

PHYSWARE

LA FISICA E I PAESI IN VIA DI SVILUPPO

ELENA SASSI*

Dipartimento di Scienze Fisiche, Università "Federico II", Napoli, Italia

Viene descritto un intervento intensivo per insegnanti di fisica e loro formatori che ha coinvolto ventiquattro paesi emergenti. L'impostazione costruttivista ha integrato laboratorio con materiali a basso costo e tecnologie mature (sensori *on-line*). Gli sviluppi riguardano l'allargamento dell'iniziativa attraverso una comunità di pratica che integri interventi in presenza e collaborazione a distanza.

1 L'iniziativa PHYSWARE

Dal 16 al 27 febbraio 2009, presso il Centro Internazionale di Fisica Teorica Abdus Salam (ICTP) di Trieste si è svolto PHYSWARE: *A Collaborative Workshop on Low-cost Equipment and Appropriate Technologies that Promote Undergraduate Level, Hands-on Physics Education throughout the Developing World*¹. Per l'ICTP è stato il primo intervento di formazione di insegnanti di fisica riferito a studenti nella fascia di età 15-19 anni². PHYSWARE ha avuto più di 200 domande di partecipazione, da 48 paesi. Una selezione, su criteri di bilancio fra aree del mondo, genere, esperienza pregressa, potenzialità di disseminazione, ecc... ha prodotto un gruppo di 32 partecipanti da 27 paesi divisi tra Africa, Asia, America Latina ed Europa (fig. 1).



Fig. 1 I partecipanti a PHYSWARE 2009.

¹ I direttori del workshop sono stati: Pratibha Jolly (University of Delhi, India), Priscilla Laws (Dickinson College, USA), Elena Sassi (Università di Napoli "Federico II", Italia), Dean Zollman (Kansas State University, USA) con organizzatore locale Joe Niemela (ICTP).

² Questo articolo rielabora, in qualche parte, il Rapporto richiesto da ICTP per ogni corso.

* sassi@na.infn.it

L'iniziativa PHYSWARE, origina dalla *World Conference on Physics and Sustainable Development* (WCPSD, Durban, South Africa, 2005). La conferenza, patrocinata da ICTP, *International Union of Pure and Applied Physics* (IUPAP) ed UNESCO, era focalizzata su quattro settori: *Physics Education, Physics and Economic Development, Energy and Environment, and Physics and Health*. Le raccomandazioni emerse per *Physics Education* furono:

- rafforzare l'insegnamento/apprendimento della fisica in maniere determinate e sostenute da iniziative locali;
- enfasi sul miglioramento della formazione in fisica nella scuola secondaria e per i futuri insegnanti di primaria e secondaria;
- promuovere un insegnamento della fisica di base sostenuto da progetti/esempi sviluppati localmente e familiari ad insegnanti e studenti.

PHYSWARE è stato ideato non come una iniziativa *una tantum* ma come una serie di *workshop* per creare reti di persone dedicate a migliorare la formazione in fisica nei paesi emergenti. Il gruppo multiculturale che ha lavorato a Trieste, formato da ottimi insegnanti, formatori, autorità educative (a volte con responsabilità regionali o nazionali) ha mostrato buone potenzialità per svolgere ruoli guida nella disseminazione dell'impostazione e dei contenuti proposti. All'inizio i partecipanti sono stati incoraggiati a presentare poster informali su loro iniziative didattiche innovative o situazioni emblematiche della didattica della fisica nella loro istituzione o regione in modo tale da promuovere la conoscenza reciproca e l'identificazione di aree di interesse condivise³.

Le attività, ad immersione totale, si sono articolate su dieci giorni lavorativi. Ogni giornata comprendeva quattro moduli di 105' e, nella maggior parte dei casi, una sessione serale di circa 2 ore dedicate a temi extracorsuali, (p. es. le donne nella scienza, le strumentazioni avanzate in corso di sviluppo al M-Lab dell'ICTP, le tecnologie *wireless* a basso costo, il *computer MIT* "da cento dollari", la *Physics Education* nei paesi emergenti e le possibili azioni dell'ICTP in questo settore).

2. Impostazione e attività di PHYSWARE

La qualità dell'educazione scientifica è oggi riconosciuta come uno dei fattori strategici sia per lo sviluppo socio economico sia come condizione per vivere ed operare in modo partecipativo e consapevole nell'attuale Società della Conoscenza. D'altra parte recenti indagini (cfr. le ricerche

dei progetti internazionali PISA, TIMMS, ROSE [1]) hanno dimostrato una diffusa inadeguatezza dei sistemi educativi studiati ed in particolare una forte disuniformità nella preparazione scientifica non solo nel confronto tra differenti paesi ma anche tra aree diverse di uno stesso paese. Tutto ciò costituisce una sfida che richiede scelte politiche, risorse adeguate, nuovi approcci ed atteggiamenti in tutti gli attori dei sistemi educativi. A questo proposito val la pena citare il Rapporto dell'ex primo ministro francese Michel Rocard "*Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*"[2] che con le sue raccomandazioni (vedi **box 1**) è riferimento riconosciuto.

Nell'ambito della Ricerca in Didattica della Fisica un filone importante è quello della formazione insegnanti, in quanto elemento centrale per l'innovazione educativa. C'è forte attenzione sulla connessione fra risultati della ricerca e programmi di formazione insegnanti pre ed in servizio [3]. È anche esperienza consolidata che l'innovazione educativa non sia un processo a gradino. Occorre tempo per superare resistenze/inerzie dei sistemi educativi, raggiungere standard di qualità e reale crescita professionale degli insegnanti. PHYSWARE è stata una prima esperienza per migliorare la qualità della formazione in fisica nei paesi emergenti, con forte enfasi sul laboratorio facilmente riproducibile e sull'apprendimento attivo. Le sue parole chiave, sulle quali esiste un largo accordo in ambito educativo, sono: apprendimento attivo, metodi centrati sullo studente, attività "*hands/minds-on*", ciclo d'apprendimento tipo PEC (Previsione, Esperimento, Confronto), integrazione di tipi di laboratorio diversi (con materiali comuni/locali a basso costo, con tecnologie mature, con analisi quantitative di immagini dinamiche, ecc...). In breve, metodi e approcci coerenti con una visione costruttivista dell'apprendimento/insegnamento. Gli obiettivi specifici di PHYSWARE sono stati:

- costituire un gruppo di eccellenti insegnanti e formatori di insegnanti di fisica provenienti da paesi emergenti con culture/tradizioni molto diverse;
- puntare sulla comprensione di nodi concettuali cruciali per costruire conoscenza di fisica (iniziando da Meccanica, quasi sempre primo argomento nei corsi di fisica);
- fare esperienza di approcci/proposte per una partecipazione attiva degli studenti, nello spirito dell'apprendimento collaborativo tra pari;
- sperimentare prototipi di attività "*hands/minds-on*" adattabili a differenti culture, contesti e risorse disponibili; realizzare una sinergia fra laboratorio a basso costo e uso appropriato di ICT (Information Communication Technologies);
- condividere esperienze e problemi sulla disseminazione, nei paesi dei partecipanti, dei metodi proposti;
- esplorare possibilità di comunità virtuali di apprendimento e di pratica.

³ Lo sviluppo delle relazioni nel gruppo è stato facilitato dall'essere tutti alloggiati nell'accogliente Adriatico Guest House dell'ICTP, sulla baia di Miramare e dal fatto che tutto si svolgeva lì.

PHYSWARE ha combinato attività basate su risultati della ricerca educativa con approcci utilizzando materiali a basso costo e tecnologie mature. Si è discusso di cicli di apprendimento e sono stati usati strumenti di diagnosi didattica su nodi concettuali in cinematica e dinamica. Nella prima settimana si sono svolti esperimenti con materiali reperibili nei paesi emergenti, per esempio pendoli come orologi in unità arbitrarie (bulloni, piccoli frutti, palline di argilla, ... come masse e fili di fibra, lenza, cordicelle, ...); moti di biglie su rampe, smorzamento di un pendolo con un fiore di albero di mogano, dapprima intero e poi con i petali rotti e messi insieme per variarne la forma e non la massa, ecc... (fig. 2).

Questo tipo di laboratorio ha suscitato molto interesse per la sua facilità di riproduzione anche in contesti con pochissime risorse. Il coinvolgimento degli studenti nel reperimento di materiali locali, spesso naturali, è riconosciuto come fattore motivante. I partecipanti, in piccoli gruppi (2-3 persone) per sfruttare l'apprendimento tra pari, hanno sviluppato procedure innovative, per apparati e metodi di misura, sfruttando, per esempio, anche i loro cellulari, come misuratori tecnologici di tempo. Nella seconda settimana l'enfasi si è spostata verso l'uso di tecnologie mature e di medio costo, come sensori/trasduttori *on-line* con PC⁴ e sistemi di analisi di *video clip* di moti didatticamente interessanti. È stato discusso anche l'uso di simulazioni, affrontando l'integrazione fra laboratorio e simulazione per favorire l'apprendimento concettuale. I pericoli che possono derivare dalla vicarianza di esperimenti con simulazioni o attività in ambienti virtuali sono stati discussi, questo rischio

⁴ Tre sistemi sono stati usati: COACH, Logger Pro e PASCO, prestati rispettivamente da AMSTEL (NL), Vernier (USA), Gruppo di ricerca in Didattica della Fisica, Università di Udine.

Box 1

R1: Because Europe's future is at stake decision-makers must demand action on improving science education from the bodies responsible for implementing change at local, regional, national and EU level;

R2: Improvements in science education should be brought about through new forms of pedagogy: the introduction of inquiry-based approaches in schools, actions for teachers training to Inquiry Based Science Education (IBSE), and the development of teachers' networks should be actively promoted and supported.

R3: Specific attention should be given to raising the participation of girls in key school science subjects and to increasing their self-confidence in science.

R4: Measures should be introduced to promote the participation of cities and the

local community in the renewal of science education in collaborative actions at the EU level aimed at accelerating the pace of change through the sharing of know-how. *R5:* The articulation between national activities and those funded at the EU level must be improved and the opportunities for enhanced support through the instruments of the FP and the programmes in the area of education and culture to initiatives such as Pollen and Sinus-Transfer should be created. The necessary level of support offered under the Science in Society (SIS) part of the FP7 for Research and Technological Development is estimated to be around 60 ml euros over the next 6 years.

R6: A EU Science Education Advisory Board involving all stakeholders, should be established and supported by the EU Commission within the SIS framework.



Fig. 2 Smorzamento di un pendolo, accelerometro, esperimenti in tempo reale.

essendo verosimile in situazioni con scarsi laboratori e/o insegnanti con poca esperienza sperimentale. Molto proficuo è stato il lavoro in piccoli gruppi su progetti proposti dai partecipanti, spesso su argomenti diversi da quelli discussi, come una proposta di finanziamento e un programma di formazione per futuri insegnanti. Nei progetti c'è stata intensa condivisione fra partecipanti ed organizzatori. I progetti sono stati sintetizzati in poster e/o presentazioni *Power Point* e quasi tutti condivisi attraverso un *blog* realizzato da una partecipante.

Il tema complesso del ruolo della tecnologia nella didattica della fisica è emerso più volte, anche con alcuni fraintendimenti comuni, come l'idea che la tecnologia *di per sé* possa risolvere i problemi didattici, che sia condizione necessaria per una buona didattica della fisica, che occorra concentrare le risorse sull'acquisizione di supporti tecnologici. Questo tema, molto dibattuto nel passato, riemerge ancora oggi nei paesi in via di sviluppo, sia per l'invasiva presenza del mercato sia per una tendenza a esportare e/o imitare pratiche dei paesi ricchi. In realtà una visione più matura va oltre la contrapposizione fra quella (che potremmo chiamare *tecnologista*) che vede la tecnologia come fattore indipendente di innovazione educativa e quella (che potremmo chiamare *umanista*) che vede la tecnologia come strumento per attuare modalità innovative di apprendimento concepite in termini indipendenti dalla tecnologia. In realtà fra tecnologia e scienze educative esiste un rapporto di reciproca fecondazione capace di portare ad innovazioni educative che non sarebbero possibili né con un approccio di tipo "tecnologista" né con uno di tipo puramente "umanista". In PHYSWARE il confronto su questi temi è risultato particolarmente significativo per la sua influenza sulle concezioni di fondo alla base dei processi di innovazione educativa.

Il laboratorio con materiali facilmente reperibili e a basso costo ha suscitato forte interesse. Per esso un riferimento importante è stata l'esperienza pluriennale che il gruppo di ricerca DF/ICT [4] sta svolgendo nel progetto GULUNAP tra l'Università "Federico II" di Napoli e quella di Gulu in Nord Uganda. A Gulu nel 2002 è stata fondata l'Università, come segno di speranza e fiducia in una zona devastata da decenni di guerra fra l'esercito governativo e l'Esercito di Resistenza del Signore (LRA) e dove ancora più di un milione di ugandesi vivono, in condizioni disumane, in campi profughi (*Internally Displaced People camps*). Nel 2004 l'Università di Napoli ha fondato a Gulu una Facoltà di Medicina [5] e da allora interviene anche a sostegno della Facoltà di Educazione Scientifica per la preparazione degli insegnanti delle scuole secondarie, anch'esse devastate dalle stragi. GULUNAP-Scienze forma futuri insegnanti ed insegnanti in servizio, che spesso non hanno né preparazione adeguata né risorse. Anche qui ci siamo riferiti alle raccomandazioni del Piano di

Azioni della WCPD. Nel 2006 il primo NUTS (*North Uganda Teachers of Science workshop*) ha formato una quarantina di insegnanti di fisica delle scuole del distretto di Gulu. Per una settimana, in immersione totale, questi insegnanti hanno integrato discussioni su nodi concettuali di base e laboratorio con materiali locali/riciclati (per esempio costruzione ed uso di telemetri di legno, per rilevare angoli e distanze, sono serviti per affrontare misura, errori, ed anche collegarsi alle pratiche edilizie locali). Ogni insegnante è tornato a scuola con alcuni apparati facilmente riproducibili e disseminabili, p. es. camere oscure, pendoli, manometri, sterilizzatori d'acqua solari... (fig. 3).

Stiamo ora programmando NUTS 2 e 3 per coinvolgere insegnanti di fisica anche da altri distretti nord-ugandesi, specialmente quelli che hanno studenti provenienti dai campi profughi. L'obiettivo è iniziare una catena di formazione che favorisca il passaggio da una memorizzazione di formule alla costruzione di conoscenza disciplinare attraverso apprendimento attivo con molte attività di laboratorio (a basso costo, con sensori, con apparati tradizionali, ...).

3 Uso delle "social technologies" per la crescita di PHYSWARE

Durante PHYSWARE si è avuto un alto interesse, teorico e pratico, per la comunicazione mediata da tecnologia. In particolare è stato utilizzato un *blog* spontaneamente creato da una partecipante sudamericana, e un'area "wiki" appositamente creata in previsione del corso. Ciò ha dimostrato apertura e predisposizione verso forme di comunicazione di gruppo indipendenti da fattori spazio/temporali e ha lasciato intravedere la praticabilità di processi di sviluppo di competenze professionali basate su comunità di pratica interagenti in ambito virtuale, il solo modo, a quanto oggi appare, per affrontare in modo operativamente ed economicamente efficace, il problema della formazione continua su scala medio-grande. La formazione in presenza non è più vista soltanto come un momento intensivo di acquisizione di competenze, ma anche, o forse soprattutto, come momento di fondazione e di progettazione dell'attività a distanza, che per sua natura si sviluppa su archi temporali molto più lunghi. I vantaggi della collaborazione a distanza sono stati evidenziati da molte ricerche nel settore della CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*) (vedi box 2). Per PHYSWARE va evidenziato l'ulteriore vantaggio del reciproco sostegno fra insegnanti che altrimenti si troverebbero isolati proprio nel momento più critico quando, tornati nel loro contesto, devono portare nelle classi o disseminare le pratiche e i metodi innovativi appresi. In PHYSWARE è emersa fortemente l'esigenza di costituire una *Community of Learning and Pratiche* (CoLaP) per continuare l'interazione e stabilizzarla, costituire

e rinforzare comunità locali, ottenere risultati concreti nei diversi contesti, ecc... Nello sviluppo di questa CoLaP nuove persone e paesi entreranno man mano, attraverso la serie dei *workshop*; si costituiranno filoni coerenti con culture e contesti locali, pur nell'ambito di una cornice unitaria. Le competenze condivise/acquisite permetteranno di produrre attività di classe e laboratorio, piani pedagogici, procedure/strumenti di valutazione, incontri, documenti, ...

4 Conclusioni e sviluppi futuri

Il successo di PHYSWARE è stato indicato dalla valutazione finale, dal coinvolgimento dei partecipanti e dall'interesse per i materiali distribuiti: libri da John Wiley Inc., ICTP, IUPAP-ICPE, Indian Academy of Science; Logger Pro *software* e qualche *hardware* da Vernier International; *software* da COACH AMSTEL. La rete costituitasi ha ottimi insegnanti e formatori di insegnanti che conoscono bene i problemi della formazione in fisica nei loro paesi. Costoro hanno acquisito competenze per adattare l'impostazione di PHYSWARE a specifici problemi e contesti; diversi hanno piani per un loro ruolo attivo localmente.

Un piano quinquennale di azioni è in via di presentazione all'ICTP. È articolato in cinque componenti: 1) Organizzazione di uno o due PHYSWARE all'anno, per affrontare sia contenuti di base che di ricerca attuale e sue applicazioni adatte all'educazione terziaria, sempre nell'ambito di una visione costruttivista e con enfasi sull'uso di apparati a basso costo e tecnologie mature. Questi PHYSWARE vanno svolti a Trieste e in paesi emergenti per affrontare contesti specifici ed anche usare risorse locali rilevanti per lo sviluppo regionale. 2) Integrare moduli di Physics Education nei programmi attuali dell'ICTP, come *Diploma and Post Graduate Programmes*. 3) Creare Associati ICTP anche per *Physics Education*, secondo la tradizione collaudata per altri campi di ricerca.

Box 2

Il campo di ricerca del CSCL per sostenere gruppi che condividono obiettivi di apprendimento e crescita professionale è relativamente recente, può essere utile accennarne. Esso integra la formazione in presenza (localizzata spazialmente e temporalmente) con la collaborazione nella comunità virtuale (spazialmente distribuita e asincrona). C'è accordo generale su CSCL come strumento necessario per far evolvere le competenze professionali al passo con il crescente sviluppo scientifico/tecnologico e con i cambiamenti sociali. Ciò che di fatto accade è la crescita graduale di una comunità virtuale di persone che non solo condividono esperienze, risorse, informazioni, ..., ma in più costruiscono nuova consapevolezza di problemi e soluzioni. Una *Community of Learning and Practice* (CoLaP) è simultaneamente luogo

dove nasce nuova conoscenza e dove si deposita conoscenza in evoluzione. Costruirne una non è un problema meramente tecnologico (quale *software* usare, come imparare ad usarlo, ..) ma piuttosto significa acquisire atteggiamenti cooperativi e creativi, impegnarsi per la comunità, percepire e sostenere i suoi valori, concordare un vocabolario comune, essere disponibili a risolvere possibili conflitti, ... Una CoLaP non nasce spontaneamente una volta disponibile il supporto tecnologico; occorre pianificare attentamente il suo decollo, rodaggio e stabilizzazione; sono necessari facilitatori esperti di contenuti disciplinari e dinamiche sociali. Analogamente a quanto succede in altri campi, l'introdurre tecnologia non è condizione sufficiente per migliorare la formazione insegnanti.

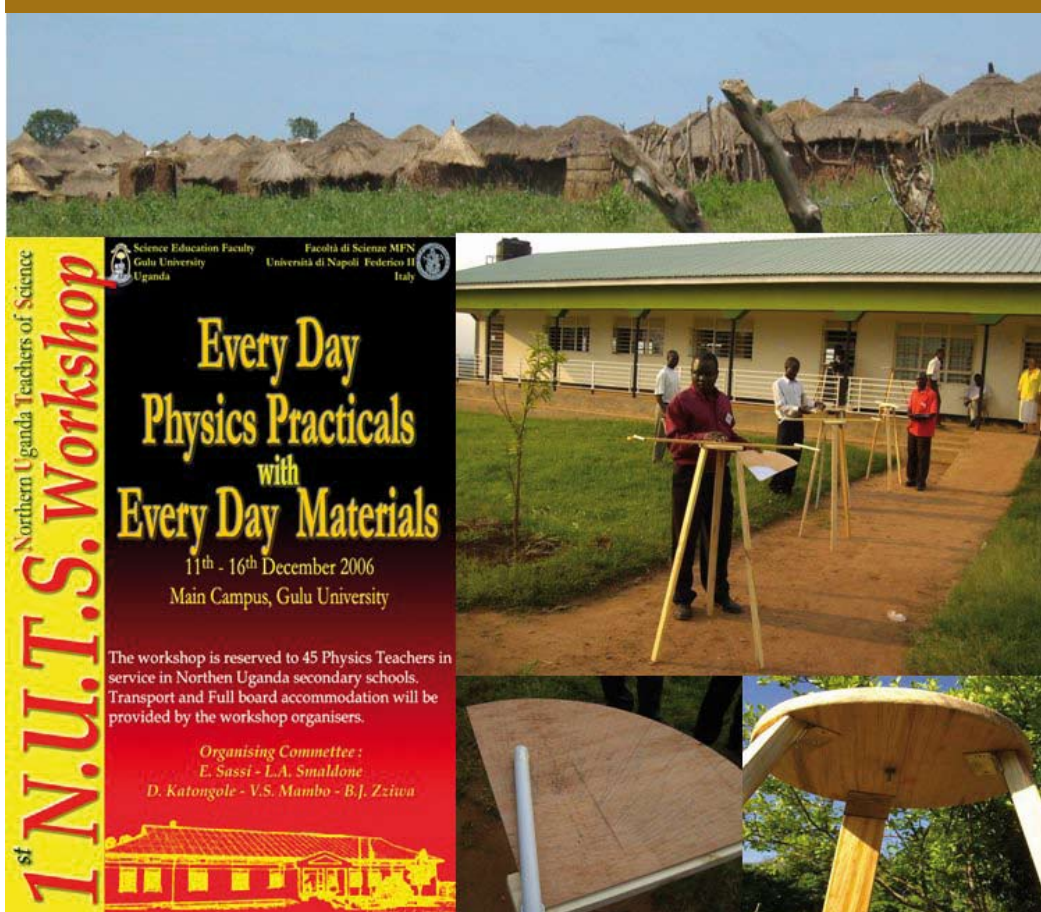


Fig. 3 NUTS: formazione insegnanti di fisica in servizio in nord Uganda.

4) Stabilire una CoLaP internazionale fornendo infrastrutture e servizi. Questa comunità di pratica fungerebbe da giacimento di risorse di qualità per la formazione in fisica, specialmente per i paesi emergenti. 5) Ricercare fondi per il piano d'azione quinquennale.

Oltre all'ICTP, occorre che diverse istituzioni legate alla formazione in fisica, prendano interesse e parte al progetto PHYSWARE, almeno inizialmente attraverso la partecipazione/ supporto ad un Comitato presso l'ICTP, per esempio EPS-PED, GIREP, AAPT, ESERA. In particolare la SIF ha un importante ruolo da svolgere, non solo per i legami con l'ICTP ma anche per la sensibilità verso i temi della formazione. La formazione insegnanti di fisica svolge un ruolo importante sia nei paesi in via di sviluppo sia in quelli industrializzati, ed occorre impegnarsi per migliorare la sua qualità, se si intende contribuire allo sviluppo della Società della Conoscenza.

Ringraziamenti

Si ringrazia Giorgio Olimpo dell'Istituto Tecnologie Didattiche, CNR, Genova, per commenti e suggerimenti.

Bibliografia

- [1] <http://www.pisa.oecd.org>,
<http://nces.ed.gov/timss/>,
<http://www.ils.uio.no/english/rose/about/rose-brief.html>
- [2] http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- [3] M. Vicentini e E. Sassi (a cura di), "Connecting Research in Physics Education with Teacher Education, Volume 2", (International Commission on Physics Education, <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/index.html>) 2008; A. Tiberghien, E. L. Jossem, J. Barojas (a cura di), "Connecting Research in Physics Education with Teacher Education", (International Commission on Physics Education, <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/index.html>) 1998.
- [4] S. Lombardi, G. Monroy, E. Sassi, I. Testa, Gruppo di ricerca in Didattica della Fisica sostenuta da ICT:
<http://www.fisica.unina.it/Gener/did/did.html>
- [5] <http://www.gulunap.unina.it/index.htm>

Elena Sassi

È Professore Ordinario di Didattica della Fisica, Facoltà di Scienze, Università "Federico II", Napoli, e coordina il gruppo "Didattica della Fisica e Information-Communication Technology (DF/ITC)". Ex-ricercatrice in Particelle Elementari (CERN, Frascati), ha partecipato alla scoperta della J/ψ . Ex-presidente del CCL in Fisica. Ha partecipato a diversi progetti EU su temi di formazione in fisica; attualmente lavora in *Material Science University-School partnerships for research-based modules on Material Properties*. È stata più volte valutatore di progetti EU. È componente della *Physics Education Division* della EPS e della *International Commission for Physics Education (ICPE)* della IUPAP. Ha pubblicato un centinaio di contributi su riviste con referee e atti di congressi internazionali.



ATTI DI CONFERENZE CONFERENCE PROCEEDINGS

Vol. 98 - Vulcano Workshop 2008 Frontier
Objects in Astrophysics and Particle Physics

F. Giovannelli and G. Mannocechi
Vulcano, 26-31 May 2008
Pag. 644, Price EUR 123,00
Prezzo Soci EUR 98,40

