia

- Abell S. (2007), *Research on science teachers' knowledge*, in S.K. Abell, N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*, Erlbaum, Mahwa, (pp. 1105-1149).
- Ball D. L., Cohen D. K. (1999), *Developing practice, developing practitioners: toward a practice-based theory* in L. Darling-Hammond, G. Sykes (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, 399–409.
- Borko, H., (2004), *Professional development and teacher learning*. *Educ. Res.*, 33(8), 3–15.
- Bradamante F., Fedele B., Michelini M. (2005). *Children's spontaneous ideas of magnetic and gravitational fields*, in R. Pitntò, D. Couso (eds.), *CRESILS*. Barcellona, ESERA [ISBN: 689-1129-1].
- Buckberger F., Campos B.P., Kallos D., Stephenson J., (2000), *Green paper, TNTEE – European Commission*, (DG XXII).
- Calderhead, J. (1996). *Teachers: Beliefs and knowledge*. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 709-725). New York: Macmillan.
- Cassan C., Michelini M. (eds.), (2010). *ESERA10 Summer School, section E and F*, booklet of Esera 2010 Summer School, University of Udine and ESERA, in <http://www.fisica.uniud.it/URDF/Esera2010/booklet.pdf>
- Davis, A., Smithey J., (2009), *Beginning Teachers Moving Toward Effective Elementary Science Teaching*, *Science Education*, 93(4), 745–770.
- Duit R., Gropengießer H., & Kattmann U. (2005), *Towards science education research that is relevant for improving practice: the model of educational reconstruction*. In H.E. Fischer (Ed.), *Developing standards in research on science education* (pp. 1-9). London: Taylor & Francis.
- Duit R., (2008), *Physics Education Research – Indispensable for Improving Teaching and Learning*, in R. Jurdana-Sepic et al. (Eds.), *Frontiers of Physics Education*, Rijeka, Zlatni, (pp. 2-10).
- Elbaz F. (1983), *Teacher thinking: A study of practical knowledge*. p. 11. New York: Nichols.
- Fedele B., Michelini M., Stefanel A., (2005), *Five-ten years old pupils explore magnetic phenomena in Cognitive Laboratory (CLOE), ESERA, selected paper*, Barcellona, Cresils.
- Fensham P., (2001), *Science content as problematic-issues for research*, in H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Graber, M. Komorek, A. Kross, P. Reiska (eds.), *Research in Science Education* (pp. 27-41), Dordrecht, Kluwer.
- Hestenes D., (2007), *Notes for a modeling theory of science*, in E. van den Berg, T. Eller-meijer, O. Slooten, *Modelling in Physics and Physics Education*, Amsterdam, GIREP-Amstel, (pp. 34-65).
- Holbrook J., Rannikmäe M., (2001), *STL: Introducing a Philosophy and Teaching Approach for SE, ICASE*, pp. 1–19.
- IJSE (2011). *International Journal of Science Education*, 33: 1.
- Michelini M., Santi L., Stefanel A., (2013) *La formación docente: un reto para la investigación*,



- Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias*, 10, 846-870, 40.
- Michelini M., (1995), *Giochi, Esperimenti, Idee – Dal materiale povero al computer non-line: 120 esperimenti da fare, non solo da guardare*, Catalogo della mostra GEI, Università di Udine, Arti Grafiche Friulane.
- Michelini M., (1994), *Games, Experiments, Ideas – From low cost materials to computer on-line*, Forum, Udine.
- Michelini M., (2004) *L'educazione scientifica nel raccordo territorio/università a Udine*, Forum, Udine.
- Michelini M., ed., (2004) *Quality Development in the Teacher Education and Training*, Girep book of selected papers, Forum, Udine.
- Michelini M. (2010). Building bridges between common sense ideas and a physics description of phenomena. In L. Menabue, G. Santoro (eds.), *New Trends in Science and Technology Education* (vol. 1, pp. 257-274). Bologna: CLUEB.
- Michelini M., (2012), *La fisica nella formazione degli insegnanti della scuola di base: una sfida di ricerca*, in *Innovazione nella didattica delle scienze nella scuola primaria e dell'infanzia. Al crocevia fra discipline scientifiche e umanistiche*, Corni F., Altiero T. (curatori), Mantova, Universitas Studiorum.
- Niedderer H., (2010) *Content-specific research in science education*, ESERA Summer School, Udine.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world—Volume I: Analysis*. Paris: OECD.
www.pisa.oecd.org
<http://www.pisa.oecd.org/>
- Park S., & Oliver J. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), pp. 261-284.
- Stefanel A., Moschetta C., Michelini M., (2002), *Cognitive Labs in an informal context to develop formal thinking in children* in Michelini M., Cobal (eds) *Developing Formal Thinking in Physics*, Udine: Forum, (pp. 276-283).
- Taşar M.F., Çakmakçı G. (Eds.) (2010). *Contemporary science education research Vol.2: pre- service and inservice teacher education*. Ankara: Pegem Akademi.
- Viennot L. (2008). Attracting students towards physics – A Question of topics? In R.J. Šepić, V. Labinac, M. Žuvic-Butorac, A. Sušac (Eds.), *Frontiers of Physics Education*, Rijeka, Zlatni (pp. 34-43).

