

IL PROGETTO PER LA DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA “PICCOLI SCIENZIATI IN LABORATORIO: ESPERIMENTI E MODELLI PER LA FORMAZIONE SCIENTIFICA NELLA SCUOLA PRIMARIA”

F. Corni,

Dipartimento di Fisica, Univ. di MO e RE - Italia

E. Giliberti,

Dipartimento di Scienze Sociali Cognitive e Quantitative, Univ. di MO e RE- Italia

C. Mariani,

Istituto Comprensivo di Tione (TN) - Italia

T. Altiero,

Dipartimento di Biologia Animale, Univ. di Modena e Reggio Emilia - Italia

M. Marchetti,

Dipartimento di Scienze della Terra, Univ. di Modena e Reggio Emilia- Italia

A. Martini,

Progetto Galileiana, Liceo Malpighi (BO) - Italia

Abstract

Il progetto¹ “Esperimenti & Modelli per la formazione scientifica nella scuola primaria” promosso dal Dipartimento di Fisica e dalla Facoltà di Scienze della Formazione dell’Università di Modena e Reggio Emilia, a cui prendono parte docenti dell’Ateneo provenienti da diversi ambiti disciplinari (matematica, fisica, biologia, scienze della terra e pedagogia), si propone di realizzare attività pilota per la predisposizione di materiali per l’insegnamento e l’apprendimento delle scienze basati sull’impiego dei modelli, denominato Model-centred Learning Environment (MLE).

L’impatto dell’iniziativa si articola sia a livello locale (formazione iniziale degli insegnanti del Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria presso la Facoltà di Scienze della Formazione dell’Università di Modena e Reggio Emilia; formazione in servizio e aggiornamento degli insegnanti) che a livello multiregionale (formazione in servizio e aggiornamento). Il coinvolgimento di istituzioni scolastiche e di reti di istituzioni scolastiche in regioni diverse ha lo scopo di verificare le condizioni di replicabilità del modello e di favorirne la diffusione a livello nazionale.

¹ Il progetto è finanziato dal Ministero dell’istruzione (nell’ambito dei “progetti intesi a favorire la diffusione della cultura scientifica”, legge 10.01.2000 n.6 e decreto 8/2/2008 n. 174/ric/2008).

In questo contributo verrà presentata la struttura del progetto e i materiali attualmente progettati e realizzati.

Finalità e struttura del progetto “Piccoli scienziati in laboratorio: Esperimenti & Modelli per la formazione scientifica nella scuola primaria”

Le finalità del progetto sono: proporre e sperimentare modalità innovative per l'insegnamento delle scienze basate sull'attività sperimentale e la modellizzazione; favorire l'esplorazione di diversi contesti scientifici attraverso attività sperimentali condotte con modalità collaborative; rafforzare competenze e abilità di base attraverso l'uso di modelli trasversali alle scienze; favorire il riconoscimento e il trasferimento di strutture concettuali elementari in contesti disciplinari diversi.

Tale approccio trae ispirazione dal Karlsruhe Physikkurs (KPK) (Herrmann F., 1995), e dal Continuum Physics Paradigm (Fuchs H. U., 1997a; 1997b; 1998), nella misura in cui si vuole offrire agli insegnanti di scuola primaria una opportunità per riflettere sui concetti elementari di fisica che sono ricorrenti e trasversali alla fisica e altre discipline, per esplorare e interpretare i fenomeni attraverso la modellizzazione (J.K. Gilbert, C. Boulter, 2000), per costruire ed usare un linguaggio condiviso. Per il grado scolastico al quale ci si rivolge, è opportuno mantenere un legame analogico molto stretto fra la parte sperimentale e la modellizzazione, evitando di ricorrere quando non strettamente necessario al linguaggio formale. Requisito di questa modalità di procedere è la necessità di confronto fra i soggetti: attività collaborative nel gruppo classe, comunicazione e scambio di idee fra gli insegnanti e con i ricercatori nel gruppo insegnanti. Il progetto vuole valorizzare la figura del docente. Fermo restando che la conoscenza scientifica è attivamente costruita da chi apprende, nel processo di insegnamento/apprendimento il ruolo del docente è fondamentale e tra i molteplici compiti peculiari vi è quello “to introduce new ideas or cultural tools where necessary and to provide the support and guidance for students to make sense of these for themselves” (Driver, 1994). Il progetto prevede che, dopo un periodo di formazione, gli insegnanti che vogliono sperimentare l'approccio didattico proposto conducano le lezioni nelle loro classi in modo autonomo e siano guidati nella progettazione e nella trasposizione didattica attraverso incontri specifici e interazione a distanza mediante il sito web di comunicazione fra gli insegnanti e i ricercatori dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Per favorire e facilitare la sperimentazione in classe, vengono prodotti materiali sperimentali e multimediali utilizzati durante la formazione insegnanti e che possono essere richiesti e utilizzati anche come materiale didattico in classe.

Il percorso di formazione per gli insegnanti

L'apprendimento situato è proposto come strategia per la formazione degli insegnanti e degli studenti della Facoltà di Scienze della Formazione in quanto per l'apprendimento scientifico sono determinanti il ruolo attivo, il personale coinvolgimento con l'oggetto di studio, le relazioni tra gli schemi concettuali personali e quelli da acquisire, anche in virtù del fatto che i risultati evidenziati dalla ricerca in didattica della fisica attestano che le idee ingenuedegli insegnanti sovente coincidono con quelle dei loro alunni. (Shipstone et al. 1988; Kruger, 1990; Kruger et al., 1992; Webb, 1992; Greenwood 1996; Stocklmayer & Treagust, 1996; Atwood et al. 2001; Heywood & Parker, 1997; Testa. & Michelini, 2006). Pertanto agli insegnanti sono proposti degli esperimenti e delle attività di modellizzazione che potranno proporre nelle loro

classi adeguatamente contestualizzate, in modo tale che possano sperimentare in prima persona le domande, le difficoltà concettuali e pratiche che dovranno poi affrontare con i loro alunni (Pontecorvo et al., 1987; Leinhard, 1988; Chaiklin & Lave, 1993).

La formazione degli insegnanti attualmente consiste in 14 ore di corso organizzate nei seguenti steps che vengono mantenuti costanti nella struttura e nell'impostazione metodologica, ma che possono variare nella proposta specifica dei contenuti. Nel seguito, si riporta a titolo di esempio un percorso che è finalizzato all'approfondimento dei concetti elementari di quantità di sostanza, corrente, differenza di potenziale, resistenza e capacità tramite la loro individuazione e applicazione a semplici circuiti elettrici di tipo resistivo mediante l'analogia con il contesto idraulico.

Step 1 – L'energia

Introduzione dell'energia come principio regolatore dei fenomeni naturali, considerata come una quantità fisica che si conserva, che può essere immagazzinata e trasferita da un sistema ad un altro. Una lezione teorica aiuta gli insegnanti a costruire un linguaggio specifico e condiviso secondo il modello di portatori e trasferitori (approccio KPK). Successivamente gli insegnanti, lavorando in gruppo (Figura 1) esplorano semplici artefatti (torce a mano, dinamo, mulini a vento e a reazione chimica, veicoli a pannelli solari, razzi a pompa, barchette a vapore, auto a reazione ...) con l'obiettivo di interpretarli in termini di energia rappresentandone i rispettivi diagrammi di trasferimento di energia.



Figura 1. lavorando in gruppo gli insegnanti costruiscono modelli di energia con le carte o con il software

In questa prima fase, per favorire la comunicazione e i processi di ragionamento, i vari gruppi sono invitati a realizzare delle catene di trasferimento di energia seguendo delle regole coerenti con il modello proposto, sottoforma di giochi con le carte o con un software specifico, considerando sistemi via via più complessi (fotosintesi, catene alimentari, ciclo dell'acqua, respirazione, digestione, circolazione del sangue,...).

Step 2 – I concetti elementari

Introduzione dei concetti elementari di quantità di sostanza, corrente, differenza di potenziale, resistenza, capacità e delle loro relazioni. Gli insegnanti sono divisi in 3 gruppi ulteriormente organizzati in due sottogruppi: ogni gruppo esegue due esperimenti che hanno la finalità di introdurre un concetto elementare ma in riferimento a contesti diversi: i fluidi e il calore (Figura 2). I 6 esperimenti sono di seguito elencati.

Gli esperimenti (gruppo1) per introdurre la differenza di potenziale e la sua relazione con la corrente consistono nel misurare:

1(a) la quantità di acqua che fluisce in un certo intervallo di tempo, in funzione del livello d'acqua nel cilindro mantenuto costante, da un rubinetto posto alla base di un cilindro collegato ad un tubo, (Figura 2 (a));

1(b) il calore trasferito, in un certo intervallo di tempo, ad una massa d'acqua posta su una piastra riscaldante, in funzione della temperature della stessa (Figura 2 (b));

Gli esperimenti (gruppo2) per introdurre la resistenza e la sua relazione con la corrente consistono nel misurare:

2(a) la quantità di acqua che fluisce, in un certo intervallo di tempo, da un rubinetto posto alla base di un cilindro in funzione della sezione e della lunghezza di un tubo collegato al rubinetto, mantenendo costante il livello dell'acqua nel cilindro (Figura 2 (c))

2(b) il calore trasferito in un certo intervallo di tempo all'acqua posta su a piastra riscaldante in funzione della superficie di contatto e dello spessore di uno strato di pietra refrattaria collocata tra il riscaldatore e il contenitore (Figura 2 (d));

Gli esperimenti (gruppo3). per introdurre la capacità e la sua relazione con la differenza di potenziale consistono nel misurare:

3(a) il livello raggiunto da una stessa quantità di acqua in funzione di contenitori di diversa sezione (Figura 2 (e));

3(b) temperatura raggiunta dall'acqua in un contenitore posto sulla piastra riscaldante al variare della quantità di acqua (Figure 2 (f)).



2(a)



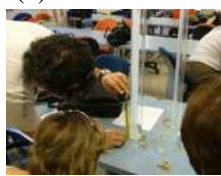
2(b)



2(c)



2(d)



2(e)



2(f)

Figura 2. Esperimenti per le attività del secondo step

Le attività sperimentali sono accompagnate da schede che aiutano gli insegnanti ad individuare parametri, variabili e relazioni tra di esse.

Al termine degli esperimenti i sottogruppi sono invitati a ricostituire il gruppo per confrontarsi in un primo workshop che è finalizzato a favorire l'identificazione dei concetti elementari, sulla base del confronto degli esperimenti eseguiti parallelamente in contesti diversi. A tale confronto segue un workshop collettivo atto a identificare e discutere le relazioni a tre variabili relative alla legge di Ohm rispetto alla corrente, differenza di potenziale e resistenza (Figura

3(a)), e alla legge della capacità rispetto alla differenza di potenziale, quantità di sostanza, capacità (Figure 3(b)).

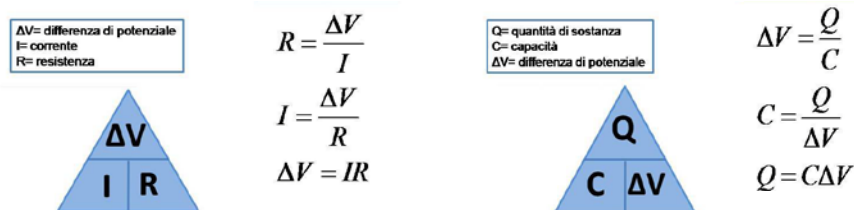


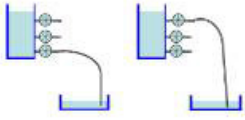
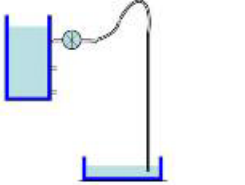
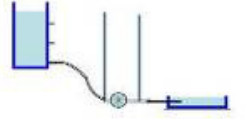
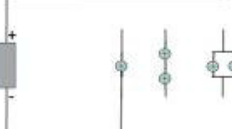
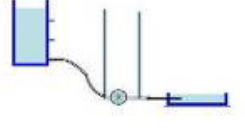
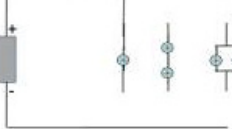
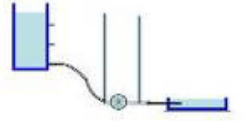

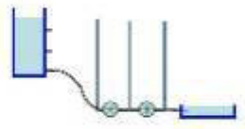

Figura 3(a) Triangolo e relazioni della legge di Ohm Figura 3(b) Triangolo e relazioni della legge della capacità

Step 3 – Applicazione dei concetti elementari ai fluidi e all’elettricità

Applicazione dei modelli elementari e interpretazione di processi e fenomeni favorita dal confronto di situazioni analogiche (interpretazione di circuiti elettrici sulla base dello studio precedente di circuiti analoghi nel contesto idraulico). Gli insegnanti seguono delle schede per entrambi i contesti che guidano la loro riflessione a partire dai concetti elementari acquisiti negli step precedenti, richiedendo, prima di svolgere un esperimento, di scrivere una previsione e una motivazione, nonché, dopo l’esperimento, di aggiungere eventuali correzioni. Per incentivare l’uso dell’analogia come strumento esplicito, per ragionare, le domande della scheda del circuito elettrico rimangono le stesse di quelle per il circuito idraulico ma associate al disegno del nuovo contesto.

Nel seguito si riporta una tabella (Tabella 1) con la sequenza degli esperimenti proposti.

CIRCUITO IDRAULICO Disegni schematici	Descrizione dell’esperimento e domande	MODELLO ELETTRICO Disegni schematici
	Riempire il serbatoio fino al livello del “troppo pieno” assicurandosi che tutti i rubinetti siano chiusi. Aprire contemporaneamente i tre rubinetti: come saranno gli zampilli?	
	Collegare alle tre uscite del serbatoio tre ventoline. Aprire contemporaneamente i tre rubinetti. Come si muoveranno le ventoline?	

	<p>Collegare con un tubo a turno ciascuna ventolina all'attacco laterale della vasca. Aprire i rubinetti (quello del serbatoio e quello della vasca) per far circolare l'acqua nella ventolina in esame. Col tubo la ventolina girerà più o meno velocemente rispetto al caso precedente senza tubo? Quale delle tre ventoline si muoverà più velocemente col tubo?</p>	
	<p>Collegare con un tubo la ventolina superiore all'attacco laterale della vasca e tenere nella posizione più alta possibile la parte centrale del tubo. Aprire i rubinetti per far circolare l'acqua. Col tubo in queste condizioni, come si comporterà la ventolina?</p>	
	<p>Collegare a un rubinetto del serbatoio un tubo, poi un'asta verticale, una ventolina, e un'altra asta verticale. Collegare infine quest'ultima all'attacco laterale della vasca. Tenendo chiuso il rubinetto del serbatoio e aperto quello della vasca, cosa succederà?</p>	
	<p>Nella stessa configurazione di prima, tenendo ora chiuso il rubinetto della vasca e aperto quello del serbatoio, cosa succederà?</p>	
	<p>Nella stessa configurazione di prima, aprire ora entrambi i rubinetti. Cosa succederà?</p>	
	<p>Collegare a un rubinetto del serbatoio un tubo, poi un'asta verticale, una ventolina, un'asta verticale, un'altra ventolina, un'altra asta verticale. Collegare infine quest'ultima all'attacco laterale della vasca. Tenendo chiuso il rubinetto del serbatoio e aperto quello della vasca, cosa succederà?</p>	

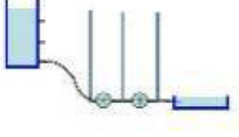

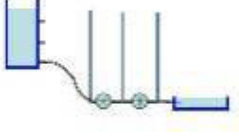

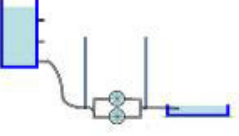

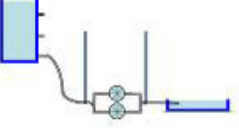

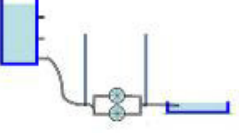

	<p>Nella stessa configurazione di prima, tenendo ora chiuso il rubinetto della vasca e aperto quello del serbatoio, cosa succederà?</p>	
	<p>Nella stessa configurazione di prima, aprire ora entrambi i rubinetti. Cosa succederà?</p>	
	<p>Collegare a un rubinetto del serbatoio un tubo, poi un'asta verticale, un tubo a Y, due ventoline ai bracci della Y, un altro tubo a Y e un'asta verticale. Collegare infine quest'ultima all'attacco laterale della vasca. Tenendo chiuso il rubinetto del serbatoio e aperto quello della vasca, cosa succederà?</p>	
	<p>Nella stessa configurazione di prima, tenendo ora chiuso il rubinetto della vasca e aperto quello del serbatoio, cosa succederà?</p>	
	<p>Nella stessa configurazione di prima, aprire ora entrambi i rubinetti. Cosa succederà?</p>	

Tabella 1. Sintesi delle domande e degli schemi del circuito idraulico ed elettrico presenti nelle schede per gli insegnanti. Ogni riga mostra le rappresentazioni schematiche del circuito idraulico e dell'analogo elettrico, insieme alle domande che si riferiscono al contesto idraulico.

Il percorso per gli alunni

Dopo aver frequentato il corso di formazione, gli insegnanti sono invitati a realizzare delle progettazioni per le loro classi. I materiali e gli strumenti didattici forniti consistono in:

- a) cartoni animati o storie stimolo con alcuni personaggi, Leo e i suoi amici (Figura 4) al fine di stimolare nei bambini la motivazione e introdurre l'argomento e l'esperimento.



Figura 4. Alcuni immagini di Leo e dei suoi amici

- b) La valigia di Leo, contenente le schede didattiche e i materiali per gli esperimenti (Figura 5(a)).
- c) strumenti per favorire il processo di modellizzazione e la discussione dei processi osservati e dei concetti evidenziati nell'attività sperimentale (software, carte giochi di ruolo) (Figura 5(b)).
- d) sito web di scambio (Figura 5(c)) di materiali e di comunicazione fra gli insegnanti e i ricercatori dell'Università di Modena e Reggio Emilia, fra i bambini e i ricercatori o i bambini di altre classi che aderiscono allo stesso progetto.



5(a)

5(b)

5(c)

Figura 5. La valigia di Leo, gli esperimenti in classe, il sito internet

Bibliografia

1. R.K. Atwood, J.E Christopher, K.C. Trundle, *Are middle school science teachers prepared to teach standards-based heat and temperature concepts?* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St Louis, MO, 25–28 March. (2001).
2. R. Driver, H. Asoko, J. Leach, E. Mortimer, P. Scott, *Constructing Scientific Knowledge in the Classroom* Educational Researcher, Vol. 23, No. 7. (1994), pp. 5-12.
3. S. Chaiklin, J. Lave, *Understanding practice. Perspectives on activity and context*, Cambridge University Press.,1993.
4. H. U. Fuchs, *The Continuum Physics Paradigm in physics instruction I. Images and models of continuous change*. Zurich University of Applied Sciences at Winterthur. (1997a). <http://home.zhwin.ch/~fuh/LITERATURE/Literature.html>
5. H. U. Fuchs, *The Continuum Physics Paradigm in physics instruction II. System dynamics modeling of physical processes*. Zurich University of Applied Sciences at Winterthur. (1997b). <http://home.zhwin.ch/~fuh/LITERATURE/Literature.html>
6. H. U. Fuchs, *The Continuum Physics Paradigm in physics instruction III. Using the Second Law*. Zurich University of Applied Sciences at Winterthur (1998), <http://home.zhwin.ch/~fuh/LITERATURE/Literature.html>
7. J.K Gilbert, C. Boulter, *Developing Models in Science Education*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, 2000.
8. Greenwood, *When it comes to teaching about floating and sinking, preservice elementary teachers do not have to feel as though they are drowning!* In Journal of Elementary Science Education, 8, 1, (1996), pp1–16.
9. F. Herrmann, *Der Karlsruher Physikkurs*, Aulis, Köln, (1995). <http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/>
10. D. Heywood, J. Parker, *Confronting the analogy: Primary teachers exploring the usefulness of analogies in the teaching and learning of electricity* in International Journal of Science Education 19, 8, (1997), pp 869–885.
11. J. Kruger, *Some primary teachers' ideas about energy* in Physics Education, 25, (1990). pp.86-91.
12. J. Kruger, D. Palacio, M. Summers, *Surveys of English primary teachers' conceptions of force, energy, and materials* in Science Education, 76, (1992). pp. 339-351.
13. G. Leinhard, in *Situated Knowledge and expertise in teaching* in J Calderhead, Teachers' professional learning, Falmer Press, London, 1988.
14. Pontecorvo, A. M. Ajello, C. Zucchermaglio, *I contesti sociali dell'apprendimento*, LED, Milano, 1987
15. M. Shipstone, C. Rhöneck, W. Jung, C. Karrqvist, J. J Dupin, S. Johsua, P. Licht, *A study of student understanding of electricity in five European countries* in International Journal of Science Education, 10, 3, (1988) pp. 303-316.

16. S. M Stocklmayer, D. F. Treagust, *Images of electricity: How do novices and experts model electric current?* in *International Journal of Science Education*, 18, 2, (1996) pp. 163-178
17. Testa, M. Micholini, *Prospective primary teachers' functional models of electric and logic circuits: results and implications for research in teacher education* in *Proceedings of International GIREP Conference (Amsterdam) (2006)*. Full-Text available on-line <http://www.girep2006.nl/>
18. P. Webb, *Primary science teachers' understandings of electric current* in *International Journal of Science Education*, 14, 4, (1992) pp. 423-429.