

# Il teatro di fisica come primo passo verso l’Inquiry Based Science Education nel progetto europeo TEMI

Marina Carpineti and Marco Giliberti

*Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano*

(Dated: 04/10/2014)

## Abstract

**Riassunto.** Mentre in Italia l’uso del teatro scientifico ancora fatica a essere considerato uno strumento nella ricerca in didattica della fisica, in Europa sembra esserci una maggiore apertura. Infatti il progetto europeo TEMI, cui l’unità di ricerca in didattica della fisica dell’Università degli Studi di Milano partecipa insieme ad altri 12 partner europei, esplorerà l’uso diretto del teatro per introdurre gli insegnanti all’uso dell’Inquiry Based Science Education nella pratica scolastica, attraverso l’esplorazione del senso di mistero a partire da rappresentazioni teatrali appositamente dedicate a insegnanti e studenti.

**Abstract.** While in Italy the use of scientific theater still struggles to be seen as a tool in physics education research, in Europe there seems to be a greater openness. In fact, the European project TEMI, of which the research unit in physics education of the University of Milan is a partner along with other 12 European partners, will explore the direct use of theater to introduce teachers to use the Inquiry Based Science Education in school practice, through the exploration of the sense of mystery starting from theatre shows that are specially dedicated to teachers and students.

## I. INTRODUZIONE

Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated (TEMI) è un progetto finanziato dalla UE nell’ambito della call “Science and Society” del settimo programma quadro [1]. TEMI vede coinvolte 13 istituzioni, universitarie e non, con grande esperienza nella didattica e nella comunicazione scientifica, provenienti da 11 diverse nazioni europee. L’obiettivo principale del progetto è quello di aiutare a trasformare l’insegnamento delle materie scientifiche in Europa, fornendo agli insegnanti nuove competenze per coinvolgere gli studenti e il supporto necessario per introdurre efficacemente nelle loro aule un insegnamento di tipo IBSE (Inquiry Based Science Education). Questo avverrà lavorando in sinergia con centri di formazione e con reti di insegnanti di tutta Europa, realizzando programmi e laboratori innovativi chiamati “Inquiry Labs”.

L’approccio innovativo di TEMI si basa sull’osservazione che i ragazzi risultano molto più attenti, coinvolti e motivati allo studio quando le proposte sono esposte in spettacoli, libri o film in cui la trama si dipana in modo avvincente. Il nostro progetto si propone perciò di sfruttare la potenza del coinvolgimento emotivo, spesso trascurato nell’insegnamento tradizionale, attraverso l’uso di strumenti non tradizionali come il teatro, i trucchi di magia, i miti e i misteri, per permettere a insegnanti e studenti di tutta Europa di sviluppare nuove motivazioni per lo studio delle materie scientifiche. In particolare si promuoveranno le competenze si “showmanship” degli insegnanti intese come abilità di sviluppare l’attenzione e la motivazione utilizzando una grammatica di tipo teatrale.

TEMI si propone di modificare la pratica dell’insegnamento tenendo conto dei principali risultati della ricerca in didattica, per raggiungere l’adozione il più possibile diffusa della metodologia IBSE. Il gruppo dell’Università degli Studi di Milano partecipa al progetto mettendo in campo la sua pluriennale esperienza nella Didattica della Fisica e nel Teatro Scientifico, con lo Spettacolo della Fisica [2–6] a cominciare da una ricerca sull’efficacia della modalità di formazione degli insegnanti all’IBSE attraverso l’uso del teatro di fisica e sulle modalità di implementazione in classe delle attività IBSE secondo il modello proposto in TEMI. Infatti, la fase preparatoria del progetto è stata dedicata a un’analisi dei principali risultati nella ricerca in didattica relativi all’IBSE e a una valutazione delle barriere locali che frenano gli insegnanti al suo utilizzo.

## II. INSEGNANTI E IBSE. STATO DELL'ARTE E RICERCA SULLE BARRIERE LOCALI

### A. Perchè l'IBSE

Anche se una ricerca di Eurobarometer [7] individua la cause della disaffezione dei giovani europei verso gli studi scientifici principalmente nelle difficoltà percepite nello studio della scienza e negli scarsi guadagni di coloro che lavorano nella ricerca [3], molti studi hanno messo in luce che il modo in cui la scienza (e più in particolare la fisica) viene insegnata è probabilmente la causa principale della diminuzione dell'interesse dei giovani verso la scienza con l'aumentare dell'età [8]. Una ricerca sulla percezione della fisica da noi effettuata su un campione di circa 1000 studenti di scuola superiore di Milano e provincia ha mostrato che, nonostante la fisica sia ritenuta un'utile risorsa, importante per la società e più che degna di essere studiata, essa sia, però, quasi esclusivamente collegata agli sviluppi tecnologici in senso stretto e, soprattutto, considerata una disciplina scarsamente collegata alla cultura e, per questo, incapace di contribuire efficacemente al pensiero e alla cultura della società [3]. Essa viene, inoltre, ritenuta troppo difficile per potere essere compresa dalla maggior parte delle persone. Lo studio della fisica a scuola, inoltre, sembra avere effetti addirittura negativi: mentre il 49% degli studenti del primo biennio di scuola superiore considerano la fisica affascinante e solo l'11% la considera noiosa, nell'ultimo anno queste percentuali diventano rispettivamente del 28% e del 21%.

In effetti la diminuzione della motivazione verso lo studio delle scienze si evidenzia particolarmente tra gli 11 e i 16 anni, ed è per questo che TEMI focalizza la sua attenzione proprio su questa fascia d'età. Anche se le indagini PISA [9] mostrano, negli ultimissimi anni, alcuni miglioramenti nelle competenze scientifiche nella maggior parte dei paesi europei, questi miglioramenti sono distribuiti a macchia di leopardo e, soprattutto, non vanno a incidere sull'immagine della scienza.

A partire dagli studi pionieristici di Rosalind Driver degli anni '70-'80 [10, 11] si è visto un sempre maggiore interesse della ricerca didattica per l'IBSE, che adesso è probabilmente considerata dai ricercatori (anche se con notevoli differenze e giudizi) fra le strategie di insegnamento più efficaci. L'insegnamento tradizionale, che è in generale un insegnamento attraverso "il dire" è, per l'insegnante, più veloce e più facile dell'insegnamento *inquiry*. Però

esso considera separatamente argomenti e metodo, stimola poco la motivazione allo studio e permette una scarsa comprensione della natura della scienza. All'opposto, l'insegnamento *inquiry*, considerando insieme argomenti e metodi, tende a portare gli studenti a seguire il processo scientifico passo per passo, a porre domande, a controllare le variabili in gioco, a fare ipotesi e predizioni e a trarre conclusioni [8].

Sebbene anche molti insegnanti ritengano che i metodi *inquiry* siano efficaci, nella pratica scolastica, però, essi non utilizzano l'IBSE [12]. La necessità di un'adeguata formazione insegnanti sull'IBSE è diventata, così, sempre più evidente. Come esempio di questo interesse riportiamo il fatto che nel luglio 2013 l'European Physical Society (EPS) ha organizzato un workshop a Panormo (Grecia) fra esperti di scienze dell'educazione per definire il contesto per lo sviluppo di un'accademia europea di didattica delle scienze (European Science Education Academy [13]). La discussione tra i partecipanti ha sottolineato le necessità della promozione di un approccio standard all'IBSE e di una importante prospettiva a lungo termine per la sua implementazione; come si vede questi sono proprio gli obiettivi di TEMI.

## B. Sfide per la formazione degli insegnanti all'IBSE

Futuri insegnanti, come anche spesso insegnanti esperti, iniziano corsi e programmi di formazione avendo una visione dell'insegnamento e dell'apprendimento principalmente tradizionale, orientato soprattutto alla *trasmissione* delle conoscenze. Esattamente come i loro studenti, essi partecipano ai corsi con idee proprie (sull'insegnamento) che necessariamente influenzano il loro apprendimento; idee che persistono nonostante siano spesso contraddette dagli scarsi risultati ottenuti nella loro pratica di insegnamento. In effetti le idee molto radicate resistono moltissimo al cambiamento. In generale succede che gli insegnanti usino le informazioni ottenute per confermare le loro idee iniziali, che in generale non sono condivise dalla ricerca didattica[10, 11, 14], anziché metterle in discussione. In particolare, per quanto riguarda l'IBSE, gli insegnanti mostrano idee preconcette come quella che il metodo scientifico non includa l'*inquiry*, che le domande abbiano solo una possibile risposta: giusta o sbagliata, o che l'insegnamento *inquiry* sia caotico e richieda più tempo e più sforzi dell'insegnamento tradizionale [14].

In generale, le principali barriere percepite dagli insegnanti all'insegnamento tramite *inquiry* esse possono essere così sommariamente elencate (vedi per esempio [15–19]): Troppo

tempo richiesto / Mancanza di risorse / Grande dispendio di energia richiesto / Gli argomenti vengano affrontati troppo lentamente / Difficoltà di fare lezione *inquiry* / Rischio di non rispettare i curricula nazionali (e/o di non preparare abbastanza gli studenti per gli esami finali) / Difficoltà nel valutare i risultati degli studenti / Gli studenti vengono ritenuti sostanzialmente mancanti di sufficienti abilità-competenze / Libri di testo non adeguati / Mancanza di motivazione degli insegnanti.

### **C. Ricerca sulle barriere locali all'IBSE**

Mentre le difficoltà generali sono ben documentate in letteratura, ci sono pochi risultati di ricerca che riportino le barriere contro l'IBSE percepite dagli insegnanti localmente e, per quanto ne sappiamo essi non considerano esplicitamente le somiglianze/differenze tra diversi paesi europei (per esempio una comparazione dettagliata sulle barriere locali è riportata in un studio [20] che riguarda, però, Libano, USA, Israele, Venezuela, Australia e Taiwan). In un progetto come TEMI centrato sulla formazione insegnanti, è, invece, indispensabile entrare maggiormente nei “dettagli” locali per valutare i differenti atteggiamenti verso l'IBSE di insegnanti di paesi diversi. Abbiamo, perciò, condotto uno studio preliminare sulle principali barriere all'insegnamento tramite *inquiry*, così come sono percepite dagli insegnanti in Italia e in Europa. A questo scopo è stato preparato un questionario (reperibile nel Report D2.2 del progetto TEMI) che è stato sottoposto agli insegnanti dopo essere stato tradotto nella loro lingua madre. L'idea di base è quella di avere un profilo dell'insegnante, identificare le abilità da lei/lui ritenute più importanti per insegnare in maniera efficace, capire quanto gli insegnanti ritengano importante la metodologia di insegnamento per avere risultati efficaci e infine, a avere una valutazione delle conoscenza dell'IBSE da parte degli insegnanti, nonché il loro apprezzamento della metodologia. Finora il questionario è stato sottoposto a 58 insegnanti italiani in formazione, a 256 austriaci, a 31 irlandesi e a 14 israeliani. I dati ottenuti sono generalmente in accordo con quelli riportati in letteratura, ma emergono alcune interessanti differenze tra i paesi (Tab. I).

I risultati della nostra ricerca sono solo preliminari, ma, ciononostante, emergono alcune differenze locali. Sono, perciò, probabilmente necessari processi di formazione leggermente differenziati da paese a paese. Anche dal nostro studio emerge, inoltre, che, come riportato in letteratura, l'insegnamento *inquiry* è molto più l'eccezione che la regola.

	Italia	Austria	Irlanda	Israele
Tempo	37%	34%	43%	6%
Difficoltà a gestire la classe	20%	20%	1%	46%
L'IBSE non è efficace	17%	2%	/	24%
Rigidità del curriculum	14%	8%	8%	/
Preparazione personale insufficiente	6%	11%	5%	12%
Ostilità e/o difficoltà dei colleghi	6%	1%	3%	/
Mancanza di risorse	/	16%	20%	6%
Altro (organizzazione, abitudini, personali, sistema scolastico)	/	8%	20%	6%

TABLE I: Percentuali, normalizzate sul numero di risposte, delle difficoltà percepite dagli insegnanti a proposito dell'IBSE in Italia, Austria, Irlanda e Israele.

### III. STRUMENTI E METODI PER LA FORMAZIONE INSEGNANTI ALL'IBSE IN TEMI A PARTIRE DAL TEATRO DI FISICA

#### A. Dal senso di mistero alla motivazione attraverso il teatro

TEMI riconosce quattro livelli di IBSE (da 0 a 3), sinteticamente rappresentati in Tab. II. Il livello 3 di inquiry è molto attraente e in un certo senso rappresenta il livello ideale per insegnare, esso però necessita di notevole tempo a disposizione e sembra poco adatto alla attuale scuola superiore. Per questo, TEMI ha deciso di concentrare la formazione degli insegnanti sull'*inquiry* guidato, molto più pragmatico, e tale da permettere agli insegnanti di limitare i “rischi” per quanto riguarda lo svolgimento del programma.

L'apprendimento e la motivazione allo studio devono partire dal mondo reale in cui lo studente vive e si relaziona. Le conoscenze dello studente, frutto dell'interazione con la realtà fenomenologica e sociale che lo circonda, costituiscono, infatti, la base sulla quale costruire un'adeguata conoscenza scientifica [3]. Proprio perché l'ambiente sociale in cui vive lo studente è tanto importante, risulta indispensabile e di base fornire un'immagine della Fisica che sia piena di fascino e di potenzialità. Per un approccio didattico più incisivo è, quindi, importante un maggiore “radicamento” della Fisica nella società, con una conseguente nuova e migliore immagine della disciplina che va promossa anche attraverso lo sviluppo di nuove competenze professionali nei docenti. Inoltre, “La più bella e profonda emozione che possi-

Modello di <i>inquiry</i>	Principale responsabilità		
<b>Livello di <i>inquiry</i></b>	<b>Problema</b>	<b>Procedura</b>	<b>Soluzione</b>
Livello 3 <i>Inquiry</i> aperto	Studente	Studente	Studente
Livello 2 <i>Inquiry</i> guidato	Insegnante	Studente	Studente
Livello 1 <i>Inquiry</i> strutturato	Insegnante	Insegnante	Studente
Livello 0 Conferma/verifica	Insegnante	Insegnante	Insegnante

TABLE II: Livelli di *inquiry*.

amo provare è il senso di mistero. Sta qui il seme di ogni arte, di ogni vera scienza. L'uomo per il quale non è più familiare il sentimento del mistero, che ha perso la facoltà di meravigliarsi e umiliarsi davanti alla creazione è come un uomo morto, o almeno cieco [...]” (A. Einstein citato in [21]). Questo senso di mistero deve venire prima della volontà di conoscere e capire, prima delle semplificazioni imposte dalla fisica, prima dell’eliminazione del particolare o, al contrario, della sua esaltazione. Ecco perchè i laboratori *inquiry* proposti da TEMI vogliono enfatizzare l’idea di mistero.

Uno strumento ideale per confrontarsi emotivamente col senso di mistero, affrontare argomenti scientifici e rimanere coinvolti nelle tematiche presentate viene certamente dal teatro scientifico. Di tutte le forme dell’arte, il teatro è forse quella più totalizzante. Unisce in sé pittura, scultura, musica, versi e parole, danza, canto, luci... e può pertanto esprimersi con grandissima duttilità e ricchezza di contenuti e sfumature, sia sul reale sia sul ragionare del reale, per generare senso di mistero profondo e per indicare strade di esplorazione significative.

## B. Gli *inquiry lab* teatrali di TEMI

L’approccio proposto in TEMI è essenzialmente un “ciclo di apprendimento esperienziale” da fare sperimentare direttamente agli insegnanti nello stesso modo in cui lo utilizzeranno con gli studenti. L’esperienza dovrebbe favorire una comprensione più profonda del cambiamento di punto di vista che potranno creare in classe. In particolare viene adottato il modello ciclico di apprendimento, noto come quello “delle 5E” (*Engage/Explore/Explain/Extend/Evaluate*) [22] nel quale il punto essenziale è che le fase iniziale è quella di *engage*, mentre quella di

*explain* viene solo dopo la fase di *explore*. Il laboratorio è diviso in cinque ampie tappe secondo lo schema mostrato in Fig. 1. L'obiettivo di TEMI è quello di sviluppare un programma di formazione in grado di fornire risultati efficaci in numerosi paesi europei. Per fare questo è stato necessario elaborare un modello di lavoro, piuttosto che fornire un'unica prescrizione precisa. I due principi importanti su cui si basano i corsi di formazione nei vari paesi, sono la coerenza e la flessibilità. Il modello perciò include i principi fondamentali condivisi all'interno di TEMI (coerenza), ma quando si tratta dei dettagli di attuazione, questi necessariamente sono sviluppati localmente sulla base delle competenze del gruppo e delle difficoltà locali all'introduzione dell'IBSE (flessibilità).

Il gruppo di Milano utilizza da anni il teatro di scienza con lo scopo principale di generare motivazione, per creare le basi sulle quali poter inserire una didattica efficace. Per riuscire a trasferire il fascino della Fisica, sono stati creati sei spettacoli, che ben si distinguono dalle lezioni per contenuto, modalità con cui gli argomenti vengono presentati e per l'ambiente, il teatro, ben diverso da un'aula. In questi spettacoli è la Fisica la vera protagonista, presentata con il suo linguaggio proprio e non edulcorato, come spesso avviene nella divulgazione. Non vite di scienziati, né lezioni semplificate; ma la recitazione, la gag, la sorpresa, che ruotano intorno ai concetti fisici, che compaiono con il linguaggio meraviglioso, chiaro e potente, proprio della disciplina (non solo termini tecnici, ma anche esperimenti, immagini, grafici). Così il fenomeno fisico non è percepito come freddo e distante, ma coinvolge particolarmente la sfera emotiva che permette di apprezzarlo in modo insolito e fa nascere il desiderio di approfondire e comprendere. Lo sforzo di trovare una lettura così tanto non convenzionale impone a chi lo compie uno studio profondo e vasto per riuscire a trasmettere passione e interesse ad altre persone.

I corsi che proponiamo prevedono quattro pomeriggi di formazione, un lavoro fatto dagli insegnanti al di fuori del corso e un paio di pomeriggi di discussione del lavoro. Prima del corso viene fatta una valutazione delle aspettative e delle conoscenze degli insegnanti attraverso un questionario. Agli insegnanti viene, inoltre, fornito materiale informativo sul metodo IBSE. Durante il corso, gli insegnanti sperimentano una lezione in cui un argomento scientifico viene presentato in modo “teatralizzato”, ossia viene mostrato mettendo in evidenza aspetti non comunemente associati a esso, in modo da creare il senso di mistero e far nascere la curiosità e il desiderio di approfondire per comprendere quanto si è visto. Si evidenzia l'importanza di una corretta grammatica teatrale nell'affrontare esperimenti e/o

problemi di fisica (anche senza l’uso di una teatralizzazione) per metterne in evidenza aspetti importanti e concettualmente affascinanti. Nel corso delle giornate di lavoro gli insegnanti sono chiamati ad analizzare il tema scientifico, a proporre spiegazioni, a valutare la bontà delle spiegazioni proposte nello spiegare fenomeni affini e a proporre nuove letture del tema scientifico che possano essere utilizzate come spunti teatrali. Preparano, infine, una lezione avvalendosi di una grammatica teatrale e si confrontano tra loro e con noi per affinare il processo. Abbinato a ogni corso, e in generale come prima dei pomeriggi di formazione, è prevista la visione di uno spettacolo di teatro scientifico, creato dall’unità di ricerca di Milano appositamente per TEMI e dal titolo “Light mystery”. Agli insegnanti viene, quindi, fornito del materiale per procedere nella sperimentazione del metodo nelle loro classi. Gli insegnanti coinvolti saranno seguiti per anni nella loro pratica scolastica e verranno effettuate delle ricerche sull’efficacia a vari livelli degli *inquiry lab*, anche dopo il loro ritorno in aula in una prospettiva di *designed based research*. I primi frutti, estremamente incoraggianti, di questa ricerca si sono avuti nell'estate 2014.

#### **IV. CONCLUSIONI**

In 42 mesi di lavoro, si prevede che TEMI formerà direttamente alla pratica dell’IBSE più di 800 insegnanti di scienza in tutta Europa (di cui più di 80 in Italia) con un processo a cascata che dovrebbe andare a coinvolgere la didattica di circa 2.500 insegnanti. Per la prima volta in Italia la didattica IBSE viene direttamente collegata al teatro scientifico in un progetto di formazione e ricerca che, a partire dallo spettacolo teatrale “Light Mystery”, appositamente pensato per TEMI, studierà l’efficacia di laboratori di formazione e implementazione dell’IBSE stesso a scuola, basati sul teatro, che tentino di superare almeno in parte le numerose barriere socio-culturali che la ricerca nazionale e internazionale ha da anni posto in luce. L’efficacia del teatro di fisica verrà sperimentata non solo in Italia, ma anche in altri paesi europei attraverso opportuni *inquiry lab* che prevedono la messa in scena dello spettacolo dedicato al progetto, anche nelle lingue inglese e tedesca.

---

[1] Project acronym: TEMI Project full title: Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated  
Proposal ID: 321403 Topic SiS.2012.2.2.1-1: Supporting and coordinating actions on innova-

tive methods in science education: teacher training on enquiry based teaching methods on a large scale in Europe Coordinatore: Prof. Peter McOwan; List of partners: Queen Mary, University of London (UK) - (capofila) ; Università degli Studi di Milano (IT); Universitaet Bremen (DE); University of Limerick (UL); Sheffield Hallam University (UK); Hogskolen I Vestfold (NO); Universitaet Wien (AT); Weizmann Institute of Science Weizmann (IL); Universiteit Leiden (NL); Univerzita Karlova V Praze (CZ) M; Sterrenlab (NL); TRACES (FR); CNOTINFOR (PT)

- [2] <http://spettacolo.fisica.unimi.it>
- [3] Carpineti M, Cavinato M, Giliberti M, Ludwig N, Perini L “Theatre to motivate the study of physics” *Jcom* **10** (01) 1 (2011).
- [4] Carpineti M., Cavallini G., Giliberti M., Ludwig N., Mazza C. e Perini L. “Let’s throw light on matter: a physics show for primary school) *Il Nuovo Cimento* **121 B(8)** (2006) 901.
- [5] Cavinato M. e Giliberti M “La Fisica in un Laboratorio, di Teatro” *Scienzainrete*, 16 April 2010, <http://lascienzainrete.it/node/2299>.
- [6] Carpineti M. e Ludwig N. “Fisica e Teatro: una scommessa vinta dal laboratorio SAT” *Scienzainrete*, 26 April 2010, <http://lascienzainrete.it/node/2427>.
- [7] European Commission, Eurobarometer Unit (2001), Europeans “Science and Technology”, *Eurobarometer*, **55** 2.
- [8] Rocard Report: European Commission “Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe” *Office for Official Publications of the European Commission* (2007).
- [9] PISA products: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/>
- [10] Driver R. “The pupil as scientist?” *Open University Press* (1985).
- [11] Driver R. “Children ideas in science” *Open University Press* (1985).
- [12] Yerrick R. K. “Lower track students’ argumentation and open enquiry instruction” *Journal of Research in Science Teaching*, **37**(8) (2000) 807.
- [13] ESEA: <http://www.epsnews.eu/2013/08/esea-workshop/>
- [14] Cassidy A. Syer, Tanya Chichekian, Bruce M. Shore, Mark W. Aulls “Learning “to do” and learning “about” inquiry at the same time: different outcomes in valuing the importance of various intellectual tasks in planning, enacting, and evaluating an inquiry curriculum” *Instr Sci* **41** (2013) 521.
- [15] Brown PL. Abell S. K. Demir A. Schmidt F. J. “College Science Teachers’ Views of

Classroom Inquiry” *Science education* (2006) 784 Published online Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)).

- [16] Chinn C. A., Malhotra B. A. “Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks” *Science Education* **86** (2) (2002) 175.
- [17] Hye-Gyoung Y., Yong J. J., Mijung K. “The Challenges of Science Inquiry Teaching for Pre-Service Teachers in Elementary Classrooms: Difficulties on and under the Scene” *Res. Sci. Ed.* **42** (2012) 589.
- [18] Meyer D.Z., Meyer A.A., Nabb K. A., Connell M. G., Avery A. “A Theoretical and Empirical Exploration of Intrinsic Problems in Designing Inquiry Activities” *L. M. Res. Sci. Ed.* **43** (2013) 57.
- [19] Windschitl M. “Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice?” Wiley Periodicals, *Inc. Sci. Ed.* **87** (2003) 112; Published online in Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)). DOI 10.1002/sce.10044 - SCIENCE TEACHER EDUCATION - Deborah Trumbull, Section Editor.
- [20] Abd-el-Khalick F. Boujaoude S. Duschl R. Lederman N. G. Mamlok-Naaman R. Hofstein A. “Inquiry in Science Education: International Perspectives” *Inc. Sci. Ed.* **88**: (2004) 397 ; Published online in Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)). DOI 10.1002/sce.10118 - CULTURE AND COMPARATIVE STUDIES Eva Krugly-Smolska and Peter C. Taylor, Section Editors.
- [21] Bersanelli M. e Gargantini M. “Solo lo stupore conosce- L'avventura della ricerca scientifica” *Biblioteca Universale Rizzoli*, Milano (2003).
- [22] Bybee RW, al. et. (1989) “Science and technology education for the elementary years: Frameworks for curriculum and instruction” *The National Center for Improving Instruction*.