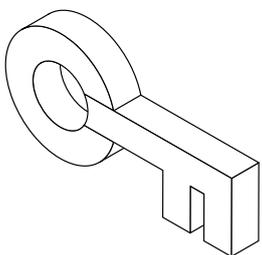


PROCEEDINGS

**TRIESTE 1/6 OTTOBRE 2007**  
STAZIONE MARITTIMA



COMUNICARE  
FISICA.07

# PROCEEDINGS

COMUNICARE FISICA.07 **TRIESTE 1/6 OTTOBRE 2007**

Conferenza-Workshop nazionale sulle tematiche e sulle metodologie della *comunicazione* della fisica e delle altre scienze. Linguaggi e strumenti della *comunicazione* scientifica verso il pubblico.

FRASCATI PHYSICS SERIES

Italian Collection – Scienza Aperta Volume II  
Atti 2° Convegno Comunicare Fisica e altre Scienze  
ISBN 978-88-86409-59-9

*a cura di*

Francesco Longo e Erica Novacco

*con il patrocinio*

Comune di Trieste

Società Italiana di Fisica

Regione Autonoma

Friuli Venezia Giulia.

*sponsor*

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Consorzio per l'incremento degli studi  
e delle ricerche dei Dipartimenti di Fisica  
dell'Università di Trieste

Dipartimento di Fisica  
dell'Università degli Studi di Trieste

ICTP – International Centre  
for Theoretical Physics

Sincrotrone Trieste S.C.p.A

Università degli Studi di Udine

# COMUNICARE FISICA.07

## CHAIR

Andrea Vacchi (INFN Trieste)  
Franco L. Fabbri (INFN Lab. Frascati, *co-chair*).

## COMITATO ESECUTIVO

Rinaldo Baldini (Centro Fermi)  
Sergio Bertolucci (INFN)  
Elisabetta Durante (Ugis-Il sole24ore)  
Franco L. Fabbri (INFN Lab. Frascati)  
Stefano Fantoni (SISSA Trieste)  
Barbara Gallavotti (Ugis-Rai)  
Michelangelo Mangano (CERN)  
Luciano Pietronero (Università di Roma1)  
Sergio Ratti (Università di Pavia)  
Franco Romano (Università di Bari)  
Angelo Scribano (Università di Siena)  
Andrea Vacchi (INFN Trieste).

## COMITATO ORGANIZZATORE

Romeo Bassoli (INFN)  
Marco Budinich (Università di Trieste)  
Silvia Coletti (ENEA, Casaccia)  
Nadia D'Antoni (Università di Trieste)  
Giuseppe Della Ricca (Università di Trieste)  
Franco L. Fabbri (INFN Lab. Frascati)  
Francesco Longo (Università di Trieste)  
Mauro Messerotti (INAF Trieste)  
Emilia Mezzetti (Università di Trieste)  
Marisa Michelini (Università di Udine)  
Manuela Montagnari (Università di Trieste)  
Erica Novacco (INFN Trieste)  
Giorgio Paolucci (Sincrotrone, Trieste)  
Piero Patteri (INFN Lab. Frascati)  
Nico Pitrelli (SISSA Trieste)  
Rita Serafini (AIF)  
Claudio Tuniz (ICTP)  
Andrea Vacchi (INFN Trieste)  
Roberto Visintini (Sincrotrone, Trieste).

“UN UOMO SI METTE IN MARCIA  
PER RAGGIUNGERE, PASSO  
A PASSO, LA SAGGEZZA.  
NON È ANCORA ARRIVATO.”

Italo Calvino, *Palomar* (1983)

Comunicare, nel contesto scientifico, nasce dall'esigenza di informare e condividere ipotesi, teorie, scoperte certe e in divenire. Le scienze fisiche, che nei decenni passati sono progredite tumultuosamente e a ritmi velocissimi, hanno a volte visto i ricercatori arroccarsi in un mondo proprio senza la capacità e la volontà di comunicare. Nel contempo, dalla scuola e da tutte le persone che desiderano ampliare i loro orizzonti è nata una richiesta più o meno esplicita ma costante di condivisione che è divenuta complicità, stimolo e incentivo per il ricercatore e la struttura in cui egli è inserito. Ecco quindi l'esigenza di stabilire canali privilegiati di comunicazione tra il ricercatore e il mondo esterno, con una particolare attenzione al mondo della scuola che è il tramite per raggiungere in tempi più lunghi elementi di linguaggio comune in grado di saziare curiosità e interesse.

Si è fatto! È motivo di orgoglio e soddisfazione vedere quanto sia stato fatto in anni recenti, quante iniziative, mostre, festival, impegni formativi specifici per operatori dedicati: un indubbio progresso. Ora è tempo di consolidare, mettersi in ascolto, stimolare e dare spazio alla richiesta esplicita che viene dal mondo esterno alla scienza. Abbiamo fatto nascere l'offerta di una scienza accessibile e seducente, il prossimo passo è crescerla con continuità, affiancandola in particolare alle richieste che vengono dalla scuola. Il punto di incontro è il nostro convegno ComunicareFisica. Credo che l'edizione CF2007, i cui atti raccogliamo in questo volume, abbia segnato il giro di boa, le sensibilità dei ricercatori si sono risvegliate così come la voglia di comunicare e di mettere a punto un linguaggio che renda questa comunicazione possibile risvegliando il piacere di raccontare e di ascoltare.

→ **Andrea Vacchi**

Responsabile dell'organizzazione del convegno a Trieste.

Membro di Giunta Esecutiva dell'INFN

e direttore editoriale della rivista *Asimmetrie*.

## **Comunicare la Scienza. Un compito imprescindibile per tutti.**

La comunicazione pubblica della scienza è divenuta negli ultimi anni un compito concreto ed una sfida sempre più attuale per i ricercatori. L'apprezzamento e la valutazione, da parte della società, del lavoro svolto dagli enti di ricerca richiede, infatti, una conoscenza precisa degli scopi e dei risultati nei diversi campi di ricerca. Di chi è il compito di raccogliere questa sfida? L'approccio più immediato è promuovere una sempre più stretta e feconda collaborazione tra scienziati ed esperti di comunicazione. Percorso peraltro già in parte attivato, e con buon esito, anche se non in ogni settore della ricerca. Nel contempo, tuttavia, la sfida della comunicazione della scienza va colta, *in primis*, da parte dei ricercatori stessi, i quali, non solo sono invitati a maturare una crescente consapevolezza della necessità imprescindibile della comunicazione con il pubblico, ma sono anche, e soprattutto, chiamati ad acquisire una sempre maggiore professionalità in questo campo.

## **Il perché di questa conferenza.**

La seconda edizione della Conferenza ComunicareFisica si è svolta, nella prima settimana di ottobre 2007 a Trieste, a cura della locale Sezione dell'INFN. Trieste, con il notevole numero e la caratura degli enti di ricerca e delle istituzioni accademiche presenti sul proprio territorio nonché con la sua vocazione allo scambio culturale, all'apertura internazionale e alla ricerca, si configura come *Città della scienza*. Quale contesto più appropriato, quindi, per continuare il dibattito iniziato nel 2005, in occasione dell'anno mondiale della fisica?

Con la seconda edizione di ComunicareFisica si è voluto prendere ulteriore contatto diretto con le iniziative ed i progetti, messi in atto dalla comunità dei fisici e dei comunicatori della scienza, per rendere la fisica sempre più parte della società italiana.

Le tematiche previste per la conferenza intendevano, pertanto, coprire le vaste aree della comunicazione pubblica della scienza: dalle modalità specifiche nei diversi media, alla progettazione e alla realizzazione di incontri ravvicinati con il mondo della ricerca; dai grandi eventi al mondo della scuola e dell'orientamento. La stessa motivazione alla comunicazione, da parte degli scienziati, e l'impatto di quest'ultima nei confronti del mondo dei media e della politica, sono state occasioni di ampi dibattiti e confronto.

## **Motivi e spunti emersi nella conferenza.**

Gli scopi della conferenza ComunicareFisica 2007 sono stati ampiamente raggiunti. La notevole e qualificata partecipazione da parte di fisici, docenti e comunicatori ha permesso di sviscerare problematiche quali: la formazione degli scienziati alla comunicazione; la delicatezza del rapporto con i media; la difficoltà nel valutare gli impatti della comunicazione sul tessuto sociale; le similitudini e le differenze della comunicazione rispetto alla didattica; l'urgenza di imparare i nuovi linguaggi e le nuove tecnologie. Oltre a ciò, nel corso della Conferenza sono emerse, ancora una volta, la vitalità e la creatività del mondo della ricerca fisica in Italia, anche dal punto di vista della comunicazione scientifica verso il pubblico.

Quali gli spunti su cui è necessario riflettere ancora e investire?

Nonostante l'impegno fattivo e appassionato di molti ricercatori nella comunicazione della scienza, il ruolo del ricercatore-comunicatore non è ancora correttamente valutato e adeguatamente supportato da parte degli enti di ricerca cui essi afferiscono. È emersa inoltre la necessità di instaurare una reale osmosi con il mondo della didattica: solo potenziando le competenze e alimentando l'entusiasmo dei docenti, di ogni ordine e grado, è possibile pensare di infondere nella popolazione la coscienza degli aspetti positivi dello studio delle scienze per la società. Da ultimo, ma non per ultimo, è stata sottolineata l'urgenza di creare una concreta sinergia nell'ambito delle attività di comunicazione della scienza, sì da potenziare e mettere in rete le risorse per conoscere il mondo della ricerca messe a disposizione della collettività. Una possibile proposta in tal senso, emersa dal dibattito, è quella di realizzare un *portale unico della comunicazione scientifica della Fisica* nel quale far confluire ricchezze e opportunità dei diversi progetti. Una comunione di intenti e di prospettive, una opportunità in più per comunicare la Fisica quale parte importante della cultura. Probabilmente un compito che lasciamo a ComunicareFisica 2010.

→ **Francesco Longo<sup>[a, b]</sup>, Erica Novacco<sup>[a]</sup>**

<sup>[a]</sup> INFN sezione di Trieste, via Valerio 2, 34127 Trieste

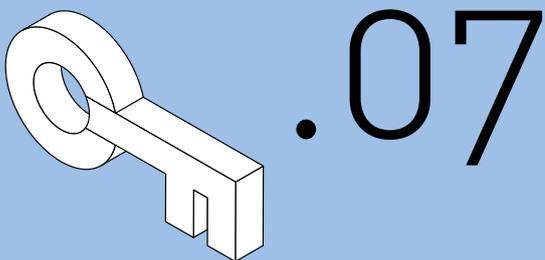
<sup>[b]</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, via Valerio 2, 34127 Trieste

# SOMMARIO 1/242

SESSIONE ZERO	7
Apertura.	
SESSIONE UNO	12
Perché comunicare scienza. Chi comunica e a chi si comunica.	
SESSIONE DUE	52
Linguaggi e strumenti della comunicazione verso il pubblico.	
SESSIONE TRE	94
Grandi progetti della comunicazione scientifica.	
SESSIONE QUATTRO	112
Comunicazione e scuola.	
SESSIONE CINQUE	125
La comunicazione nell'era di internet.	
SESSIONE SEI	146
Musei, festival e fiere.	
SESSIONE SETTE	167
Progetto Lauree Scientifiche.	
SESSIONE OTTO	186
Incontri ravvicinati con la fisica & La Fisica che gioca.	
SESSIONE NOVE	231
Conclusioni.	
INDICE	235

## SESSIONE ZERO

Apertura.



# MATEMATICA AL CINEMA: CHE PASSIONE

→ Michele Emmer

Dipartimento di Matematica G. Castelnuovo, Università di Roma "La Sapienza", piazzale A. Moro, 001845 Roma

## Sommario

Negli ultimi anni vi è stato un notevole interesse nel cinema e nel teatro ad utilizzare matematici nei ruoli dei protagonisti. Con alcuni esempi di film recenti si vuole dare un'idea del perché questo fenomeno abbastanza imprevedibile stia accadendo.

## 1 Introduzione

"Se sono in viaggio e desidero conversare con i miei vicini, alla domanda su che mestiere faccio dico l'avvocato. Se non ho voglia di parlare basta che dico che faccio il matematico". Queste parole scriveva più di sessanta anni fa un famoso matematico, G. H. Hardy.[1] Molti anni dopo in un articolo dell'American Mathematical Society Patricia Kenshaft suggeriva che era giunto il momento di migliorare l'immagine dei matematici e della matematica. Osservava che i matematici troppo spesso sono considerate persone fredde e insensibili. L'articolo era scritto nel 1987. [2]

Da allora sono passati gli anni e la situazione è radicalmente mutata. I matematici sono divenuti molto popolari come personaggi principali in spettacoli teatrali e in film; libri che raccontano la vita di matematici hanno grande successo, si scrivono molti libri che tentano di divulgare argomenti matematici. Certo un motivo preciso perché i matematici attirano i media è che ci sono esempi clamorosi di vite di matematici che hanno dell'incredibile. Penso alla vita di Ramanujan, autodidatta indiano che diventerà un famoso matematico, avendo avuto a disposizione solo libri di liceo o poco più; penso a Galois, che muore in duello a 22 anni, dopo aver rivoluzionato la matematica della sua epoca in modo talmente raffinato che ci vorranno anni perché i matematici lo capiscano. O la vita di John Nash raccontata in parte nel film *A Beautiful Mind*, [3] della sua follia, del suo ritorno nella comunità scientifica dopo tanti anni, del premio Nobel.

Certo di molti matematici non avrebbe senso raccontare la vita. Ennio De Giorgi, morto nel 1994, uno dei più importanti matematici della seconda parte del secolo scorso, ha praticamente vissuto sempre all'interno della Scuola Normale Superiore di Pisa. Nulla di avventuroso. E solo alcuni matematici, non tutti, sanno che il famoso teorema di De Giorgi-Nash che risolveva il XIX problema posto dal matematico Hilbert agli inizi del Novecento era stato dimostrato per primo da De Giorgi e poi da Nash, con tecniche diverse. Ovviamente nel film su Nash non se ne parla. In un film si possono mostrare allucinazioni ma non spiegare profondi teoremi di matematica. Insomma il cinema ed anche il teatro si interessano sempre di più di matematica.

"Insegnante: Spero che la matematica vi piaccia e spero che potremo lavorare bene insieme pur tentando continuamente di risolvere problemi... Sì, cominciamo a conoscerci... se c'è qualcuno che ha delle domande da fare lo faccia senza timore.

**Studente:** Ecco, io parlo a nome di un gruppo di lavoro interdisciplinare che si è formato per studiare il rapporto tra scienza, arte e letteratura. Ecco, noi volevamo chiedere qualcosa riguardo il quadrato magico raffigurato nell'incisione di Albrecht Dürer *Melencolia I*.

**Insegnante:** Sì, *Melencolia*, me lo ricordo.

**Studente:** Pare che nel Rinascimento si fosse convinti che il quadrato magico di ordine quattro potesse scacciare sentimenti come la malinconia e la tristezza.

**Insegnante:** Ah, sì! Interessante. Quindi...

Studente: Vede, il professore ci ha detto che Dürer ha fissato in basso la data del quadro che è infatti stato composto nel 1514. Mi sta seguendo?

**Insegnante:** Sì.

Studente: Ecco, noi vorremmo sapere come fa a dare sempre 34 sommando ogni riga e ogni colonna e ogni diagonale.

**Insegnante:** Dà sempre 34...

Studente Sì, se lei ce lo può far vedere.

**Insegnante:** Mah! Mi sembra un po' fuori dal programma e poi magari non a tutti interessa...

Studente Sì, sì, ci interessa! Sì, lo spieghi, lo spieghi!

**Insegnante:** Vi interessa... ehm; come primo giorno di scuola non sarebbe meglio un po' ambientarsi...

Studente: Ma guardi professore che non è obbligato.

**Insegnante:** Sì, certo... ehm!" (Si alza e va alla lavagna; resta incerto sul da farsi; viene salvato dal suono della campanella che interrompe la lezione.)

Il dialogo tra il nuovo insegnante di matematica di nome Michele e gli studenti è tratto dal film *Bianca* di Nanni Moretti, del 1983.[4] Moretti vi impersonava l'insegnante alle prese con la difficoltà di trattare la matematica in modo meno pedante e noioso, di affrontare in particolare le possibili relazioni tra matematica e arte. Un docente che soffre della mancanza di ordine e armonia che regna nel mondo degli uomini, che vorrebbe che tutto funzionasse come in matematica, in modo preciso, razionale, conseguente.

Nell'immaginario collettivo l'idea del matematico viene spesso associata al binomio genio e sregolatezza: genio, perché chiunque si occupi di matematica deve essere un genio; sregolatezza, perché per occuparsi di cose simili bisogna non avere tutte le rotelle a posto. È chiaro che un ruolo privilegiato i matematici lo possono avere nella risoluzione di enigmi complicati, quindi nel ruolo di investigatori; allo stesso modo i matematici possono essere credibili nel ruolo di criminali che utilizzano le loro capacità per sfuggire alle indagini.

È stato pubblicato dalla Springer un vasto studio su *Matematica e cinema* [5] ampliato nella edizione inglese.

Il tema è stato poi ripreso nel volume *Visibili armonie* [6] ed è in fase di realizzazione un nuovo volume su matematica e cinema. Ecco alcuni esempi di film in cui compaiono matematici.

## 2 Matematici e cinema

Negli anni sessanta l'attrice francese Brigitte Bardot era all'apice del successo. Nel 1965 venne fatto un film che si intitolava semplicemente *Dear Brigitte* [7] e naturalmente tutti capivano all'istante di chi si trattasse. Era un film americano interpretato da James Stewart e la Bardot impersonava se stessa. Era l'oggetto dei sogni del ragazzino figlio di Stewart nel film. Stewart era invece un poeta ed insegnante di letteratura inglese in una università degli USA. Era in perenne conflitto con gli *scienziati* della sua università e considerava arida e poco formativa la cultura scientifica e matematica in particolare. Un giorno nella casa scoppia la tragedia. Il figlio che frequenta le scuole elementari è un genio della matematica. O meglio è un ragazzo che ha una grande capacità di fare calcoli a mente. La sua insegnante scopre per caso questa grande abilità del ragazzo e tutta contenta va a trovare i genitori. Alla affermazione della insegnante che il figlio è un prodigio della matematica, il padre Stewart sbianca in volto, mette una mano sulla spalla della madre per confortarla. Quindi, uscita l'insegnante, si mette a parlare con il figlio, pregandolo di non dire a nessuno di questa sua capacità, fonte di tanti guai, soprattutto del fatto che passando per strada la gente griderà all'indirizzo del figlio "Quello è un matematico", frase che Stewart pronunzia con disgusto, commentando "Noi non vorremmo mai che accadesse qualcosa del genere!".

Da allora l'atteggiamento verso la matematica e i matematici. Alla fine del 2004 è uscito nelle sale il film *Proof* tratto dall'omonima commedia (o dramma) di David Auburn. [8] Un testo teatrale che ha vinto tutti i premi importanti per il teatro negli USA. Al cinema lo hanno interpretato (i personaggi in totale sono quattro) Gwyneth Paltrow e Anthony Hopkins. Una storia di pazzia e genialità, di solitudine e di sregolatezza. In cui la *genialità* matematica emerge quasi per caso e senza sforzo ma sembra in ogni caso indissolubilmente legata ad alcune forme di disagio comportamentale. È ispirato alla lontana alla vita di John Nash la storia. Anche se c'è un accenno alla dimostrazione dell'ultimo teorema di Fermat e forse alla ipotesi di Riemann. La fortuna del lavoro teatrale *Proof* è di essere arrivato al momento giusto. Ovviamente conta anche la grande abilità dello scrittore che sino al 2000 era un giovane talento poco conosciuto del teatro Nord Americano. La vera esplosione a teatro di storie legate ai matematici si è avuta nel 2000 e nel 2001. Nel 2000 (forse perché era l'anno mondiale della matematica?) erano contemporaneamente in scena a New York, nei teatri a Broadway o off-broadway diversi spettacoli in cui i protagonisti erano dei matematici. Il *The New York Times* del 2 giugno 2000 ha dedicato due intere pagine del supplemento spettacoli al tema *Science Finding a home Onstage* (La scienza sta trovando casa sulla scena). L'autore dell'articolo Bruce Webern formulava la previsione che uno degli spettacoli in scena off-Broadway *Proof* (dimostrazione) fosse candidato ad un grande successo. Auburn ha confessato che non andava molto bene in matematica ma che oggi che viviamo in un'era tecnologica, in cui la tecnologia stessa produce tanti *drammi*, forse la divisione della due culture si sta frantumando."

Un esempio di un recente film italiano, uscito nel 2004. Dopo il successo di critica al festival di Berlino un *piccolo* film italiano, piccolo nel senso della produzione, realizzato a spese del regista, con una camera digitale e poi riversato in pellicola.

Lei: "Grazie a Fibonacci". L'amica: "Un altro ancora?" Le due ragazze stanno parlando di ragazzi. La prima è innamorata di due, Martino e l'Angelo, e ha pensato di tenerseli entrambi. L'altra, che è innamorata dell'Angelo, sentendo l'amica parlare di Fibonacci, già invidiosa che l'altra ha due uomini e lei nessuno, pensa che si tratti ancora di un altro amante. Il dialogo citato è tratto dal film italiano "Dopo mezzanotte", soggetto, sceneggiatura e regia di Davide Ferrario.[9] [10] Un film divertente, ben costruito, con dei personaggi a loro agio, con dei dialoghi e un'ambientazione, il museo del cinema di Torino, che funzionano molto bene. Un film sul cinema, anche, con un omaggio a Buster Keaton. A riprova che gli autori italiani hanno ripreso a saper fare delle commedie.

Che c'entra Fibonacci? O meglio i numeri che Fibonacci scoprì nella crescita dei conigli, Leonardo da Vinci nella disposizione delle foglie sulle piante?

Nel film di Ferrario la voce recitante di Silvio Orlando commenta, guida, racconta, chiarisce. Serve il commento di Orlando perché il protagonista, Martino, non parla praticamente mai. Al massimo dice "Va bene". È innamorato Martino, ma non osa farlo sapere alla sua amata. Quando i due entrano insieme sullo schermo compaiono due numeri illuminati al neon azzurro, 1+1 che sono i due primi numeri della serie di Fibonacci e che insieme formano il terzo, 2, la coppia. Parlerà Martino solo quando si mette a raccontare dei numeri che sono posti sul tetto della grande Mole di Torino (è una delle opere dell'artista italiano Mario Merz, scomparso nel 2004 [11]) al cui interno è situato il museo del cinema. Parla, e si emoziona, dei numeri di Fibonacci che si ritrovano nei fiori, nella natura, del fatto che ci deve essere un ordine matematico nell'universo, e che se vi è un ordine, allora vuol dire che un senso ci deve essere, e se un senso esiste, non è poco, aggiunge Martino, non scoprendo ancora il suo grande segreto, l'amore per lei. Ha grande fiducia nei numeri, Martino. Alla fine della sua spiegazione filosofico matematica, "Ho parlato", esclama. Quasi fossero quelle le uniche parole che avrebbe potuto dire alla innamorata.

Numeri che fanno innamorare, che affascinano. Ebbene sì, anche i matematici hanno un cuore. E nel film *21 Gramms*, [12] presentato in concorso al festival del cinema di Venezia del 2004, il cuore si vede anche. Bisogna dire che non funziona molto bene tant'è che il protagonista del film, Sean Penn, matematico appunto, lo deve cambiare. È in attesa di trapianto. Non si era ancora visto un matematico a cui trapiantare il cuore. E una volta trapiantato il cuore, sarà ancora un matematico? Se lo chiede il protagonista, che va alla ricerca della sua *nuova* identità con il nuovo cuore. Essere un matematico al cinema è oramai considerata una cosa *normale*. In effetti Penn si comporta come qualsiasi altra persona in quella tragica situazione, immagino. I matematici in fondo sono persone normali! Ma c'è una scena, la scena centrale del film. Il trapiantato che si innamora della moglie del donatore morto e che quando lo rivela alla esterrefatta signora se ne esce con la battuta "Ma ho un cuore buono"! Dunque nell'incontro in cui si innamorano il matematico e la moglie del donatore, lui, ed è l'unica scena del film, rivela di essere un docente di matematica all'università.

E per conquistarla con l'aria di fascinazione che hanno i matematici dice frasi del tipo "Tutto è numero, la natura opera tramite la matematica", la geometria della natura è caotica, frattale. Insomma i sistemi complessi visti tante volte al cinema. "È la matematica che ha permesso il nostro incontro". Cambiando di poco alcune delle situazioni, nel passato, nel futuro, una storia completamente diversa. Che quella che si svolge nel film, certo possibile, appare altamente improbabile, dal punto di vista matematico ed anche cinematografico. Ovviamente il matematico alla fine muore.

Insomma i matematici seducono, attraggono. Sono personaggi misteriosi e per questo affascinano. Magari proprio la loro supposta *diversità*, la loro originalità, la loro follia, è il motivo principale di questa attrazione. Ma i matematici al cinema sono solo *numeri*? È uscito nel 2002 un altro film, oltre a *A Beautiful Mind*, con protagonista assoluto un matematico e una teoria matematica che è ancora molto di moda: la teoria del caos e la geometria frattale di Mandelbrot. Presentato dalla *Axioms Film* (poteva essere altrimenti?) si tratta di un film australiano di Robert Connolly al suo primo lungometraggio come sceneggiatore e regista. Titolo del film *The Bank*. [13] Il protagonista dunque è un matematico, Jim Doyle, interpretato da David Wenham. Antagonista del matematico è l'amministratore delegato della banca, il cattivissimo e spietato Anthony Lapaglia, molto bravo e con la faccia che serve al personaggio.

Il film è scandito da immagini dell'insieme di Mandelbrot e di Julia che hanno una enorme complessità di informazioni oltre ad un notevole *appeal* visivo.

Un film intelligente e abbastanza ben riuscito, che si lascia vedere con interesse. In cui il matematico è una persona normale, con una bella ragazza. Certo, è geniale. Dunque non solo storie di *matti* quelle dei matematici. Certo alcuni matematici hanno avuto una storia eccezionale. Tipo quelle di Galois, di Nash o di Renato Caccioppoli. È chiaro quindi che i loro personaggi attirino i "creatori di storie". Una delle obiezioni che si fanno da parte dei matematici *professionisti* ai matematici del cinema è che di matematica se ne vede ben poca. E magari in quella poca ci sono anche molti errori e cose non chiarite. Non c'è dubbio che uno dei motivi per i quali i matematici attirano i "creatori di storie" è perché la matematica appare come una scienza oscura, con un suo linguaggio, riservata a pochi, e quei pochi straordinariamente intelligenti. Inoltre è un luogo comune abbastanza diffuso che "tutto è matematica", non si può fare nulla senza la matematica. Quindi una sorta di onnipotenza dell'incomprensibile matematico. Una sorta di esoterismo scientifico. Il fascino del misterioso e dell'ignoto, in fondo. Un eroe senza armi e effetti speciali, *armato* solo della sua intelligenza il matematico. Un personaggio perfetto per il cinema ed il teatro. Sempre sull'orlo della pazzia che sta per travolgerlo. Si parla di matematica al cinema? È chiaro che se ne parla pochissimo, quel poco che serve per presentare il personaggio.. Per affascinare con i discorsi sull'ordine, la natura, il caos.

Due ultimi esempi. Due film molto diversi, entrambi legati a ricordi ed eventi molto personali. Il primo è il film di animazione di Walt Disney *Donald in the Mathmagic Land* [14] del regista Hamilton Luske, realizzato nel 1959. Ho visto questo film quando ero alle scuole medie e ne rimasi molto colpito. Chi ha dovuto sopportare i corsi di algebra e di geometria delle scuole medie italiane di qualche anno fa (ma non credo che le cose siano molto cambiate) può capire con quale sorpresa scoprì la possibilità di guardare alla matematica con fantasia e con

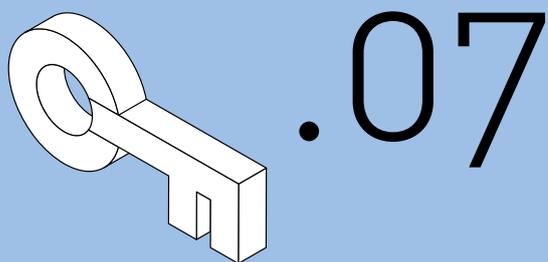
divertimento. Sono stato particolarmente fortunato perché in quella scuola, la scuola media, ginnasio e liceo Torquato Tasso di Roma, insegnava Emma Castelnuo. Tanto ha interessato questo film che dopo tanti anni può benissimo essere proiettato in una sala cinematografica e riscuotere ancora un gran successo. L'altro film è *Fermat's Last theorem* [15] di Simon Singh. Ho avuto la fortuna di andare a cena con Andrew Wiles e passare del tempo con lui. È una persona molto amabile, pieno di perfetto humor inglese. A lui *Proof* non è piaciuto mentre si è divertito, abbastanza, a vedere il musical *Fermat's Last Tango* autori: Joshua Rosenblum e Joanne Sydney Lessner [16]. Nel musical in cui lui stesso è messo in scena, pur con il nome cambiato. Anche se la canzone in cui matematici famosi si rivolgono a lui (si tratta di Gauss, Newton, Euclide, Pitagora e Fermat) dicendo che il lavoro del matematico è per i giovani (Wiles non ha ricevuto la medaglia Fields perché aveva superato di poco i quaranta anni), non lo deve aver molto divertito. Sono amico di Simon Singh che ha partecipato tre volte ai convegni di Matematica e cultura, anche all'ultimo del 2007. Nel breve film che ho realizzato durante il convegno Singh spiega come ha costruito il film e come ha convinto la BBC a produrlo. [17] In pochi minuti Singh spiega in modo molto efficace quale deve essere la filosofia di chi si propone di realizzare un film documentario sulla matematica.

### Bibliografia

- 1) G. H. Hardy, *Apologia di un matematico*, Garzanti, Milano (1989).
- 2) P. C. Kenschaft, Notices of the AMS, vol. 34 n. 6 (ottobre 1987), p. 897.
- 3) *A Beautiful Mind*, R. Howard, regia, interpreti Russel Crowe, Ed Harris, Jennifer Connelly, sceneggiatura Akiva Goldsman, produzione Dreamworks, USA, 2001.
- 4) *Bianca*, N. Moretti, regia, interpretato da Nanni Moretti, Laura Morante, soggetto e sceneggiatura di Nanni Moretti con Sandro Petraglia, produzione Faso Film srl Roma, Italia, 1983.
- 5) Emmer, M. Manaresi, eds, *Matematica, arte, tecnologia, cinema*, Springer Italia, Milano (2002) pp. 204-210. Ed. Inglese ampliata, Springer USA, (2005).
- 6) M. Emmer, *Visibili armonie: arte, cinema, teatro, matematica*, Bollati Boringhieri, Torino (2007).
- 7) M. Emmer, *Matematica e cinema*, Springer, Milano, in preparazione.
- 8) *Dear Brigitte*, H. Koster, regista, interpreti: James Stewart, Fabian, Glynis Johns, Cindy Carlo, soggetto di Hal Kanter, prodotto da H. Koster per la Fox, 1965.
- 9) *Proof*, film, John Madden, regia, interpreti Anthony Hopkins, Gwyneth Paltrow, Jake Gyllenhaal, sceneggiatura David Auburn e Rebecca Miller, produzione Bune Vista, USA (2005).
- 10) *Dopo mezzanotte*, D. Ferrario, regista, interpreti Giorgio Pasotti, Francesca Picozza, Fabio Troiano, Francesca Inaudi, soggetto, sceneggiatura e produzione Davide Ferrario, 2004.
- 11) D. Ferrario, *Il cinema secondo Fibonacci*, in M. Emmer, a cura di, *Matematica e cultura 2006*, Springer, Milano (2006), p. 15 – 20.
- 12) *Omaggio a Mario Merz*, in M. Emmer, a cura di, *Matematica e cultura 2006*, Springer, Milano (2006), p. 1-20, con articolo di J. Kounellis, M. Gandini, G. M. Accade, D. Ferrario.
- 13) *21 Gramms*, A. G. Inarritu, regista, *21 Grammi*, interpreti: Sean Penn, Benicio del Toro, soggetto e sceneggiatura A. G. Inarritu, 2003.
- 14) *The Bank*, R. Connolly, regista, interpreti: David Wenham, Anthony Lapaglia, Subylla Budd, soggetto di Robert Connolly, produzione Arena Film Australia, 2001.
- 15) H. Luske, regia, *Donald in Mathmagic Land*, art director Stan Jolley, sceneggiatura Milt Banta, Bill Berg, e Heinz Haber, produzione Walt Disney, USA, 1959.
- 16) S. Singh, regia, *Fermat's Last Theorem*, J. Lynch, produttore per la BBC, serie *Horizon*, 1996.
- 17) S. Singh, in M. Emmer, a cura di, *Matematica e cultura 2008*, Springer, Milano (2008).  
M. Emmer, *d*, film in DVD, Venezia, © Villarreal & Emmer (2008), contiene una breve intervista con S. Singh.

## SESSIONE UNO

Perché comunicare scienza.  
Chi comunica e a chi si comunica.



# SOCIETÀ DEMOCRATICA ED EDUCAZIONE ALLA SCIENZA

→ **Alessandro Pascolini**

Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Padova, via Marzolo 8, Padova  
INFN sezione di Padova

## Sommario

Vengono tratteggiati da un punto di vista empirico le motivazioni di base per l'educazione alla scienza, i problemi che essa pone, gli obiettivi da perseguire e alcune strategie operative.

## Premessa

Il tema del ruolo sociale della scienza, in forme diverse, ha percorso un po' tutta la storia della cultura occidentale. Il suo rapporto con società democratiche è invece un problema recente, dato che la democrazia è un fenomeno nuovo e ancora lungi dall'essere universale; ha acquistato attenzione a seguito delle rivoluzioni francese e americana ed è divenuto uno dei temi del dibattito politico-culturale dalla seconda metà dello scorso secolo a partire dal mondo anglosassone, con importanti contributi da parte di Karl Popper e Gerald Holton, per fare due esempi. Da noi si è sviluppato essenzialmente dal '68, generalmente in forma critica, ma più seriamante negli ultimi decenni; un punto di riferimento rimane la rivista "La nuova civiltà delle macchine". A questo punto ritengo corretto precisare che non ho le competenze sociologiche o pedagogiche necessarie per un trattamento metodologicamente corretto del tema assegnatomi. Sono un artigiano della comunicazione scientifica e cercherò di affrontare l'argomento da questa prospettiva, sperando lo stesso di dare qualche utile contributo.

Premesso che intenderò la "società democratica" secondo la definizione di Popper: "si vive in democrazia quando esistono istituzioni che permettono di rovesciare il governo senza ricorrere alla violenza", i quesiti che il tema suggerisce sono:

- perché educare alla scienza?
- fino a che punto educare?
- chi ci troviamo di fronte?
- che fare?

## 1 Perché educare alla scienza?

Se ci pensiamo, sembrerebbe inutile educare alla scienza in un contesto assolutamente dominato da una scienza onnipotente e da una tecnologia pervasiva. Antropologicamente, siamo nella "cultura della scienza", respiriamo scienza e tecnologia, per cui tutti dovrebbero esserne naturalmente imbevuti. Ma la società, a tutti i livelli, è incapace di interpretarle e porle nella giusta prospettiva.

Un esempio: a Venezia nel corso della conferenza "the future of science" Richard Lindzen nella sua relazione su "global warming" ha sostenuto che l'anidride carbonica non gioca un ruolo rilevante, e ciò ha messo in crisi un gruppo di studenti liceali – e la loro insegnante – per i quali la tesi opposta era la "verità". Gente attenta, interessata non ha tuttavia maturato la cognizione che il criticismo, il confronto di tesi antagoniste sono elementi costitutivi della scienza e che tutto il progresso scientifico vive sottoponendo continuamente a falsificazione le proprie acquisizioni, direbbe Popper, ovvero nel confronto di programmi di ricerca antagonisti, come ci ha insegnato Imre Lakatos.

Ma questo è un esempio "alto". Esiste un diffuso analfabetismo scientifico, un pericoloso ritorno all'arcaismo, alla magia, alle sette più o meno sataniche, al rifiuto della realtà e al fiorire di pratiche mediche empiriche: un atteggiamento antiscientifico che giunge fino a rifiutare del tutto la scienza e la ragione.

Questo può avere conseguenze catastrofiche per una società democratica, che si trova ad affrontare sempre di più scelte di natura scientifica e tecnologica in tutti i settori della vita civile: basta pensare al problema energetico, ai cambiamenti climatici, alle possibilità aperte dall'ingegneria genetica.

L'analfabetismo impedisce ai cittadini – e anche ai responsabili della vita politica – di partecipare in modo efficace a tali decisioni, con la conseguenza di tragici errori o di astensione e delega a una minoranza di tecnici, creando una lacerazione traumatica nel tessuto sociale.

Un'educazione scientifica di base è indispensabile per evitare la marginalizzazione dei lavoratori e la perdita del lavoro, sostituendo allo storico proletariato economico un nuovo proletariato culturale. La cultura scientifica basata sul dialogo costruttivo e sull'analisi critica è anche indispensabile per difendere ed estendere i diritti umani, sia combattendo gli attacchi basati su chiusi atteggiamenti confessionali, anti-razionalistici e intolleranti, sia creando le condizioni oggettive dei diritti fondamentali alla vita, alla salute e alla conoscenza.

Le condizioni necessarie per l'avanzamento della scienza sono:

- spazio sociale
- possibilità della creatività personale
- tempo concesso alle idee per maturare
- ospitalità al nuovo
- apertura al criticismo
- rispetto per la competenza provata

Le stesse condizioni sono anche necessarie per la conservazione di vere forme democratiche, che sono "stati" estremamente instabili e delicati del convivere umano.

Sparta fra l'VIII e il VI secolo a.C. fu un centro di sperimentazione e di innovazione in campo sociale, artistico e culturale, aperto alle novità e agli ingegni. Verso la fine del VI a.C. secolo si blocca il sistema educativo in un modello non più rinnovabile, impedendo ogni sviluppo, fino a chiudere la società in un rigido sistema politico. Anche ad Atene verso il 430 a.C. finisce il dominio della razionalità e dell'apertura, della libertà di innovare: per esempio, Aristofane attacca, proprio perché innovatori, Socrate (Nuvole, 419 a.C.) ed Euripide (Tesmoforiazuse, 411 a.C., e Rane 405 a.C.), nel nome della conservazione di "buoni" valori consolidati. Insegnare astronomia o esprimere dubbi sul soprannaturale diventa pericoloso: processi per eresia ebbero quali vittime Anassagora, Socrate, Protagora e, forse, anche Euripide. Nel 411 a.C. abbiamo la dittatura dei quattrocento e nel 404 a.C. i trenta tiranni che portano alla sottomissione a Sparta. Da allora gli intellettuali – da Platone in poi – si collocano fuori della società, che ripiomba nella gioia della cultura primitiva, di pratiche magiche, dell'astrologia. Suona familiare...

I grandi passi del pensiero scientifico, quelli che hanno costretto a modificare la visione del mondo, sono per lo più indigesti alla società, di sua natura conservatrice, creando shock culturali, aggiustamenti dolorosi e hanno richiesto tempi lunghi per affermarsi. Esempi significativi sono dati dall'eliminazione da parte della scienza di discontinuità concettuali considerate evidenti e consolidate: Copernico supera la discontinuità fra fenomeni terrestri e celesti, Darwin fra uomo e altre forme viventi, Einstein fra spazio e tempo e energia e materia, Freud fra conscio e inconscio; nuove prospettive attuali vedono ridurre lo iato fra uomo e macchina in un "homo technologicus" simbiote di umanità e meccanica. Problematiche che vedono la società impreparata a coglierle a pieno. In realtà per ampi strati della popolazione anche le precedenti rivoluzioni sono al di là della percezione e dell'interesse.

## 2 Fino a che punto educare?

Stiamo parlando di educazione di base per la società in generale, non per creare specialisti; non è necessario che tutti conoscano, o anche sentano nominare, i vetri di spin, il bosone di Higgs, gli spazi di Calabi-Yau, l'idrolisi alcalina o la polimerasi. I rischi che si corrono nell'indottrinamento forzato della scienza sono ben messi in evidenza da Flaubert dalle generose, ma disperate, avventure di Bouvard e Pécuchet. Gli obiettivi importanti per un uso sociale e culturale della scienza sono molto più essenziali ma più profondi: fornire strumenti per capire la realtà e affrontare razionalmente le problematiche poste dalla scienza e dalla tecnologia, far assorbire lo spirito della razionalità scientifica, predisporre, o meglio conservare, la curiosità per le novità culturali. Lo spirito scientifico, che dovrebbe divenire patrimonio comune, si caratterizza per apertura alla critica ed autocritica, disponibilità al cambiamento, rispetto delle tesi alternative, ricerca di soluzioni razionali dei problemi, accettazione della realtà fattuale, rifiuto di preconcetti ideologici, rifiuto dell'antitesi assolutistica vero/falso, confronto dialettico, considerazione e misura degli errori, corretta valutazione del rischio.

Una società permeata di una tale educazione non avrebbe ammesso la forzatura sull'esistenza di armi di distruzione di massa in Irak contro le evidenze portate da Hans Blix, ed esaminerebbe in modo più realistico l'evoluzione dell'energia nucleare in Iran, né si sarebbe imbarcata nei nuovi piani ABM.

Solo dopo l'abc, può venire, se si vuole, anche il bosone di Higgs. A quel punto ciascuno sarà in grado di valutare se vale veramente la pena cercare di capirlo.

## 3 Chi ci troviamo di fronte?

È impossibile tarare un intervento efficace se non si sa a chi ci si rivolge in realtà. Lasciando da parte per ovi motivi i devoti di satana e le vittime dei maghi, ci troviamo comunque di fronte dipendenti dalle droghe culturali correnti, persone interessate solo a sesso e sangue.

Esiste una secolare e consolidata tradizione di irridere agli uomini di studio e di scienza, dal sarcasmo di Rabelais e dall'isola di Laputa a "la scomparsa di Patò". L'atteggiamento popolare verso la scienza si può desumere da quelli che sono i testimoni dell'immaginario collettivo. Così abbiamo che James Bond snobba le invenzioni di Q e la sua vera arma vincente è sempre quella che ha fatto trionfare Giuditta su Oloferne. Quella grande icona dei nostri tempi, Homer Simpson, trionfa sul povero Grimes, scienziato colto, responsabile e

lavoratore, che viene umiliato anche nella tomba. L'iperversatile Snoopy fa tutto, ma non lo studioso o scienziato. Un uomo di cultura, il commissario Montalbano, ha spirito critico, si intende di musica, pittura e letteratura, ma ignora del tutto la scienza.

L'umanità dal XX secolo adora la tecnologia, accettando entusiasticamente una miriade di invenzioni, sovente utilissime, a volte anche superflue o dannose, ma ha guardato con distacco e sufficienza, se non irrisione, alla scienza, che pure è stata e rimane una delle poche, se non l'unica, testimonianza della capacità umana di ragionare.

Ci sono poi degli estimatori interessati alla scienza solo come sorgente di potere economico, politico e militare. Gli esempi abbondano.

Così troviamo nel Preamble of the Act establishing the American Academy of Arts and Sciences, 1780 questa motivazione: "As the Arts and Sciences are the foundation and support of agriculture, manufactures, and commerce; as they are necessary to the wealth, peace, independence, and happiness of a people; as they essentially promote the honor and dignity of the government which patronizes them; and as they are most effectively cultivated and diffused through a State by the forming and incorporating of men of genius and learning into public societies for these beneficial purposes."

E Vannevar Bush, che ha istituzionalizzato negli Stati Uniti l'impegno degli scienziati su obiettivi governativi, nel 1945 disse: "Scientific progress is essential. Progress in the war against disease depends upon a flow of new scientific knowledge. New products, new industries, and more jobs require continuous addition to knowledge of the laws of nature, and the application of that knowledge to practical purposes. Similarly, our defense against aggression demands new knowledge so that we can develop new and improved weapons. This essential, new knowledge can be obtained only through basic scientific research."

Il ruolo primario di Panoramix nel villaggio di Asterix non è tanto dovuto alla sua saggezza, ma alla pozione magica a scopi militari. Faust all'inizio cerca la conoscenza, ma poi mira al potere – a suo onore va ricordato che chiede, e ottiene, anche Elena, la bellezza.

Il potere poi usa la scienza per creare mostri che sfuggono al controllo, golem, la creatura del dottor Frankenstein, supereroi, armi. Di fronte a queste degenerazioni la gente vede la scienza sempre più con paura. Si è in qualche modo avverata la maledizione brechtiana di Galileo: "col tempo potrai scoprire tutto ciò che c'è da scoprire – ma il tuo progresso non sarà altro che allontanamento dall'umanità. L'abisso tra te e il popolo diventerà tanto grande che un bel giorno scoppiarerai in un grido di giubilo per una nuova conquista e verrai salutato da un grido universale di orrore."

Quello che sorprende è l'odio vero e proprio di filosofi e di uomini di "cultura" contemporanei verso la scienza. Come osserva Paolo Rossi, si possono riconoscere sette tesi "colte" contro la scienza: 1) è inumana, indifferente al destino degli uomini; 2) soffoca l'individualismo e la soggettività; 3) è estranea alla intuizione, alla fantasia e alla creatività; 4) non sa intendere la qualità; 5) è astratta e indifferente ai processi esistenziali; 6) è impresa empia e luciferina, sete di dominio, violazione della natura innocente; 7) è responsabile dello sfruttamento sociale e del dominio dell'uomo sull'uomo.

Tesi che sono divenute largamente modo di pensare comune, anche perché molti divulgatori e propagandisti hanno diffuso e fatto circolare queste idee presso un pubblico privo di spirito critico e quindi facilmente indottrinabile.

Eppure la vecchia fede umanistica concepiva la scienza altrettanto accessibile all'intelletto e indispensabile alla cultura che la letteratura e la storia.

Qualcuno che ci ama c'è, come Betto Brunelleschi che, a proposito del Cavalcanti nella novella nona della sesta giornata del Decameron disse: "noi e gli altri uomini idioti e non letterati siamo, a comparazione di lui e degli altri uomini scienziati, peggio che uomini morti."

Naturalmente ci sono estimatori anche in tempi più recenti e vari indicatori rivelano oggi un interesse crescente per le problematiche scientifiche, se pur sporadico e concentrato su tematiche di diretto impatto sulla vita quotidiana.

#### **4 Che fare?**

Vladimir Illic Ulianov risponderrebbe "prendere il potere", ma questo è certamente al di là delle nostre possibilità. Ma qual'è oggi lo spazio della formazione culturale? A mio giudizio, in ordine di importanza, i protagonisti della formazione culturale oggi sono la televisione, la scuola, internet, tutto il resto.

I veri detentori del potere nella comunicazione sono la televisione e internet e non possono venir controllati. La televisione – in Italia di fatto tutta commerciale – vive su una retroazione positiva: più il livello è basso, maggiori sono gli ascolti e così punta ad abbassare ulteriormente il livello culturale degli spettatori, che scelgono quindi trasmissioni sempre più basse. Internet, il cui peso è in continua crescita, per sua natura è un contenitore acritico e astrutturato di ogni genere di prodotti non certificati e non controllabili.

Resta la scuola, trincea della comunicazione ove eroici insegnanti tentano di mantenere le postazioni culturali. Essi vanno aiutati e sostenuti: il loro obiettivo deve essere non spegnere lo spirito scientifico naturale dei

bambini e dei ragazzi. Il momento cruciale formativo sono le scuole primarie, anche quelle materne, prima che la televisione estirpi senso critico e curiosità.

Fra "tutto il resto" c'è lo spazio dei comunicatori scientifici e promotori culturali, che intervengono nello spazio dell'educazione informale. Qui vanno utilizzate tutte le forme esistenti di comunicazione: testi, immagini, oggetti, laboratori, audiovisivi, rete internet, presentazioni artistiche, interazione scienziati-pubblico, eventi, mostre, laboratori e osservatori aperti, "café scientifique", i giochi di ruolo, rivitalizzando i musei scientifici e gli "science center". In tutte queste iniziative va valorizzata a pieno l'interfaccia umana, che permette la taratura della comunicazione ai destinatari e trasforma le presentazioni in "storie" da raccontare.

Nella varietà dei materiali comunicativi occorre mantenere un'unica precisa strategia di comunicazione e, seguendo Italo Calvino, lo stile deve essere leggero, esatto, rapido, puntare alla visibilità e garantire la molteplicità.

Nello spirito empirico di questa comunicazione, mi permetto di indicare alcune linee guida che ritengo strategicamente efficaci:

- ridurre l'enfasi sugli aspetti economici e le applicazioni,
- presentare la scienza come un valore culturale,
- valorizzare la storia della scienza, parlare la lingua dei destinatari,
- limitarsi alle idee fondamentali,
- evitare descrizioni di ingredienti specifici,
- rinunciare al gioco delle metafore,
- privilegiare le anomalie,
- ricreare i conflitti cognitivi,
- usare strumenti logici come l'argomentazione e l'inferenza,
- promuovere l'appendimento attivo,
- trasmettere emozioni ed entusiasmo.

Mai calare le cose dall'alto, evitare assolutamente l'atteggiamento saputo, che nasconde a malapena il disprezzo per il volgo ignorante ("odi profanum vulgum et arceo") ricordando i consolidati principi di didattica:

- comunicare è mettere in comune, partecipare,
- la conoscenza viene creata, non trasmessa,
- la costruzione del significato è una negoziazione fra le parti.

Alcuni aspetti operativi importanti da curare includono coinvolgere in modo attivo il mondo della scuola, creare un rapporto corretto con il mondo giornalistico, produrre materiali allo stato dell'arte, avvalersi di professionisti.

Nella mia lunga pratica di errori ho individuato alcune condizioni per evitare disastri: elaborare un piano di lavoro operativo curato nei minimi dettagli, prepararsi a soluzioni alternative per far fronte a situazioni di emergenza, concentrare in una sola persona il controllo totale dell'impresa, con una forte direzione unitaria del lavoro e un efficiente assistente alle operazioni,

far in modo che tutti i collaboratori si sentano protagonisti del progetto,

mantenere uno stretto coordinamento con i professionisti, battersi per avere un finanziamento adeguato,

una volta definiti i mezzi effettivi a disposizione o rinunciare all'impresa o adattarsi, rinunciando a parte del

programma ma mantenendo la qualità, imporre a eventuali sponsor una presenza discreta, senza condizioni sui contenuti, procurarsi un amministratore amichevole,

che renda disponibili fondi senza troppi vincoli per le modalità di spesa, curare sempre un'analisi critica dei risultati; infine, un po' di fortuna non guasta.

Nell'impresa per ripristinare il ruolo della cultura scientifica nella società è importante trovare alleati; infatti i nostri problemi e difficoltà sono comuni a tutto il mondo della cultura, per cui particolarmente efficaci sono azioni comuni ed integrate. Una strategia efficace per un nuovo umanesimo è proprio un'azione di promozione globale del bello e la sua valorizzazione: le varie facce della cultura, artistica, letteraria, scientifica possono influire a delineare una visione globale del mondo che si sappia imporre sul tragico analfabetismo attuale e garantire lo sviluppo dei valori di civiltà.

Il nostro obiettivo può venir sintetizzato nel fare in modo che il nuovo stadio dell'umanità, "l'homo technologicus", abbia un'anima rinascimentale impregnata della cultura e dei valori che arte, scienza e umanesimo sono riusciti a generare nelle nostre dure cervici.

## Referenze

- 1) B. Brecht, *Leben des Galilei* (1943).
- 2) V. Bush, *Pieces of the action* (Morrow, New York, (1970).
- 3) I. Calvino, *Lezioni americane* (Garzanti, Milano, 1988).
- 4) A. Camilleri, *La scomparsa di Patò* (Mondadori, Milano, 2000)
- 5) G. Boccaccio, *Il Decameron* (1349)
- 6) G. Flaubert, *Bouvard et Pécuchet* (1881).
- 7) J.W. von Goethe, *Faust* (1827)
- 8) G. Holton, *The advancement of Science, and its Burden*, (Press Syndacate of the University of Cambridge Cambridge [Mass.], 1986).
- 9) I. Lakatos, *The methodology of scientific research programmes*, a cura di J. Worrall e G. Currie (Cambridge University Press, 1978).
- 10) G.O. Longo, *Tecnologia e mutamento culturale, Nuova civiltà delle macchine*, XX, 3-4, 98 (2002)
- 11) A.Pascolini, *About Spreading the Culture of High Energy Physics*, in *Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, Results and Perspectives in Particle Physics*, a cura di M.Greco (INFN, Frascati, 1998).
- 12) K.P. Popper, *The Open Society and Its Enemies* (1945).
- 13) F. Rabelais, *Les livres de Gargantua et Pantagruel* (1535-1564)
- 14) P. Rossi, *Note su scienza e potere nel novecento*, *Nuova civiltà delle macchine*, XIX, 2, 8 (2001)
- 15) M. Shelley, *Frankenstein: or, the Modern Prometheus* (1818)
- 16) J. Swift, *Gulliver's travels* (1726)

# LA FISICA PUÒ TORNARE DI MODA?

→ **Romeo Bassoli**

Giornalista, capo ufficio comunicazione INFN , piazza Caprettari 70, Roma

## Sommario

In questi anni la Fisica delle alte energia sembra essere passata di moda nel mondo della rappresentazione mediatica. Una uscita dal "cono di luce" che ha diverse spiegazioni, ma che va affrontato per quello che è attraverso strumenti di comunicazione adeguati. E utilizzando le professionalità adeguate.

## Testo

In questo e altri convegni sulla comunicazione della scienza, si parla sempre di crisi della vocazione scientifica dei giovani italiani. E si cita a questo proposito l'insieme delle statistiche relative alle iscrizioni alle facoltà universitarie. Credo che dobbiamo dirci con chiarezza una cosa: non è vero. O meglio, non è vero che la crisi delle vocazioni universitarie riguardi tutta la scienza. Quattro-cinque volte il numero massimo degli studenti che possono essere ammessi si accalca ogni anno davanti ai test di ammissione ai corsi di laurea in biologia. Lo stesso accade per medicina. I corsi di laurea in scienza dei materiali hanno avuto in questi anni un ottimo successo.

I corsi di laurea che sono veramente in crisi sono quelli di matematica, chimica e, appunto fisica. Negli ultimi quindici anni qui effettivamente le iscrizioni sono calate e sono a rischio anche alcune cattedre.

Dunque il problema è sostanzialmente questo: la fisica, assieme alle altre due discipline, non gode di una immagine attraente presso i giovani. E non solo loro. Se i media rispettano non dico una opinione ma almeno un sentire comune, allora le loro scelte ci dicono che è la società italiana ad aver voltato le spalle, o a non essere più sedotta dalla cultura della fisica delle alte energie.

Ovviamente, non è sempre stato così, in caso contrario non staremmo qui a lamentarcene. Fino alla fine degli anni '80 e ai primi anni '90 la fisica era ancora la "regina" delle scienze narrate dai media, assieme all'astronomia (astronautica) e a una tecnologia dalle forme più varie purché promettenti.

La fine della guerra fredda, Chernobyl, l'accelerazione di settori della conoscenza come la genetica, hanno sicuramente danneggiato l'immagine della fisica e della sua dimensione da "Big Science". Lo stesso mestiere del fisico iniziava allora a diventare nebuloso: non faceva più bombe atomiche, le centrali nucleari sembravano un problema degli ingegneri e dei politici. Non si parlava più di scoperte eclatanti. La fisica e i fisici, come immediata conseguenza, hanno visto poco a poco calare su di loro un cono d'ombra. E qui siamo, con tutte le eccezioni del caso.

Questa però, secondo me, non è l'unica spiegazione di quello che sta accadendo. Esiste anche, in parallelo, un processo culturale più complesso che viene da lontano.

Negli anni ottanta e fino ai primissimi anni novanta prevaleva nettamente una visione della scienza che ammetteva una forte dualità. Da un lato infatti si presumeva che la ricerca, qualsiasi ricerca ma tanto più quella della Big Science fisica, portasse a ricadute soprattutto nei settori dell'energia (l'illusione della "fusione fredda", l'attesa messianica per la fusione a confinamento magnetico o inerziale).

Dall'altro lato si mostrava comunque attenzione alle Grandi Domande: la nascita dell'Universo, la sua essenza, le regole che governano tutto ciò che esiste nel cosmo, macro e micro.

Ma questa dualità non ha resistito a lungo. L'edonismo trionfante negli anni '80 ha portato a termine la sua missione nell'opinione pubblica, media inclusi ovviamente. Le Grandi Domande hanno perso completamente il loro fascino. Non interessano più, sono mano a mano emarginate e poi tassativamente escluse persino dalle pagine culturali. Per non parlare dei programmi di informazione/intrattenimento televisivi. Sono passate di moda.

Peccato che la fisica delle alte energia non possa ridursi alla sua tecnologia. Senza grandi domande, senza curiosità radicali verso l'estremo, senza il desiderio di completare puzzle sempre più complessi, la fisica perde di significato, semplicemente non esiste.

Ecco dunque la duplice causalità della crisi dell'immagine della fisica: appannamento dell'utilità e allontanamento della finalità.

Messa così, non genera molto ottimismo. Eppure dobbiamo tener presente che esiste una ciclicità mediatica che permette di sviluppare delle potenzialità interessanti attraverso le quali alcuni degli esclusi di ieri possono tornare improvvisamente di moda oggi. Inoltre, cambiamenti e svolte più o meno profonde nell'economia o nella politica possono cambiare anche nel profondo il clima culturale favorendo il rilancio della riflessione sui temi di fondo a lungo ignorati.

Il problema è che questi fenomeni mediatici occorre saperli "prendere al volo". Per citare Giovanni Agnelli "nella

vita di ciascuno passa un cavallo bianco, se si riesce a montarci sopra, si può andare lontano”.

Ecco, appunto, il problema è montarci sopra.

Proviamo a tradurre in dimensioni quantitative questa possibilità. Partiamo dalle notizie che escono sui media. Ogni giorno, in qualsiasi redazione, arrivano circa 6000 (seimila) notizie sotto forma di dispacci di agenzia, senza parlare delle informazioni che possono essere veicolate da internet.

Bene, di queste 6000 notizie, i media ne utilizzano un numero che va tra le venti/trenta (le Tv e le radio) e le 150/170 (i giornali cartacei). Il resto, migliaia di notizie, vengono letteralmente gettate via e diventano tutto o quasi ignote al grande pubblico.

C'è dunque solo un sottile strato di notizie “privilegiate”, quelle che riescono a stare sopra di un gigantesco rumore di fondo mediatico. Entrare in quello strato è la sfida che la fisica, se vuole tornare di moda, deve vincere.

Per farlo, non può più affidarsi alla buona volontà e alla vocazione di divulgatore che questo quel fisico esprimono. Questo poteva andare bene quando la fisica era sotto il cono di luce. Ora la luce va conquistata all'interno di una dura competizione darwiniana nella quale vince chi sa adattarsi meglio all'ambiente dei media, alla loro cultura, alle loro logiche e psicologie.

Da questa analisi discende che, se la fisica vuole tornare di moda, deve affidarsi a professionisti della comunicazione che siano già in qualche modo adattati all'ambiente mediatico. Che ne conoscano personaggi e percorsi. E che quindi sappiano adattare il linguaggio, prima di tutto, e poi la semantica alla logica mediatica.

Il linguaggio è però spesso un elemento di frizione tra lo scienziato e il comunicatore professionista. Una frizione che, a parere di chi scrive, è dovuta anche alla mancata accettazione di un dato di fondo. Quando qualcuno parla all'interno della propria comunità (i fisici, i chimici, i pescatori professionisti, gli illustratori, gli informatici...) adotta un linguaggio che, tipicamente, ha una corrispondenza molto precisa tra la parola e un oggetto. Questa corrispondenza è tipica del linguaggio di qualsiasi comunità: chiunque parli sa di essere inteso con grande precisione.

Quando però si deve parlare al di fuori della propria comunità, questo vantaggio si trasforma in uno svantaggio. In qualsiasi conversazione che coinvolga persone di comunità diverse infatti, il linguaggio segue inevitabilmente altre regole. La prima e più importante è quella che separa la stretta correlazione tra la parola e un solo oggetto (o significato). Il linguaggio tra diverse comunità diventa per ovvi motivi metaforico, meno preciso e rigoroso. Pretendere di mantenere l'identificazione parola/concetto di un linguaggio comunitario in un dialogo con altre comunità è velleitario, ma è anche pericoloso, perché porta al rifiuto, all'equivoco, al paradosso. O al luogo comune che vuole lo scienziato incomprensibile per natura.

È proprio di un rapporto costruttivo tra fisico e comunicatore il concordare una sorta di traduzione del linguaggio comunitario dei fisici in uno più metaforico, avendo la piena coscienza che quest'ultimo non può che essere degradato, a volte anche fortemente, nel suo rapporto con la realtà.

L'accordo sul livello di degradazione è funzione del pubblico che si vuole raggiungere o del media nel quale si vuole entrare.

Senza metaforizzazione/degradazione non si sale al di sopra del rumore di fondo e si finisce per fare una comunicazione autistica senza nessun impatto sulla realtà.

# LE DIFFICILI SCELTE DELLA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA

→ Edoardo Milotti

Dipartimento di Fisica dell'Università di Trieste e INFN sezione di Trieste, Via Valerio 2, Trieste

## Sommario

Quale deve essere l'atteggiamento degli scienziati nei confronti della divulgazione scientifica? Negli ultimi anni la tendenza è quella di incoraggiare una semplificazione estrema delle idee e l'esposizione dei fatti più insoliti e straordinari. Io credo che ciò sia contrario all'interesse della scienza e degli scienziati, e in questo articolo propongo alcuni argomenti a favore di una divulgazione meno spettacolare e più vicina ai meccanismi reali della ricerca scientifica.

## 1 Introduzione: il panorama editoriale della divulgazione scientifica in Italia

Negli ultimi anni la divulgazione scientifica ha avuto un enorme sviluppo in Italia, grazie anche a trasmissioni televisive di successo come Quark e alla diffusione di riviste di facile fruibilità, come Focus. Ciononostante il numero di giovani che si avvicina alle discipline scientifiche non aumenta, anzi in alcuni casi diminuisce, e anche la stima del pubblico verso la scienza non aumenta.

La tendenza attuale della divulgazione è di coinvolgere una popolazione molto vasta, e questo risultato viene ottenuto abbassando il livello espositivo: questo produce una percezione distorta della scienza e il supporto sociale alla ricerca non solo non aumenta, ma diminuisce.

L'abbassamento del livello divulgativo ha le sue ragioni forti nel mercato editoriale: un articolo che proponga anche una sola semplice equazione matematica viene rifiutato da parte del pubblico, con la conseguenza che il giornale che lo pubblica vende di meno.

A questo proposito è interessante osservare la distribuzione dei lettori tra le riviste dedicate alla divulgazione scientifica (tabella 1: dati Audipress per i periodici a carattere scientifico, numero stimato di lettori nel primo semestre 2006, in migliaia). I dati sono molto indicativi: la rivista tradizionalmente più rigorosa nell'esposizione (Le Scienze) conta un numero di lettori quasi venti volte inferiore al top-seller di questa categoria di riviste (Focus), che presenta le informazioni in modo approssimativo, spettacolarizzato, e fortemente criticabile dal punto di vista della pratica scientifica. Le altre riviste puntano su un format intermedio tra queste due, con articoli più estesi di quelli di Focus, ma non altrettanto impegnati di quelli di Le Scienze. National Geographic Italia è un outsider che contiene solo in modo discontinuo articoli a carattere scientifico. Anche le riviste con format intermedio vendono assai meno di Focus (Aggiornamento della seconda metà 2008: il mercato editoriale si è ulteriormente ristretto, Explora, Newton e Quark hanno tutte cessato la pubblicazione).

Tabella 1: Dati Audipress per il primo semestre 2006.

rivista	migliaia di lettori
Explora	280
Focus	6429
National Geographic Italia	846
Newton	622
Quark	695
Le Scienze	352

## 2 Gli obiettivi degli scienziati

Il basso livello editoriale per scopi di marketing è ovviamente giustificato dal punto di vista delle case editrici, ma non può diventare il contesto di riferimento della divulgazione fatta dagli scienziati. Per quelli che si dedicano abitualmente alla ricerca l'esposizione del proprio lavoro al pubblico ha finalità e motivazioni completamente diverse: serve principalmente a stabilire un collegamento virtuoso tra gli scienziati e la società di cui fanno parte. Questo collegamento è semplice in alcuni casi e terribilmente difficile in altri. Ad esempio, nel caso di ricerche in ambito biomedico è molto facile definire l'importanza del lavoro di ricerca per le ricadute che ha nell'ambito della salute umana. Per contro le ricerche nell'ambito della fisica teorica, della fisica sperimentale

delle particelle o dell'astrofisica, spesso non hanno risvolti pratici, ma culturali. In questo caso la ricerca ha la stessa valenza di un lavoro artistico o letterario, ed acquista anche valore sociale solo se viene adeguatamente divulgata [1].

Se gli scienziati riescono ad esporre correttamente il loro lavoro, spiegandone chiaramente l'importanza e la valenza –pratica o anche solamente culturale– possono sperare di ottenere approvazione sociale e quindi la loro soddisfazione personale ed un adeguato supporto finanziario da parte della classe politica. Inoltre possono creare interesse collettivo sui problemi che studiano ed avvicinare i giovani alla scienza e alla ricerca, favorendo così un ricambio generazionale che è fondamentale per il nuovo apporto di creatività ed energia.

La banalizzazione dei risultati scientifici è sempre lesiva di questi obiettivi. La falsa illusione che la ricerca sia «semplice» sminuisce i protagonisti di grandi imprese scientifiche e culturali, rende il loro lavoro indegno di essere sostenuto e scoraggia i giovani, e in particolare la banalizzazione del contesto e dei risultati annulla la possibilità di comprendere veramente la natura del problema scientifico e della sua eventuale soluzione [2].

La passione dei giovani più bravi non viene spesa su un terreno sterile (quando il problema è troppo semplice non c'è sfida, quindi non vale la pena di lavorare su un campo già bruciato [3]) .

La scelta degli argomenti viene artificialmente limitata, perché ciò che è troppo complicato per rientrare nello schema della banalizzazione viene semplicemente rifiutato, alcune ricerche non superano mai questo filtro che le allontana dalla società.

per contro, gli argomenti più facili da spiegare vengono raccontati troppo frequentemente, generando così una visione profondamente distorta della scienza.

anche i fenomeni più inconsueti trovano molto spazio nella divulgazione banalizzata, dando così l'impressione che la scienza vada a caccia di mostri e fantasmi.

La scelta di argomenti banali e di fatti strani porta ad una visione falsata della conoscenza scientifica e rafforza nel pubblico l'idea che la scienza sia generalmente un gioco per adulti, e che la vera ricerca si giustifichi solo sulla base delle sue applicazioni.

La divulgazione semplicistica non riesce in realtà neppure a raggiungere il suo scopo spesso dichiarato –quello di avvicinare la scienza alla gente– perché con le sue distorsioni non è in grado di produrre maggiore supporto sociale e finanziamento pubblico; anzi spesso ottiene il risultato di mettere in ridicolo i protagonisti di lavori seri ed importanti.

### **3 Conclusioni**

La divulgazione scientifica non può essere vista in modo unitario. I diversi attori hanno scopi e finalità diverse. In particolare, è importante che gli scienziati non seguano passivamente la divulgazione commerciale ma perseguano indipendentemente i loro scopi, cercando di avere sempre chiari in mente gli obiettivi, che spesso divergono da quelli dell'industria editoriale.

Per fortuna questo non accade sempre, ed esistono ottimi esempi di collaborazioni di successo tra scienziati ed industria editoriale nell'ambito della divulgazione. I libri di Martin Gardner sui giochi matematici sono sempre molto profondi e ricchi di tematiche che spaziano dalla filosofia alla fisica, nell'ambito di un ricco tessuto matematico [4]. Un'altro esempio di ottima divulgazione, divertente, ma profonda e appassionata, è la serie di libri su Mr. Tompkins scritta da George Gamow [5]. In Italia i libri autobiografici di Margherita Hack sono un ottimo esempio di come si possa raccontare la scienza e la vita degli scienziati senza la paura di non trovare lettori [6].

Purtroppo nell'era di LHC e di altre colossali imprese scientifiche è facile mettere l'accento sugli aspetti più spettacolari e folkloristici della grande ricerca internazionale, ma bisogna avere la forza morale e il coraggio di spiegare approfonditamente i grandi temi culturali che stimolano queste ricerche [7].

## Referenze

- 1) Attualmente i risvolti pratici e applicativi della ricerca hanno un'enorme rilevanza nel giudizio politico-sociale della ricerca ma non possono essere i criteri guida. L'aspetto puramente culturale e conoscitivo della ricerca è estremamente importante, perché è legato alla nostra coscienza del mondo e del nostro posto nell'universo. A questo proposito vale la pena di citare la testimonianza di Robert R. Wilson di fronte al Comitato Congiunto per l'Energia Atomica (JAEC) degli Stati Uniti il 17 aprile 1969: rispondendo ad una domanda del senatore J. O. Pastore a proposito dell'importanza pratica dell'acceleratore di Fermilab, Wilson rispose in modo efficacissimo, concludendo con la frase «... this new knowledge has all to do with honor and country but it has nothing to do directly with defending our country except to help make it worth defending.» (l'intera conversazione è estremamente significativa ed è riportata in Am. J. Phys. 64 [1996] 682).
- 2) A. Einstein: «On the Generalized Theory of Gravitation», Scientific American 182 (Aprile 1950): in questo articolo Einstein descrive in modo semplice ed efficace cosa voglia dire «comprendere» in ambito scientifico.
- 3) B. Hayes: «Clock of the Ages», The Sciences, Nov./Dec. 1999, p. 9: in questo articolo Brian Hayes, un ottimo divulgatore di idee complesse, riesce a spiegare ammirevolmente come le grandi sfide facciano crescere le grandi passioni nei giovani.
- 4) Si veda ad esempio M. Gardner: «Gardner's Whys and Wherefores», Oxford Univ. Press (1990).
- 5) G. Gamow e R. Stannard: «Il nuovo mondo di Mr. Tompkins. Avventure di un curioso nel mondo della fisica», Le Ellissi Zanichelli (2005).
- 6) M. Hack: «L'amica delle stelle. Storia di una vita», BUR Biblioteca Universale Rizzoli (2000).
- 7) Il conflitto tra gli aspetti commerciali e quelli scientifici della divulgazione è solo uno dei fronti su cui si combatte una battaglia economica e culturale che abbraccia molti aspetti della vita umana. Il filosofo della scienza John Dupré ne offre una prospettiva diversa nella sua recensione del libro «Prometheus Bedeviled: Science And The Contradictions Of Contemporary Culture» di Norman Levitt (The Sciences, Mar./Apr. 2000, p. 40). La recensione si conclude con una frase che sottolinea gli obiettivi contrastanti della formazione culturale e del profitto privato: «It probably goes without saying that even the most successful and sophisticated development of science studies could only aspire to reach the educated elite. And Levitt rightly sees the heart of the problem as the scientific illiteracy of the wider population. My own choice of culprit here, and also a target of some of Levitt's criticism, is the capitalist commodification of information. ... I mean the control of the mass media by profit-seeking corporations. The average American child watches about 1,100 hours of television a year, more hours and perhaps more engaged hours than the child spends in school. Given the quality of the "information" such commercial media provide, it is hardly surprising that the consumers of those products should be ill-informed, and increasingly so. The real enemy of the reconciliation of science and democracy that Levitt so admirably seeks is not Michel Foucault but Rupert Murdoch.»

# LA FISICA PER PINOCCHIO

→ **Susanna Tessaro**

INFN sezione di Trieste, via Valerio 2, Trieste

Istituto Tecnico Industriale Alessandro Volta, via Montegrappa 1, Trieste

## Sommario

La Fisica è sempre più importante per professioni tecnico-pratiche dove la soluzione di problemi richiede applicazione e disciplina, oltre che a sufficienti competenze matematiche; ma generalmente chi si iscrive a scuole o corsi professionali, lo fa spesso sperando di poter abbandonare lo studio tradizionale e potersi dedicare esclusivamente ad attività pratiche. Questo intervento presenta un esempio specifico e vuole invitare a riflettere su questo tipo di contesto di insegnamento, con ragazzi difficili, ma dove proprio la Fisica sta alla base della professione.

## 1 Introduzione

Che fare perché Pinocchio e Lucignolo invece che scappare al Paese dei Balocchi restino con te a capire che cos'è un momento d'inerzia o l'induzione elettromagnetica? Che fare quando i tuoi studenti "devono" fare Fisica perché è basilare per le loro future professioni ma sono quelli che non riescono a stare seduti e concentrati per più di dieci secondi e/o che si sono iscritti ad un corso professionale nella speranza di non vedere più un libro in vita loro?

I principi fisici sono sempre più importanti in professioni generalmente considerate poco nobili come il meccanico, l'elettricista o l'operatore edile ed apprenderli, capirli a fondo, saperli applicare per la soluzione di problemi richiede applicazione e disciplina, oltre che a sufficienti competenze matematiche. Eppure generalmente quelli che dalla scuola media – per la quasi totalità maschi – si iscrivono a scuole o corsi professionali, lo fanno nella speranza di poter abbandonare per sempre libri e quaderni e potersi dedicare esclusivamente ad attività pratiche. Anche negli Istituti Tecnici si incontrano, in maggioranza, allievi che ad un Liceo tradizionale hanno preferito quel tipo di scuola con l'aspettativa di fare più attività di laboratorio che di teoria.

Ci si trova perciò di fronte ad una situazione contraddittoria: da un lato allievi esuberanti, poco inclini alla meditazione ed allo studio, che spesso rifiutano totalmente la lezione frontale e lo studio individuale; dall'altro, per affrontare con cognizione di causa ed autonomia professioni come ad esempio quella del tecnico elettrico od elettronico, l'esigenza di riuscire a trasmettere concetti astratti come quello di campo o leggi non facili come quelle dell'elettromagnetismo.

Questo intervento ha un duplice obiettivo. Il primo, è di presentare un esempio di percorso integrato tra scuola ed ente di formazione: le difficoltà che si incontrano, i metodi adottati ed alcuni esempi. Il secondo obiettivo, forse più importante, quello di invitare a riflettere su questo tipo di contesto di insegnamento, con ragazzi difficili, ma dove proprio la Fisica sta alla base della professione.

## 2 Percorsi integrati ITIS A. VOLTA Trieste – ENAIP FVG

Nell'ambito della formazione professionale, un esempio è costituito da due percorsi di prima formazione offerti nella provincia di Trieste: Installatori di apparecchiature elettriche ed elettroniche e Meccanici. I corsi sono triennali, con 1200 ore annue, di cui 300 curate dalla scuola per le materie di italiano e area storica, inglese, matematica, fisica e chimica. Le classi sono finora state composte da 20-22 allievi in prima, 15-16 in seconda, 12-14 in terza e gli abbandoni stanno diminuendo. Sono previste delle integrazioni nelle materie di scienze, biologia, diritto, disegno e matematica per quella parte di allievi, particolarmente positivi, che vogliono, dopo la qualifica professionale, iscriversi al quarto anno dell'ITIS A. Volta ed il cui numero è andato progressivamente aumentando.

Le criticità sono soprattutto incentrate nella mancanza di attenzione e motivazione, nella sfiducia in se stessi e negli insegnanti, nella conflittualità con i compagni.

Una classe tipo è composta da allievi appena usciti dalla scuola media (alcuni con un percorso regolare, molti già respinti una o due volte, alcuni non ancora in possesso del diploma), vi sono allievi che hanno già trascorso uno o più anni in scuole medie superiori e alcuni (massimo 1 o due per classe) con problemi gravi di apprendimento o comportamento.

### 3 Elementi chiave

L'elemento centrale è senz'altro quello della FIDUCIA, sia nel rapporto con il docente che con se stessi, con un recupero dell'autostima. Fondamentale però il tipo di ATTIVITA' proposta, che beneficia in modo sostanziale quando si sposta sull'allievo: applicare la matematica e la fisica in excel, prendere misure e stendere relazioni, prendere appunti e fare esercizi, visitare mostre e laboratori. Infine, stimola gli interessi continuare a proporre COLLEGAMENTI tra le materie (matematica, elettronica, fisica, ...)

### 4 Esempi

Una misura che è stata più apprezzata delle altre è stata quella dei propri tempi di reazione: chiedendo ad un compagno di sorreggere un catetometro e lasciarlo poi cadere, lo studente deve afferrarlo prima possibile, permettendo così, grazie alla scala graduata di misurare di quanti centimetri è sceso il catetometro prima di essere afferrato.

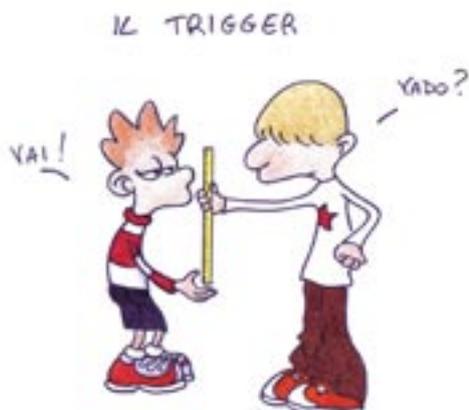


Figura 1: L'allievo a destra lascia andare il catetometro senza preavviso dopo che il compagno si è posizionato sullo zero dello strumento. L'asta quindi scende in caduta libera per un tratto  $D_x$  che permette di ricavare il tempo di reazione incognito.

La matematica che descrive la caduta libera del corpo permette di applicare le equazioni di secondo grado e particolare attenzione va posta: 1) alla chiarezza dei passaggi algebrici, a partire dalla legge oraria fino alla soluzione; 2) all'utilizzo di calcolatrici (a tal fine sono state acquistate una quindicina di hp 30s per uso in aula); 3) al problema delle unità di misura, che trova coerenza lavorando all'interno del Sistema Internazionale. Un'altra attività che ha riscosso più successo di altre è stata una applicazione di excel per la descrizione della traiettoria del proiettile lanciato con determinata velocità iniziale e determinato alzo: inserire nel problema un ipotetico ostacolo da superare è stato determinante per destare l'interesse degli studenti, che così avevano un fine immediato e visibile nei loro tentativi.

### 5 Conclusioni

Attività positive sono quelle dove si riesce a trovare un collegamento con l'io dello studente, ad essere personalizzate.

I collegamenti con la matematica vanno anche continuamente cercati nella vita quotidiana.

La matematica non va banalizzata nei meccanismi delle regole, ma è più produttivo insistere sui criteri che regolano i passaggi algebrici.

Il vissuto spesso costellato di fallimenti di alcuni studenti rende cruciale il rapporto personale con il docente e la fiducia nei suoi confronti è un elemento basilare così che un rapporto anche affettivo, seppur non condiscendente, ma stabile e coerente, è irrinunciabile.

### 6 Ringraziamenti

Ringrazio tutto il personale dell'ENAIP che in questi tre anni non ha mai mancato di farmi avere appoggio ogni qual volta ce ne è stato bisogno: dai tutor Dott.sse Amina Dudine e Anna Zecchin, al responsabile dei corsi Silvio Nauta. Ringrazio infine le Direzioni, dell'ENAIP e dell'Istituto Volta, che hanno creduto e continuato a credere in questi anni alla validità di questi percorsi.

### Referenze

- 1) Progetto sperimentale integrato di istruzione e formazione professionale ENAIP FVG e ITIS A. VOLTA – Trieste (2004).

# THE (THEMATIC HUMAN INTERFACE AND EXPLAINERS) GROUP. LA RETE EUROPEA PER LA CRESCITA PROFESSIONALE DEGLI ANIMATORI

→ Paola Rodari<sup>(a)</sup>, Matteo Merzagora<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> SISSA Medialab, Trieste, Italia

<sup>(b)</sup> ICS SISSA, Trieste, Italia

## Sommario

Animatori scientifici, guide, educatori, operatori museali, mediatori, facilitatori... sotto nomi diversi è compreso un esercito di giovani (ma non solo), una delle principali interfacce tra la scienza e il grande pubblico. Presenti nei musei, nelle mostre interattive, nei festival e negli open day, gli animatori sono spesso i principali responsabili della qualità della comunicazione delle istituzioni per cui lavorano. Altrettanto spesso, però, la loro importanza è sottovalutata; sono formati in modo veloce e superficiale, non sono coinvolti nella progettazione e nella vita culturale dell'istituzione, e non sono quindi coscienti fino in fondo della filosofia comunicativa degli eventi o delle mostre di cui sono mediatori. Questo avviene non solo in Italia, ma anche all'estero, come mostrano i dati del progetto europeo DOTIK. Per ovviare a questa situazione l'Ecsite, la principale associazione dei musei scientifici e science centre europei, ha costituito un gruppo di lavoro, con lo scopo di raccogliere dati sul problema e stimolare lo scambio di informazioni, esperienze e buone pratiche tra gli animatori europei.

## 1 Il progetto DOTIK - European Masterclass for Young Scientists and Museum Explainers

Per due anni il progetto DOTIK ha esplorato, per la prima volta a livello europeo, lo status professionale degli animatori scientifici. DOTIK (che in sloveno significa "contatto") è stato finanziato dal DG Ricerca della Commissione Europea, e dal 2005 al 2006 ha visto la progettazione e sperimentazione di un percorso di specializzazione per animatori scientifici che li rendesse migliori mediatori nel dialogo tra scienza e società, tra istituzioni e pubblico. I partner del progetto - il gruppo di ricerca ICS della SISSA (coordinatore), l'At-Bristol science centre (GB), The House of Experiments (Lubiana, SLO) e l'Immaginario Scientifico (Trieste, IT) - hanno infine organizzato una scuola estiva che ha riunito a Trieste sessanta partecipanti da ventitre paesi (<http://www.dotik.eu>). In questa sede non vogliamo tanto approfondire questa esperienza di formazione [1,2], quanto presentare alcuni dati della ricerca DOTIK, e dare un'idea delle ricadute attuali del progetto.

## 2 Lo status professionale degli animatori scientifici in Europa

Pur essendo gli animatori la principale (e talvolta unica) interfaccia tra istituzioni impegnate nel comunicare la scienza e pubblico, e nonostante un sempre maggior numero di ricerche segnalino la crucialità del loro ruolo di mediatori [3,4], esistono pochissimi dati sulla loro consistenza numerica, sulla loro formazione, e su come sono organizzati all'interno delle istituzioni a cui appartengono.

Durante il progetto DOTIK è stato distribuito un questionario, sono stati organizzati quattro focus group dedicati all'auto-percezione degli animatori (uno alla prima edizione, sperimentale, della scuola, e uno all'edizione conclusiva), e realizzate diverse interviste [5,6]. Al questionario hanno risposto 39 musei e science centre, tra cui le più grandi realtà europee quali il Deutsches Museum di Monaco e il Science Museum di Londra.

Dall'analisi dei questionari emerge una grande variabilità tra le istituzioni. Il numero degli animatori, ad esempio, non è in relazione né con la dimensione degli spazi del museo né con il numero dei visitatori. Inoltre alcuni musei preferiscono assumere pochi animatori con contratto full time, e hanno uno staff relativamente ridotto di numero, mentre altri impiegano un gran numero di animatori per poche ore settimanali ciascuno. Il numero degli animatori varia, dunque, come variano i ruoli e le attività che svolgono, e queste variazioni sono chiaramente legate alla storia e alla filosofia comunicativa del museo, alla sua tipologia (conservativo, hands-on, immersivo, ...), alla varietà e tipologia dei programmi che vengono organizzati, e agli spazi a disposizione (presenza di planetario, spazi esterni, ecc).

Un panorama più condiviso appare invece quando si cerca di capire chi siano gli animatori e quale status professionale abbiano. In Europa la maggioranza degli animatori sono persone che svolgono questo lavoro come lavoro temporaneo, mentre completano gli studi o sono in attesa di un altro lavoro. Il 43% sono studenti universitari, nella maggior parte dei casi di facoltà scientifiche. Questa temporaneità del lavoro determina anche la precarietà dei contratti: circa un terzo degli animatori del nostro campione è pagato per ora, ricevendo quindi un salario che non può garantire l'indipendenza economica. La precarietà diviene quindi un processo che si autoalimenta: si propongono come animatori persone che non necessitano di un salario completo, ma integrano altre fonti di sostentamento.

Forse anche perché il turn over è molto rapido, pochi sforzi sono fatti per dare loro una formazione completa, e

nella maggior parte dei casi (fatte salve alcune luminose eccezioni) gli animatori sono formati solo attraverso lo shadowing, cioè l'apprendistato presso un animatore senior.

Se ci allontaniamo dai dati quantitativi, e riportiamo invece quanto emerge dai colloqui e dalle interviste, questo status precario non è in linea di principio negativo. Lavorare come animatore è un'esperienza estremamente gratificante, perché permette di trasmettere la propria passione per la scienza e di acquisire sul campo abilità comunicative e capacità pedagogiche. Questo bagaglio, e la nuova consapevolezza comunicativa maturata, potranno essere utilizzate nel futuro dagli animatori, quando diverranno ricercatori, professionisti, insegnanti. È vero anche, però, che la figura dell'animatore non ha ancora un chiaro riconoscimento professionale, né sono stati ben definiti dei percorsi di carriera che permettano invece a un animatore di progredire all'interno delle istituzioni museali.

Nonostante le diversità locali, le carenze della formazione, e nonostante la mancanza di un chiaro background teorico comune, gli animatori si riconoscono fortemente come gruppo. Di fatto gli animatori sono la sola interfaccia "umana" tra museo e pubblico, coloro che lavorano sempre "nella fossa dei leoni". Gli animatori amano il proprio lavoro, che trovano estremamente interessante e divertente. Sono seriamente impegnati e consapevoli del loro importante ruolo nella diffusione della cultura scientifica.

La contraddizione tra passione "interna" e sottovalutazione "esterna" emerge però chiaramente dalle loro parole: si sentono spesso sotto-utilizzati, poco coinvolti nella vita progettuale e organizzativa di musei e science centre.

### **3 THE group e il futuro dell'animazione europea**

Il progetto DOTIK ha avuto un forte impatto sulla comunità dei musei e science centre. La ricerca e il progetto sono stati presentati in diversi convegni, e sessioni dedicate agli animatori scientifici sono state organizzate nei congressi annuali di Ecsite, il principale network europeo dei musei della scienza e degli science centre (<http://www.ecsite.net>). Nel 2007 Ecsite ha deciso infine di dedicare proprio agli animatori il primo gruppo di lavoro tematico organizzato all'interno dell'associazione, per supportarne la crescita professionale e migliorare quindi gli standard europei delle pratiche di animazione. THE group (Thematic Human Interface and Explainers group) intende compiere nuove e più approfondite ricerche sull'animazione scientifica in Europa, promuovere momenti formativi a livello europeo (di cui due primi esempi sono già stati organizzati in concomitanza degli Ecsite Annual Meeting), e stimolare gli scambi diretti tra animatori, anche attraverso una piattaforma per il community learning (<http://medialab.sissa.it/THE>).

L'adesione a questo progetto comune delle realtà e dei singoli potenzialmente interessati è necessaria affinché decolli, creando quella continuità di scambi e di crescita collettiva che fino ad ora è mancata. Non sono infatti le buone pratiche locali a mancare, anzi, alcune realtà europee (anche italiane) hanno ottimi programmi di formazione degli animatori e originali proposte per il pubblico, ma queste esperienze rimangono sconosciute, soprattutto agli animatori, che normalmente non hanno l'opportunità di visitare altre realtà o di frequentare i convegni.

#### **Referenze**

- 1) P. Rodari. Beautiful guides. The role of professional explainers and young scientists in science and society dialogue. Proceedings del 9th International Conference on Public Communication of Science and Technology (PCST-9), Seoul (Korea) 17-19 maggio 2006.
- 2) M. Mazagora, P. Rodari, F. Sgorbissa. La formazione degli animatori scientifici. In: Nico Pitrelli e Giancarlo Sturloni (eds), Governare la scienza nella società del rischio, Atti del IV Convegno Nazionale sulla Comunicazione della Scienza, Polimetrica, Milano 2006.
- 3) E. B. Bailey (a cura di). The professional relevance of Museum Educators. Perspectives from the field. Journal of Museum Education, vo. 31 n. 3 fall 2006.
- 4) P. Rodari, M. Xanthoudaki (a cura di). Beautiful guides. The value of explainers in science communication. Jcom 04(04), December 2005.
- 5) M. Crespi, D. Gouthier, F. Manzoli, P. Rodari. L'immagine della scienza nei bambini e negli adolescenti: il ruolo dei musei. In: N. Pitrelli e G. Sturloni (a cura di), La stella nuova, Polimetrica 2005.
- 6) P. Rodari. Il volto umano dei musei. Gli animatori scientifici in Europa: numeri, pratiche e bisogni formativi. Nuova Museologia Scientifica, in press, 2008

# DIVULGAZIONE & FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI

→ **Luciana Zuccheri<sup>(a)</sup>, Consolato Pellegrino<sup>(b)</sup>**

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Matematica e Informatica, Università degli Studi di Trieste, Via A. Valerio 12/1, Trieste;  
zuccheri@units.it

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Matematica pura e applicata "G. Vitali", Università di Modena e Reggio Emilia,  
Via Campi 213b, Modena; pellegrino@unimore.it

## Sommario

In questa nota si illustra «Tre in uno: piccola enciclopedia della matematica "intrigante"», un libro che si propone di stimolare la curiosità verso i vari aspetti della matematica, coltivare l'abitudine alla lettura anche in campo matematico e stimolare il desiderio di cercare approfondimenti di quanto si legge, offrendo una vasta gamma di puntuali rimandi bibliografici. L'opera si rivolge agli amanti della cultura in generale e della matematica in particolare. Lo stile adottato offre agli insegnanti un valido strumento per appassionare gli allievi alla lettura di opere di matematica divulgativa. La validità dell'impostazione strutturale del testo è stata verificata con un'indagine svolta tra gli studenti dei Corsi di studi in matematica e delle Scuole di specializzazione per l'insegnamento nella Scuola secondaria, nell'Università di Trieste e nell'Università di Modena e Reggio Emilia.

## 1 Perché è importante la diffusione della cultura matematica?

L'importanza di molti aspetti della divulgazione della matematica sono ben presenti da tempo alla comunità matematica internazionale (cfr. Howson e Kahane 1990) e, da qualche anno, anche l'importanza della divulgazione rivolta ai vari ordini di scuola è condivisa da tutti. È noto, infatti, che i giovani che non vengono formati adeguatamente in matematica a livello preuniversitario tendono a non proseguire gli studi in campo scientifico, o, se lo fanno, trovano maggiori difficoltà. Una cura maggiore nell'apprendimento della matematica da parte dei giovani, specialmente nei paesi più industrializzati, potrebbe contrastare la tendenza della gran parte di loro a non orientarsi più negli studi superiori in settori scientifici, facendo correre alla società il pericolo di non riuscire a mantenere l'attuale livello di sviluppo. Recentemente, inoltre, le ben note indagini OCSE-PISA hanno portato alla ribalta gli scarsi risultati riportati in matematica dai quindicenni di molti Paesi, tra cui l'Italia. Per tutti questi motivi, in Italia sono state finanziate varie iniziative rivolte al mondo della scuola, tra cui il Progetto Lauree Scientifiche.

Per lo sviluppo delle capacità in campo matematico e la rinascita della cultura matematica nelle nuove generazioni, un nodo cruciale è senz'altro quello dell'insegnamento. Occorre quindi che i docenti universitari in collaborazione con gli insegnanti del settore scientifico, in particolare matematico, operino al fine di disseminare tra i giovani la passione per la matematica, o almeno la voglia di studiarla (cfr. Pellegrino e Zuccheri 20061).

## 2 Come aiutare gli insegnanti a disseminare la passione per la matematica?

Recentemente, soprattutto a partire dagli anni immediatamente precedenti il 2000, proclamato dall'UNESCO Anno Internazionale della Matematica, sono stati pubblicati e ripubblicati in tutto il mondo molti volumi di divulgazione della matematica. Non tutti sono dello stesso livello, anzi, alcuni sono un po' superficiali, altri sono viziati da errori di stampa o di traduzione, ma è importante che sia stata raggiunta una buona "massa critica" che ha fatto uscire dall'ombra questo genere letterario. Inoltre, esistono molti libri di divulgazione della matematica ormai "classici", che, seppur non più in commercio, sono consultabili presso le biblioteche pubbliche e universitarie.

Per diffondere, ma anche accrescere la cultura matematica, ci è sembrato utile far conoscere queste opere, con una rassegna che inviti alla loro lettura e, nel contempo, ad approfondire gli argomenti trattati, inquadrati in un contesto organico.

A tale scopo abbiamo realizzato un libro, intitolato: Tre in uno: piccola enciclopedia della matematica "intrigante" (cfr. Pellegrino e Zuccheri 2008) che si propone di stimolare la curiosità verso i vari aspetti della matematica, coltivare l'abitudine alla lettura anche in campo matematico, stimolare il desiderio di cercare approfondimenti di quanto si legge. Il volume, oltre ad essere adatto per gli amanti della scienza in generale e della matematica in particolare, può servire agli insegnanti in formazione e in servizio per colmare loro eventuali lacune e, nel contempo, come strumento per aiutarli a far maggiormente apprezzare la matematica ai loro allievi.

## 3 Struttura dell'opera

Il libro sviluppa, ampliandole e completandole, alcune idee già esposte in un video, visibile in rete, da noi ideato e prodotto presso l'Università di Trieste (cfr. Pellegrino e Zuccheri 1998).

Per questo testo, proponendoci di contribuire alla divulgazione della matematica intesa soprattutto come

diffusione dei suoi aspetti culturali, abbiamo studiato una struttura molto articolata, modellata in parte anche sullo stile delle opere di tipo enciclopedico. Esso è, infatti, corredato di un ampio apparato di note "a vista", riferimenti bibliografici e web, contiene molti rimandi interni, in "risonanza" tra loro, per consentire una lettura a diversi livelli e in più tempi, soddisfare vari interessi, offrire indicazioni ampie e dettagliate per approfondimenti, offrire collegamenti tra gli avvenimenti, i personaggi, le idee, il loro sviluppo e, più in generale, tra la matematica e le altre discipline, le applicazioni, la società, la cultura, la quotidianità,...

Le note, in prima lettura, possono essere saltate, senza compromettere la comprensione. Molte di esse sono dedicate a notizie biografiche sui matematici citati, con maggiori approfondimenti per i personaggi meno noti. Per far meglio comprendere la matematica della quale si parla, è sembrato opportuno, infatti, far conoscere ai lettori anche il contesto umano e sociale nel quale si è sviluppata.

La validità di tale impostazione strutturale è stata verificata con un'indagine svolta tra gli studenti dei corsi di studi in matematica e delle Scuole di specializzazione per l'insegnamento nella Scuola secondaria (SSIS), dell'Università di Trieste e dell'Università di Modena e Reggio Emilia. L'indagine ci ha dato conferma della comprensibilità del linguaggio usato e dell'efficacia di tale struttura per gli scopi che ci eravamo proposti (cfr. Pellegrino e Zuccheri 20062).

Il volume è diviso in tre parti. Nella prima parte, con l'uso della forma dialogica e della metafora del gioco del tangram, il lettore è portato a comprendere, non cosa fanno oggi i matematici (questo più che difficile è impossibile per i "non addetti ai lavori"), ma almeno cosa fanno da sempre, cioè può farsi un'idea dei metodi usati e del tipo di problemi che hanno ispirato e continuano ad ispirare il loro lavoro.

La seconda parte è costituita dai seguenti cinque itinerari:

- La matematica tra gioco, divulgazione e... riconoscimenti.
- Matematica: tempi e modi.
- Matematica dilettevole e curiosa tra scienza e formazione.
- Gare & Problemi.
- Problemi & Congetture.

Gli itinerari, indipendenti tra loro, fanno compiere al lettore una sorta di visita guidata nella matematica e nella sua storia, collegando tra loro avvenimenti, personaggi, altre discipline, applicazioni della matematica, cultura "scientifica e umanistica", attualità.

La terza parte, infine, contiene i riferimenti alle opere ed ai siti web citati, un indice dei nomi e dei termini correlati. Offrendo quadri riassuntivi di rapida consultazione, essi favoriscono raffronti o evidenziano aspetti poco noti.

#### **4 Un auspicio e una proposta**

Ai fini della diffusione della cultura scientifica, riteniamo interessante e produttivo che il nostro Tre in Uno sia affiancato da opere di tipo analogo in altri settori: tutte assieme potrebbero costituire il nerbo di una collana di testi a prezzo contenuto da diffondere tra un vasto pubblico, magari come supplemento di pubblicazioni a stampa di ampia tiratura.

##### **Referenze**

- 1) Howson A.G., Kahane J-P. (eds.), 1990. The popularization of Mathematics. Cambridge: Cambridge University Press, pp. XI+210.
- 2) Pellegrino C., Zuccheri L., 1998. A che gioco giochiamo: Tangram o Matematica?, Trieste: Centro Televisivo Interdip. dell'Università di Trieste, <http://www.nrd.univ.trieste.it/tanweb/tanweb/index.html>
- 3) Pellegrino C., Zuccheri L., 20061. Le giovani generazioni leggono e capiscono sempre meno: che fare?, Atti della Società dei Matematici e Naturalisti di Modena, n.136, pp. 197-202.
- 4) Pellegrino C., Zuccheri L., 20062. Primi risultati di una indagine sulla strutturazione di testi dedicati alla divulgazione della matematica ed alla formazione insegnanti, in: Sbaragli S. (ed.), Atti Conv. Int. "La Matematica e la sua Didattica vent'anni dopo" (Castel S. Pietro Terme - BO). Roma: Carocci, pp. 234-237.
- 5) Pellegrino C. e Zuccheri L., 2008. Tre in uno. Piccola Enciclopedia della Matematica "Intrigante". Modena: Ediz. Athena, pp. XII+138.

# I PERCHÉ E I COME DELLA DIVULGAZIONE SCIENTIFICA DALLE LEZIONI PUBBLICHE DI FARADAY ALLA IMMERSIVITÀ DEI SCIENCE CENTRE

→Vincenzo Lipardi<sup>(a)</sup> <sup>(b)</sup>, Luigi Amodio<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Presidente ECSITE European Network of Science Center & Museum;

<sup>(b)</sup> Membro del CDA della Fondazione IDIS-Città della Scienza

<sup>(c)</sup> Direttore della Fondazione IDIS-Città della Scienza

Cari amici, inizio questa mia conversazione ricordando che nel mondo della scienza, la divulgazione è stata spesso intesa più come tecnica di "semplificazione e popolarizzazione della complessità della ricerca scientifica" che come strumento per fornire delle "chiavi" utili a comprendere "i segreti della natura"; come mezzo capace di costruire tecniche e modelli di coinvolgimento sociale ed integrazione culturale tra la cultura umanistica e quella più propriamente scientifica; insomma a perseguire il fine di democratizzare la società.

Nel corso dei secoli, del resto, è cambiato sia il perché, che il come, della divulgazione, ma io preferisco usare il termine "comunicazione", scientifica.

Un primo perché, ovviamente, risiede nella natura intersoggettiva della scienza come attività umana: la scienza nel suo farsi – osservazioni, esperimenti, formalizzazioni, ecc. – non ha senso se non viene comunicata ad altri, quindi verificata, discussa, validata o meno, ecc.

Questo aspetto della comunicazione scientifica, la cosiddetta Comunicazione intrascientifica, non è sostanzialmente mutato nonostante il cambiamento degli strumenti, alludo qui all'introduzione di Internet, abbia avuto un grande impatto che è intervenuto non solo sui tempi e gli strumenti ma anche, come vedremo più avanti, sugli attori coinvolti

Per quanto riguarda invece la comunicazione pubblica della scienza, al di fuori cioè della comunità degli scienziati, le cose sono mutate radicalmente.

Ma prima di giungere all'oggi e forse utile dare un rapido sguardo al passato.

Credo sia giusto partire ricordando che una delle opere che più hanno rivoluzionato la cultura (non solo scientifica) italiana è, al tempo stesso, un esempio mirabile di comunicazione scientifica, tanto che la radicalità del contenuto si collega fortemente a quella dell'espressione. Sto parlando del *Dialogo sui massimi sistemi* di Galileo, in cui la scelta della forma dialogica, che è parte della tradizione, fa da strumento d'introduzione di teorie innovative ed ardite.

La divulgazione nel 1500 vede affermarsi una modalità di comunicazione ripresa poi ai giorni d'oggi, e cioè le conferenze spettacolo. Un nome per tutti è quello di Bernard Palissy, un vasaio francese famoso tra l'altro per le sue letture pubbliche di storia naturale. Voglio ricordare che, per ascoltare una sua lezione, si imponeva il pagamento di un biglietto che costava una corona, una cifra notevole in quei giorni.

Ma è nel 1600 che la divulgazione scientifica si afferma, grazie al proliferare degli esperimenti nei cabinet de curiosités e nei salotti.

Nell'800, però, si afferma la divulgazione scientifica così come la intendiamo oggi. Tra gli spiriti del tempo è emblematico Michael Faraday, che con le sue conferenze del venerdì o in quelle di Natale, ci mostra l'esempio forse più importante della divulgazione scientifica "pre-avvento" dei moderni media. Le sue conferenze alla Royal Institution of Great Britain, tra cui la famosa "Storia chimica di una candela", divenne un cult per le letture di Natale dei giovani inglesi. E non è un caso che, dal 1825, le Royal Institution Christmas Lectures, da lui iniziate, continuino sino ai nostri giorni.

Faraday colse anzitempo l'importanza dell'educazione e fu molto attento al rapporto con il sistema scolastico del suo paese. Nel 1862 tenne un famoso incontro con la Commissione delle Scuole Pubbliche per esporre le sue idee innovative sul sistema educativo della Gran Bretagna. Ed infine, da scienziato moderno, si rifiutò di partecipare alla produzione di armi chimiche nella Guerra di Crimea, per ragioni etiche.

Ciò che accomuna queste esperienze è sicuramente la tensione positivista e illuministica di accrescere la cultura scientifica del "volgo"; così come l'idea utilitarista, che maturò nell'800, per cui l'accrescimento delle competenze scientifiche potesse qualificare la classe operaia.

Per quanto riguarda invece i musei – la cui natura è soprattutto, passata l'epoca delle "camere delle meraviglie", di supporto alla ricerca scientifica – è interessante ricordare qui una descrizione che Leibniz fa del suo museo scientifico ideale, praticamente un moderno science centre: "...lanterne magiche, voli, meteore artificiali e ogni sorta di meraviglie ottiche; una rappresentazione dei cieli, delle stelle e delle comete, fuochi d'artificio, fontane d'acqua, barche dalla forma strana, automi bevitori d'acqua, dimostrazioni sul telescopio, macchine calcolatrici, esposizioni della camera oscura, fino all'esperimento consistente nell'infrangere un vetro gridando e nel

mostrare l'eguaglianza delle oscillazioni del pendolo. Un teatro di natura o d'arte che stimolerà le invenzioni, offrirà belle visioni, istruirà le persone con un numero infinito di novità utili e ingegnose, dimostrandosi in tal modo vero museo di quanto è possibile immaginare" (1675).

Del resto, parlare dei Musei ci porta ancora più lontano, più o meno al 300 a.C., quando ad Alessandria d'Egitto, grazie ai greci Demetro e Stratone, nasce la Biblioteca e il Museo. La descrizione che Stradone, nel XVII libro della Geografia, ci dà del Museion, ci porta ad immaginare una comunità di astronomi, matematici, geografi e filosofi, dotata di un laboratorio di anatomia e di giardini botanici e zoologici, senza dimenticare il suo osservatorio astronomico. In sostanza, la prima istituzione pubblica dedicata alla filosofia, vale a dire alla ricerca del sapere: "questo collegio di dotti filologi" ci dice Strabone "dispone di risorse comuni, amministrata da un sacerdote un tempo designato dai re e ora da Cesare".

Ma come dicevamo prima, è nel 1550 che si diffonde in Europa il Cabinet de Curiosité, ovvero il gabinetto delle curiosità; in Germania il Kunst und Wunderkammer, la "stanza dell'arte e delle meraviglie", e in Italia lo studiolo.

Nel 1683 si inaugura nell'Università di Oxford il "Musaeum Ashmoleano, Schola Naturalis Historiae, Officina chimica". È un museo che partendo dalla collezione di Elias Ashmole, la implementa e crea un'istituzione moderna. Anche le forma gestionali preannunciano un museo moderno: il suo staff prevede un "conservatore" e un "sotto conservatore", pagati con i proventi della biglietteria. Si crea un luogo dove, come commenta Conrad Von Uffenbach, un erudito tedesco, "le persone toccano tutto... e persino le donne sono ammesse... per 6 pence". Nel 1719 s'inaugura, per volontà di Pietro il Grande, un gabinetto pubblico a San Pietroburgo, con l'obiettivo che "il popolo veda e si istruisca". Va ricordato che allo Zar lo stesso Leibniz aveva inviato un memorandum nel quale scrive "che questi gabinetti non servano solo a titolo di curiosità, ma siano innanzitutto mezzi di perfezionamento delle scienza e delle arti".

Il '700 è un periodo effervescente e Parigi vede crescere l'interesse del pubblico aristocratico e borghese verso la nuova filosofia. Nicolas Lemery, un chimico francese, tiene lezione nei gabinetti scientifici, dove "dimostra la chimica" e cioè l'arte della preparazione farmaceutica, mentre Jean-Antonie Nollet più conosciuto come l'abate Nollet, primo professore di fisica sperimentale all'Università di Parigi, tiene il suo corso di fisica sperimentale. Ed ancora il naturalista francese Jacques-Christophe Valmont de Bomare, appassionato studioso di scienze naturali, dopo un viaggio in Lapponia e in Islanda dove aveva studiato il funzionamento dei vulcani, ritorna a Parigi e a partire dal 16 giugno 1756 "per circa 30 anni" dai primi giorni di dicembre al 15 aprile, il martedì, giovedì e sabato mattina alle 11,30, tiene lezioni di storia naturale in qualità di professore dimostratore.

Meravigliare, far conoscere, dimostrare la potenza della tecnologia, della scienza e dell'arte, in una parola del nascente capitalismo, è un imperativo che si afferma tra la fine dell'800 e gli inizi del '900 anche in connessione con l'esperienza delle grandi esposizioni universali che, tra l'altro, lasciano "segni permanenti". A Londra dopo l'Esposizione Universale del 1861, grazie al surplus di 186.000 sterline vengono fondati lo Science Museum e il Natural History Museum.

Anche i musei, ovviamente, una volta divenuti strumenti di comunicazione pubblica della scienza, non sfuggono alla tensione "educativa" di cui si diceva prima: pensiamo alle motivazioni tutte politiche che portano alla nascita del Palais de la Découverte di Parigi come luogo di crescita culturale dei lavoratori e degli operai nell'epoca del Fronte Popolare.

Il Palais de la Découverte rappresenta, ai fini del nostro discorso, un esempio particolarmente interessante laddove in esso sono presenti, già negli anni '30, tutti gli elementi che caratterizzano i moderni science centre: interattività, ruolo delle guide scientifiche, spettacolarizzazione della conoscenza, uso di riproduzioni di esperimenti anziché collezioni di oggetti storici.

Non è un caso che Frank Oppenheimer, il fondatore dell'Exploratorium di San Francisco, tragga proprio dalla visita a questa ed altre istituzioni museali europee (Monaco e Londra) gli spunti teorici per fondare il celebre Science Centre di S. Francisco.

Dell'Exploratorium vorrei qui citare il *mission statement* come esempio di un approccio fortemente democratico e aperto alla comunicazione scientifica, a dimostrazione che la comunicazione scientifica – così come la scienza – non è mai neutra: "La missione dell'Exploratorium è di creare contesti, programmi e strumenti di apprendimento e di esplorazione innovativi, che aiutino le persone di qualsiasi età, origine e provenienza a sfruttare la propria innata curiosità per imparare a conoscere il mondo circostante".

L'Exploratorium rappresenta una importante cesura nella storia della museologia scientifica. Sarà utile ricordare brevemente i tratti distintivi salienti dell'Exploratorium, sul cui modello sono ben presto sorte decine di analoghe istituzioni in tutto il mondo.

La prima caratteristica è, naturalmente, quella della interattività basata sull'esposizione di esperienze anziché di oggetti dotati di valore, in senso proprio, come quelli tradizionalmente conservati nei musei. Gli *exhibit hands on* – cioè gli oggetti su cui si devono "mettere le mani" per generare la riproduzione di fenomeni – rappresentano l'evoluzione creativa di dispositivi analoghi già presenti nei grandi musei scientifici europei e, per molti lustri, il principale punto di attrazione dei *science centre* di tutto il mondo. Interattività che, oltre la banalizzazione

generata spesso da un utilizzo minimale delle potenzialità degli stessi *exhibit hands on*, richiama naturalmente le caratteristiche proprie della scienza, e cioè la sua natura sperimentale.

La seconda caratteristica, che emerge chiaramente dal già citato *mission statement* dell'Exploratorium è quella di una vocazione democratica della scienza e della sua socializzazione. Il museo, anzi il *science centre*, non è solo luogo aperto alla partecipazione di tutti affinché la scienza e le sue ricadute siano il più possibile condivise; di più, esso è palestra di uguaglianza ("...le persone di qualsiasi età, origine e provenienza..."), che si esercita in primo luogo sul piano cognitivo ("...sfruttare la propria innata curiosità...") ed educativo, in una società, come quella statunitense, caratterizzata dal proverbiale *melting pot* etnico e culturale.

Terzo aspetto, e qui ultimo, è quello della dimensione estetica. L'Exploratorium – nato come "museo di arte, scienza e percezione umana" – gioca in maniera esplicita il rapporto con i propri visitatori a partire dalla bellezza e dall'eleganza implicita dei fenomeni naturali, che rappresentano una sorta di "esca" per catturare l'attenzione attraverso la meraviglia da convogliare, successivamente, verso la comprensione delle leggi. Bellezza che ritorna, questa volta esplicita, nella scelta dei curatori delle mostre dell'Exploratorium (e di altri musei e *science centre*) di affidare ad artisti veri e propri la realizzazione degli *exhibit hands on*.

Su questa base – qui estremamente sintetizzata – è sorta, come già si diceva, una intera generazione di istituzioni museali o sono stati rinnovati musei tradizionali, con un successo incontrastato almeno fino alla metà degli anni '90, quando – cioè – le trasformazioni legate al ruolo della scienza e della tecnologia nelle società contemporanee divengono esplicite e impongono agli addetti ai lavori la necessità di nuove risposte.

La prima trasformazione è quella degli assetti epistemologici e organizzativi della ricerca scientifica e tecnologica, che potremmo riassumere come la transizione della scienza accademica alla sua nuova condizione post-accademica.

Definiamo con l'etichetta di scienza accademica ciò a cui, usualmente, pensiamo quando utilizziamo il termine scienza pura o scienza in generale, le cui caratteristiche emergono nell'Europa Occidentale nel corso della rivoluzione scientifica del XVII secolo e le cui norme – formalizzate da Robert Merton – sono ben note: comunitarismo (la proprietà comune delle scoperte scientifiche e la prassi per cui il mondo della scienza rinuncia alla proprietà intellettuale delle scoperte e le mette in comune in cambio del riconoscimento e della stima), universalismo, disinteresse e umiltà, originalità, scetticismo.

L'avvento della scienza post-accademica – che emerge nel secondo dopoguerra e diviene evidente in tempi sostanzialmente recenti – dipende sia da fattori esterni alla scienza così come da ragioni interne e cioè da un progresso scientifico e tecnologico sempre più rapido e dalla sempre maggiore interdipendenza tra scienza e tecnologia. Come dice il fisico John Ziman, le caratteristiche di questa nuova condizione della scienza sono: collettivizzazione, limiti allo sviluppo della scienza, sfruttamento della conoscenza, politicizzazione della scienza, industrializzazione, burocratizzazione.

Ma ciò che ci interessa maggiormente, in questo contesto, è che la pluralità di attori partecipanti al lavoro scientifico, nella dimensione post-accademica è sempre più vasta, sino a poter dire che la stessa comunicazione della scienza ai non esperti diviene un'attività del tutto interna al "farsi" della scienza stessa, un'attività rilevante per il suo stesso sviluppo. Come sostiene Pietro Greco: "Questa nuova era del modo di lavorare degli scienziati comporta una ridefinizione del ruolo che la comunicazione della scienza ai pubblici di non esperti ha per lo sviluppo della scienza stessa, oltre che per la crescita culturale e civile della società nel suo complesso. L'ipotesi, dunque, è che la comunicazione pubblica della scienza assume un ruolo rilevante per lo sviluppo della scienza stessa".

In secondo luogo, la natura della scienza contemporanea e il passaggio di paradigma determinato dall'avvento delle nuove scienze della vita, riposiziona decisamente il tema dell'impatto della scienza sulla vita quotidiana e sulla società. La percezione della scienza attuale è sempre più legata alle sue possibilità di giungere fino alle radici dell'esistenza stessa, attraverso le moderne biotecnologie, le nanotecnologie, ecc., aprendo, così, problematiche inedite di natura sociale, etica, politica, legale, filosofica. In questo quadro divengono evidenti i limiti e le insufficienze tanto di un approccio tecnocratico, per cui gli "esperti" sono gli unici legittimati a prendere parola; tanto di un approccio bioetico, che rinvii, in definitiva, ai soli valori morali dell'individuo. Si avverte, insomma, sempre più la necessità della costruzione di nuove forme di dialogo e confronto tra scienza, società e cittadini, ben più strutturate di quanto non sia finora accaduto.

Ultimo dato da considerare è la rivoluzione informatica e telematica di cui già negli anni '60 e '70 si potevano leggere, in filigrana, le premesse e le conseguenze.

In particolare, l'uso sempre più diffuso di nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione nella produzione sia di beni materiali (la fabbrica automatizzata) sia di beni e servizi immateriali (e relazionali), ha ridato al "linguaggio" – e più in generale alla manipolazione di simboli – un ruolo centrale.

Questa caratteristica del capitalismo contemporaneo – e del sistema di organizzazione dei mezzi di comunicazione di massa, in primo luogo la rete – rappresenta una delle principali peculiarità in rapporto alla introduzione, sempre più massiccia, delle nuove tecnologie nella vita quotidiana.

Il teorico della società dell'informazione Manuel Castells dice: "I processi di trasformazione sociale riassunti

nell'idealtipo della società in rete vanno ben oltre la sfera dei rapporti sociali e tecnici di produzione, influenzano in profondità anche cultura e potere. Le espressioni culturali si ritrovano astratte dalla storia e dalla geografia e in larga misura mediate dalle reti di comunicazione elettronica che interagiscono con e attraverso il pubblico in una varietà di codici e di valori, essendo alla fine sussunti in un gigantesco ipertesto audiovisuale digitato". Tutto ciò sta avendo ricadute evidenti anche sulle pratiche della comunicazione nei musei scientifici. Se, infatti, è possibile dire che nell'epoca della scienza accademica la messa in forma museale della scienza avviene essenzialmente nei grandi musei scientifici e naturalistici e quindi nei science centre, l'epoca della scienza post-accademica e dell'utilizzo diffuso delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione vede affermarsi – in queste istituzioni, ovviamente soggette a innovazioni non indifferenti – nuove pratiche, sia espositive che nell'utilizzo del setting museale.

Nel libro di Paola Rodari e Matteo Marzagora *La scienza in Mostra* questo tema è ben trattato. E voglio qui ricollegarmi ad alcune analisi svolte dai due autori, proprio per la completezza e soprattutto per la condivisione delle tesi che presentano.

Il primo esempio è quello di Cosmocaixa di Barcellona. Jorge Wagensberg, il direttore di Cosmocaixa ha introdotto, per definire questa esperienza, il concetto di "museo totale". Si tratta, in estrema sintesi, di riportare nell'ambito di una sola istituzione caratteristiche proprie non solo di varie tipologie di esposizione scientifica (oggetti e reperti, *exhibit hands on*, organismi animali e vegetali viventi, ecc.); ma anche di riaffermare quella tendenza alla unità dei saperi che la scienza moderna tende a perdere a causa della sua progressiva parcellizzazione e specializzazione. In tal senso, Wagensberg riassume con lo slogan "dal Quark a Shakespeare", il contenuto del proprio museo, sottolineando – inoltre – che l'interattività è non solo quella *hands on* degli *exhibit* interattivi, ma anche quella emozionale, *hearts on*, mossa dagli oggetti reali e viventi; e, infine, quella *mind on* derivante da esperienze prevalentemente astratte.

Il secondo caso, quello del Dana Centre del Science Museum di Londra registra, invece, una radicale trasformazione della dimensione museale, laddove il vero oggetto di interesse è il dialogo. Inaugurato nel 2003, pochi anni dopo l'apertura della Wellcome Wing, che già introduceva nello storico museo londinese un approccio *hands on* fortemente basato sulle nuove tecnologie e su temi di frontiera oltre che su di un approccio fortemente informativo sull'attualità, il Dana Centre basa le sue attività su incontri con esperti intorno alle tematiche più "calde" dell'attualità scientifica. Caratterizzato da un'atmosfera informale e fortemente "prolungato" nello spazio e nel tempo grazie al sito web – tramite cui è possibile partecipare a forum, sessioni di chat e di approfondimento dei temi trattati – il Dana Centre riprende una tradizione fortemente inglese, quella del trascorrere del tempo al pub ma avendo per oggetto la scienza, la tecnologia e le sue frontiere.

Ma la consapevolezza di una svolta emerge anche nell'approccio della Commissione Europea sul tema della società della conoscenza e della scienza, come emerge da numerosi progetti finanziati nel quadro del Programma "Scienza e Società" del VI Programma Quadro di Ricerca e Sviluppo e "Scienza in Società" del VII. Il Piano di Azione su "Scienza Società e Cittadini" lanciato dalla Commissione nel 2001, traccia le linee guida e le motivazioni teoriche che hanno portato alla scelta di destinare una quota del budget per la R&S a questo tipo di azioni.

Si tratta soprattutto di progetti di ricerca-azione che vedono coinvolte numerose istituzioni appartenenti alla "comunità" dei *science centre* e dei musei scientifici (dall'ECSITE, alla Fondazione IDIS-Città della Scienza di Napoli; dalla Cité des Sciences et de l'Industrie di Parigi al Deutsches Hygiene Museum di Dresda) e che si basano sull'utilizzo, l'adattamento o l'elaborazione di modalità partecipative di discussione che scelgono, spesso, proprio l'ambiente museale come luogo di svolgimento dell'attività partecipativa.

Ciò non solo per la neutralità del *setting*, ma soprattutto per la possibilità di mettere a disposizione del pubblico partecipante un patrimonio di "risorse" (materiali, espositive, umane, informative) utile a colmare quel gap di conoscenze, spesso rilevato da indagini e ricerche, sui temi della scienza di confine e sulla ricerca contemporanea che i media riescono, sempre meno, a colmare.

In tal senso, questo tipo di attività sembra andare nella direzione di una comunicazione museale che privilegia l'approfondimento rispetto a una velocità della fruizione, spesso acriticamente considerata come un obiettivo da raggiungere, in ossequio alla competizione con la rapidità dell'informazione veicolata dai vecchi e nuovi media. Di più, come nota George Gaskell della London School of Economics: "Va notato che le proposte radicali portate avanti quattro anni orsono dal Piano di Azione su Scienza e Società sono ora ampiamente accettate in Europa e in America. I valori del pubblico stanno cambiando e in questo contesto forse non dovremmo parlare più di comunicazione ma di dialogo e di coinvolgimento".

Ovviamente, un attore importante di questa trasformazione è l'ECSITE, la rete europea dei musei scientifici e dei science centre che ho l'onore di presiedere da alcuni mesi. Una rete che non solo accoglie le grandi istituzioni europee (Monaco, Londra, Parigi, ecc.) ma che costruisce – anche per quelle più piccole e periferiche – occasioni di scambio e crescita professionale e culturale; una rete che non solo rappresenta 30 milioni di visitatori annui alle nostre istituzioni, ma che raccoglie circa 400 associati in tutto il mondo e dialoga permanentemente con le principali istituzioni scientifiche e politiche del continente.

Ma il dialogo tra scienza e società può prendere altre forme.

È il caso della istituzione che rappresento, la Fondazione IDIS-Città della Scienza, che attraverso la Città della Scienza di Napoli, ha costruito un modello di riferimento originale e riconosciuto in sede europea, sia con il premio ricevuto nel 2005 dall'European Museum of the Year Award sia con il Premio Descartes per la comunicazione scientifica della Commissione Europea ricevuto nel 2006.

Un modello, quello partenopeo, basato sull'idea che la società della conoscenza è una forma di economia, ma parallelamente è una pratica sociale che tende a creare rapporti, legami, linguaggi, pratiche. La Città della Scienza ha immaginato una "catena del valore" sociale, che lega educazione e comunicazione scientifica, formazione permanente, creazione di lavoro e di impresa. Dal punto di vista funzionale, poi, è un sistema progettato per integrare diverse funzioni: il science centre, luogo dell'educazione; il centro di alta formazione, luogo di qualificazione di competenze e professionalità; il business Innovation centre, luogo di creazione e incubazione di impresa innovativa.

Un'idea innovativa del rapporto tra scienza e società basato, insomma, sulla stretta relazione tra cultura scientifica e tecnologica, innovazione, sviluppo economico. Un "museo totale", ma nel contempo una comunità educante, un luogo materialmente situato in un territorio, e quindi alla mercè delle sue contraddizioni, ma nel contempo un luogo immateriale, parte di una rete fatta da relazioni, progetti, attività. Una istituzione pienamente "glocale", per utilizzare un termine, di questi tempi, forse abusato.

Ma Città della Scienza è stata concepita anche come luogo di dialogo e cooperazione con culture diverse e popoli diversi a partire dalla universalità del linguaggio scientifico: voglio qui ricordare, a questo proposito, la realizzazione nell'Università Al Quds di Gerusalemme est del primo Science Centre palestinese, frutto di un progetto che ha impegnato la comunità scientifica palestinese, israeliana e, tramite noi, europea.

Ma, per sapere tutto della nostra storia, consiglio la lettura del bellissimo libro che Pietro Greco ci ha dedicato, edito da Boringhieri, in cui le idee e le vicende che hanno portato alla realizzazione di Città della Scienza sono documentate con estrema ricchezza.

Per concludere, è possibile affermare che una tendenza sempre più diffusa è quella della rivalutazione del museo/*science centre* come "piazza", luogo di confronto, arena di scambio di idee. Ciò può avvenire in forme più o meno strutturate, più o meno legate alle occasioni espositive, ma anche in totale indipendenza dalle stesse (come nel caso dei "caffè scientifici" organizzati da varie istituzioni museali fuori della sede stessa o di alcuni dei progetti citati).

Questa conclusione apre una riflessione sulla necessità di proseguire nel cammino di deistituzionalizzazione della scienza e della sua comunicazione al pubblico; di liberarne le potenzialità nella società; di restituire ai cittadini responsabilità e possibilità di lasciare un segno, anche in un campo minato e dominato dagli "esperti" e spesso bombardato dalla propaganda della politica.

## IL RICERCATORE COMUNICATORE, UNO SKILL PER IL FUTURO L'ESPERIENZA DEL SEMINARIO NAZIONALE DI FISICA DI OTRANTO E DEL NASCENTE DISTRETTO DELL'INFORMAZIONE SCIENTIFICA

→ **Elisabetta Durante**

Unione Giornalisti Italiani Scientifici  
Seminario Nazionale di Fisica N. e S. di Otranto

Da vent'anni Otranto ospita nel mese di settembre il "Seminario Nazionale di Fisica Nucleare e Subnucleare", una scuola che raccoglie le competenze delle varie sedi italiane di Dottorato del settore.

Alle tematiche didattiche di base, il Seminario ha affiancato, già da diversi anni, moduli dedicati alla Comunicazione e al Trasferimento Tecnologico, cogliendo le aspettative e gli interessi dei suoi stessi giovani frequentatori.

Credo sia interessante sottoporre al pubblico di "Comunicare Fisica 2007" l'esperienza maturata in questi anni ad Otranto: un'esperienza che naturalmente si è combinata con quella personale di giornalista scientifico e consulente di imprese, agenzie e laboratori, e che ha recentemente ispirato la formula di un Master innovativo, rivolto principalmente a laureati e a dottori di ricerca in discipline scientifiche.

La convinzione di fondo è che gli Uffici stampa scientifici, almeno nella loro forma più convenzionale, saranno presto superati. In futuro, per una comunicazione della scienza sempre più strategica e affidata a sistemi real time, un ruolo di primo piano spetterà ai ricercatori: i quali, per questa ragione, dovranno conoscerne le regole fondamentali e possedere almeno gli strumenti essenziali della professione.

Anche la comunicazione promossa da Università, enti di ricerca, laboratori, musei, cittadelle della scienza, industrie hi tech ecc. passerà sempre più attraverso i diretti produttori di ricerca, i soli in grado di rispondere in tempo reale ai bisogni dei media e abbattere i tempi morti (quando non le defaillances) dei 'vecchi' uffici stampa; e, soprattutto, i soli in grado di trasferire da un lato il 'senso' dei risultati raggiunti, e dall'altro il valore aggiunto della comunicazione scientifica, che sta nel suo vissuto emozionale.

Come accennato, questa esperienza ha anche guidato la nascita del nuovo "Master in Didattica e Comunicazione della Scienza F.A.T.A." (Università e Politecnico di Bari, affiancati da partner illustri come INFN, CNR, INGV, Confindustria, UGIS ecc.) che ha la peculiarità di rivolgersi non solo e non tanto a giornalisti e aspiranti comunicatori scientifici, ma soprattutto ad aspiranti ricercatori comunicatori (nonchè a docenti della scuola interessati a interessare i loro studenti).

Ma ha soprattutto portato ad un nuovo, recente 'patto' tra Ricerca, Impresa e Media per lo sviluppo di un Distretto dell'Informazione Scientifica. L'iniziativa che, almeno nel nostro paese, ha un carattere pionieristico, è oggi all'attenzione della Regione Puglia -area in grande fermento sul fronte scientifico-tecnologico, soprattutto nel settore energetico-ambientale- che ne sta valutando il finanziamento. Ma il format è nato per essere adottato anche in altre aree del paese.

Il progetto è stato lanciato da un Comitato promotore composto dalle quattro Università pugliesi, molti centri di ricerca e imprese e impegnerà una squadra di ricercatori e giornalisti, tra cui quelli formati dal Master di cui sopra.

Il Distretto, semplificando al massimo, opererà come una Agenzia di Stampa specializzata ad alto valore aggiunto, per diffondere a vario livello -locale, nazionale e internazionale- notizie sui risultati e sulle attività scientifiche, tecnologiche e d'innovazione raggiunte dal territorio, con l'obiettivo prioritario di contribuire allo sviluppo del 'technology transfer' e il dialogo tra discipline diverse. Più precisamente, il Distretto supporta infatti il lavoro di strutture (come gli Industrial Liaison Offices) i cui sforzi, senza una struttura specializzata nell'informazione, potrebbero essere compromessi.

Per questa ragione il Distretto deve avvalersi non solo di giornalisti scientifici, ma anche e soprattutto di ricercatori distribuiti nei punti 'sensibili' del sistema: questo approccio innovativo, che tende a fare del mondo scientifico il primo protagonista della propria comunicazione, rappresenta una vera scommessa. Ma la rapidità con cui l'iniziativa del DISTI ha raccolto l'entusiastica adesione di tutti i soggetti interessati ci sembra confermare la bontà della scelta.

# ABBIAMO UN SOGNO...

→ **Andrea De Bortoli, Isabella Susa, Enrico Predazzi**

Centro Agorà Scienza, Università degli Studi di Torino, via Po 18 10123, Torino

## Sommario

Il Centro Agorà Scienza dell'Università degli Studi di Torino ha tra i suoi obiettivi la promozione della "terza missione dell'Università": favorire il dialogo tra Scienza e Società. A questo scopo ha avviato nel 2007 la Scuola nazionale per dottorandi "Scienza, Comunicazione e Società" e partecipa attivamente a un grosso progetto nazionale, l'organizzazione dello Euroscience Open Forum (ESOF) che si terrà a Torino nel 2010.

## 1 Agorà Scienza

Agorà Scienza ([www.agorasceinza.it](http://www.agorasceinza.it)) è un Centro dell'Università degli Studi di Torino per la diffusione e la comunicazione della cultura scientifica nato nel 2006. Il Centro si propone di sensibilizzare i ricercatori alla loro responsabilità nei confronti del pubblico e formarli alla comunicazione del loro lavoro di ricerca, di promuovere la ricerca e il ruolo dell'Università nella relazione tra scienza e società, di coinvolgere i cittadini nei dibattiti che riguardano la ricerca scientifica attraverso lo studio e l'organizzazione di eventi innovativi.

Tra le iniziative del Centro il convegno internazionale "L'Università: ponte tra Scienza e Società", la scuola estiva per dottorandi "La Scienza fa notizia, la Scienza fa opinione", la partecipazione alla "Notte europea dei ricercatori" e alla candidatura e organizzazione dello Euroscience Open Forum (ESOF) che si svolgerà a Torino nel 2010 ([www.esof2010.org](http://www.esof2010.org)).

## 2 La "terza missione" dell'Università

La nascita di Agorà Scienza ha rappresentato e rappresenta un grande banco di prova per l'Università di Torino e non solo. Agorà Scienza ha promosso una collaborazione stretta fra gli Atenei piemontesi (Università di Torino, Università del Piemonte Orientale, Politecnico di Torino) con i quali sta esaminando la sua trasformazione in una struttura comune. Questa trasformazione non rappresenta solo l'allargamento a tutto il Piemonte di questa iniziativa (che, in sé sarebbe comunque già un risultato non da poco), ma anche il tentativo di diDondere e istituzionalizzare quella che già in altre occasioni è stata definita la "terza missione" dell'Università. Oltre alla formazione avanzata e alla ricerca oggi si delinea sempre più la necessità che l'Università si prefigga un terzo obiettivo fondamentale, quello di costruire un rapporto aperto e dialogico con la società. Questione che tra l'altro è già stata affrontata e formalizzata da diversi paesi europei come la Gran Bretagna e la Svezia.

La terza missione non dovrebbe tuttavia ridursi esclusivamente ad una maggiore apertura verso i media e alla costituzione di uffici stampa all'interno degli Atenei. Dovrebbe realizzarsi attraverso una maggiore responsabilità da parte delle Università e dei ricercatori nei confronti dell'opinione pubblica, valorizzando e promuovendo iniziative personali e di gruppo nella direzione di un migliore dialogo con i cittadini.

Gli Atenei inoltre dovrebbero con maggiore forza e costanza interagire con le Istituzioni di governo e con gli altri attori coinvolti per sviluppare in sinergia le politiche culturali relative al territorio sul quale incidono.

In questo quadro l'esperienza di Agorà Scienza rappresenta un laboratorio sperimentale, soprattutto per quel che riguarda la formazione dei dottorandi.

## 3 La Scuola estiva nazionale "La Scienza fa notizia, la Scienza fa opinione"

Dal 9 al 15 settembre 2007 si è svolta a Torino la prima Scuola nazionale di formazione interdisciplinare per dottorandi sui temi della comunicazione della scienza e della relazione tra scienza e società. La Scuola "Scienza, Comunicazione e Società" (SCS) avrà cadenza annuale con l'obiettivo di renderla internazionale entro il 2010, anno in cui Torino ospiterà ESOF2010.

L'edizione 2007, organizzata in partenariato con il Politecnico di Torino, l'Università del Piemonte Orientale e la Compagnia di San Paolo e in collaborazione con le Università di Padova e di Trento ha avuto come titolo "La Scienza fa notizia, la Scienza fa opinione"; l'edizione 2008 si svolgerà dal 7 al 12 settembre 2008 con titolo "La conoscenza scientifica come bene pubblico globale" con la partecipazione del prof. Luciano Gallino (Università di Torino) e di Helga Nowotny (Vice Presidente European Research Council).

Gli obiettivi della scuola sono di introdurre gli allievi ai temi del rapporto complesso tra scienza e società e formare i futuri ricercatori alla comunicazione del loro lavoro di ricerca.

All'edizione 2007 hanno partecipato 59 dottorandi dei quali 36 provenienti da Università al di fuori della Regione Piemonte (Milano, Bergamo, Padova, Udine, Bologna, Roma, Molise, Messina, Trento, Genova, Parma, Firenze, Losanna) e 3 partecipanti provenienti da Enti non universitari.

Un dato molto interessante è la distribuzione dei partecipanti per area disciplinare. Gli allievi avevano una provenienza disciplinare molto eterogenea sia dalle scienze naturali che da quelle umane e sociali (Fig. 1).

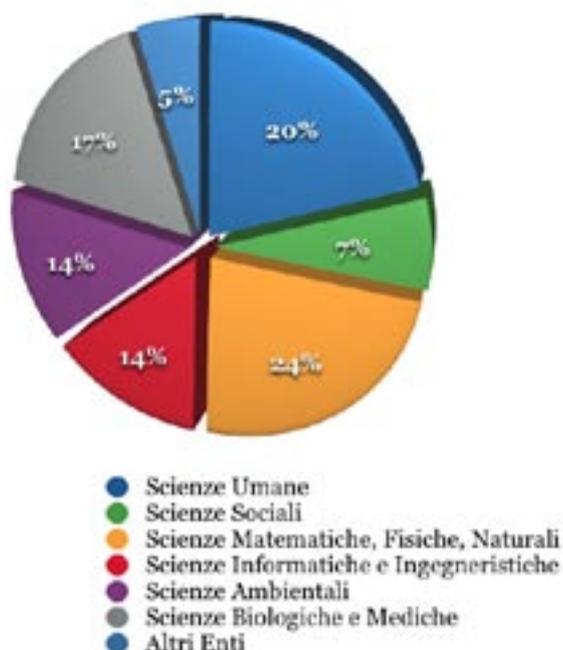


Figura 1: Distribuzione per disciplina dei partecipanti alla scuola SCS 2007

Al termine della scuola è stato chiesto ai partecipanti quanto fossero stati soddisfacenti per i loro interessi professionali gli incontri cui avevano partecipato e quanto per i loro interessi culturali (Fig. 2). È interessante osservare come i due grafici si differenzino: in entrambi i casi il giudizio è positivo, tuttavia pare che la scuola abbia risposto maggiormente a un interesse culturale piuttosto che professionale. Questo potrebbe rappresentare un campanello d'allarme rispetto all'effettivo interesse di un futuro ricercatore di comunicare la propria ricerca scientifica.

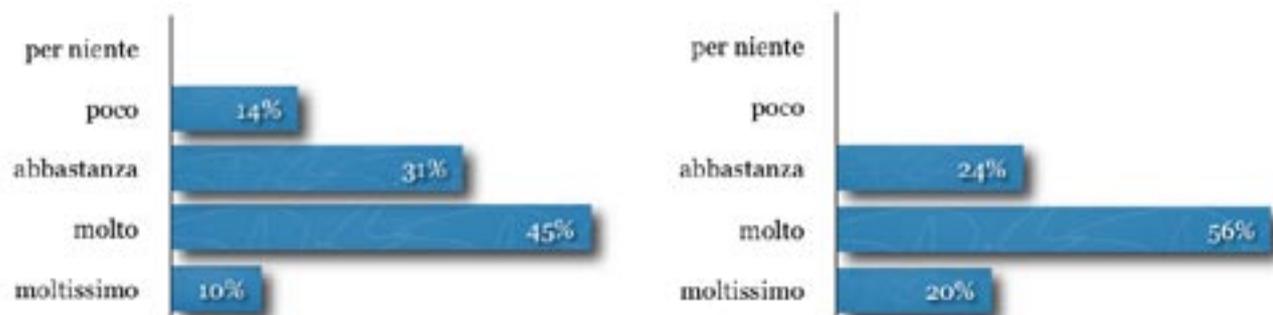


Figura 2: Quanto sono stati soddisfacenti per i suoi interessi professionali e culturali gli incontri cui ha partecipato?

In realtà dalle discussioni condotte durante la scuola è emersa la difficoltà da parte di un dottorando a occuparsi degli aspetti comunicativi della ricerca. Il lavoro di laboratorio, la corsa alle pubblicazioni non lasciano tempo per altri impegni. Inoltre la comunicazione del proprio lavoro di ricerca spesso non è vista di buon occhio dai tutor e quasi mai viene presa in considerazione in sede di concorsi o selezioni.

Un aspetto molto apprezzato della Scuola da parte degli allievi è stata la possibilità, da un lato di affrontare tematiche lontane dal proprio campo di studio, dall'altro di potersi confrontare e dialogare con docenti e dottorandi di aree disciplinari anche molto distanti dalla propria. Questo aspetto è determinato probabilmente dall'estrema specializzazione che caratterizza sempre più la ricerca scientifica e induce un bisogno di apertura verso stimoli culturali più ampi.

#### **4 Conclusioni**

Questi due anni di "laboratorio" del Centro Agorà Scienza aprono due grandi prospettive per il futuro.

La prima è di riuscire a diffondere l'idea che è urgente stabilire un nuovo patto tra scienza e società e che una strada percorribile è l'istituzionalizzazione della "terza missione" dell'Università.

La seconda è che ESOF 2010 a Torino possa stimolare non solo la creazione di un reale "Sistema della diffusione della cultura scientifica" nella nostra Regione, ma soprattutto che possa essere un'occasione per tutto il Paese di rilancio della ricerca scientifica per il suo sviluppo culturale ed economico.

# DIVULGARE LA RICERCA TEEN TO TEEN

## →Eliana Camacho

Collegio del Mondo Unito dell'Adriatico, Via Trieste 29, Duino Aurisina

### Sommario

Il Collegio dell'Adriatico è stato ufficialmente accettato come partner nell'Accordo per il Coordinamento dei Centri di Ricerca nazionali ed internazionali presenti a Trieste e nella regione Friuli Venezia Giulia nel 2005. Il ruolo del Collegio all'interno di questo network è quello di promuovere la creazione di un cluster di eccellenza di giovani talenti che proponga il Friuli Venezia Giulia come meta riconosciuta a livello mondiale. Il cluster ha come obiettivo di consolidare l'alto livello accademico richiesto per garantire l'innovazione, potenziare la comunicazione scientifica e spingere alla leadership.

### 1 Il Movimento dei Collegi del Mondo Unito

Il Movimento del Collegio del Mondo Unito è l'unico movimento di educazione globale che riunisce studenti di tutto il mondo – selezionati in base al loro merito personale, non badando alla razza, religione, posizioni politiche o status economico – con l'esplicito desiderio di favorire eccellenze, pace e comprensione internazionale per un futuro sostenibile. Oggi ci sono dodici Collegi del Mondo Unito, rappresentati dai deliberati Comitati Nazionali in 124 paesi.

### 2 Il Collegio del Mondo Unito dell'Adriatico

Il Collegio del Mondo Unito dell'Adriatico (Uwcad) ha 200 studenti provenienti da oltre 80 paesi diversi. Gli alunni hanno trascorso gli ultimi due anni della loro istruzione superiore per preparare il Diploma Internazionale che precede la loro entrata all'Università.

Il Collegio dell'Adriatico è stato formalmente accettato come partner negli Accordi per il Coordinamento dei Centri di Ricerca Nazionali ed Internazionali a Trieste e nella Regione del Friuli Venezia Giulia.

È nostra intenzione mettere in relazione le forze e capacità degli esperti in regione con un più ampio contesto internazionale di sviluppo educativo, basato sull'innovazione dell'educazione scientifica con la finalità di promuovere la cultura della scienza che è la chiave per la crescita sociale ed economica nei paesi in via di sviluppo. Per questa finalità l'esperienza del Collegio dell'Adriatico offre un'opportunità di incomparabile crescita personale e professionale, dove la preparazione viene offerta in un ambiente stimolante, ricco di opportunità e sempre in cerca di nuove frontiere del sapere.

### 3 Junior Talent Programme

Il Collegio dell'Adriatico ha sviluppato ed implementato il programma Junior Talents che promuove lo spirito d'eccellenza e leadership nell'area scientifica ad un gruppo selezionato di studenti del Collegio di notevoli capacità accademiche. Questi giovani talenti incontrano i loro mentors tra i scienziati del Sistema Scientifico. Il programma Junior Talents divulga una nuova metodologia nell'approccio dello studio della scienza, favorendo la formazione delle capacità attualmente fondamentali nella ricerca scientifica.

Le caratteristiche salienti di questo nuovo metodo sono:

- assicurare uno sviluppo congiunto tra ricerca ed istruzione promuovendo la cooperazione tra il Collegio ed i centri di ricerca;
- promuovere la ricerca multidisciplinare e il lavoro di gruppo;
- fornire le basi del project management;
- promuovere lo spirito di leadership ed il pensiero innovativo;
- Sostenere la formazione nella comunicazione scientifica,
- Coinvolgere attivamente gli studenti nella loro personale crescita professionale.

Il programma Junior Talent può vantare la collaborazione con diversi centri di ricerca presenti nella regione Friuli Venezia Giulia e comprende principalmente tre tipi di attività:

#### 3.1 Meeting the scientist:

Si tratta di una serie di conferenze settimanali tenute da prestigiosi scienziati provenienti da diversi centri di ricerca. Questi appuntamenti offrono agli studenti l'occasione di incontrare ed intervistare scienziati che lavorano presso lo Science System. Inoltre, dà la possibilità di creare dei contatti per individuare lo scienziato mentor, che guiderà lo studente in una esperienza di ricerca di punta in laboratori di ultima generazione.

### 3.2 Learning by mentoring:

L'esperienza del mentorship è volta ad accompagnare gli studenti attraverso un processo abbreviato di ricerca scientifica presso i centri della ricerca internazionali. Gli studenti che hanno completato lo stage presso queste realtà trovano un rinnovato interesse verso la carriera scientifica apprezzando ancora più intensamente la ricerca stessa.

Gli studenti inoltre ottengono capacità che attualmente sono fondamentali nella ricerca scientifica; capacità come lo sviluppare innovazione, lavoro in team, project management e l'approccio multidisciplinare.

Quest'attività viene realizzata in collaborazione con

Sissa, Area Science Park, Ictp, Elettra, l'Università di Trieste, Infn, Democritos, Sincrotrone e Tasc.

### 3.3 Teen to teen:

La comunicazione scientifica è importante per far crescere giovani versatili e capaci di pensare in modo critico e maturo, con un occhio di riguardo al futuro benessere della società. Noi sosteniamo gli interessi dei giovani come elemento efficace per offrire ulteriori capacità nel campo della comunicazione scientifica. Quest'attività è realizzata in collaborazione con il Master in Comunicazione della Sissa.

Il ruolo attivo dei centri di ricerca come risorsa per il completamento della formazione dei Junior Talents è di vitale importanza. Lavorare affianco ad uno scienziato all'interno di un centro di ricerca internazionale è una esperienza stimolante per uno studente di dimostrato talento accademico. Le conoscenze scientifiche vengono trasmesse allo studente da una fonte autorevole, e le competenze del ricercatore sono apprese per osmosi. In ogni mestiere da quando l'uomo ha ricordo, la formazione delle future generazioni è stata considerata una responsabilità sociale verso la propria comunità. In un mondo globale dove la mobilità, la flessibilità ed il protagonismo ci ha fatto dimenticare il concetto di comunità, la vera sfida consiste nel ricordare che abbiamo ancora una responsabilità morale verso le nuove generazioni ovunque sia la comunità dove ci troviamo ed è quella di garantirne una formazione adeguata alle richieste che il mondo farà su di loro.

Un futuro scenario di emergenza energetica, riscaldamento globale, scienza assetata di innovazione, tecnologia affamata di spin off, economia soffocata dalla finanza richiederà leaders capaci di affrontare grandi sfide e di innovare sotto pressione. La scuola italiana, reduce di tante riforme, si trova in questo momento incapace di gestire la formazione di tali leaders è per tanto prioritario che i scienziati riprendano il loro ruolo di mentori



Figura 1: Junior Talents 2007-2008.

# CIELO VS UNIVERSO. VECCHI E NUOVI MITI PER LA COMUNICAZIONE DELL'ASTRONOMIA

→ **Stefano Giovanardi, Giangiaco Gandolfi, Gabriele Catanzaro, Gianluca Masi**

Planetario di Roma, piazza Agnelli 10, Roma

## Sommario

Con il crescente distacco dell'astrofisica dalla percezione del pubblico riguardo ai suoi obiettivi e ai suoi oggetti di ricerca, diventa necessario trovare nuove metafore per descrivere l'universo e la scienza che se ne occupa. Occorre costruire un nuovo mito intorno al cielo, tenendo presente che la scelta incide fortemente sul modello narrativo possibile e sull'efficacia della comunicazione scientifica. Per non perdere contatto col pubblico serve saper coniugare l'evoluzione tecnologica e concettuale della scienza con l'antico fascino del cielo stellato.

## 1 Il cielo sulla bocca di tutti

"Mentre il disegnatore parte dal centro del foglio, il fotografo parte dalla cornice, dall'inquadratura. Il taglio della fotografia definisce il contenuto." Così il critico J. Szarkowski descrive l'azione del fotografo<sup>1</sup>. Traslando la definizione all'astronomia, che produce conoscenza lavorando sulle immagini, si è invitati a riflettere su chi siano i disegnatori e i fotografi del cielo. Molti sono gli attori che mandano messaggi sul cielo, intendendolo a volte come spazio di contemplazione, altre come ambito di studio, e spesso trascurando che nella percezione del cielo si intrecciano suggestioni culturali, estetiche, artistiche, religiose, psicologiche prima ancora che scientifiche.

Astronomi, astrofili, istituti di ricerca attraverso i loro uffici stampa, planetaristi, insegnanti, giornalisti scientifici: tutti hanno qualcosa da dire sul cielo ma lo fanno in modi non solo inevitabilmente disorganici ma spesso conflittuali fra loro. Il limite principale del loro messaggio è che il più delle volte manca di un inquadramento nella cultura condivisa sul cielo, che lo renda decifrabile e apprezzabile. Manca insomma un *framing*<sup>2</sup> coerente, ovvero l'inserimento in un contesto che fa di un'informazione una notizia, e trasforma una notizia in conoscenza. Questo accade perché l'approccio con cui viene diramato il messaggio è carente in maniera diversa a seconda del soggetto di tale comunicazione. Per rifarsi all'analogia di Szarkowski, si possono identificare tre atteggiamenti diversi:

- Approccio astrofilo: solo la cornice
- Approccio accademico: solo il quadro
- Approccio narrativo: il quadro nel contesto, ovvero una storia sul cielo.

Nessuno dei primi due è in grado di esprimere un messaggio completo e capace di integrarsi nel contesto culturale di chi lo riceve, o perché troppo generico e privo di radici scientifiche, o perché eccessivamente puntuale ed approfondito in mancanza di elementi di riferimento necessari per apprezzarlo. Resta il terzo approccio, quello narrativo, la cui validità consiste nel saper inserire l'informazione specifica nel panorama generale della conoscenza del cielo, e la cui forza risiede proprio nel saper costruire una narrazione, un vero e proprio racconto in cui i protagonisti della scienza (astronomi, telescopi e corpi celesti) acquistano la valenza di personaggi, e le forme narrative si avvalgono degli stessi artifici della prosa epica.

## 2 Miti e comunicazione

Analizzato dal punto di vista retorico, questo tentativo di descrivere le nuove conoscenze astronomiche con piglio narrativo rivela la necessità di costruire un mito intorno al cielo. Superate da secoli le mitologie delle costellazioni, sembra che anche oggi per giustificare l'interesse dell'uomo verso il cielo moderno occorra costruire un nuovo mito. Non basta semplicemente annunciare le nuove scoperte, ma bisogna appellarsi ad una delle possibili retoriche che, in fondo, sorgono dalle domande alla base della ricerca stessa, e costruirne nuove mitologie: l'esplorazione spaziale, la vita nello spazio, la morte dallo spazio, l'origine e il destino dell'universo. Quasi tutte le notizie si riallacciano, all'origine, a qualcuna di queste questioni fondamentali, e le forme di comunicazione con cui vengono divulgate spesso grondano di questa retorica. In altre parole, in molti casi la novità non interessa tanto in sé quanto perché collegata ad una possibile risposta ad una questione fondamentale: è un tentativo –non sempre azzeccato– di *framing* della notizia.

## 3 Che bel laboratorio

Accanto all'universo visto come fonte di risposte o di minacce –dunque ancora ricco di una potenza mitopoietica intatta e rinnovata– ecco invece comparire, nella comunicazione degli enti di ricerca, l'universo

visto come laboratorio estremo, per mettere alla prova le leggi fisiche in condizioni non riproducibili sulla Terra. Si riconosce in questo lessico il ruolo di una metafora istituzionale, che sul piano narrativo corrisponde all'“invenzione” dell'astrofisica o almeno al tentativo di darne una definizione, soprattutto riguardo all'immagine degli enti e alla professionalità degli scienziati<sup>3</sup>. La necessità è chiara: serve a dare un taglio attuale all'attività di ricerca rispetto all'astronomia romantica del passato, e a distinguere la figura dell'astrofisico –ancora assai vaga nella percezione del pubblico<sup>4</sup>– da quella dell'astronomo, imperniata sullo stereotipo galileiano. La scoperta della doppia pulsar PSR J0737-3039 nel 2003 fu un caso emblematico nell'uso della metafora del laboratorio, in quel caso particolarmente appropriata sul piano scientifico, tanto che gli uffici stampa degli enti scopritori sottolinearono con enfasi proprio questo aspetto nei loro comunicati<sup>5,6</sup>.

#### 4 Lo scienziato è pazzo?

Il tentativo di rinchiudere di nuovo l'astrofisico in laboratorio è anche quello di superare l'icona dello scienziato pazzo, nipote televisivo del filosofo naturale rinascimentale, ritenendo che renderla asettica nel suo nuovo camice bianco le conferisca maggiore credibilità. Si preferisce esaltare l'affidabilità meticolosa del ricercatore alla sua estrosità, con il risultato di dover poi correre ai ripari con iniziative quali la –Notte Europea della Ricerca<sup>7</sup>– che puntano tutto sulla riscoperta di un'umanità nascosta dello scienziato. Così finiscono per esprimere soprattutto il senso di disperazione che la comunità scientifica vive nei confronti della società, essendosi ridotta a dover dimostrare che anche i ricercatori sono esseri umani, e possibilmente sanno anche ballare.

#### 5 Conflitto di disinteressi

Ma non bisogna dimenticare che la scelta del laboratorio come nuova metafora per l'universo ha conseguenze forti quando raggiunge il pubblico. Pubblici diversi richiedono linguaggi diversi: il valore di un universo inteso come laboratorio varia notevolmente da un pubblico di esperti a uno di non esperti. Perciò si può dire che il laboratorio è una buona metafora interna (“*inreach*”), valida tra colleghi, ma per l'*outreach* diventa un incubo. Su questo snodo della comunicazione si pongono evidenti problemi di rapporto col target: il pubblico pensa che l'astronomo sappia tutto del cielo, ma gli astronomi il cielo non lo conoscono. Conoscono l'universo il loro laboratorio. Da qui la trita frustrazione dello scienziato che non sa rispondere se non con l'ultima delle pulsar a chi ancora gli domanda qual è la prima stella della sera. Qui la comunicazione tra astronomi e pubblico rischia di incepparsi se non trova un raccordo narrativo che riesca a coniugare il fascino primordiale del cielo con le frontiere della ricerca.

Un esempio chiarissimo in cui l'elemento narrativo diventa risolutivo viene da alcune eccellenti iniziative di divulgazione nel mondo anglosassone: l'Origins Education Forum della Nasa<sup>8</sup>, e il progetto UNawe (Universe Awareness) dell'Eso<sup>9</sup>. Are we alone? Where did we come from? Si noti come queste siano, prima ancora che domande sull'universo, domande su di noi, e come tali puntino ad una risposta sulla spinta di un coinvolgimento emotivo per qualcosa che ci riguarda in prima persona.

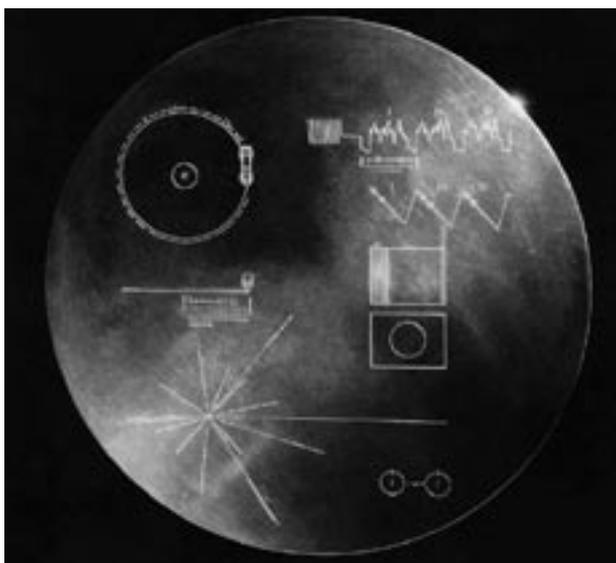


Figura 1: Relatività della cultura: sul famoso disco d'oro a bordo del Voyager II la posizione del Sistema Solare (in basso a sinistra) è indicata ad un'immaginaria civiltà aliena in relazione alle pulsar più vicine al Sole. Ma la maggior parte degli uomini nemmeno sa che cos'è una pulsar.

## 6 Metafore fotografiche

In astronomia tutto è all'infinito, specialmente nella percezione del pubblico. Il cielo manca di profondità, e di conseguenza di una scala percepibile delle distanze, laddove milioni e miliardi di anni luce, parsec e megaparsec si confondono producendo la sensazione di un'indifferenziata immensità. Nel racconto del cielo serve un'opera di messa a fuoco, ovvero di messa in cultura<sup>10</sup> dell'astronomia, che consiste in primo luogo nella capacità di fornire una visione in prospettiva, dotata di una evidente profondità di campo che aiuti a concentrare l'attenzione su un dato fenomeno in relazione al resto del cosmo. Meglio ancora se questa visione prospettica è personale, soggettiva: parafrasando Szarkowski, "vedere con gli occhi dell'autore" ovvero raccontare il cielo attraverso lo sguardo e l'emozione di chi lo ha esplorato.

## 7 La nicchia dei planetari

I planetari offrono forse il contesto ideale per proporre una visione personalizzata del cosmo – dove l'elemento personale non è in conflitto con la correttezza scientifica della narrazione, ma ne fornisce l'appiglio emotivo attraverso lo stile della narrazione dal vivo, la colonna sonora, la libertà di critica scientifica. Dal ricco repertorio di spettacoli astronomici del Planetario di Roma<sup>11</sup> (oltre 60) possiamo segnalare vari esempi di relazioni culturali a cui si aggancia l'astronomia: In Ascolto del Cosmo, Le strane inclinazioni della Terra, I segreti del pianeta X, Tutti Giù per Terra.



Figura 2: Nel videogame astronomico "Tutti giù per Terra" l'obiettivo è colpire la Terra con un asteroide, scoprendo che non è poi così facile. Si ribalta il paradigma per cui temiamo l'arrivo di un killer dallo spazio.

## 8 Per un cielo personale

È pericoloso per le istituzioni aggrapparsi troppo alla metafora del laboratorio, considerando il fatto che la stragrande maggioranza del pubblico ha familiarità pressoché nulla con i laboratori, i loro strumenti e le attività che vi si svolgono, se non per poche e svogliate reminescenze del liceo. Privarsi deliberatamente del fascino del cielo stellato può risultare addirittura controproducente a livello della comunicazione di massa, visto che si rinuncia a priori al veicolo più potente per attirare l'interesse del pubblico verso l'astronomia – quando al contrario l'idea di laboratorio evoca l'immagine di un'attività noiosa, incomprensibile, e soprattutto ben distante dalla vita di tutti. Non a caso la condizione spesso carente dei laboratori scientifici nelle scuole italiane e la scarsa attitudine degli studenti alle attività di laboratorio viene indicata come uno dei punti critici nella diffusione della cultura scientifica nel nostro Paese<sup>12</sup>.

Meglio allora abbinare con un dosaggio sapiente ed estremamente personale la tensione alla modernità e il fascino arcano del firmamento, approfittando magari di importanti occasioni di *framing* come i fenomeni celesti di massa (eclissi, comete, stelle cadenti). Per una divulgazione efficace e consapevole, si può tentare di innestare in un racconto mitico contemporaneo le nuove conoscenze: solo così i nuovi orizzonti degli scienziati, popolati di quasar, nuclei galattici attivi e lampi gamma guadagneranno la simpatia del pubblico, che inizierà a riconoscerli come i personaggi delle moderne storie del cielo. I nuovi mostri dello spazio sono già lì a sfidarci, e gli astrofisici potranno diventare gli eroi capaci di cogliere con i loro potenti strumenti la mela della conoscenza sul ramo più alto e inaccessibile del cosmo.

## Referenze

- 1) J. Szarkowski, L'occhio del fotografo, MOMA 5 Continents, New York 1966
- 2) L. T. Barone, Planetario e mondo dei media: possibili punti d'incontro, in: Planetari – nuovi scenari italiani, Planetario di Roma, Roma 2006
- 3) Workshop Stelle di Carta: la ricerca astronomica e i media in Italia, Inaf, Bologna 2003
- 4) S. Giovanardi, Apriti Cielo: l'immaginario astronomico del pubblico come chiave per la valutazione di un progetto museale, Jcom 5 (4), 2006
- 5) [http://www.atnf.csiro.au/news/press/double\\_pulsar](http://www.atnf.csiro.au/news/press/double_pulsar)
- 6) [http://www.inaf.it/ufficio-stampa/comunicati-stampa-del-2006/CS21\\_140906](http://www.inaf.it/ufficio-stampa/comunicati-stampa-del-2006/CS21_140906)
- 7) <http://www.infn.it/nottedellaricerca/2008>
- 8) <http://origins.stsci.edu>
- 9) <http://www.unawe.org/joomla/>
- 10) J. M. Levy-Leblond, La pierre de touché. La science à l'épreuve..., Editions Gallimard, Paris 1996
- 11) [www.planetarioroma.it](http://www.planetarioroma.it)
- 12) L. Berlinguer et al., documento di lavoro, Gruppo di lavoro per lo sviluppo della cultura scientifica e tecnologica, Roma 2007  
[www.pubblica.istruzione.it/argomenti/gst/allegati/documento\\_di\\_lavoro\\_.pdf](http://www.pubblica.istruzione.it/argomenti/gst/allegati/documento_di_lavoro_.pdf)

# COMUNICAZIONE TRA SCIENZIATI: TRENT'ANNI DI NEWS&VIEWS SUI GRB

→ **Francesco Longo**

INFN sezione di Trieste, via Valerio 2, 34127 Trieste

Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, via Valerio 2, 31427 Trieste

## Sommario

La rivista Nature introduce le scoperte scientifiche più importanti tramite una rubrica chiamata News&Views. I Gamma-Ray Bursts, misterioso fenomeno cosmico, sono stati spesso argomento di questa rubrica. In questo articolo si delineano i tratti caratteristici della comunicazione scientifica tra scienziati di campi diversi prendendo spunto dal caso dei GRB.

## 1 Introduzione

La comunicazione di un risultato scientifico può avvenire a vari livelli. La prima forma di comunicazione, quella principalmente seguita nello sviluppo della scienza, avviene attraverso la pubblicazione su una rivista specialistica, spesso seguita o accompagnata da comunicazioni a congressi o seminari specialistici. Infine se la scoperta è di particolare rilevanza, spesso i ricercatori stessi o le istituzioni di cui fanno parte si preoccupano di organizzare comunicati o conferenze stampa per rendere nota al grande pubblico, tramite i mezzi di comunicazione sociale, l'importanza della scoperta. Gli argomenti di congressi o seminari sono raramente interdisciplinari e sono poche le riviste che pubblicano argomenti provenienti da diverse discipline. Risulta quindi difficile la comunicazione scientifica tra scienziati provenienti da diverse discipline. Alcune riviste però sono caratterizzate dall'ospitare articoli provenienti dalle ricerche più disparate. Una di queste è senza dubbio la rivista Nature(1).

## 2 La rivista Nature

La rivista Nature è senza dubbio una delle più prestigiose nel campo della vasta letteratura scientifica. In particolar modo il suo Impact Factor, ossia il valore assegnato ad ogni articolo pubblicato in essa vale 28.75(2). Esso misura la frequenza media con cui un articolo viene citato dalle altre riviste in un particolare periodo. Tale indicatore è utile per dare una valutazione dell'importanza della rivista stessa. In modo particolare, più una rivista è diffusa, maggiore sarà la possibilità che il suo Impact Factor sia elevato. Tale indicatore risente altresì di quanto vasto sia il campo di interesse coperto dalla medesima. Nature rappresenta infatti il miglior esempio di un giornale scientifico aperto ad un gran numero di discipline. È pertanto interessante analizzare come in tale rivista si attui una sorta di comunicazione scientifica tra ricercatori con formazione e interessi scientifici tanto diversi. È questo il caso della rubrica "News and Views". In essa le maggiori scoperte scientifiche presenti nel numero della rivista vengono presentate, commentate e contestualizzate da parte di un ricercatore o da un giornalista scientifico.

## 3 I Gamma-Ray Burst

Per analizzare lo stile della comunicazione tra scienziati attuato in tale rubrica è stato scelto un particolare argomento scientifico. Le maggiori scoperte scientifiche nel campo dei "Gamma-Ray Burst" (GRB) o lampi di raggi gamma, sono state spesso oggetto di pubblicazione presso la rivista Nature. Per comprendere l'importanza di tale ambito disciplinare è opportuno richiamare a grandi linee lo sviluppo storico di tale ricerca. I GRB sono stati scoperti nel 1967, in modo quasi fortuito, da parte di una rete di satelliti militari progettati per monitorare la non-violazione del trattato di non proliferazione nucleare. I GRB sono improvvisi lampi di radiazione gamma nella banda attorno al milione di elettronVolt, della durata di qualche centinaio di secondi. Fino agli inizi degli anni '90 si pensava che essi fossero legati a esplosioni sulla crosta delle stelle di neutroni presenti nella nostra Galassia. A seguito delle scoperte del satellite BATSE a bordo del Compton Gamma-Ray Observatory della NASA si intuì che essi potessero essere originati ai confini del cosmo. Tale convinzione fu definitivamente confermata solo nel 1997, a seguito delle osservazioni del satellite italo-olandese Beppo-SAX che rivelò l'emissione nella banda X da parte di tali fenomeni, consentendo una migliore localizzazione e la scoperta di controparti astrofisiche in altre lunghezze d'onda. Ancora oggi sono diversi i satelliti dedicati allo studio dei GRB. La natura e le cause di tale fenomeno sono ancora infatti per gran parte ignote.

## 4 30 anni di News & Views sui GRB

I GRB sono stati argomento di importanti articoli scientifici pubblicati su Nature ma sono stati molto spesso argomento della rubrica News and Views. In particolare analizzando i numeri di Nature a partire dalla

pubblicazione della scoperta dei GRB (avvenuta nel 1973<sup>(3)</sup>) sino al 2006 si sono trovati circa 70 articoli su di essi in tale sezione. Questo rappresenta una frequenza di circa 2 all'anno. Si noti che recentemente, a partire dalle scoperte da parte di Beppo-SAX tale frequenza è quasi raddoppiata.

La prima caratteristica che si nota in tali articoli è la presenza di espressioni facilmente comprensibili da un pubblico vasto, nonché la cura delle illustrazioni spesso schematiche ma alquanto illustrative. Tale caratteristica dovrebbe essere tipica della comunicazione scientifica ad ogni livello.

La seconda nota riguarda la presentazione fedele del ruolo fondamentale nel progresso della scienza sia da parte degli scienziati, che con le loro teorie o le loro intuizioni hanno contribuito maggiormente allo studio del fenomeno, sia soprattutto l'importante ruolo nello sviluppo di tale scienza da parte di rinnovate strumentazioni, nuovi satelliti o differenti modalità osservative. Caratteristica tipica questa, dello sviluppo scientifico ad ogni livello.

L'ultima ma non meno importante caratteristica che si nota in tali articoli può essere qualificata come l'assenza di un resoconto realmente fedele delle attese e delle frustrazioni che si incontrano nella ricerca scientifica.

Infatti ognuna delle scoperte veniva presentata dalla rivista con un carattere ultimamente risolutivo della problematica in oggetto. Titoli altisonanti, opinioni certe e chiarezza di prospettive, sono le caratteristiche prevalenti di tali presentazioni. Manca molto spesso l'elemento dell'attesa o del dubbio intimamente connesso allo sviluppo della scienza.

## 5 Conclusioni

Lo studio di trent'anni di News&Views sui GRB ha permesso di analizzare una importante forma di comunicazione scientifica, quella tra scienziati appartenenti a discipline diverse. La rivista Nature si presenta come una di quelle maggiormente adeguate allo scopo ospitando al suo interno una grande vastità di argomenti. La presentazione a scienziati di altre discipline delle maggiori scoperte è affidata spesso a ricercatori e giornalisti nella rubrica News&Views. Lo studio di come i GRB sono stati presentati in tale rubrica nei 30 anni della loro storia ha permesso di individuare alcune caratteristiche fondamentali della comunicazione scientifica in generale. L'importanza della comprensibilità delle argomentazioni, con temi, immagini e linguaggi adeguati. L'aderenza al progresso scientifico fatto di uomini ma legato indissolubilmente allo sviluppo tecnologico. Infine la nota più importante, la comunicazione scientifica è spesso tentata di offrire una visione della scienza denotata dal carattere della certezza. Tale visione non rende ragione dello sviluppo quotidiano della ricerca. Una più corretta divulgazione scientifica dovrebbe sempre rendere ragione alle opinioni più diverse e alle varie ipotesi che si fronteggiano nell'interpretazione dei dati raccolti. Sono essi in fin dei conti ad essere il metro di giudizio delle interpretazioni.

## Referenze

- 1) Sito web della rivista: <http://www.nature.com>
- 2) Journal Citation Reports 2007 – ISI Web of Knowledge.
- 3) Klebesadel, Ray W.; Strong, Ian B.; Olson, Roy A. (1973), *Astrophysical Journal*, vol. 182, L85

# FENOMENOLOGIA DEL TARGET CERCATO E DEL TARGET RAGGIUNTO: IL CASO GIOCACONALBERT

→ Elisabetta Durante<sup>(a)</sup>, Franco Luigi Fabbri<sup>(b)</sup>, Piero Patteri<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Ugis – Il Sole24Ore

<sup>(b)</sup> INFN - Laboratori Nazionali di Frascati

## Sommario

www.GiocaconAlbert.it è un sito che ha proposto sul web un concorso a premi, collegato alle varie fasi del progetto 'Fisica in autobus', su temi di frontiera della ricerca in fisica. Il gioco ha attratto nel corso di 16 mesi un migliaio di partecipanti, di varia estrazione sociale ed età, coinvolgendone circa trecento fino alla conclusione. Nella comunicazione si riportano alcune analisi statistiche e interpretazioni di queste partecipazioni.

## 1 Introduzione

GiocaconAlbert concepito insieme al progetto 'Fisica in autobus', nell'ambito delle celebrazioni per il '2005- Anno Internazionale della Fisica', è stato lo strumento con cui si è monitorato la capacità di attrazione e comprensibilità dei temi di fisica moderna (antimateria e simmetrie, gravitazione e buchi neri, caos e entropia, neutrini e dark matter...). Il livello delle presentazioni e dei quesiti, volutamente accattivante e semplificato, è stato scelto con l'obiettivo di essere accessibile oltre che agli studenti, anche a un pubblico generico, qual è in prevalenza quello degli utenti dei mezzi pubblici di trasporto. Durante il gioco un aiuto alla soluzione, e uno stimolo all'approfondimento, erano offerti dai link alle pagine del sito [www.scienzapertutti.it](http://www.scienzapertutti.it) dei Laboratori di Frascati dell'INFN, dove era trattato in modo divulgativo lo stesso tema.

## 2 Il gioco

La partecipazione a GcA era aperta a tutti, ed era evidentemente sollecitata nelle città in cui i poster sono stati esposti sui mezzi di trasporto pubblico, ma era possibile, con pari opportunità, attraverso la rete, come abitante di una città virtuale.

### 2.1 Le regole e il punteggio

Il punteggio per ogni tappa era attribuito in base alle risposte esatte date ai quesiti a scelta multipla, ispirati al tema del poster; era possibile chiedere una semplificazione, che eliminava alcune delle scelte errate, a prezzo di una decurtazione del punteggio di tappa. Il ricorso alle informazioni su [www.scienzapertutti.it](http://www.scienzapertutti.it) ovviamente non era penalizzato.

Un'altra quota del punteggio era legata alla durata della partecipazione, per rendere meno conveniente riscrivere ex-novo quando si erano trovate, con gli aiuti o per tentativi, le risposte giuste. La figura 1 mostra chiaramente sia la larga distribuzione centrale delle partecipazioni estese lungo tutta la durata del gioco, sia il picco di partecipazione, con punteggi elevati, nelle ultime settimane.

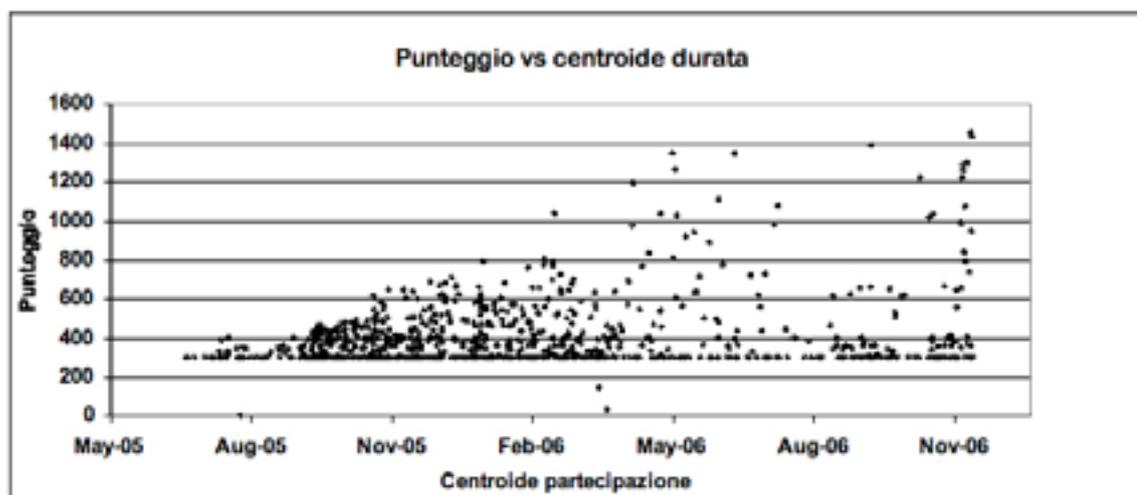


Figura 1: Distribuzione dei punteggi ottenuti nei quiz in funzione del momento centrale dell'intervallo tra primo e ultimo accesso a GiocaconAlbert.

Ovviamente a posteriori si può individuare una strategia ottimale, con una partecipazione 'primaria', da usare quando si siano risolti i quesiti della tappa con partecipazioni 'secondarie' o 'strumentali'. È da notare che il numero e il valore dei premi non erano noti ai partecipanti durante il gioco; poiché GioaconAlbert è stato anche un esperimento di comunicazione della fisica moderna, questi sforzi di ottimizzazione della partecipazione possono essere visti benevolmente; dal punto di vista di una strategia di marketing il coinvolgimento di altre persone, probabilmente non interessate inizialmente, è certamente un elemento positivo.

## 2.2 Le tappe e i poster

Lo sforzo realizzativo delle 13 tappe di 'GioaconAlbert' e 'Fisica in autobus' può essere sintetizzata dai numeri seguenti<sup>1</sup>:

40 argomenti proposti → 14 temi scelti

50 poster pensati o abbozzati → 14 realizzati

14 città + 8 scuole coinvolte nell'esposizione

20000 manifesti, di 5 formati grandi diversi + ...

60 quesiti "facili", quindi "difficili-da-concepire-per-noi"

240 risposte "possibili-per-loro", quindi "corrette o ragionevolmente errate-per-noi"

## 3 I partecipanti

La distribuzione per sesso ed età in figura 2 mostra chiaramente un massimo in età scolare, ma con una significativa partecipazione di adulti.

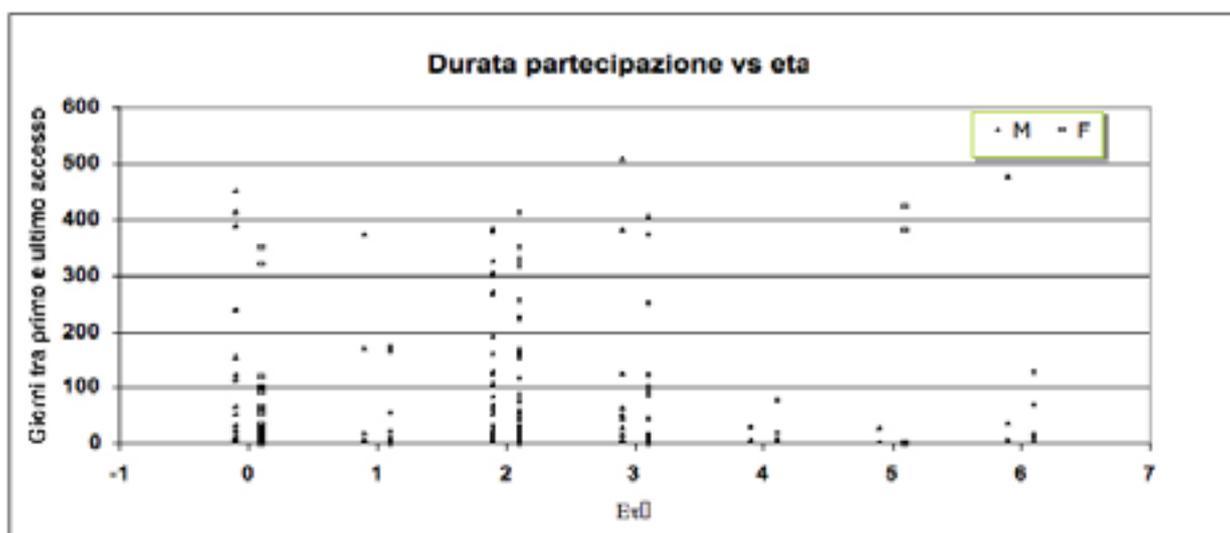


Figura 2: Durata delle partecipazioni divise per sesso ed età (0: non dichiarata, 1: 6-14, 2: 15-19, 3: 19-25, 4: 26-35, 5: 36-45, 6: >45)

Il rapporto tra partecipazione femminile e maschile, che è ~ 2/1 tra gli iscritti, diventa ~ 1.2/1 considerando le partecipazioni con durata maggiore di 120 giorni. La partecipazione può essere sintetizzata nei seguenti numeri:

1028 iscritti

>400 giorni di partecipazione (i più tenaci)

258 attivi alla conclusione del gioco

571 studenti, di varie età

156 adulti

### 3.1 La distribuzione geografica e professionale dei partecipanti

La distribuzione per professione e provenienza è mostrata nella figura 3. Circa 260 iscritti non hanno dichiarato la propria attività e 40 non hanno indicato la provincia di residenza.

<sup>1</sup> Le proposte di temi e grafica hanno visto, soprattutto nella fase iniziale, la partecipazione di molte sezioni INFN.

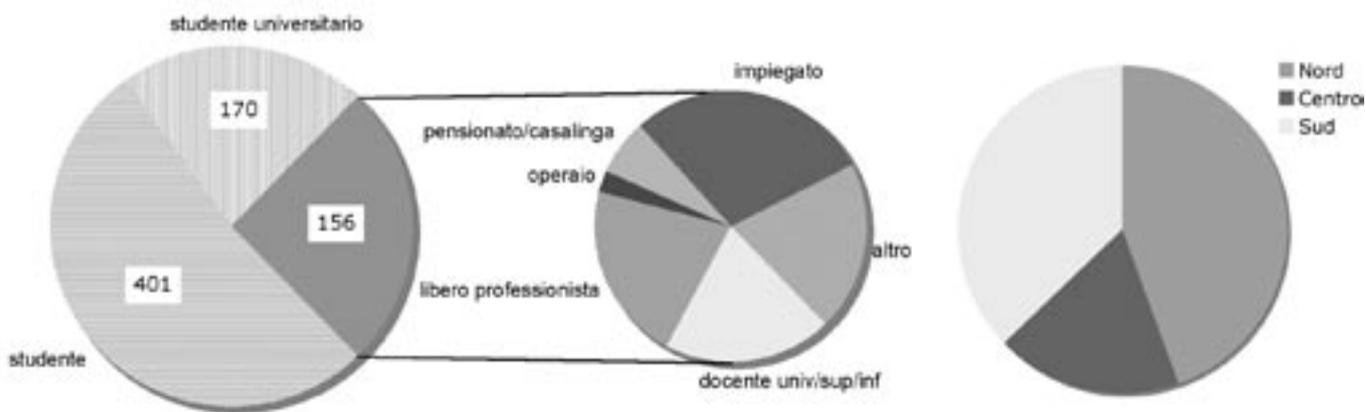


Figura 3 :Distribuzione degli iscritti per attività e provenienza geografica

#### 4 Conclusioni

Se considerassimo "Fisica in autobus" e "Gioca con Albert" alla stregua di vere e proprie campagne pubblicitarie, potremmo trarre un bilancio lusinghiero delle due esperienze: l'analisi delle fidelizzazioni dei visitatori di GiocaconAlbert ci consente infatti di concludere che il numero delle persone raggiunte, interessate e coinvolte nella campagna a vario titolo, corrisponde probabilmente a centinaia di volte il numero degli iscritti al programma.

Anche la percentuale di adulti e la loro diversificata estrazione sociale confermano l'efficacia del metodo e il suo positivo impatto su gruppi di individui che, a differenza degli studenti, sono meno motivati alla competizione e meno stimolati dall'approccio ludico.

# UN MARE DI SUONI

→ **Giorgio Riccobene**

INFN Laboratori Nazionali del Sud, via S. Sofia 62, I-95123, Catania

## Sommario

Ascoltare il rumore del mare è un'esperienza che provoca, in tutti noi, svariate sensazioni ed emozioni. I rumori che possiamo ascoltare dalla riva o a bordo di una barca sono, tuttavia, solo una piccola parte dei mille suoni del mare. A questi rumori naturali si aggiungono quelli prodotti dall'uomo che, in meno di un secolo, ha notevolmente intensificato la sua presenza. Il monitoraggio del rumore acustico e della sua variazione nel tempo è uno strumento utilissimo per i ricercatori allo scopo di studiare l'ambiente marino e di valutarne lo "stato di salute". Da circa cinque anni i ricercatori dell'INFN e del CIBRA effettuano il monitoraggio del rumore del mare in modo innovativo: un'antenna di microfoni sottomarini (idrofoni), installata a 2000 m di profondità a 25 km al largo di Catania, percepisce i segnali acustici che, per mezzo di un cavo in fibra ottica, vengono trasmessi continuamente a riva per essere registrati ed analizzati. Questa tecnica sperimentale, inizialmente sviluppata dall'INFN per permettere l'identificazione di particelle (neutrini) di origine astrofisica, ha trovato importanti ed immediate applicazioni nel campo della biologia.

## 1 Il rumore del mare

L'ecosistema marino è il più vasto ambiente della Terra e comprende tutti i fondali oceanici corrispondenti a circa il 70% della superficie del nostro pianeta. Lo scienziato, oceanografo ed esploratore instancabile degli abissi marini, Jacques Cousteau battezzò questo meraviglioso ambiente come "*il mondo del silenzio*". Un silenzio colorato dai suoni di animali che comunicano fra loro, che nuotano e mangiano, dagli schiocchi dei gamberetti, dai suoni prodotti dal moto ondoso, dalla pioggia, dall'attività sismica, dall'agitazione molecolare, dai tuoni e dai fulmini. Tutti suoni che contribuiscono a un fondo ambientale, che negli ultimi cento anni è aumentato di circa 10 volte! [1] Tale aumento è dovuto non solo ai cambiamenti climatici e ai fattori ciclici naturali, che hanno portato ad un aumento del vento e del moto ondoso, ma soprattutto ai rumori originati dall'uomo cioè traffico navale, tecnologie di rilevamento militari, attività industriali, sonar, air guns sismici, trivellazioni... Il rumore ambientale sottomarino negli ultimi decenni è divenuto un'importante area di studio nell'acustica sottomarina e oceanografica. Poiché in acqua il suono ha una distanza di propagazione molto maggiore rispetto alla luce (che invece percorre solamente poche centinaia di metri prima di essere assorbita), negli oceani gli animali marini ne fanno uso per poter raccogliere informazioni, comunicare a grande distanza, localizzare cibo e proteggersi. Anche i ricercatori usano il suono per studiare il mare: per determinarne le proprietà dell'oceano e dei suoi fondali e studiare il comportamento degli animali che vivono in esso.

## 2 OνDE: un esperimento pilota per ascoltare il suono dei neutrini

Di recente l'identificazione delle sorgenti di rumore acustico sottomarino e il loro monitoraggio ha acquistato un notevole interesse per la comunità dei fisici delle alte energie, interessati alla rivelazione di neutrini di alta energia ( $E_\nu > 10^{18}$  eV) prodotti in potentissime sorgenti astrofisiche, distanti centinaia di milioni di anni luce dalla Terra. È stato dimostrato che queste particelle sono capaci di depositare una grande frazione della loro energia in acqua, riscaldandola e producendo un'onda acustica che si propaga per distanze dell'ordine del chilometro (nell'intervallo di frequenza tra circa 10 e 50 kHz). Sarebbe così possibile realizzare antenne acustiche, formate da poche migliaia di sensori acustici disposti in un volume d'acqua di circa 10 km<sup>3</sup> ed installate in mare a grande profondità, capaci di identificare la direzione di provenienza dei neutrini e, quindi, di localizzare la sorgente astrofisica che li ha prodotti [2]. L'efficienza di queste antenne dipende, tuttavia, dall'intensità del rumore di fondo sottomarino, che, a causa delle enormi difficoltà tecnologiche, non era mai stato misurato con sufficiente accuratezza. La Collaborazione NEMO (Neutrino Mediterranean Observatory) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ha realizzato e messo in funzione una stazione sperimentale per la misura del rumore acustico a grande profondità nel Mar Mediterraneo, chiamata OνDE (Ocean noise Detection Experiment) che ha permesso di effettuare il monitoraggio real-time a breve e lungo termine del rumore acustico sottomarino.



Figura 1: La posa della stazione NEMO-OvDE a largo del porto di Catania.

La stazione (vedi Figura 1) è un vero e proprio studio di registrazione sottomarino, ancorato a 2000 m di profondità, 25 km a largo del porto di Catania e connesso alla riva tramite un cavo a fibre ottiche. OvDE è equipaggiata con quattro idrofoni a larga banda (30 Hz+40 kHz), i cui segnali vengono campionati a 96 kHz e 24 bit (cioè la qualità del suono registrato è migliore di quella ottenibile con la tecnologia DVD) ed inviati su fibra ottica al laboratorio di terra 24 ore su 24 [3]. La stazione OvDE ha registrato dati per due anni dal 22 Gennaio 2005 al 14 Novembre 2006 quando è stata disconnessa per avviare la realizzazione di un esperimento di maggiori dimensioni che verrà messo in mare nell'autunno del 2008.

### 3 OvDE e il gigante degli abissi

L'esperimento OvDE ha avuto un carattere altamente interdisciplinare e, oltre che monitorare le variazioni a breve e lungo termine del rumore acustico sottomarino, ha dato l'opportunità di studiare i suoni sottomarini di origine biologica. Collaborando con istituti di ricerca specializzati come il Cibra (Centro Interdisciplinare di Biologia e Ricerca Ambientale) dell'Università di Pavia, è stato possibile identificare, tra i dati registrati, i suoni emessi dai mammiferi marini che vivono nel Golfo di Catania o che vi transitano durante i loro movimenti all'interno del bacino del Mediterraneo. I suoni emessi dai delfini sono stati registrati ogni giorno; sono inoltre stati identificati alcuni rarissimi cetacei, come lo zifio. Il risultato più interessante è stato, però, il gran numero di registrazioni in cui sono presenti suoni emessi da capodogli [4]: un valore molto maggiore rispetto a quello evidenziato da precedenti ricerche svolte nel Mar Ionio e nello stretto di Messina.

In figura 2 è mostrato, in alto, lo spettrogramma (diagramma tempo-frequenza) ottenuto analizzando circa 2.5 secondi di una registrazione e, in basso, il diagramma tempo ampiezza della stessa registrazione. La scala di colori rappresenta in blu scuro i segnali meno intensi. Nello spettrogramma sono evidenti i fischi dei delfini e numerosi "click" di capodogli (segnali impulsivi che appaiono nello spettrogramma come intense righe verticali a frequenze minori di circa 20 kHz), emessi dagli animali per localizzare il cibo a grande profondità. Inoltre, analizzando, con tecniche numeriche i "click" dei capodogli in dettaglio, è stato possibile valutare la rotta e la profondità di navigazione, la dimensione ed il sesso dell'animale.

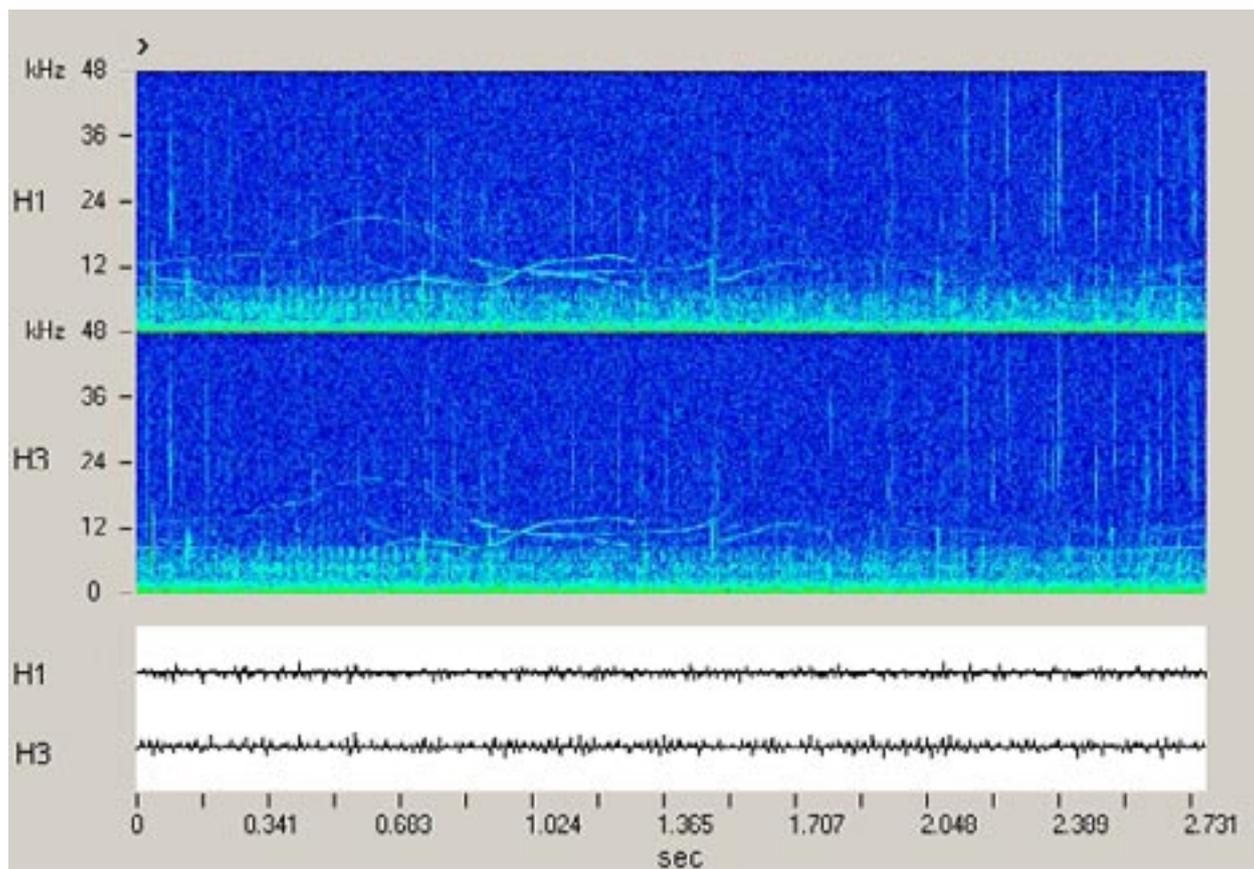


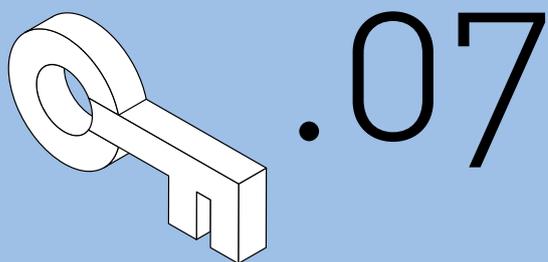
Figura 2: Segnali biologici registrati dalla stazione OnDE (vedi testo).

#### Referenze

- 1) P.H. Dahl et al., *Acoustics Today* 3, 1, 23 (2007)
- 2) G.A. Askar'yan, *Sov. J. At. Energy* 3, 921 (1957)
- 3) G. Riccobene et al., *Int. J. Mod. Phys. A21*, S1, 132 (2006)
- 4) *Random Samples, Science* 315, 5816, 1199 (2007).

## SESSIONE DUE

Linguaggi e strumenti della comunicazione verso il pubblico.



# COMUNICARE FISICA IN MANIERA POPOLARE

→ Enrico Bernieri<sup>(a)</sup>, Elena Gamba

<sup>(a)</sup> INFN, Sezione RomaTre, Via della Vasca Navale, 84 – 00146 Roma (bernieri@lnf.infn.it)

## Sommario

La comunicazione della fisica, e più in generale la diffusione della cultura scientifica, richiedono anche una profonda riflessione sulla visione popolare della scienza. Se si esclude il sottoinsieme di persone che per formazione e interessi possiedono sufficiente cultura e strumenti per accedere a fonti di qualità, in genere la visione popolare si forma nel contesto dell'educazione scolastica di base e soprattutto dei messaggi mediatici, veicolati principalmente in termini d'immagini, aneddoti, storie, a volte avventurose. Tuttavia questi mezzi hanno più di altri la possibilità di trasmettere qualcosa della scienza - che a volte sfugge anche agli scienziati, spesso totalmente assorbiti nelle loro attività specialistiche - che è il suo aspetto umano, emozionale ed estetico. E questa potrebbe essere una delle chiavi più efficaci per comprendere maggiormente la percezione pubblica della scienza e magari riuscire a orientarla costruttivamente.

## 1 Un'immagine

L'immagine della scienza nella società, tra interesse, curiosità e diffidenza: bella, brutta, accolta, rifiutata, ammirata, temuta. Ogni immagine ha necessariamente le sue zone messe bene a fuoco e le sue aberrazioni. Eppure, come dimostrano numerose iniziative a livello nazionale ed europeo, sono in molti a sottolineare l'esigenza di una più sana e vasta diffusione della cultura scientifica. Ne vediamo i vantaggi e percepiamo i rischi della sua assenza. Sul piano della conoscenza, dello spirito critico, del futuro della ricerca e dei ricercatori, dell'economia e, in definitiva, anche sul piano della democrazia. Come fare? Agendo sul sistema educativo di base, sull'azione degli Enti di Ricerca e delle Università, sui modi della tradizionale divulgazione scientifica. Ma tutto questo, come afferma Pietro Greco, è "solo il 10%" (1). La società forma le sue opinioni, consapevoli o inconsapevoli, prevalentemente attraverso altri canali.

In un filmato su YouTube (2) un gruppo di bambine di Orgosolo si reca a vedere le stelle nel corso di una serata dedicata alla scienza. L'intervistatore chiede loro cosa conoscono del cielo. Emergono i nomi, corretti, delle principali costellazioni: Andromeda, Cassiopeia, Pegaso. E alla domanda: "chi vi ha insegnato queste cose?", rispondono: "la zia Petrina". La zia Petrina, il vicino di casa, le chiacchiere al bar e, sicuramente, i media a larga diffusione e la pubblicità, contribuiscono più di ogni altra cosa a creare quel tessuto di opinioni, impressioni, giudizi e pregiudizi che formano l'immagine di qualunque cosa abbia un valore collettivo. Scienza inclusa.

## 2 Percezione popolare

È riconosciuto che cinema, televisione e teatro non rispecchiano la scienza, ma la *percezione pubblica* della scienza, attraverso gli occhi di registi, sceneggiatori, drammaturghi, attori (3).

Si ha l'impressione, a giudicare dal successo di certi film e di alcune fiction, che siano alcuni stereotipi a prevalere. Quella dello scienziato la cui opera si ritorce su se stesso e sull'umanità. Frankenstein, Dottor Jekyll, a esempio. Oppure l'immagine dello scienziato un po' "fuori", come in Ritorno al futuro o nel Dottor Stranamore. O ancora, la scienza come un mezzo o un pretesto per il *problem solving*, tipicamente poliziesco, come nel serial americano *Num3ers*. Il commento di alcuni protagonisti è talvolta critico: «dovrebbe capire come funziona l'universo e non riesce neanche a scoprire cosa accade in sé stesso», commenta Valerio Mastandrea a proposito di Max Flamini, il fisico da lui interpretato nel film "L'Orizzonte degli eventi" (4). Eppure, altre volte, la figura dello scienziato è riconoscibile nella sua autenticità e umanità come accade per Bhor e Heisenberg in "Copenhagen", l'opera teatrale di Michael Frayn, o per il Feynman di "QED, un giorno nella vita di Richard Feynman", di Peter Parnell, rappresentata in Italia a teatro da Luca Gilberti. Forse l'impressione stereotipata riflette la vibrazione di corde profonde che da sempre hanno risuonato davanti alla sfida della conoscenza (5).

Ma cosa emerge a una attenta e, nei limiti del possibile, completa analisi della rappresentazione scienza e degli scienziati nel vasto mondo dell'immaginario, soprattutto cinematografico? Numerosi autori (6) hanno analizzato a questo scopo migliaia di film attraverso tutta la storia del cinema. Ne emerge uno spettro molto vasto di figure di ricercatori e di percezioni dell'attività scientifica. Si va dai personaggi storici, agli eroi, dagli esseri umani travagliati ai deboli e agli ambigui, senza escludere i pericolosi, i senza scrupoli e gli assassini. Apprendisti stregoni, spiriti nobili, inventori svitati, scienziati utopisti e benefattori dell'umanità, avventurieri in cerca di gloria o conoscenza o potere.

Come non riconoscere in tutte queste figure la costellazione ampia, variegata, complessa, dei tipi umani che di fatto si rispecchia, nella storia e nel presente, nelle persone in carne e ossa che lavorano nella ricerca? "Matti ma lucidi, geniali ma con la testa tra le nuvole, appassionati o privi di sentimenti, benefattori dell'umanità o

diabolici, eroi o criminali: fumetti, film, sceneggiati e romanzi dipingono gli scienziati attraverso una tavolozza di colori che appare allo studioso della comunicazione come straordinariamente complessa, ricca di contraddizioni e di stereotipi ambivalenti.” (7). In fondo, niente di troppo strano, trattandosi di umanità... Eppure scienza e scienziati spesso si sentono incompresi. I ricercatori e le ricercatrici di frequente non si riconoscono nella propria immagine in celluloidi (o sullo schermo o sulla scena), si ritengono mal rappresentati e avvertono una banalizzazione della scienza.

### 3 Dall'incantesimo all'incanto

Ma quella degli scienziati è una visione dall'interno e ci si può chiedere quanto sia più “realistica” dell'altra. Se diamo retta ad Orwell: “*to see what is in front of one's nose needs a constant struggle*”, possiamo domandarci quanti di coloro che lavorano professionalmente in ambito scientifico compiono questo “*constant struggle*” di vedere ciò che fanno con sguardo più ampio. Certo, la specializzazione e il gergo tecnico sono d'obbligo all'interno, e qualcuno ritiene che la scienza sia incomunicabile all'esterno, se non al prezzo di una dequalificante e dequalificata volgarizzazione. Ma, come afferma Martin Rees: “Chi fa ricerca deve necessariamente focalizzarsi su aspetti specifici, ma a restringere il campo a problemi di settore – quelli alla nostra portata – si rischia di perdere di vista il quadro d'insieme. Gli scienziati di professione dovrebbero quindi sforzarsi – nel loro stesso interesse – di mettere a parte delle loro ricerche anche i non addetti ai lavori. Pur se lo facciamo male è un esercizio salutare perché ci ricorda che i nostri sforzi hanno un senso solo in quanto aiutano a far luce sulla scena più ampia.” (8) E la scena più ampia è quella della vita, che in genere sembra mostrare poco rispetto per rigidità e barriere.

Utilità, aderenza ai fatti, alla realtà, razionalità, rigore, ricerca della verità, tutte cose che in maniera maggiore o minore certamente attengono alla pratica della scienza e che ne hanno esteso l'influenza, la capacità di controllo, il potere, come una sorta d'incantesimo che l'uomo è in grado di esercitare sul mondo. Ma è tutta qui l'identità della scienza? E dove sono i suoi aspetti umani, affettivi, emozionali, conflittuali, estetici? Paradossalmente, forse sono proprio le caratteristiche “serie”, che si tende a utilizzare per caratterizzare la scienza, a generare difficoltà e diffidenza. Mentre invece gli aspetti umani ed estetici costituiscono canali privilegiati di una relazione e della comunicazione: “Colpire emotivamente è il minimo comune denominatore di tutti i modi di comunicare.” (9).

Cinema, fiction, teatro, costituiscono senz'altro alcuni tra i mezzi più potenti per avvicinare le persone alla scienza attraverso questi aspetti. Più efficaci, da questo punto di vista, di altri strumenti classici della divulgazione scientifica. Andrebbero meglio investigati, più utilizzati, lasciando maggiore spazio a quell'immaginario estetico e a quelle componenti di pura curiosità e piacere che hanno sempre ispirato i maggiori scienziati.

E poi, in definitiva, è proprio così “dannosa” l'immagine della scienza che emerge dall'immaginario mediatico? Se gli stessi scienziati frugano nella loro memoria (10) forse sono disposti a condividere la seguente affermazione di Matteo Merzagora: “Non è il caso di cavillare sui particolari di un'opera di finzione, sulle accuratezze, se in definitiva viene veicolata un'immagine vivida del lavoro di scienziato: se qualche ragazzo affascinato dalle atmosfere (di un) film decidesse di intraprendere la carriera di fisico... non potremmo che ringraziare quest'opera.” (11).

#### Referenze

- 1) P. Greco, Prospettive per la Fisica nella società della conoscenza, CF2007
- 2) <http://it.youtube.com/watch?v=4f8a13X-U8A>, L.Albanese, La Scienza in... Gioco, CF2007
- 3) M. Merzagora, Scienza da vedere (Sironi, 2006) p. 96.
- 4) Maurizio Porro, *Il Corriere della Sera*, 13 maggio 2005.
- 5) Yurij Castelfranchi: *Jcom* 2, 3 (2003).
- 6) Vedi anche: Alexis Martinet, a cura di, *Le cinema et la science*, (CNRS Paris 1998).
- 7) Yurij Castelfranchi, *cit.*
- 8) Martin Rees, *Il nostro ambiente cosmico* (Adelphi, 2004) p. 84
- 9) Giovanni Carrada, *Comunicare la scienza* (Sironi, 2005) p. 58
- 10) Vedi: John Brockman, *Menti Curiose* (Codice, 2005)
- 11) M. Merzagora, *cit.*, p.81

# VEDERE LA SCIENZA – FESTIVAL DEL FILM, DEL DOCUMENTARIO E DEL VIDEO SCIENTIFICO

→ Antonella Testa

Istituto di Fisica Generale Applicata, Università degli Studi di Milano, via Brera 28, Milano

## Sommario

Il contributo presenta *Vedere la Scienza Festival*, una manifestazione di festival e di rassegna di film, documentari e video scientifici che ha compiuto dodici anni ed è sorta nel 1997 per iniziativa dell'Istituto di Fisica Generale Applicata dell'Università degli Studi di Milano. Dopo un excursus che riassume la storia della manifestazione è illustrata la struttura attuale del festival, con attenzione ai generi cinematografici che offre, ai criteri di scelta delle tematiche, al pubblico di riferimento.

### 1 *Vedere la Scienza: dal 1997 ad oggi*

Comunicare la fisica attraverso il filmato a carattere scientifico è senz'altro una strategia attuale e vincente. Il linguaggio dei video è infatti di grande attrattiva soprattutto per i giovani, che vi ricorrono abitualmente per svago e, molte volte, anche per studio. Sempre più la comunicazione avviene attraverso le immagini in movimento: in Europa la quasi totalità delle persone possiede e guarda la televisione; la crescita della fruizione dei video via web è esponenziale, in particolare presso le fasce di pubblico più giovane (lo confermano ad esempio i dati delle survey Eurobarometro, tra cui *European Citizens and the Media*, 2003).

Delle potenzialità dei filmati per comunicare le scienze - e la fisica in particolare - eravamo già convinti nel 1997 quando, nel contesto delle iniziative di diffusione di cultura scientifica condotte, abbiamo dato origine alla prima edizione di *Vedere la Scienza*, rassegna di filmati a carattere scientifico proiettati al pubblico in modo amatoriale nella nostra sede universitaria di via Brera a Milano, con il proposito di stimolare il pubblico su temi di scienza e tecnologia, offrendo qualche titolo particolarmente rilevante, anche storico, difficilmente reperibile altrimenti. Grandi autori si sono infatti dedicati a soggetti scientifici, pur su generi e in periodi differenti: Rossellini, Ivens, Olmi, Losey sono solo alcuni dei molti nomi che possono essere citati.

Da allora la rassegna è evoluta molto, pur conservando i propositi su cui è stata fondata che risiedono principalmente nell'idea di offrire un suggestivo "viaggio" in vari ambiti scientifici, così come vengono raccontati dal cinema e dalla televisione, in cui si intrecciano le forme narrative del documentario di attualità, quelle della ricostruzione storica e quella del cinema d'autore.

Fin dalle prime edizioni, infatti, da una parte si offriva una selezione della migliore documentaristica recente prodotta in tutto il mondo; dall'altra si presentavano film storici dedicati a scienza e scienziati, animazione, fantascienza e altri generi di più recente affermazione, come la docufiction e il talk-show.

Già dal 1998 la manifestazione ha ottenuto il sostegno del Settore Cultura della Provincia di Milano che le ha assegnato, tra l'altro, una sede più consona nello Spazio Guicciardini e, dal 2000, il nuovo Spazio Oberdan, sala cinematografica completamente attrezzata per ogni genere di proiezione, aprendo maggiori opportunità per la programmazione. Contestualmente ha aderito all'iniziativa la Fondazione Cineteca Italiana, le cui proiezioni hanno sede proprio allo Spazio Oberdan.

Dal 2002 è stato possibile estendere ad altre città italiane la manifestazione, che - sotto il coordinamento e progettazione della sede di Milano - è stata ospitata a Bari, Bologna, Ferrara, Firenze, Genova, Matera, Modena, Parma, Pavia, Potenza, Torino.

Nel 2006, infine, *Vedere la Scienza* è diventata un vero festival, ovvero una manifestazione che ospita accanto alla tradizionale rassegna, una competizione internazionale in cui concorrono titoli provenienti da paesi di tutto il mondo, preselezionati e quindi sottoposti alla valutazione di una giuria internazionale di esperti scientifici, della comunicazione e della produzione cinematografica e video.

Nel corso degli anni, infine, la manifestazione ha dato origine a sessioni speciali (edizioni estive, edizioni riservate alle scolaresche), collaborazioni con altre rassegne ed enti (ad esempio la rassegna di archeologia di Rovereto), partnership internazionali e progetti europei (come il progetto CISCI, nell'ambito del VI Programma Quadro CE), partecipazioni ad altre manifestazioni (ad esempio il Festival della Scienza di Genova) o ideazioni di eventi (come il Festival della Fiction presso il Piccolo Teatro di Milano).

Tutto ciò ha portato valore aggiunto all'iniziativa. L'aver a disposizione sedi attrezzate ha conferito la qualità di una manifestazione cinematografica a tutti gli effetti, potendo garantire da una parte proiezioni di alto livello professionale, dall'altra una programmazione su tutti i possibili formati, dalla pellicola a 35 o 16 mm al betacam digitale.

## 2 La struttura, i generi, i temi, il pubblico

*Vedere la Scienza Festival* si compone di una selezione dei migliori documentari e video prodotti nel mondo negli ultimi due anni, e di una programmazione di rassegna che spazia tra più generi. La preselezione dei titoli di documentari e video era svolta fino a due anni fa attraverso una ricerca della durata di qualche mese per ogni edizione; oggi viene effettuata a partire dal materiale pervenuto in risposta a un bando di partecipazione che, con attenzione alle più recenti forme della comunicazione scientifica, contempla cinque categorie: 1. film di fiction, docufiction e film-documentari; 2. documentari di case di produzione e produttori indipendenti; 3. documentari di istituti di ricerca, scuole, musei, università; 4. video brevi per la comunicazione via web; 5. video promozionali a carattere scientifico. La selezione del materiale di rassegna invece viene svolta sulla base di una tematica principale e altre collaterali scelte di anno in anno, che alle volte traggono spunto dall'occorrenza di anniversari, fatti di attualità, o altro ancora. È stato il caso, ad esempio, del centenario della nascita di Enrico Fermi nel 2001 o del cinquantenario della scoperta della struttura a doppia elica del DNA nel 2003, dell'Anno Internazionale della Fisica nel 2005, dell'Anno Internazionale della Terra nel 2008. Vengono quindi effettuate scelte che hanno permesso nel corso degli anni di spaziare tra molti generi: il documentario classico, il film muto degli esordi, la biografia scientifica, il precinema, il documentario industriale, l'animazione, la fiction televisiva, la fantascienza, ... Questa struttura composita, rivelatasi molto apprezzata dal pubblico, fa giungere a una programmazione con sessioni mattutine riservate alle scolaresche (con ospiti per la discussione sulle tematiche oggetto delle proiezioni), sessioni pomeridiane per il largo pubblico, sessioni serali per tutti e in particolare per i cinefili. Il fine-settimana comprende anche proiezioni speciali, come i muti con accompagnamento musicale dal vivo, eventi collaterali, come spettacoli, tavole rotonde, sessioni per i bambini. Nel complesso l'edizione principale di ciascun anno si svolge quindi nel corso di una intera settimana, con proiezioni dal lunedì alla domenica, dal mattino a notte, ospitando una settantina di film, documentari e video, provenienti da una ventina di paesi del mondo, di cui molti europei ma anche Indonesia, Australia, Giappone, Brasile, Filippine, ...

Spesso la manifestazione costituisce un momento unico per fruire del materiale in programma: i titoli recenti, in gran parte inediti, difficilmente entrano nel circuito commerciale italiano, per ragioni di mercato ed esclusiva, nella catena di distribuzione o nella proposta televisiva. La programmazione di rassegna, poi, comprende spesso titoli storici rari, reperiti solo per l'occasione in archivi in Italia e/o all'estero.

Naturalmente ogni film in programma, se in lingua non italiana, viene tradotto in *voice-over*, oppure con doppiaggio, o ancora con sottotitoli, prestando particolare attenzione all'accuratezza scientifica della traduzione, svolta da professionisti assistiti da esperti scientifici. Tutti i titoli in programma sono interamente schedati e creditati, a formare il catalogo del festival, disponibile in doppia lingua (italiano e inglese) sia in formato cartaceo sia sul web ([www.brera.unimi.it/festival](http://www.brera.unimi.it/festival)). Da sempre inoltre la manifestazione è l'occasione per far incontrare esponenti del mondo della scienza, della comunicazione scientifica e del cinema con il pubblico. Tra gli altri Rita Levi Montalcini, Carlo Rubbia, Giovanni Fabrizio Bignami, Carlo Bernardini, Angelo Vescovi, Alessandro Cecchi Paone, Bruno Bozzetto, Luca Mercalli. E, accanto ai nomi più noti al pubblico, i dibattiti coinvolgono molti giovani ricercatori, protagonisti di ricerche di frontiera spesso oggetto delle proiezioni, che dialogano con gli spettatori. L'affluenza di pubblico alle edizioni principali, ovvero quelle primaverili a Milano, è modulata sostanzialmente dalla capienza dello Spazio Oberdan (200 posti) e stimabile in 5000-6000 persone. L'edizione 2008 ha potuto registrare una maggiore affluenza, anche grazie alla maggiore disponibilità di posti (1400) della giornata inaugurale presso il Teatro Dal Verme.

Per sua natura *Vedere la Scienza Festival* non tratta solo di fisica, ma anche di matematica, genetica, storia della scienza, scienze della vita, astrofisica, geologia, scienze naturali. Ogni edizione offre una rosa di titoli su 5-6 sessioni tematiche e propone accanto ai soggetti più classici delle scienze dure, questioni interdisciplinari oppure argomenti oggetto di discipline di più recente istituzione, come le scienze dei materiali o la biomimetica. Nello spazio concesso al contributo abbiamo scelto di privilegiare la descrizione della manifestazione e volutamente omettiamo di entrare nel vivo dei contenuti che nel corso degli anni sono stati il nucleo delle proiezioni. Ogni titolo e ogni scelta effettuata meriterebbe infatti un contributo a sé e raccomandiamo di riferirsi per ogni dettaglio al sopraccitato sito web, che offre l'intero archivio della manifestazione, dalle sue origini ad oggi, con centinaia di schede complete dei titoli della programmazione.

# ASIMMETRIE

## UN FILO DIRETTO TRA RICERCATORI E SCUOLE SUPERIORI

→ Danilo Babusci<sup>(a)</sup>, Vincenzo Napolano<sup>(b)</sup>, Catia Peduto<sup>(b)</sup>, Piera Sapienza<sup>(c)</sup>,  
Crisostomo Sciacca<sup>(d)</sup>, Francesca Scianitti<sup>(b)</sup>, Amedeo Staiano<sup>(e)</sup>, Andrea Vacchi<sup>(f)</sup>,  
Antonella Varaschin<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> INFN Laboratori Nazionali di Frascati, via Enrico Fermi, 40, Frascati

<sup>(b)</sup> INFN Ufficio Comunicazione, Piazza dei Caprettari 70, Roma

<sup>(c)</sup> INFN Laboratori Nazionali del Sud, via S. Sofia 62, Catania

<sup>(d)</sup> INFN Sezione di Napoli, via Cintia, Napoli

<sup>(e)</sup> INFN Sezione di Torino, via Pietro Giuria 1, Torino

<sup>(f)</sup> INFN Sezione di Trieste, via Valerio 2, Trieste

### Sommario

Asimmetrie, la rivista dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Infn), cambia target: l'obiettivo è costruire un ponte per favorire la comunicazione tra scienziati e studenti, passando attraverso gli insegnanti. La rivista vuole diventare, infatti, un'opportunità di aggiornamento per i docenti delle scuole medie superiori, che possono così ricevere le informazioni direttamente dai protagonisti dell'impresa scientifica, i ricercatori. Con monografie che curano diversi aspetti della ricerca scientifica, la rivista si propone come uno strumento per introdurre i ragazzi ai temi e agli esperimenti di frontiera, svelandone la semplicità e la bellezza. Ma non solo, con questa impostazione, Asimmetrie spera anche di raggiungere una fascia di lettori più ampia coinvolgendoli nei temi della scienza, contribuendo così a diffonderne la cultura.

### 1 Asimmetrie: il lavoro del ricercatore entra nel mondo della scuola

La rivista mira a portare la ricerca di frontiera fuori dai laboratori. Parlando del lavoro di ricerca e dei ricercatori stessi, cercando anche di inserire la fisica all'interno di un contesto culturale più ampio. In particolare si rivolge agli insegnanti e agli studenti curiosi. Per raggiungere i propri destinatari e stabilire un dialogo in modo efficace Asimmetrie cambia l'impostazione, i contenuti e l'aspetto grafico, presta cura al linguaggio, alla progressione logica e alla completezza degli argomenti, rinunciando ad approfondimenti tecnici per i quali si forniscono i riferimenti. Gli argomenti affrontati ruotano attorno a tutte le attività di ricerca di base in cui l'Infn è impegnato, cioè la fisica nucleare, delle particelle e delle astroparticelle, e naturalmente la fisica teorica. Tutto questo, dedicando una particolare attenzione alle applicazioni tecnologiche che derivano dalla ricerca di base. Si integra così l'informazione contenuta nei corsi scolastici con contenuti nuovi, stimolando la curiosità e fornendo riferimenti completi e soprattutto persistenti nel tempo. Per gli argomenti che possono essere ostici, si pone grande attenzione nel proporli in un linguaggio accessibile per un pubblico di non esperti. Un'impresa non semplice nella quale sono impegnati i ricercatori dell'Infn, che sono gli autori stessi degli articoli, affiancati da un comitato scientifico e dalla redazione che coadiuva gli scienziati nel loro lavoro editoriale. Le ragioni per le quali si è scelto di far scrivere gli articoli agli stessi ricercatori sono legate all'idea di creare la suggestione di un "rapporto" tra gli stessi protagonisti della ricerca scientifica e gli insegnanti. *Vorremmo, infatti, coinvolgere maggiormente i docenti e valorizzare l'attività da loro svolta in classe, mettendo l'accento sul loro ruolo di intermediari nel passaggio della cultura scientifica dagli scienziati di oggi ai possibili scienziati di domani.* Sono, infatti, gli insegnanti che hanno la possibilità di appassionare i giovani in generale all'attività di ricerca, e più in particolare alla fisica, proprio nel momento in cui i ragazzi si troveranno a dover decidere quale facoltà universitaria intraprendere: una scelta fondamentale per il loro futuro professionale.

### 2 I contenuti di Asimmetrie

La rivista è trimestrale e ogni numero consiste in una *monografia* che si sviluppa attorno a uno dei grandi temi della ricerca fondamentale della fisica contemporanea. Gli argomenti trattati nei primi tre numeri della nuova edizione sono la materia oscura, le onde gravitazionali, e gli acceleratori di particelle con le applicazioni che ne derivano. Nel prossimo numero si parlerà di antimateria, e in futuro di meccanica quantistica e della più potente macchina mai costruita dall'uomo, cioè il Large Hadron Collider, per citarne solo un paio. Ricerche che appassionano i nostri fisici, e che speriamo possano coinvolgere anche i lettori di Asimmetrie. La rivista, infatti, se da un lato mira a diventare uno strumento di lavoro per gli insegnanti, dall'altro vuole anche essere un'opportunità per i ricercatori di rendersi protagonisti della diffusione della cultura scientifica, portando fuori dai laboratori e direttamente nelle scuole il loro lavoro e la loro passione. Ogni numero di Asimmetrie si propone di delineare lo stato dell'arte della ricerca in quel determinato campo oggetto della monografia, includendo non solo le ricerche svolte dall'Infn ma anche le attività che altri enti nel mondo conducono su quel tema. In

questo modo, i singoli numeri della rivista si prestano a essere conservati e consultati all'occorrenza. I temi trattati saranno inoltre ripresi in futuro con integrazioni e aggiornamenti dei risultati. Ci si aiuterà per questo con la pagina web, pratica e funzionale, che contiene tutti i testi così come appaiono nel formato cartaceo e che si propone come un utile strumento di ricerca per parole chiave. La rivista ha una struttura molto ben definita: a reggere l'impalcatura dei contenuti c'è l'articolo "cuore", il primo che si incontra, questo ha il compito di introdurre l'argomento fornendo un inquadramento storico e teorico e introducendo l'attività sperimentale. A corollario del testo portante si sviluppano una serie di articoli che introducono a strumenti, esperimenti e applicazioni inerenti al tema del numero. Oltre agli articoli dedicati al tema della monografia, si sviluppano alcune rubriche anch'esse mirate a stabilire un ponte per lo scambio di contenuti con il lettore: "Scienza e Tecnologia", dedicata alle ricadute tecnologiche della ricerca di base, "Benvenuti a Bordo", dove un giovane ricercatore racconta la sua esperienza e parla del suo lavoro, "News", aggiornamento sugli ultimi risultati della ricerca o sugli avvenimenti più recenti, "Incontri", dedicata alle iniziative per il grande pubblico di comunicazione e diffusione della cultura scientifica, "Con altri occhi", uno sguardo sul mondo della fisica da parte di chi di fisica non si occupa direttamente, "Radici", dedicata alla storia delle idee, delle scoperte e delle invenzioni.

### 3 Lo stile

È volto a eliminare le barriere. La copertina è il primo punto di contatto tra la rivista e il lettore, così le immagini in essa riprodotte sono metafore suggestive e accattivanti: il soggetto rappresentato richiama l'argomento trattato all'interno in modo evocativo. Questa scelta è stata fatta con l'intento di attrarre il potenziale lettore incuriosendolo. Sempre per scelta, la copertina quasi non contiene testo di richiamo: solamente il nome della rivista, il marchio e l'argomento trattato. Una scelta di semplicità perché non vogliamo mettere l'accento sugli aspetti straordinari o spettacolari della scienza, ma intendiamo presentare e richiamare i lettori a una scienza condivisa e accessibile, senza banalizzazioni. Ai contenuti è lasciato ampio spazio all'interno, sempre in una ricerca di equilibrio tra testo e immagini. Il design minimale è caratterizzato da una distribuzione molto ordinata e rigorosa degli elementi. Oltre alle immagini fotografiche, a corredo degli articoli sono inseriti schemi di sintesi o di approfondimento, spesso originali nei contenuti e nella rappresentazione, progettati ad hoc per i lettori di Asimmetrie dal comitato scientifico e dalla redazione.

### 4 Conclusioni

Il nuovo corso di Asimmetrie è iniziato da quasi un anno e la risposta da parte dei lettori è positiva: quasi 3 mila persone hanno richiesto la sottoscrizione dell'abbonamento gratuito iscrivendosi online, sul sito della rivista [www.asimmetrie.it](http://www.asimmetrie.it). Di questi, la gran parte sono insegnanti, ma ci sono anche molti studenti tra i nuovi abbonati, e anche persone provenienti dalle istituzioni pubbliche e dal mondo imprenditoriale. Il progetto editoriale sta quindi perseguendo con un buon successo il suo obiettivo.

La copertina di Asimmetrie n. 4 dedicato alla materia oscura (design studio S lab)



# FAR DI CONTO. FAR DI RACCONTO

→ **Daniele Gouthier**

Ics-Innovazioni nella comunicazione della scienza, Sissa, Trieste <http://www.danielegouthier.it/>

## Sommario

Il rapporto tra narrativa e scienza ha radici antiche, ma è innegabile che negli ultimi decenni tanto l'una quanto l'altra hanno cambiato radicalmente il loro modo di essere. Oggi leggiamo frequenti esempi di racconti, romanzi, pièce teatrali che portano –più o meno esplicite– tracce di scienza. Del resto non è altrettanto frequente che della scienza siano riportate le idee, gli atteggiamenti, le consuetudini. Ci si limita piuttosto ad alcuni segni esteriori: qualche idea forte, il linguaggio se non il gergo, un manipolo di personaggi noti –o almeno la loro immagine. Cosa succede se invece si prova a fare narrativa con le idee, gli atteggiamenti e le consuetudini *medie* – e non con quelle eccezionali? Cosa succede se raccontiamo storie nelle quali gli uomini e le idee di scienza sono tanto naturali quanto le nostre convinzioni sull'amicizia, l'amore, la guerra, le questioni sociali?

## 1 La preistoria di un'era scientifica

Da Feynman a Levi, da Calvino a Del Giudice il rapporto tra narrativa e scienza è alla ricerca di una letteratura che preveda la scienza come proprio modo di vedere il mondo.

Allo stato dell'arte, è raro che qualcuno cerchi di *raccontare* idee scientifiche, che si trovano in filigrana in situazioni che con la scienza non hanno nulla a che fare, un po' come accade alle idee sociali o all'immagine che abbiamo dell'amore e dell'amicizia, della guerra e delle questioni ambientali, dei sentimenti e dei comportamenti, che sono presenti anche in opere che non narrano esplicitamente di amore, amicizia, guerra ... Siamo abituati a pensare la scienza come astrazione e teoria, come osservazione e rigore, come esperimento e controprova. Invece, c'è chi cerca di ritrovarla nella quotidianità, perché alcuni concetti scientifici danno struttura non solo alle forme teoriche o astratte, ma anche a quelle della vita di tutti i giorni. Non è tanto importante che il lettore *capisca*, impari, conosca o ri-conosca la scienza e le sue proprietà quanto che *tragga godimento* dalla lettura e che gli rimanga qualche idea su quei comportamenti regolari, anche senza sapere che si tratta di una regolarità biologica, fisica, chimica, o matematica che sia. È sufficiente che venga colta una prospettiva, in tutta la vaghezza e con tutti i dubbi che ci sono quando s'intuisce una scoperta, ma si è ancora lontani da una dimostrazione e quindi dalla comprensione completa. Oggi, la letteratura che sfiora la scienza è ancora quasi sempre solo osmosi, intrusioni, ammicchi, strizzate d'occhio [1]. I riferimenti scientifici che sono penetrati nel linguaggio e nell'immaginario comune non sono conosciuti nel profondo, non sono condivisi tra autori e pubblico. Sono solamente passati dalla scienza a qualcos'altro senza essere stati fatti propri, metabolizzati. Invece, della scienza bisogna saper sorridere, perché questa è la prova che l'abbiamo metabolizzata, come sostiene Piero Bianucci [2]. Del resto questo è quello che accade anche in altri campi dell'arte e dell'espressione umana. Non possiamo dire di essere pienamente in un'era scientifica dal momento che della scienza oggi cogliamo ancora solo i tratti, i segni esteriori. La conoscenza scientifica, che si è pur fatta fenomeno sociale e diffuso e coinvolge centinaia di migliaia di individui al mondo, non è ancora una conoscenza percolata nell'individuo e non emerge spontaneamente nelle espressioni artistiche e letterarie, con qualche eccezione per il cinema [3] e per la pubblicità [4], forse.

Altrove, [5], sono stati citati esempi di questa letteratura osmotica, più frequente, e di quella più rara costituita dalle narrazioni che cercano di collocare la scienza tra gli altri elementi del mondo. Questa seconda è quella che stenta a nascere. Perché, si chiedeva Feynman

*"nessuno si sente ispirato dalla nostra immagine attuale dell'universo? Questo valore della scienza non viene cantato dai cantanti, siete ridotti ad ascoltarlo non in musica o in versi, ma in una conferenza serale. Non siamo ancora in un'era scientifica".*

Quando a entrare in contatto con la letteratura sono solo i nomi, la scienza, anche quella divulgata, con le sue catene deduttive e l'asprezza della sua matematica, appare sempre vista dall'esterno, e la si coglie solo con la razionalità, tanto che

*"il pubblico ne trae spesso una sensazione di fastidiosa ma necessaria meticolosità, quando non addirittura di gratuita pignoleria. Non c'è dolcezza, non c'è familiarità", [1].*

Non è ancora nata una visione umanistica della scienza che la comprende in tutti i suoi aspetti – quelli vivi e pulsanti innanzitutto – e non solo in quelli freddi e rigidi dei risultati finali.

## 2 Tecnologia, comunicazione e scienza

Sono pochi oggi quelli che non riconoscono il grande impatto della scienza sulla nostra vita, dalla macchinetta per il caffè allo svolgimento del lavoro – pc e non solo –, dall'energia alla cura della salute, senza parlare della metropolitana, delle auto, della serratura ...

Attraverso la tecnologia fruiamo di tantissima conoscenza rigorosa e formalizzata che ci permette di vivere una vita per molti versi impensabile sino a pochi decenni fa. È la conoscenza scientifica ad aver permesso tutto questo ed è con questo tipo di mondo che dobbiamo fare i conti: un mondo che la scienza modifica *continuamente*.

Difatti la tecnologia è una formidabile interfaccia che non consente di vedere la scienza che sta dietro, che rende opaca la fruizione: la tecnologia è tanto più buona quanto più ci permette una fruizione inconsapevole di un artefatto e dell'*arte* retrostante. Possiamo dire che la tecnologia ci offre il massimo della scienza col minimo della comunicazione.

E questo è uno degli elementi che costituiscono un ostacolo al sorgere di una narrativa che usi consapevolmente la scienza *tout-court* come uno dei ferri del mestiere dello scrittore.

D'altra parte i cinquant'anni che ci lasciamo alle spalle sono stati un vero e proprio mezzo secolo di comunicazione della scienza. Sono nati gli *exhibit* interattivi e le mostre *hands-on* – ai *vecchi* musei di storia naturale si affiancano i moderni *science centre*. La divulgazione è sbarcata in televisione in diversi format e negli scorsi decenni, in Italia, abbiamo assistito a un boom tanto delle riviste in edicola quanto dei libri sugli scaffali delle librerie – per non parlare dello specifico dell'editoria scientifica per bambini e per ragazzi. I caffè scientifici sono una realtà e i festival della scienza sono un fenomeno. C'è scienza al cinema – con e senza gli effetti speciali, dal *Cane di paglia* ad *A beautiful mind*, ad *AI* – e c'è scienza a teatro – da Brecht a Frayn, a Ronconi. E naturalmente oggi assistiamo al moltiplicarsi di siti web, portali, blog, podcast – informatica e telecomunicazioni hanno dato una spinta enorme alla circolazione delle informazioni sulla scienza.

Oggi c'è anche una tendenza del mercato – si pensi a una rivista come *Seed* ma per certi versi alla serie televisiva *Numbers* – che attinge all'anima pop della scienza e apre passaggi scorrevoli e fluidi tra la società e quella particolare attività sociale che si chiama scienza e che a volte appare una costola rinnegata. Perché tendiamo tutti a dimenticare che scienza è cultura e non *solo* progresso, benessere, cura.

Se dobbiamo tornare al sogno vagheggiato da Feynman, non siamo ancora in un'era scientifica, al più siamo in un'era tecnologica, un'era nella quale della scienza sono diffusi i soli nomi, mentre è la tecnologia a essere al nostro fianco quando immaginiamo, quando creiamo storie.

È la tecnologia che stabilisce sempre più di frequente il significato delle parole, che ne propone e introduce di nuove, che ne decreta il successo o la desuetudine. Non siamo ancora in una fase nella quale la scienza propone e diffonde un suo vocabolario.

## 3 Scrivere con la scienza di fianco

Dice Calvino:

*“A ogni secolo e a ogni rivoluzione del pensiero, sono la scienza e la filosofia che rimodellano la dimensione mitica dell'immaginazione, cioè il fondamentale rapporto fra uomini e cose”.*

Noi uomini leggiamo e interpretiamo il mondo – e in ultima analisi lo raccontiamo – sulla base della conoscenza *nuova* che abbiamo prodotto, assimilato e fatto nostra. Di più: è proprio il sapere nuovo che permette di avere un'immaginazione fertile e creativa e, in definitiva, di costruire una relazione proficua fra gli uomini e con le cose.

L'*artista di Feynman* attraverso la scienza elabora stimoli emotivi, sensoriali, razionali, e prova a utilizzare nuove categorie che danno chiavi di lettura diverse di situazioni comuni. È possibile provare a inaugurare un rapporto nuovo con il mondo, basato su una esperienza poetica arricchita: la scienza diventa sorgente di materiale fluido, da costruzione, plasmabile, e acquisisce un ruolo oltre i suoi stessi confini.

Oltre i suoi stessi confini? No, sono i confini che si spostano, che si perdono, che sfumano grazie alla rielaborazione poetica di cui è capace l'*artista di Feynman*. Si tratta, insomma, di uscire dallo spazio letterario classico attraverso nuove categorie di pensiero, per costituirne uno più ampio, aggiungendo dimensioni complementari alle prime. Non un'operazione “a ridurre”, insomma, la scienza ai suoi nomi, a pura metafora o a espediente retorico. Ma un'operazione nella quale il mondo si vede anche attraverso gli occhi della scienza, che non sono lenti deformanti ma che aggiungono dimensioni ignote, dimensioni di poesia, di cambiamento, di speranza. E gli occhi della scienza hanno bisogno di vedere, di osservare moltissimo anche per raccontare piccoli particolari. C'è un'esattezza del racconto che si fonda su conoscenze profonde e rigorose. È quanto fa Primo Levi, secondo la testimonianza di Piero Bianucci [6], quando mette in campo la sua arte di tacere. È l'arte di chi raccoglie dati, si fa spiegare deduzioni, capisce implicazioni, immagina congetture. È l'arte tipica di chi fa scienza e per farla gestisce una gran quantità d'informazione prima di essere sicuro di poter affermare un

risultato. È l'arte di chi aggiunge passo a passo un elemento di *nuovo* a sostegno delle proprie tesi. Ma molto più a valle ci sono i tentativi – shandiani? – di chi non segue i confini mobili ma sta al loro interno e standoci guarda e racconta gli altri tentativi, quelli di chi fa scienza e che nel farla mette in campo fallimenti, speranze, atteggiamenti e sguardi verso il mondo: perché la scienza è negli occhi di chi guarda ed è scienziato chi sa guardare alle cose normali, quotidiane, con sguardo speciale. Giorno per giorno.

#### 4 Esperimenti riusciti e modesti tentativi

In questo spirito, alcuni professori, ricercatori e lavoratori della scienza da qualche anno riflettono e sperimentano<sup>1</sup> una propria via tra narrativa e scienza in un'impostazione tipo *altrui mestiere*, vale a dire senza fare della narrativa il proprio mestiere, ma cercandovi storie che possano essere narrate. È l'esperienza che ci ha portato alla pubblicazione di *Tutti i numeri sono uguali a cinque*, un'antologia di ventuno racconti di ventuno autori che si abbandonano alle digressioni, alle emozioni, alle intuizioni del cuore, alle immagini, alle sensazioni che affiancano la pratica quotidiana della scienza, ma che dalla scienza codificata non fanno parte". Quel che conta è che la scienza sia parte del modo di essere e di vivere di ciascuno degli autori: perché dalla scienza – anche dalla scienza – passa parte di quel materiale magmatico che, attraverso la narrazione, diventa chiave interpretativa, visione del mondo: compresa l'impossibilità o l'incapacità di avere - oggi - una visione del mondo. Gli occhi prima di tutto, anche della mente, e poi le parole.

L'aspirazione è di non confondere la scienza con il metodo scientifico o, ancora più semplicemente, con gli strumenti che utilizza. Bisogna invece sapere come opera la scienza: non è puro metodo, sono uomini che utilizzano un linguaggio ed è un linguaggio arbitrario nel quale si inventano parole. La scienza le usa sapientemente e accoglie in sé la divergenza, la rottura dei binari, il punto d'incontro delle rette parallele. Autori che provano o hanno provato le sensazioni del fare scienza e del relazionarsi con questa, non dimenticano tutta la soggettività che ogni scienziato mette in campo quando familiarizza con una formula, con una teoria, con un'idea. Anche la comprensione di un fenomeno passa attraverso un addolcimento che utilizza immagini e sensazioni.

Capire una formula, leggere una tabella, completare una lacuna, comprendere il meccanismo fisico alla base di un fenomeno, comportano – nello sforzo di visualizzazione del significato – la creazione, l'evocazione di stati d'animo dai contorni poco chiari, niente affatto netti, persi nella nebbia dell'intuizione. Una certa dose di ambiguità è presente in ogni processo di comprensione, anche in quella scientifica.

*"La volta successiva si riparte da lì, da quel senso di familiarità raggiunta: la formula è divenuta ambivalente e ambigua. Da una parte, in quanto espressa in termini matematici, è segno scientifico rigoroso, comunicabile e condivisibile. Ora è divenuta consueta, evocativa di per se stessa del mondo scientifico che descrive: non c'è più bisogno di capirla razionalmente, non c'è più bisogno di usare la ragione, ha acquistato significato di per sé. È una formula magica che, a prima vista, ti conduce in quel mondo altrettanto splendidamente, scientificamente magico che descrive", [1].*

Tutto questo è possibile grazie alla consuetudine che gli autori hanno con la scienza ed è traccia di un patrimonio sedimentato che permette di esprimere concetti che hanno radici non solo profonde ma anche rigorose.

Dopo un certo numero di racconti scritti e discussi per e oltre *Tutti i numeri sono uguali a cinque*, abbiamo provato a vedere quale fosse la relazione tra la formazione dell'autore e il contenuto prevalente del racconto.

Tabella: Di cosa scrivono autori che hanno una formazione scientifica?

Racconti di	Fisica	Matematica	Biologia	Altro
Fisici	12		4	4
Matematici		6	2	
Biologi			2	1
altri	2	1	2	1

<sup>1</sup> <http://www.tinsuac.it>

La nostra rilevazione, meramente qualitativa del resto, è molto sbilanciata verso l'area fisico-matematica e mostra una grande inerzia dovuta alla consuetudine, per quanto si noti una certa attenzione alle scienze della vita anche da parte di autori che non hanno una formazione in quella direzione.

Quest'inerzia è indice di una fase ancora molto iniziale in questo nuovo rapporto tra scienza e letteratura, una fase nella quale chi si mette in moto lo fa con molta cautela, senza abbandonare i territori noti e senza lasciarsi trascinare dalla scienza che aleggia nell'aria, che informa l'immaginario, che entra a far parte della cultura.

D'altra parte però i racconti, alcuni racconti: almeno, alludono in modo delicato alla scienza, senza cercare d'insegnarla, divulgarla, spiegarla, ma semplicemente prevedendola come uno degli ingredienti della narrazione. Si tratta di un'allusione alla scienza che allo stesso tempo la elude: non c'è nulla che va esplicitato, messo in campo, sbandierato. È sufficiente scrivere con animo aperto lasciando che sia la scienza a fluire dalla penna, o dalla tastiera. È sufficiente che la scienza si metta al servizio della narrazione.

Eppure la narrativa diventa quasi una scelta indispensabile. E così ne è nata una serie di racconti nei quali la scienza è metodo, strumento, modo di mettersi in relazione con cose e persone: gli *Sguardi di ciascun giorno* che costituiscono la seconda parte di *Tutti i numeri sono uguali a cinque*. E ci sono anche racconti nei quali idee, pensieri, comportamenti, atteggiamenti scientifici, si trovano in filigrana in situazioni che con la scienza apparentemente hanno poco a che fare. È, in un certo senso, la scienza stessa che emerge dal profondo dell'autore-uomo, con la sua formazione, i suoi pregiudizi, il suo modo di essere persona.

## 5 Ringraziamenti

La mia riflessione su questi temi sarebbe monca, o forse addirittura non sarebbe, senza Stefano Sandrelli e Robert Ghattas. Molti altri hanno contribuito con idee, esperimenti, indicazioni. A Pietro Greco sono grato di aver gettato un primo seme anche in questo caso.

### Referenze

- 0) S. Sandrelli, D. Gouthier, R. Ghattas, *Tutti i numeri sono uguali a cinque*, Springer Italia, Milano 2007
- 1) S. Sandrelli, D. Gouthier, R. Ghattas, *Verso una letteratura dell'immaginario scientifico*, in *Tutti i numeri sono uguali a cinque*, Springer Italia, Milano 2007
- 2) S. Sandrelli, *Tra scienza e letteratura: una chiacchierata con Piero Bianucci*, TorinoScienza, Torino 2003  
[http://www.torinoscienza.it/scienza\\_e\\_arte/approfondimenti/apri?obj\\_id=4861](http://www.torinoscienza.it/scienza_e_arte/approfondimenti/apri?obj_id=4861)
- 3) M. Merzagora, *Scienza da vedere*, Sironi, Milano 2006
- 4) N. Pitrelli, F. Manzoli, B. Montolli, *Science in Advertising: Uses and Consumption in the Italian Press*, in *Public Understanding of Science*, Vol. 15, No. 2, pp. 207-220, 2006
- 5) S. Sandrelli, *L'artista di Feynman. Verso una letteratura dell'immaginario*, Tesi di master, relatore Bruno Arpaia, Trieste 2004
- 6) P. Bianucci, *L'arte di tacere in Primo Levi*, in *Tutti i numeri sono uguali a cinque*, Springer Italia, Milano 2007

# DISEGNO, IMMAGINI E METAFORE NELLA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA.

→ **Federico Brunetti**

Politecnico di Milano, Dipartimento In.D.A.Co (Industrial Design, Arts, Communication)

Via Durando 38/a 20133 Milano

## Sommario

Tra i linguaggi e gli strumenti per comunicare la scienza un posto rilevante è occupato dal disegno e dalle immagini. Questo tipo di rappresentazione ha anche un ruolo fondamentale nello sviluppo della fase teorica della ricerca a priori della fase di comunicazione. Il 2008 è l'anno in cui ufficialmente inizia l'era dell'LHC presso il CERN. È dunque questo il tempo per esplorare il patrimonio di immagini prodotte e consultabili come un atlante scientifico contemporaneo per classificare e riconoscere le diverse tipologie di convenzioni, eredità o innovazioni nei riferimenti grafici e iconografici adottati. Nel corso della costruzione di questa mappa emergono aspetti di implicite interazioni tra scienza ed arte: caratteristiche di invenzione e ricerca negli apparati sperimentali che caratterizzano gli esperimenti al LHC.

## 1 Vedere e dire

*"Un desiderio, un'idea, un'azione, una materia, si fondono in ogni opera"* Paul Valery

Ogni disciplina prende origine da un ambito di interesse e ne fonda il contorno di competenze nominando, attraverso specifiche definizioni, il sistema di oggetti che la riguardano. Le "parole" identificano le "cose" del "mondo" di cui ci si intende occupare, ed il sistema semantico di rappresentazione diviene partecipe delle procedure e dei metodi descrittivi, interpretativi e prefigurativi specifici della disciplina (Foucault 1988). Le parole della scienza sono spesso espressioni non letterarie, ma percorsi logico-matematici in formule alfanumeriche, tassonomie, ipotesi teoriche fondate sulla osservazione, o che da ulteriori osservazioni dei fenomeni necessitano di essere convalidate. In questo tipo di percorso assume una particolare importanza la componente iconica che, pur in forma di apparato para-testuale e se adeguatamente progettata, riveste una importanza decisiva e potenzialmente conformativa del pensiero che le ha generate. In una sommaria classificazione di tali espressioni iconiche si possono riconoscere tre principali modalità: *disegno, immagine, metafora*.

## 2 Disegno

L'impronta dei gesti, come le scritture alfanumeriche delle formule, come gli elaborati grafici dei progetti, come le tracce impresse dagli eventi fisici sui rivelatori, imprimono in forma grafica secondo specifici codici descrittivi, i concetti e le memorie da rielaborare in successive attività progettuali o interpretative (Leroy – Gourhan 1964, Piaget 1889). Nel disegno si esplicita una procedura di formalizzazione che rende visibili eventi o concetti precedentemente invisibili, secondo modalità di ordinamento compositivo che già di per sé stabilizzano e rendono condivisibile l'analisi dell'oggetto di una ricerca. Analogamente alle procedure geometriche del segno grafico, nella descrizione dei fenomeni fisici si assume il punto come elemento essenziale del tracciamento degli eventi e, a partire da questo riferimento minimo, si rende possibile indagare e sviluppare lo svolgimento dinamico (Kandinsky 1926, Klee 1956).

## 3 Immagine

La produzione di artefatti visivi elabora il dato raccolto per renderne possibile l'interpretazione, orientandone la percepibilità ed integrando l'informazione con valori contestuali e significati estetici, che permettono una acquisizione più profonda e condivisa (Merleau-Ponty 1965). L'immagine è riconosciuta, nella fase euristica della ricerca scientifica (non meno che artistica), come la configurazione mentale, ancor prima che visuale, di una modalità sintetica nella comprensione di un problema e dei suoi dati, tale da rendere ulteriormente trattabile l'approfondimento logico-formale dell'interpretazione (Kosslyn 1990, Einstein 1949, Purini 1998). La rappresentazione di un dato concreto, o ipotetico, trova nella realizzazione di un'immagine la sua forma più percettivamente recettibile, pur sempre in un sistema di codici comunicativi condivisi (Panofsky 1955, Anceschi 1992, Massironi 1982, Kemp 1999, Ackermann 2001).

Le caratteristiche di verosimiglianza (o fotorealismo) oppure di espressività schematica o allusiva possono bipolarmente caratterizzare un'immagine a seconda della intenzionalità descrittiva oppure evocativa che le si vuole attribuire. (Bettetini 1984, 2001; Galassi, 1989).

Una questione particolarmente cruciale nelle rappresentazioni nella fisica è la estrema estensione di scale dimensionali che riguardano i fenomeni la cui comprensione non può che partire dal livello percepibile della materia, ma deve affinarsi nel microscopicamente piccolo, o espandersi nell'infinitamente grande. La procedura retorica e figurativa della sineddoche pare venire incontro a tale dicotomia. Nel trattamento digitale dei dati,

la produzione di immagini virtuali assume una importanza strategica, non solo per l'immediatezza delle procedure di calcolo nella renderizzazione, ma soprattutto per la versatile possibilità di restituire, con modalità percettivamente qualitative, dati e misure originariamente quantitativi, favorendone l'interpretazione (Sacchi - Unali 2003, Durand 2000)

#### **4 Metafora**

La remota origine classica di questa figura retorica ed il suo utilizzo nell'espressione poetica, pur nella considerazione acquisita nel pensiero filosofico occidentale, ha tenuto distante l'epistemologia scientifica della prima modernità da questa forma di concezione, che è stata più recentemente rivalutata nell'analisi di fenomeni che si distaccano significativamente dalla possibilità diretta dell'esperienza empirica della fisica quantistica (E. Castellani 1998). Si tratta comunque di una fondamentale modalità cognitiva e comunicativa che utilizza tale procedura linguistica per poter definire, seppur in modo traslato, la forma o il concetto di un oggetto indagato, introducendo e riferendosi alla figura di un altro meglio noto. Questa modalità comunicativa, presente sia nella forma testuale che nelle valenze iconografiche, adotta congetturalmente un modello, non solo per rappresentare la struttura formale dei fenomeni, ma anche per proporre la comprensione del dato concreto secondo ipotesi che ne interpretino il significato, secondo almeno alcuni elementi che ne riconducano la comprensibilità al livello dell'esperienza condivisa

#### **5 Direzioni di sintesi**

Disegno, immagine e metafora possono essere assunte come un primo criterio orientativo del poliedrico atlante di immagini utilizzate nella comunicazione scientifica, elaborate dai ricercatori per comprendersi reciprocamente nel complesso villaggio delle Big-Science. Certamente sono riscontrabili, la di là dei singoli casi campionati qui presentati ed in molti dei pur rigorosi protocolli della ricerca, numerosi esempi di ibridazioni e sfumature tra queste semplici categorie, che sono state comunque proposte come una prima tassonomia iconologica di questo universo di pensiero visuale. La comunicazione divulgativa dell'attività scientifica non può che avere la propria materia disciplinare come oggetto del proprio discorso, ma deve trovare competentemente gli strumenti espressivi per tradurre senza ridurre, per tramandare senza deludere, per far comprendere senza imporre. Diversamente dall'epitaffio "SEE-SHOW-SELL" suggerito laconicamente da Wim Wenders in "Lisbon story" ad epilogo creativo del prodotto cinematografico mercificato, altrettanto la scienza deve trovare le vie ed i modi per comunicare i propri risultati e metodi, nella ricerca della comprensione e del consenso sociale, non solo come strategia di approvazione della polis, ma offrendo il proprio percorso epistemologico come contributo condivisibile nella ricerca della vero (Castelfranchi - Pitrelli 2006)

#### **6 Bellezza**

Una costante estetica è presente come dimensione qualitativa nella ricerca scientifica: nell'ordine della natura, nello stupore indagatore che muove l'osservazione, nella eleganza dell'espressione matematica, nella razionale complessità della tecnica, nella macchina come involontaria allusione d'arte, nelle simmetrie del pensiero teorico che indaga quelle della materia (Agostino, Guardini 1944, Mies van der Rohe 1956, Lamouche 1955, Van den Beukel 1990, McAllister, 1990 Crease 2003, Castellani 2003).

#### **7 Ringraziamenti**

CMS Outreach (and ATLAS, ALICE, LHCb)  
James Gillies, Sophie Tesauri (Communication Group, Press Office CERN)  
Marilena Streit-Bianchi (T&T Office CERN)  
Franco Fabbri (I.N.F.N Roma Frascati)  
Romeo Bassoli (press Office I.N.F.N. Roma)  
Silvia Maselli (I.N.F.N. Torino)  
Arturo Dell'Acqua (Politecnico di Milano)  
Aldo De Poli (Università di Parma),  
Silvano Petrosino (Università Cattolica)  
Antonella Minetto, Maurizio Favalli (Costruire, RCS )

#### **Referenze**

- 1) Michel Foucault, *Le parole e le cose. Un'archeologia delle scienze umane*, Milano 1988.
- 2) Paul Klee *Il pensiero figurativo* 1956; id. "Teoria della forma e della figurazione" 1970
- 3) Erwin Panofsky *Meaning in the Visual Arts*, Papers in and on Art History, Garden City, New York 1955 e 1957 Jill Ackerman., *Origins, Imitation, and Conventions: Representation in the Visual Arts*. Cambridge, MA: MIT Press, 2001

# LA COMUNICAZIONE (FANTA)SCIENTIFICA NEI FUMETTI

→ Piero Patteri

INFN - Laboratori Nazionali di Frascati

## Sommario

L'attività di divulgazione scientifica si svolge in presenza di un "immaginario scientifico" è stato costruito da innumerevoli contributi, durante l'infanzia e l'adolescenza, attraverso la rappresentazione della scienza e fantascienza nella letteratura e nei fumetti. La rivisitazione di questo immaginario può fornire efficaci spunti alla divulgazione, sfruttando l'attrattiva che i fumetti hanno sui ragazzi ed aggirando la barriera della difficoltà o diffidenza verso un mondo che è spesso percepito come estraneo, anche se affascinante. La panoramica della scienza, dei suoi problemi e del suo inserimento nella società appare inaspettatamente ricca e stimolante anche dal punto di vista di chi "guarda solo le figure" dei fumetti dagli anni '50 ad oggi.

## 1 L'immaginario scientifico e la sua realizzazione

La seconda metà del XX secolo ha visto realizzarsi un gran numero delle "fantasie" tecnologiche della letteratura fantastica creata nei decenni precedenti, a partire dall'epoca della rivoluzione industriale quando i progressi scientifici e le successive applicazioni fecero intravedere un'evoluzione sempre più veloce della società. Gli esempi più conosciuti sono ovviamente i romanzi per ragazzi di Jules Verne (*20000 leghe sotto i mari*, *Viaggio dalla Terra alla Luna*, *Il giro del mondo in 80 giorni*), ma anche autori meno popolari hanno prodotto



Figura 1: Il video-cellulare di Dick Tracy.

anticipazioni sorprendenti: è poco noto che il video-telefono cellulare ebbe un precursore, nei fumetti di Dick Tracy creati da Chester Gould, iniziando con un radiotelefono nel 1936 fino al video-telefono negli anni '60; a questo si possono aggiungere, nella letteratura tradizionale i satelliti geostazionari per telecomunicazioni (A. Clarke 1948), i trapianti di organi (Frankenstein, M.B. Shelley 1848) o le microsonde diagnostiche o terapeutiche (Viaggio allucinante, O. Klement ~1960).

Naturalmente la fantasia di questi autori non ha potuto, o voluto, tener conto in modo rigoroso delle leggi della natura, ma proprio per questo i fumetti e la fantascienza offrono l'opportunità di chiarimenti e spiegazioni razionali, esorcizzando il desiderio di onnipotenza magica che, invece di svanire con l'età, sembra passato dal mondo infantile delle fate e degli gnomi a quello delle imbonitrici televisive.

Paradossalmente dal lato opposto, si può anche constatare che spesso le realizzazioni della scienza e tecnologia hanno rapidamente sorpassato la più sbrigliata fantasia: il *web* e *youtube* sono una rete di comunicazione molto più evoluta e complessa del videotelefono di Dick Tracy e anche un turista sonnacchioso impiegherebbe molto meno di 80 giorni per fare il giro del mondo.

Il mondo dei fumetti presenta una varietà sterminata di personaggi e situazioni, ma ovviamente considerandoli come strumento educativo è opportuno concentrarsi su quelli più popolari, in particolare del mondo della Disney. Nonostante questo genere di letture fosse considerato poco istruttivo, in realtà partire dagli anni '50 alcuni autori, in particolare Carl Barks e la scuola italiana che ne seguì le orme, si ispirarono frequentemente agli articoli pubblicati in *National Geographics* o comunque dedicati agli sviluppi scientifici e tecnologici di queglii

anni (elettronica, ingegneria aerospaziale, esplorazioni sottomarine e extraterrestri, genetica)  
Un caso emblematico di un oggetto allora fantastico che lo sviluppo tecnologico ha consentito di tradurre in una realtà domestica è la *macchina fotografica per ritratti* di Archimede Pitagorico, pensata intorno al 1960: si potrebbe stabilire una precisa corrispondenza tra le sue parti e quelle di una macchina fotografica digitale + stampante ink-jet.

La possibilità di cogliere spunti di divulgazione e istruzione attraverso la (fanta)scienza nei fumetti presenta quindi una serie di vantaggi: i fumetti sono popolari e ben accetti, sono ricchi di spunti, stimolano e guidano l'immaginazione visiva; inoltre sono persistenti, scambiabili e fruibili più volte, a differenza delle immagini televisive.

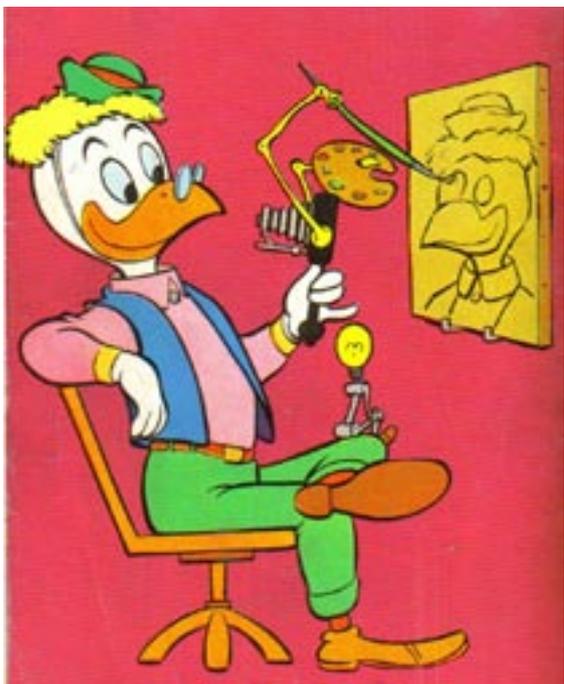


Figura 2 - La "macchina fotografica automatica per ritratti" da una copertina di Topolino © Disney 1960

## 2 La creatività poetico-scientifica

I due principali scienziati del mondo Disney, Archimede Pitagorico e il Dottor Enigm, rappresentano bene i due aspetti della ricerca. Il primo è caratterizzato come ingegnere-tecnologo, e le sue realizzazioni hanno applicazione immediata, e talvolta maldestra, nella sua città. Il secondo è dedicato alla ricerca di base, e il suo laboratorio è collocato in un luogo insolito, forse in un'altra dimensione; anche per questa distanza dal mondo comune, le sue rare apparizioni sono accompagnate da scoperte straordinarie, come Atomino BipBip oppure sorprendentemente anticipatrici, come la collisione tra fasci mesonici, emessi da BipBip e il suo "anti".



Figura 3 - Il collisore lineare di mesoni, in "Topolino e la dimensione Delta" di Romano Scarpa ©Disney 1958

Il nome stesso di Atomino BipBip ha uno stretto legame con la cronaca del progresso scientifico di quegli anni: "bip-bip" era il segnale trasmesso dallo Sputnik, il primo satellite artificiale lanciato in orbita dall'URSS il 4 ottobre 1957. Per una curiosa coincidenza, tra questa vignetta, apparsa in "Topolino nella Dimensione Delta" del 1958 e l'idea di realizzare fasci collidenti di particelle e antiparticelle proposta da Bruno Touschek nel 1960, trascorsero meno di due anni. La proposta di Touschek fu realizzata rapidamente, nei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN e fu la prima di una lunga serie di macchine a fasci collidenti; la collisione di fasci di mesoni  $\mu$  non è stata ancora realizzata e sebbene tali collisori siano allo studio, difficilmente verranno realizzati prima del 2058, quando Atomino BipBip compirà cento anni.

### 3 Una fonte di spunti didattici

Uno spunto per un'esercitazione numerica o sperimentale non deve necessariamente essere inappuntabile; forse è preferibile il contrario. La vignetta in fig. 4, che mostra la realizzazione di un'eclisse solare artificiale, può essere la base di una ricerca scolastica di ottica geometrica, di fisica dell'atmosfera e di meccanica celeste (e.g. si può ombreggiare una città? quale deve essere la dimensione dell'asteroide-schermo e la distanza dalla Terra? perché dallo spazio si possono vedere contemporaneamente le stelle e il sole? È possibile la traiettoria mostrata nella vignetta?)



Figura 4: L' eclisse di Sole artificiale, in 'Topolino e la rivolta delle ombre' di Romano Scarpa ©Disney 1960

### 4 Conclusioni

Lo spazio disponibile ha permesso di presentare solo alcuni dei temi scientifici e tecnologici che possono essere introdotti dai fumetti, ma poiché nel mondo della fantasia gli scienziati vengono spesso rappresentati come pazzi o malvagi, è bene concludere con due vignette profetiche di segno opposto, tratte dalla prima storia in cui appare il Dottor Enigm (1932).



# ENGINES OF CREATION: COSTRUZIONE DI UN IMMAGINARIO DELLE NANOTECNOLOGIE CONDIVISO DA SCIENZIATI E GRANDE PUBBLICO

→ Danilo Cinti <sup>(a)</sup>, Nico Pitrelli <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Master in Comunicazione della Scienza, Sissa, viale Beirut 14, Trieste

<sup>(b)</sup> ICS – Laboratorio Interdisciplinare, Sissa, viale Beirut 14, Trieste

## Sommario

Nel 1986 Eric Drexler, un ingegnere molecolare del *Massachusetts Institute of Technology*, scrive *Engines of Creation*. Si tratta del testo in cui per la prima volta si parla di nanotecnologie a un pubblico più ampio degli addetti ai lavori. Nonostante sia riconosciuta come un'opera fondamentale per la storia delle nanotecnologie e di come esse siano entrate a far parte dell'immaginario collettivo, non è stato però studiato molto il rapporto tra questi due livelli. Lo scopo di questo lavoro è quindi quello di rintracciare le motivazioni che hanno portato alle sovrapposizioni e agli scostamenti tra il discorso all'interno della comunità scientifica e il discorso pubblico sulle nanotecnologie generato dal libro di Drexler. Mostreremo infatti che sono diversi i casi in cui gli scenari fantascientifici proposti dallo scienziato americano hanno trovato dei riferimenti in laboratorio, con il linguaggio e le suggestioni usate dai ricercatori che si sono spesso confuse con quelli veicolati per il grande pubblico.

## 1 Metodologia

Nell'ambito di questo studio sono stati analizzati l'opera, gli orientamenti del mercato editoriale non specialistico successivo alla sua pubblicazione, il dibattito pubblico innescato all'interno della comunità scientifica dalla diffusione delle idee di Drexler e il contesto culturale nel quale si è inserita la narrazione di queste ultime. Per identificare le tipologie significative all'interno dell'editoria scientifica rivolta alle nanotecnologie ci siamo avvalsi di uno studio del 2005 di Joachim Schummer<sup>1</sup>.

La vicinanza temporale degli eventi e la necessità di dover raccontare uno sviluppo come quello nanotecnologico sostanzialmente *in fieri* ci hanno poi imposto di ricostruire il dibattito pubblico innescato da *Engines of Creation* dal punto di vista cronologico: in questo senso si è trattato di effettuare una vera e propria analisi giornalistica, volta a rintracciare le tappe fondamentali del dibattito intorno alle nanotecnologie che è giunto fino a noi.

## 2 Il primato storico e scientifico

Se storicamente si fa risalire a un discorso di Feynman del 1959 la nascita delle nanotecnologie ed è il giapponese Norio Taniguchi a coniare nel 1974 il termine nanotecnologia, non c'è dubbio che la comunità dei nanotecnologi debba molto al libro di Drexler. Leggendo *Engines of Creation*, si ha proprio la sensazione di essere a cavallo tra diverse discipline: fisica, chimica, biologia e ingegneria molecolare si sovrappongono continuamente diventando indistinguibili. Eric Drexler rappresenta un prototipo di scienziato *ĐnuovoĐ*, multidisciplinare: è esattamente quello che oggi definiremmo un nanotecnologo. Nel 1986, quelli che oggi chiamiamo nanotecnologi, erano considerati e si consideravano fisici, chimici, biologi molecolari, ingegneri dei materiali, genetisti che indagavano e manipolavano la materia a livello atomico e molecolare. Dopo *Engines of Creation* hanno iniziato a chiamarsi nanotecnologi.

Il cuore pulsante dell'opera è rappresentato dall'assemblatore, un costruttore universale di dimensioni nanometriche in grado di realizzare qualsiasi struttura e di replicare se stesso.

ĐSciogliere il nodo circa la realizzabilità delle macchine pensate da Drexler – dice Gianfranco Pacchioni, direttore del Dipartimento di scienza dei materiali a Milano Bicocca – racchiude in sé il significato e il potenziale più profondo delle nanotecnologie: la possibilità non soltanto di generare oggetti utili grazie alle loro piccole dimensioni, ma oggetti in grado di produrne altri, e quindi di sostituirsi completamente ai metodi di produzione tradizionali<sup>2</sup>”.

Secondo la teoria esposta da Drexler, una nanomacchina è un dispositivo in grado di svolgere un lavoro, avendo a disposizione una fonte di energia e sapendo cosa fare. In natura esistono da miliardi di anni oggetti che corrispondono a questa descrizione: si tratta delle cellule.

È dunque lecito domandarsi, e Drexler è stato senza ombra di dubbio il primo a farlo, se non sia possibile trasferire nell'ambito delle strutture artificiali operanti su scala nanometrica gli stessi principi e le stesse logiche che governano felicemente il mondo biologico.

In realtà i problemi legati alla realizzabilità degli assemblatori sono molteplici e ancora oggi la stragrande maggioranza della comunità scientifica ritiene altamente improbabile la loro realizzazione.

Dario Narducci, professore di Chimica Fisica al Dipartimento di Scienza dei materiali dell'Università di Milano Bicocca, ha espresso bene quale sia l'eredità più importante lasciata da Drexler a tutti coloro che oggi vivono e affrontano la ricerca nell'ambito delle nanotecnologie: -Se la distanza tra le capacità di auto-organizzazione

della materia vivente e degli automi alla Drexler resta grande, la *suggestione* biologica insegna ai nanotecnologi che è certamente possibile progettare la complessità su scala nanometrica a partire da elementi semplici e più piccoli, che siano in grado per il modo in cui sono stati progettati, di interagire tra loro sviluppando per via cooperativa capacità funzionali<sup>37</sup>.

### 3 Il primato culturale

Circa alla metà di pagina 46 della brochure informativa della Commissione europea intitolata *La nanotecnologia. Innovazione per il mondo di domani*<sup>4</sup>, si legge così:

[...] *visione fosca quella del nanoprofeta americano Eric Drexler, che immagina un mondo minacciato dalla poltiglia grigia (grey goo), una nuvola grigia di nanorobot fuori controllo. Secondo Eric Drexler sarebbe infatti possibile costruire robot su scala nanometrica, programmabili e capaci di costruire, utilizzando le materie prime disponibili, qualcosa di nuovo e di più grande. E se il processo sfuggisse al controllo dell'uomo, invece di qualcosa di meraviglioso, si formerebbe una poltiglia grigia che potrebbe rivelarsi contagiosa e pericolosa per l'uomo e per le macchine.*

Come ha fatto il Grey Goo, la deriva più fantasiosa delle idee di Drexler, a finire addirittura nel documento in cui la Comunità europea descrive al pubblico la propria posizione sulle nanotecnologie?

La risposta a questa domanda va rintracciata considerando uno paradigma fondamentali che hanno contraddistinto il rapporto tra scienza e società negli ultimi cinquant'anni: il concetto di rischio tecnologico. Catastrofi tecnologiche come quelle di Bhopal, Chernobyl o la mucca pazza rappresentano un'inedita minaccia che scaturisce dall'interno delle società industrializzate e hanno profonde ripercussioni sull'immaginario pubblico, acuendo il timore che le società contemporanee siano vulnerabili al collasso dei grandi sistemi tecnologici<sup>5</sup>.

Quasi all'improvviso, nel Ventesimo secolo, il concetto di rischio è entrato così prepotentemente nella vita individuale e collettiva da spingere il sociologo Ulrich Bech a definire la nostra la «società del rischio».

Di conseguenza, le narrazioni sul rischio tecnologico sono diventate miti della modernità e, come tali, costituiscono un terreno di confronto per interessi e valori contrapposti che sono alla base dei dibattiti pubblici nella società del rischio<sup>5</sup>.

Il saggista britannico Jon Turney, che per lungo tempo si è occupato delle rappresentazioni sociali legate alle scienze della vita, afferma, a questo proposito, che la storia di Frankenstein è un mito moderno perché «affresca un'impresa umana fuori controllo e una creatura che si rivolta contro il suo creatore [ ], dando espressione a molte delle paure e dei desideri più profondi circa la modernità, fondandoli sulla scienza e non sul soprannaturale<sup>6</sup>». In quanto narrazione del rischio nanotecnologico, allora, lo scenario del Grey Goo ipotizzato da Drexler è destinato a diventare anch'esso un mito della modernità e fa di *Engines of Creation* una lente preziosa per guardare al rapporto tra rischi e benefici che accompagnano sempre una rivoluzione tecnologica.

Se è vero che il mito, prima di ogni altra cosa, è un potente strumento comunicativo, capace di attribuire ai fatti del mondo valori e significati simbolici, e di veicolare questi significati in forma implicita, fino trasformarli in simboli della cultura che li esprime, il ricorso al mito nelle narrazioni sui rischi tecnologici nasconde, nel bene e nel male, un'importante funzione politica: diffondere i valori e le aspirazioni in cui una comunità si riconosce<sup>5</sup>.

Paiono essere proprio queste, allora, le ragioni profonde che hanno permesso al Grey Goo di avere piena cittadinanza anche nei documenti ufficiali della Comunità europea.

### 4 Conclusioni

Il combinato disposto di questi tre "primati", storico, scientifico e culturale, ci consente di affermare che *Engines of Creation* è stata la sede naturale in cui hanno preso vita tutti i paradigmi che oggi dominano l'immaginario delle nanotecnologie.

L'artefice principale non è uno scrittore di fantascienza, un giornalista o un politico, ma uno scienziato. Questo fa di *Engines of Creation* un caso abbastanza unico nella storia della comunicazione della scienza: un saggio dal profilo fantascientifico, scritto da uno scienziato per il grande pubblico, e finito per diventare una sorta di manifesto culturale anche per la comunità scientifica.

#### Referenze

- 1) Joachim Schummer, *Reading Nano: The Public Interest in Nanotechnology as Reflected in Book Purchase Patterns*, Public Understand. Sci. 14, 163-183, 2005.
- 2) Gianfranco Pacchioni, *Quanto è piccolo il mondo*, Zanichelli, Bologna 2008.
- 3) Dario Narducci, *Le nanotecnologie. Cosa sono, perché cambieranno la nostra vita, come la stanno già cambiando*. Alpha Test, Milano 2005.
- 4) *La nanotecnologia. Innovazione per il mondo di domani*. Opuscolo sulle nanotecnologie redatto dalla Comunità europea e realizzato dall'Associazione tedesca degli ingegneri - Centro di tecnologia (VDI-TZ), 2006. [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nano\\_brochure\\_it.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nano_brochure_it.pdf)
- 5) Giancarlo Sturloni, *Le mele di Chernobyl sono buone*, Milano, Sironi Editore, 2006.
- 6) Jon Turney, *Sulle tracce di Frankenstein*, Torino, Edizioni di comunità, 2000.

## COME COLLEGARE MONDO DELLA SCIENZA CON I CITTADINI ATTRAVERSO I MEDIA (E VICEVERSA)

### → Giovanni Anzidei

Presidente Associazione "Culture & Science"

Capo Ufficio Stampa Accademia Nazionale dei Lincei

Comunicare, anche la scienza, è un'attività interattiva, bidirezionale, deve coinvolgere il polo di partenza ma principalmente il polo di arrivo. Identificare il destinatario e sintonizzare il messaggio. La sintesi e lo spazio limitato nei media (pagine dei quotidiani, minuti dei GR e TG). La scienza è più difficile da spiegare che da capire, se spiegata male allontana le persone ed è una grave perdita per la cultura sociale. I pericoli della scienza, le paure del pubblico e la responsabilità dei comunicatori.

Per comunicare qualcosa a qualcuno occorre prima di tutto fare in modo che il destinatario sia disposto ad ascoltarci. Questo accade facilmente se la nostra comunicazione è considerata interessante dall'interlocutore, altrimenti dopo poche battute svanisce l'attenzione e con l'attenzione finisce anche ogni possibilità di comunicare. Questa professione di comunicatore è particolarmente difficile quando si parla di scienza, argomento da molti considerato difficile da capire. In realtà la scienza non è tanto difficile da capire quanto è difficile da spiegare.

Prima domanda da farsi: perché chi fa scienza (lo scienziato) vuole comunicare? Se la risposta è solo perché allo scienziato, al ricercatore fa piacere leggersi sui giornali è meglio cambiare programma. Se la risposta è perché l'attività svolta ha rilevanza sociale, si passa alla domanda successiva: Importante per chi? Per la società, per i cittadini, per la comunità scientifica, per i ricercatori che l'hanno realizzato?

Queste domande provocatorie servono a collocarci nella giusta posizione per raggiungere il nostro obiettivo.

Analizziamo se l'interesse è solo di chi ha realizzato l'esperimento o se è anche dell'eventuale lettore dell'articolo che "poveretto" non deve essere costretto a leggere cose che non appartengono al suo mondo quotidiano e di cui non capisce l'utilità.

Ricordiamoci che i giornali sono fatti per essere venduti, sono anche un prodotto sul mercato oltre che un servizio per la società. Allora gli articoli pubblicati devono attrarre i lettori, cioè come si dice "fare notizia".

Ma devono fare notizia per tutti i cittadini, non solo per i pochi addetti ai lavori. Questo è il punto di partenza imprescindibile per qualsiasi tipo di articolo. Il settore scientifico in particolare è tra i più difficili.

La scienza per interessare tutti va spiegata "bene", ed ecco la prima possibile incomprendenza. Per lo scienziato spiegare bene significa approfondire tutti i punti con linguaggio corretto e rigorosamente scientifico, per il pubblico la scienza è spiegata bene solo quando è facilmente comprensibile a tutti. Molto spesso, anzi quasi sempre, questi due concetti di spiegare bene non coincidono.

Dobbiamo, se necessario, operare delle semplificazioni che possono non essere rigorose dal punto di vista scientifico ma che servono ad evitare che il lettore giri pagina e si convinca sempre di più del luogo comune: "io la scienza non la capisco".

L'articolo è un messaggio e come tutti i messaggi che si mandano ciò che conta è quello che arriva non quello che parte, quindi non fare l'errore di scrivere comunicati o articoli con l'ottica dei ricercatori, ma elaborare con l'ottica dei destinatari. Domandiamoci chi sono i destinatari, certo sono i lettori, ma si raggiungono solo alla fine del percorso della notizia. Per arrivare ai cittadini, lettori, telespettatori o radioascoltatori, la notizia deve superare una serie di passaggi tra cui il più importante è certamente l'accettazione da parte del giornalista che deve fare l'articolo, quindi il primo destinatario, in ordine cronologico, nel percorso della notizia, non è il lettore, ma il giornalista e bisogna saper tenere conto delle esigenze e dei tempi dei giornali. Molto importanti sono sia l'osservazione del percorso tecnico della notizia: dal laboratorio scientifico all'ufficio stampa, alle agenzie, ai giornalisti dei quotidiani, fino alla pubblicazione in pagina, sia la scelta dei tempi. Non sempre i media sono disposti ad occuparsi di argomenti scientifici, anche se sono importanti. Ad esempio l'esito di un esperimento scientifico comunicato ai quotidiani il giorno dei risultati delle elezioni politiche è molto probabilmente destinato a finire nel cestino. Fare molta attenzione anche alla scelta della lunghezza del resoconto dell'esperimento: le pagine dei quotidiani hanno dimensioni finite e la lotta per conquistare lo spazio è quotidiana da parte di tutti: politici, economisti, industriali, finanziari, attori, veline, calciatori, corridori di formula uno e anche scienziati. Studiare bene la concorrenza per poterla battere.

Tutto questo è compito dei comunicatori, degli Uffici Stampa, ruolo che spesso i ricercatori, i tecnici, gli addetti ai lavori tendono ad invadere perché vogliono mettere in evidenza nei resoconti e nei comunicati ciò che interessa loro ma che spesso non è interessante o non è comprensibile per il lettore e in tal caso il resoconto

non trova spazio in pagina. Gli uffici stampa devono descrivere l'esperimento, semplificando se necessario i concetti scientifici, traducendolo in termini interessanti per i giornalisti, che sono gli intermediari con il compito (e il potere) di veicolare l'informazione fino al pubblico.

Ricordiamo che la scienza e le tecnologie derivate costituiscono la principale attività umana che più di ogni altra ha cambiato nei secoli la vita dell'umanità e l'aspetto stesso del nostro pianeta.

La scienza in pochi anni ha realizzato miracoli, rendendo la vita a malati che venivano considerati senza speranza, ed ha reso possibili le favole descritte nei romanzi dalla conquista della Luna all'esplorazione degli abissi oceanici. È con questo spirito che dobbiamo comunicare la scienza, ricordando che comunicarla significa prima di tutto renderla interessante per farla capire veramente a tutti.

Comunicare la scienza, in questo periodo di grandi innovazioni e scoperte in cui le conoscenze scientifiche si moltiplicano tumultuosamente aprendo scenari spesso imprevisi, comporta una grande responsabilità. Non basta comunicare le nuove scoperte e i vantaggi che queste possono portare, si devono anche illustrare con chiarezza e obiettività i rischi potenziali, altrimenti si imbroglia i lettori e si alimenta nella gente il sospetto che nasce dalla paura dell'ignoto, verso i presunti pericoli nascosti della scienza. Negli ultimi anni l'Uomo ha conquistato il potere di utilizzare, nel bene e nel male, l'enorme energia dell'atomo, ha trovato la chiave per entrare nello scrigno del genoma umano, è in grado di programmare e decidere le caratteristiche dei nascituri. Le potenzialità della scienza, che apre nuovi profondi interrogativi sociali, politici, etici, religiosi, preoccupano e la scienza viene considerata pericolosa. La scienza, come ogni altra forma di conoscenza umana, di cultura, non è pericolosa e non è né buona né cattiva, è semplicemente fonte di nuova conoscenza. Ciò che deve preoccupare sono le applicazioni che si fanno delle scoperte e delle invenzioni. Il miglior modo per tutelarci è essere cittadini informati e consapevoli per diventare partecipi protagonisti e non rimanere solo destinatari passivi delle enormi potenzialità che le nuove conoscenze aprono all'Umanità.

# TEATRO E SCIENZA: APPRENDERE ATTRAVERSO LE EMOZIONI

→ **Salvatore Fruguglietti, Enrico de Capoa**

LE NUVOLE – Teatro Stabile d’Innovazione Ragazzi, via Tasso 480, 80127 Napoli

## Sommario

Il pubblico non apprende la scienza durante uno spettacolo ma vedere delle immagini, crea delle emozioni, che aiutano a ricordare. In questo modo l’apprendimento raggiunge la testa passando per il cuore. La comunicazione teatrale della scienza potrebbe aprire la porta della curiosità verso le tematiche scientifiche.

La società europea, e non solo, vive oggi un clima di costanti cambiamenti politici, sociali, culturali e tecnologici. Per fare scelte di vita e di carriera informate, tutti noi abbiamo bisogno di comprendere questi cambiamenti e di valutarne l’impatto che avranno sulla nostra esistenza, attuale e futura.

La comunicazione teatrale della scienza rende la scienza più prontamente accessibile e comprensibile.

A questo punto è quasi d’obbligo chiedersi “Perché comunicare la scienza?” oltre ai fini propriamente didattici. Almeno per tre motivi di ordine socialmente pratico

- **Democrazia:** Per prendere decisioni informate, è indispensabile essere in grado di distinguere il vero dal falso e soppesare vantaggi e pericoli.
- **Competitività:** I responsabili decisionali politici e industriali ritengono che una forza lavoro dotata di preparazione scientifica sia indispensabile per un’economia competitiva.
- **Occupazione:** Le opportunità di lavoro nei settori dell’alta tecnologia stanno rapidamente aumentando. Gli studenti devono essere accostati alla scienza prima che compiano le loro scelte professionali, e questo vuol dire che la si deve rendere interessante e attraente.

Sono sempre più gli scienziati che capiscono che riuscendo ad interessare un pubblico non elitario godranno di maggior sostegno nel proprio lavoro.

In questo modo la scienza si trasforma in un viaggio d’esplorazione in uno spazio multidimensionale in cui la multidisciplinarietà dei saperi e la contaminazione dei linguaggi si rafforzano.

Le Nuvoles, in seguito ad un’esperienza decennale di teatro a tema scientifico, ritengono che l’utilizzo del linguaggio teatrale possa rivestire un ruolo importante nel processo di apprendimento delle nuove generazioni e di *richiamo delle cose apprese* per le generazioni meno nuove.

Ci troviamo di fronte a due mondi che si fronteggiano e, ad un’analisi superficiale, si contrappongono.

Da una parte il mondo del teatro in cui registi ed attori sono abituati, per formazione e per necessità, a rompere gli schemi e malvolentieri dovrebbero accettare la presunta schematicità del mondo scientifico

Dall’altra il mondo della scienza e della ricerca con gli scienziati, che fanno dello schematicismo uno degli strumenti – non lo strumento – del loro lavoro analitico quotidiano, al quale, pertanto è necessario insegnare a rompere la metodicità delle loro modalità comunicative.

In realtà i due mondi ed i due linguaggi (a non voler dire i due saperi) si giustappungono.

Infatti, l’incosistenza di tale dicotomia teatro - scienza è provata, a nostro parere, dall’analisi della definizione di conoscenza.

La conoscenza non è solo concetti, ma anche vissuto, ricordi, immagini, emozioni.

I concetti appartengono propriamente agli scienziati, non agli attori.

Il vissuto, i ricordi, le immagini, le emozioni appartengono a tutti.

Bisogna essere consapevoli che il pubblico – scolastico e non - non impara la scienza né durante uno spettacolo o una visita guidata, né durante un’animazione o una dimostrazione tecnica, tuttavia in tutti questi casi, per ricordare ciò che ha visto e sentito, si affida alle immagini ed alle emozioni, che colpiscono il cuore e non la testa.

Allora perché non sfruttare il vissuto, le immagini, le emozioni?

Conseguenzialmente la comunicazione scientifica è maggiormente feconda se il comunicatore scientifico integra la formazione scientifica con una specifica formazione teatrale finalizzata alla comunicazione in forma chiara, ludica e fruibile di qualcosa – la scienza –

- che non sempre è percepita chiaramente
- che non sempre produce divertimento
- che non sempre è ritenuta da tutti alla portata di tutti.

Comunicare teatralmente ed efficacemente la scienza significa agire strumentalmente sulle emozioni per trasferire dei concetti.

Il teatro, attraverso le sue tecniche ed i suoi linguaggi, agisce proprio sull'aliquota emozionale del sapere facendo sì che il livello di conoscenza (emozioni più concetti) possa essere il più alto possibile.

La formazione del comunicatore e a cascata, le modalità di comunicazione da questo posto in essere, devono intervenire

- sul corpo quale strumento
- sul gesto quale linguaggio
- sullo spazio quale luogo della divulgazione

e devono essere finalizzate:

- alla comunicazione della scienza tramite l'utilizzo di exhibit e elementi espositivi e divulgativi quali *elementi-simbolo* intorno ai quali muoversi e grazie ai quali raccontare delle storie;
- alla drammatizzazione di un evento di scoperta o di ricerca storica-scientifica, dei quali il pubblico – tanto nel singolo quanto nel gruppo – diventa testimone partecipativo, soprattutto grazie alle emozioni ed alle suggestioni che il comunicatore è in grado di generare.

Tanto premesso, risulta evidente che la formazione del comunicatore deve essere volta, in primis, alla *rielaborazione del sistema espressivo* tramite l'utilizzo di:

- tecniche decontestualizzate rispetto al teatro – in quanto la formazione teatrale non è finalizzata alla messa in scena di uno spettacolo teatrale in uno spazio convenzionale;
- tecniche ricontestualizzate rispetto ad uno spazio nuovo e non convenzionale – in quanto la formazione teatrale deve usare quale luogo scenografico una classe, un giardino, un museo, una mostra.

In secondo luogo si vuole valorizzare il *recupero di una naturalezza al racconto*, che si perde con il passare degli anni, nella fase di crescita e formazione, per colpa di strutture formative che si sovrappongono limitando, se non annichilendo, la naturale propensione di ognuno alla fabulazione.

La scienza dell'attore in fondo non è altro che la costante verifica che egli stesso opera sulla parola, sul suono, sul gesto affinché ciò che dice possa essere trasmesso nel modo più incisivo possibile.

Un procedimento pedagogico e formativo maieutico, di ricerca in sé stessi della capacità di evocazione dalla memoria, per attualizzare e strutturare sotto forma di racconto le proprie nozioni scientifiche e trasmetterle in maniera intrigante agli altri.

L'aspetto più innovativo della formula della comunicazione teatrale della scienza è presentare una "*lezione di scienza*" in un luogo non necessariamente convenzionale in maniera non formale.

Comunicare la scienza significa molto più che presentare al pubblico i fatti nudi e crudi; significa coinvolgere e rendere partecipe il pubblico.

Quando si chiede agli scienziati cosa li motivi nella loro attività di ricerca molti di loro rispondono semplicemente la curiosità. Ed è questa curiosità che bisogna suscitare nel nostro giovane pubblico, affinché diventi consapevole e partecipe di fallimenti e di successi e, quindi, dell'importanza del lavoro degli scienziati.

Per questo riteniamo sia necessario valutare l'opportunità che il linguaggio e le tecniche teatrali possano essere un mezzo per comunicare al pubblico argomenti scientifici complessi; un modo per suscitare l'interesse di persone che altrimenti direbbero "*è troppo complicato per me*" .....e per dare una mano agli scienziati.

Un grazie di cuore (e di testa!) a Carlo Bellamio, Fabio Cocifoglia ed Enzo Musicò per le continue sollecitazioni ad indagare metodologicamente il mondo della comunicazione teatrale della scienza.

### **Bibliografia**

- 1) L. Amodio, A. Buffardi, L. Savonardo, La cultura interattiva, Oxiana, 2005
- 2) A. Bisicchia, Teatro e scienza. Da Eschilo a Brecht e Barrow, UTET Università, 2006
- 3) H. Bloom, Il genio. Il senso dell'eccellenza attraverso le vite di cento individui non comuni, BUR, 2004
- 4) D. De Masi, L'emozione e la regola. La grande avventura dei gruppi creativi europei, Rizzoli, 2005
- 5) P. Greco, La città della scienza. Storia di un sogno a Bagnoli, Bollati Boringhieri, 2006
- 6) L. Perissinotto, Animazione Teatrale. Le idee, i luoghi, i protagonisti, Carocci, 2004
- 7) P. Petruzzelli, Edutainment e processi educativi. Evoluzione e cambiamento dei luoghi e delle modalità educative, Edizioni Dal Sud, 2004

# “FACCIAMO LUCE SULLA MATERIA” UNO SPETTACOLO DI FISICA PER LA SCUOLA

→ Marina Carpineti<sup>(a)</sup>, Graziano Cavallini<sup>(a)</sup>, Marco Giliberti <sup>(a)</sup>, Cristina Mazza<sup>(a)</sup>,  
Nicola Ludwig<sup>(b)</sup>, Laura Perini<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano, via Celoria 16, Milano

<sup>(b)</sup> Istituto di Fisica Generale Applicata, via Celoria 16 Milano

## Sommario

Presentiamo un progetto teatrale del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano in collaborazione col "Teatro del Sole", rivolto a bambini e adolescenti con lo scopo di stimolare la curiosità e il fascino nei riguardi della Fisica, in maniera da fornire anche elementi per la comprensione del ruolo e del lavoro del Fisico. Vogliamo qui anche discutere i dati di una ricerca sull'efficacia del progetto ed esporre brevemente un progetto riguardante un nuovo spettacolo, sempre sulla Fisica, questa volta rivolto ad un pubblico adulto.

## 1 Introduzione

La maggior parte delle persone ha un comportamento contraddittorio nei riguardi della scienza: da una parte, infatti manifesta mancanza di fiducia verso il lavoro degli scienziati, dall'altro fa sempre più affidamento sulla scienza. Inoltre nonostante pochi si iscrivano a facoltà scientifiche si riscontra un crescente aumento della domanda di conoscenze scientifiche, come si può evidenziare dal numero di trasmissioni televisive sull'argomento dalle riviste e dai libri di divulgazione [1]. Nonostante questo, l'immagine del fisico tra la gente è estremamente lontana dalla realtà al punto che la maggior parte delle persone non conosce assolutamente in che cosa consista il lavoro del fisico. È ben noto, inoltre, che nel passaggio tra la scuola primaria e la scuola secondaria aumentano, in generale, l'indifferenza e la paura verso la Fisica che diventa una delle materie più sgradite.

Nella maggior parte dei casi, a muovere la ricerca scientifica è la meraviglia della scoperta. I fisici si divertono a studiare, perché capire e scoprire è entusiasmante. Per fare ricerca bisogna avere il coraggio di distruggere sicurezze ormai consolidate. Anche i bambini si sorprendono, sono curiosi e continuano a fare domande finché non ottengono una risposta che li soddisfa. I bambini vogliono capire e, soprattutto, hanno voglia di sperimentare, di distruggere ciò che hanno appena costruito, per ricostruirlo diversamente...

Su questa base, il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano in collaborazione col "Teatro del Sole" (storica compagnia teatrale specializzata nel teatro ragazzi) ha progettato uno spettacolo teatrale dal titolo "Facciamo luce sulla materia", rivolto a bambini e adolescenti, avente lo scopo di stimolare la curiosità verso la natura e il fascino nei riguardi della Fisica, in maniera da poter fornire anche elementi per la comprensione del ruolo e del lavoro del Fisico.

## 2 Caratteristiche del progetto

Alcune caratteristiche del teatro sono molto simili a quelle necessarie per una buona ricerca scientifica; per esempio si può affermare che il teatro comprende due componenti fondamentali:

Catturare l'interesse di..., procurare piacere, incantare e divertire.

Concedersi di pensare a..., avere in mente, immaginare, simulare, considerare, ricercare e approfondire.

Componenti che portano chi lo pratica e chi lo guarda ad interrogarsi, indagare, mettersi in gioco ed a imparare, come in Fisica...

Lo spettacolo, della durata approssimativa di 45 minuti, in molte occasioni viene recitato da tre fisici del dipartimento di fisica di Milano Statale e comprende 32 esperimenti che possono essere divisi in due gruppi principali: esperimenti concernenti la materia e i suoi stati e fenomeni che coinvolgono la luce quando incontra la materia. I temi trattati sono sinteticamente i seguenti: stati della materia e loro proprietà, passaggi di stato, fluidi non newtoniani, schiume e gel, diffusione e riflessione della luce, rifrazione, colori: sintesi additiva e sottrattiva, radiazione infrarossa, polarizzazione. Parte integrante dello spettacolo è la discussione finale, della durata di 20-30 minuti, nella quale si approfondiscono i temi trattati rispondendo alle domande poste dai bambini.

## 3 Indagine sull'efficacia dello spettacolo

Nei suoi quattro anni di vita "Facciamo luce sulla materia" è stato rappresentato più di 200 volte raggiungendo così un pubblico di più di 50.000 bambini. Perciò si è voluto dare inizio a un'attività di ricerca sugli effetti che lo Spettacolo può aver prodotto nei bambini hanno partecipato all'iniziativa, analizzando materiale proveniente dai diversi ambiti nei quali è stato possibile interagire con i bambini. In particolare a) sono state registrate

e analizzate le 188 diverse domande che i bambini hanno posto al termine di 13 spettacoli presentati in un auditorium dell'Università; b) è stata fatta una catalogazione di parte dei disegni (479 su un totale di 798) che i bambini ci hanno spedito dopo aver visto lo Spettacolo; c) sono state compiute, da parte di un laureando, interviste del tutto informali ai bambini direttamente nelle loro classi senza che essi fossero stati informati dello scopo specifico dell'indagine in modo da preservare il più possibile la loro spontaneità; d) è stata fatta un'analisi statistica delle risposte a questionari proposti agli insegnanti delle scuole che hanno assistito allo Spettacolo. L'analisi delle domande e dei disegni è avvenuta facendone una distinzione in categorie e controllandone la pertinenza con gli argomenti trattati mentre nelle interviste si è cercato di valutare il processo che ha portato i bambini a ricordare o meno elementi dello spettacolo e a collegarli con le loro conoscenze. Non si può certamente pensare che si possano ottenere cambiamenti radicali e facilmente individuabili nell'atteggiamento di chi assiste allo Spettacolo. Anche perché considerando anche solo l'ambito scientifico non è possibile stabilire distinzioni nette tra i possibili effetti dello Spettacolo e quelli dovuti ad altre iniziative ed esperienze vissute dai bambini. Il risultato dell'indagine potrà quindi semplicemente permettere di capire se lo Spettacolo ha lasciato o meno un segno sulla percezione della scienza nei bambini. L'analisi non ha avuto, dunque, pretese esaustive e non si è prefissata di ricercare dinamiche di causa-effetto.

Si sono fatte così: a) un'analisi statistica di ciò che colpisce e interroga i bambini a partire dalle domande poste nei minuti immediatamente successivi alla visione dello Spettacolo; b) un'analisi statistica dei ricordi e delle preferenze espressi tramite il linguaggio del disegno; c) indagini nelle classi dopo tre mesi o dopo un anno dallo spettacolo tramite analisi dei ricordi, comparazione con disegni, percezione del lavoro del fisico; facendo anche un paragone con classi di controllo che non hanno assistito allo spettacolo; d) un'analisi dei dati forniti dai questionari.

I tre risultati principali sono i seguenti: 1) tutte le domande dei bambini sono state sempre pertinenti cioè su argomenti di fisica, presenti o meno nello spettacolo (mai per esempio su questioni di chimica, di biologia ecc. o su temi assolutamente non pertinenti); 2) l'80% dei bambini che hanno visto lo spettacolo riesce a fornire delle indicazioni sufficientemente precise delle attività di un fisico mentre questa percentuale scende al solo 20% per i bambini delle classi che non hanno visto lo spettacolo; 3) un grandissimo segnale di apprezzamento testimoniato dai numerosi messaggi e\_mail pervenutici da parte degli insegnanti, dall'entusiasmo dei bambini (per es. con la richiesta di autografi ecc.) al termine dello spettacolo e dal numero sempre crescente di insegnanti che ha portato in anni successivi le sue classi a vedere lo spettacolo.

#### **4 Conclusioni e prospettive**

Questi risultati sono a nostro avviso estremamente positivi e, comunque, bene al di là delle nostre aspettative: sembra proprio che si possa agire positivamente sulla percezione della scienza con mezzi teatrali. Tale risultato positivo ci ha spinto a progettare un altro spettacolo sulla fisica diretto questa volta ad un pubblico adulto (dall'ultimo anno delle superiori in su) con lo scopo di affascinare e avvicinare alla scienza in un altro segmento dell'età evolutiva. Ne è nato "Tracce" con un tono e un linguaggio completamente diversi: in "Tracce" tre fisici sono in viaggio con un bagaglio di strumenti, esperimenti, libri ed esperienze personali assunti a simbolo della ricerca. I diverbi e le dissertazioni così come i momenti di stasi nati lungo il cammino; alcune tappe forzate, gli intoppi, gli inconvenienti, così come gli slanci e gli entusiasmi, ci raccontano oltre al percorso dei tre personaggi, anche come prende forma il pensiero scientifico. "L'occhio non può vedere quello che la mente non è preparata ad accettare..." ci racconta uno dei personaggi in una notte stellata, ed è qui che lo "sguardo" del fisico diviene il protagonista, un navigatore nei mari del possibile ... e l'occhio, educato dalla scienza si spinge al di là dell'orizzonte, dove il pensiero è punto di incontro tra sentire e comprendere. Un "dialogo polifonico" dove poesia, immaginazione, veri esperimenti e sapere scientifico coesistono nella messa in scena teatrale. "Tracce" è stato rappresentato in tre repliche al festival della Scienza di Genova 2007 e al Piccolo Teatro Studio di Milano nell'ambito di "Teatro Scienza 2008" [2]. Speriamo di poterne parlare positivamente così come abbiamo fatto di "Facciamo luce sulla materia".

#### **Referenze**

- 1) S. Fantoni, Perché e a chi comunicare scienza, Talk in Comunicare fisica 2005 INFN-NF 24-27 ottobre 2005,
- 2) <http://www.performingts.it/>; <http://www.piccoloteatro.org/>

# TEATRO E FISICA: DA GALILEO AD ARLECCHINO...

→ **Maria Rosa Menzio<sup>(a)</sup>, Marco Monteno<sup>(b)</sup>**

<sup>(a)</sup> C.so Galileo Ferraris, 144 - 10129 - Torino

<sup>(b)</sup> INFN Sezione di Torino, Via P.Giuria 1, 10125 - Torino

## Sommario

Gli autori presentano due testi teatrali il cui scopo è di trasmettere al pubblico il fascino della scienza attraverso intrecci immaginari che mescolano le verità scientifiche alla finzione letteraria. Nella prima pièce, "Carteggio celeste" (di Maria Rosa Menzio), il filo conduttore è costituito dalla corrispondenza epistolare fra Galileo e la figlia monaca di clausura. Nella seconda pièce, "Arlecchino e il colore dei quark" (di Marco Monteno), in un'atmosfera leggera e fiabesca i personaggi scoprono alcuni dei misteri che avvolgono le leggi del mondo microscopico, superando gli equivoci sul significato da attribuire alla parola "colore".

## 1 Introduzione

Gli studi scientifici sono spesso tacciati di aridità. Ma così si dimenticano le idee e le emozioni che sono alla base delle grandi scoperte scientifiche. Tuttavia tali aspetti spesso trascurati possono essere comunicati attraverso l'espedito della scrittura teatrale.

In tale contesto nel 2000 è nato il progetto "Teatro e Scienza" della drammaturga (già matematica) Maria Rosa Menzio con l'intento di portare sul palcoscenico le idee e le persone che hanno cambiato la nostra visione del mondo e che ci hanno fatto conoscere qualcosa in più dell'Universo in cui abitiamo, migliorando la qualità della nostra vita.

Iniziando dal testo "Mangiare il mondo", sul tema della medicina, l'autrice, poi passata alla regia di alcune pièces proprie ed altrui, si è in seguito specializzata nella messa in scena delle cosiddette "scienze dure" ed in particolar modo della matematica, disciplina approfondita negli anni della propria formazione universitaria e post-universitaria.

Ha pertanto proseguito con: "Padre Saccheri", un testo sul tema delle geometrie non-euclidee; "Fibonacci", sulla teoria dei numeri; "Senza fine", sul tema del tempo; "Il Mulino", sul tema dello spazio e della precessione degli equinozi; "Carteggio celeste", sulla fisica galileiana; ed infine "Inchiesta assurda su Cardano" sul tema della risoluzione delle equazioni di terzo e quarto grado. Prossimamente metterà in scena anche "Boccardi", sul tema della relatività einsteiniana. Inoltre, è uscito on-line su "Ulisse" (un portale della SISSA di Trieste) il testo "Omar", che parla del grande astronomo, matematico e poeta persiano Omar al Khayyam.

Parallelamente all'attività di drammaturga e di regista l'autrice ha svolto attività di insegnamento sui temi legati alla frattura tra le "due culture" ed alla maniera di portare in scena la scienza. È stata docente alla Scuola Holden ed al Provincia Science Center di Torino, nonché in vari Istituti Superiori di Torino e circondario, presso varie Compagnie teatrali, ed alle Biblioteche Civiche Torinesi. Ha inoltre pubblicato presso l'editore Bollati Boringhieri il testo "Spazio, tempo, numeri e stelle"<sup>1</sup>, che raccoglie quattro sue pièces, e presso Springer Italia il saggio "Tigri e teoremi. Scrivere teatro e scienza"<sup>2</sup>.

L'autore del testo "Arlecchino e il colore dei quark", Marco Monteno, è invece un ricercatore dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), un ente pubblico di ricerca che promuove, coordina e svolge la ricerca scientifica nel campo della fisica subnucleare, con l'obiettivo di studiare i costituenti fondamentali della materia. In particolare l'autore si occupa di fisica nucleare delle alte energie e collabora ad ALICE, un esperimento che studierà le collisioni di ioni pesanti all'acceleratore LHC del CERN di Ginevra, con lo scopo di produrre e rivelare uno stato primordiale della materia chiamato Plasma di Quark e Gluoni. "Arlecchino e il colore dei quark" è la sua prima opera teatrale.

## 2 Carteggio celeste

La pièce di Maria Rosa Menzio consiste in una serie di missive – vere o verosimili – tratte dal fitto carteggio fra Galileo e la figlia Suor Maria Celeste. Galileo parla del principio d'inerzia, dell'invenzione del telescopio, della Terra che secondo la nuova visione del mondo non figura più al centro dell'Universo. Sullo sfondo emergono i suoi problemi con l'Inquisizione, culminati con la condanna pronunciata dal Tribunale del Sant'Uffizio, e con la decisione finale di abiurare, inchinandosi all'autorità della Chiesa. La figlia racconta al padre la propria vita in convento, ma ogni tanto emerge un livore segreto verso di lui, che non l'ha mai riconosciuta come figlia legittima. Tale astio è sempre comunque temperato dall'affetto e dall'ammirazione per un genitore tanto eccezionale. Infatti Suor Celeste appoggiò sempre il padre nei momenti più travagliati della sua vita, ne comprese le ragioni, e pur nel rispetto della propria vita religiosa, lo difese.

### 3 Arlecchino e il colore dei quark

Come è noto fin dai primi anni del XX secolo il nucleo di ogni atomo è composto da un certo numero di protoni e neutroni. Negli anni Sessanta il fisico americano Murray Gell-Mann ha poi postulato l'esistenza al loro interno di alcuni costituenti elementari, dotati di una carica elettrica frazionaria, e chiamati quark. Essi sono tenuti insieme da una forza trasmessa mediante lo scambio di particelle prive di massa (chiamate gluoni) e generata da un attributo dei quark e dei gluoni chiamato "colore". Le interazioni tra particelle dotate di colore sono oggi descritte da una teoria chiamata Cromo Dinamica Quantistica (QCD).

"Arlecchino e il colore dei quark" è un testo teatrale in cui l'autore gioca sull'ambiguità creata dall'uso della parola "colore" per introdurre al pubblico in maniera semplice e chiara alcuni concetti di fisica come: la luce ed il suo spettro di colori; la struttura microscopica della materia (dagli atomi, ai nuclei, fino ai quark); e infine le proprietà dei quark, delle quali la più misteriosa è il cosiddetto "confinamento".

L'autore di "Arlecchino e il colore dei quark" usa i canoni letterari della fiaba (descritti da Vladimir Propp in "Morfologia della fiaba") per invitare gli spettatori ad entrare nel mondo misterioso della fisica delle particelle elementari e degli esperimenti agli acceleratori.

Tre personaggi sono al centro della scena: Arlecchino, un servitore scaltro ed ossequioso; la Regina, autoritaria ed esigente; e Ginevra, una giovane studentessa di fisica all'occasione venditrice di frutta e verdura.

La trama prende l'avvio dalla decisione della Regina di organizzare una festa di compleanno in onore di sua figlia, la Principessa, di cui Arlecchino è segretamente innamorato. Ma la Regina ha appena scoperto che i quark, componenti elementari della materia, possono essere di vari colori. Allora chiede ad Arlecchino di portargliene alcuni, per metterli su di un abito che la Principessa indosserà alla festa. Arlecchino si precipita al mercato per comprare i quark colorati, e solo con l'aiuto della giovane fruttivendola Ginevra scopre che i "colori" dei quark sono assai diversi dai colori che si vedono in natura. Ma grazie agli scienziati del CERN riuscirà lo stesso a portare a compimento la propria missione e ad accontentare la Regina.

"Arlecchino e il colore dei quark" è stato rappresentato due volte in Italia: nell'ottobre del 2007, all'interno della rassegna teatrale "Classica e Scienza", organizzata dall'Unione dei Comuni della Collina Torinese, e nel settembre del 2008, in occasione della Notte Europea dei Ricercatori.

Il testo è stato anche tradotto in francese, e nel novembre del 2008 è prevista una sua rappresentazione al Globe de l'Innovation del CERN di Ginevra, in occasione della Fête de la Science.



Figura 1: Una rappresentazione di "Arlecchino e il colore dei quark".

#### Referenze

- 1) M. Rosa Menzio, "Spazio, tempo, numeri e stelle", ed. Bollati Boringhieri, Torino (2005).
- 2) M. Rosa Menzio, "Tigri e teoremi. Scrivere teatro e scienza", ed. Springer Italia, Milano (2007).

# IMPARARE SPERIMENTANDO - 2° EDIZIONE

## MOSTRA INTERATTIVA DI ESPERIMENTI DI FISICA E SCIENZE

### → Isidoro Sciarratta

AIF Sezione di Pordenone, Via Casella 12, San Quirino (PN)  
SSIS, Università degli Studi di Udine

#### Sommario

Imparare sperimentando è il titolo della mostra interattiva, a cura della Sezione AIF di Pordenone. Essa ospita principalmente esperimenti didattici, in una vasta area scientifica, che vengono eseguiti davanti ad ogni visitatore ed illustrati con un linguaggio comprensibile a tutti.

#### Sezione AIF di Pordenone

AIF sta per "Associazione per l'Insegnamento della Fisica". È una Associazione Nazionale, che riunisce generalmente docenti di Fisica o, comunque, dell'area scientifica. L'AIF è un'associazione senza scopo di lucro riconosciuta dal MIUR quale Soggetto qualificato per la formazione. Il suo scopo principale è quello di migliorare e rivalutare l'insegnamento della Fisica e di contribuire ad elevare il livello della cultura scientifica in Italia. L'associazione è composta da circa 50 sezioni distribuite su tutto il territorio nazionale, tra queste la Sezione AIF di Pordenone figura fra le prime sezioni che si sono costituite e conta al momento circa 40 iscritti. Operante nelle scuole da alcuni anni, ha raggiunto il numero di soci necessario per essere riconosciuta giuridicamente quale Sezione di Pordenone già nel 1974.

A partire da tale data si è fatta costantemente promotrice di attività volte sia a migliorare l'insegnamento della fisica che a diffondere la cultura scientifica sul territorio, attraverso l'organizzazione di corsi di aggiornamento per docenti, seminari, cicli di conferenze, convegni, mostre e pubblicazioni scientifiche.

È da questa esperienza più che trentennale maturata a scuola come sul territorio che nasce "Imparare sperimentando" come evento di rilevanza regionale rivolto ad una platea più ampia. Infatti oltre ai docenti intende coinvolgere tutti i cittadini, di qualsiasi età, formazione, provenienza e livello scolastico. I tre eventi di rilevanza regionale fin qui realizzati

Da Fermi ai quark (2003)

Imparare sperimentando – ed. 1 (2005)

Imparare sperimentando – ed. 2 (2007)

Hanno riscosso una così ampia partecipazione di scolaresche e di cittadini da indurre che nei prossimi anni l'evento avrà carattere annuale. Ciò di comune accordo con gli Enti sostenitori dell'iniziativa ai quali va il nostro più sentito ringraziamento.



#### Imparare Sperimentando

La foto n. 1 mostra la sede in cui l'esibizione ha luogo – ex convento di San Francesco nel centro storico di Pordenone - e ne illustra l'allestimento. In essa infatti si osservano una serie di tavoli su cui sono montati i vari esperimenti. Dietro ad ogni tavolo un tabellone 100x90 cm illustra l'esperimento: in cosa consiste, cosa si vede, quali obiettivi si raggiungono. Ogni visitatore, passando, viene incuriosito dal tabellone, quindi può assistere all'esecuzione dell'esperimento affiancato da un esperto che ne spiega i passi essenziali. E così di esperimento in esperimento.

Le principali finalità della Mostra sono:

- Condividere competenze ed esperienze provenienti da ambienti di ricerca e mondo della scuola;
- Condividere competenze ed esperienze di scuole diverse;
- Intervenire nella quotidianità dell'insegnamento;
- Realizzare attività che coinvolgono le classi;
- Utilizzare in modo sensato le nuove tecnologie ed i sensori on-line;
- Incoraggiare attività di laboratorio;
- Incuriosire e fornire informazioni scientificamente corrette ad ogni cittadino

Tra gli esperti che seguono la comunicazione nell'ambito della mostra si può contare su diversi docenti ma anche su studenti (maturandi e universitari) che con entusiasmo guidano i visitatori lungo il percorso. In ogni occasione la Mostra ha carattere ampiamente interattivo e riguarda un'ampia e variegata collezione di esperimenti in pressoché tutti gli ambiti dei fenomeni naturali. Vi sono esperimenti e stimoli culturali per tutte le età e per tutti i livelli di scolarità: dalla scuola elementare alla scuola media superiore e talora, anche oltre. Lo stile è sempre quello di offrire il modo di imparare, "provando e riprovando", divertendosi. Vengono trattati argomenti di fisica classica e di fisica moderna come ad esempio l'energia e le sue trasformazioni ed implicazioni, il suono, la luce, il calore e la temperatura, le onde elettromagnetiche, le particelle elementari, la microscopia e l'astronomia. Numerosi sono anche gli argomenti di ricerca attuale. Ad integrare la sezione puramente esibitiva ogni edizione ha inoltre visto l'allestimento di una sezione bibliografica, una vetrina dedicata alla presentazione di alcuni libri scritti da illustri scienziati che hanno contribuito significativamente allo sviluppo della conoscenza, e l'organizzazione di diverse conferenze tenute da relatori di rilevanza nazionale ed internazionale.

L'evento è sostenuto dai seguenti ENTI:

Regione Friuli Venezia Giulia  
Provincia di Pordenone  
Comune di Pordenone  
Fondazione Cassa di Risparmio di Udine e Pordenone

E gode del patrocinio delle seguenti Istituzioni:

Ministero della Pubblica Istruzione  
Università di Udine  
Università di Trieste  
Sincrotrone Trieste S.C.p.A.

Fra gli Enti le Istituzioni e le Scuole coinvolte all'ultimo evento figurano:

ARPA FVG – sezione OSMER di Udine  
ARPA FVG – sezione Fisica Ambientale di Udine  
Biblioteca della Scuola Normale Superiore di Pisa  
ENESYS LAB – Università di Trieste  
Istituto Comprensivo Scuola Media di Fontanafredda PN  
IPSIA "L. Zanussi" di Pordenone  
Istituto Tecnico Commerciale "O. Mattiussi" – Pordenone  
Istituto Tecnico Industriale "J.F. Kennedy" – Pordenone  
Liceo Scientifico "M. Curie" – Pinerolo TO  
Liceo Scientifico "P. Levi" di Montebelluna TV  
Museo delle Scienze di Pordenone  
OGS – Ist. Naz. Oceanografia e Geofisica Sperimentale - Trieste  
Riserva Naturale Regionale Foce dell'Isonzo  
SSIS – Università di Udine  
Università degli Studi di Udine – Dip. Di Fisica

Nella convinzione e nello spirito di fare qualche cosa che possa risultare di utilità per la diffusione e la crescita della cultura scientifica, si proseguirà nella presentazione annuale dell'evento almeno finché le scuole ed il pubblico più in generale confermeranno il gradimento con una massiccia partecipazione.

Il nostro impegno sarà anche quello di rinnovare e innovare la proposta perché risulti sempre attuale.

Infine, un vivo ringraziamento va a tutti coloro che in un modo ed in un altro hanno collaborato per la buona riuscita dell'evento.

# URTI MAGNETICI ED ALTRI ESPERIMENTI

→ **Pietro Cerreta**

Associazione ScienzaViva – I.I.S. “A.M. Maffucci” – Calitri (Av)

## Sommario

Ho realizzato un gioco scientifico con alcuni magneti di ferrite, uno a forma di anello e cinque a forma di cilindro, seguendo le indicazioni di Paul Doherty, il famoso comunicatore scientifico americano che è anche il Direttore dell'Exploratorium Teacher Institute di San Francisco.

Questo gioco si presta bene ad essere presentato come gadget scientifico e qui se ne forniscono le indicazioni.

## 1 Magneti orbitanti e velocità di fuga

Attacca un magnetino sul bordo dell'anello. Reggili entrambi, tenendo l'anello tra pollice e indice. Sollevali in aria e comincia a far andare il magnetino avanti e indietro. Nota se riesci a farlo orbitare senza che si stacchi dall'anello. È facile far girare un magnetino intorno a uno più grande, ma è difficile il contrario!

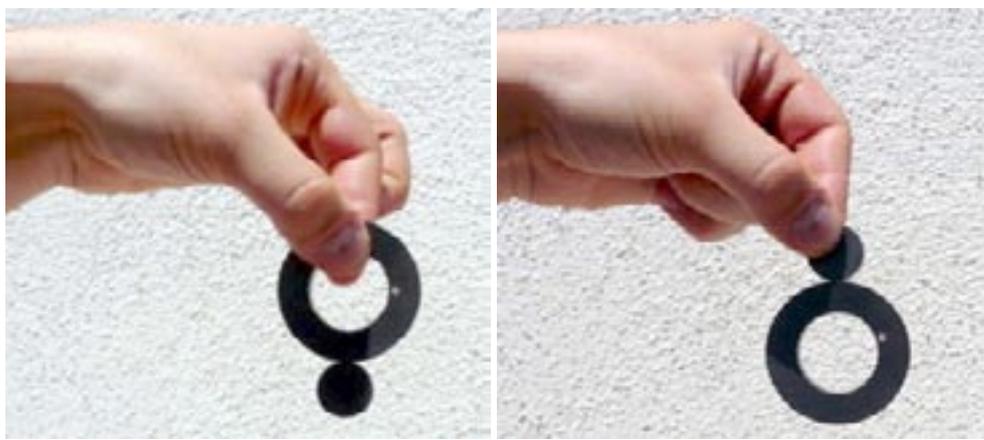


Figura 1: Le due configurazioni da provare

Il polo nord dell'anello magnetico è a contatto con il polo sud del magnetino e viceversa, perciò i due oggetti si attraggono. L'attrazione è generata da una forza che è sempre diretta verso il centro dell'anello, anche mentre il magnetino gira. Vai più veloce e vedi che, ad un certo momento, il magnetino orbitante si stacca. Ciò accade quando quest'ultimo si trova nel punto più basso dell'orbita. Lì, l'attrazione magnetica deve vincere il peso del magnetino e la sua forza centrifuga. Questa aumenta al crescere della velocità. Ma, se cresce troppo, l'attrazione magnetica soccombe. Se, invece, è l'anello a ruotare intorno al magnetino, basta poco per farlo staccare. La forza magnetica è identica, ma il peso e la forza centrifuga dell'oggetto orbitante sono maggiori!

## 2 Collisioni

Sul bordo dell'anello aggiungi, ora, un altro magnetino. Otterrai una composizione che ricorda quella della testa di Topolino o della molecola dell'acqua. Sollevali in aria i tre corpi. Nota che i magnetini si respingono reciprocamente lungo l'arco esterno dell'anello. Spingi un magnetino verso l'altro; lo vedrai muoversi per un piccolo tratto ma poi si fermerà, facendo partire l'altro con la stessa velocità. Nota che tutto ciò avviene senza il reale contatto tra i due.



Figura 2: Repulsioni e urti magnetici

Puoi anche far muovere i due magnetini senza spingerli con la mano, ma facendo roteare l'anello. Quando trovi la frequenza giusta e la dimensione della rotazione opportuna, puoi far sì che uno dei magnetini sembri attraversare l'altro. Se il polo sud dell'anello è rivolto verso l'alto, i poli nord dei due magnetini devono puntare nella stessa direzione, affinché siano attratti al suo bordo esterno. Avendo la uguale polarità, i due corpi si respingono. Ciò risulta tanto più visibile quanto più si cerca di avvicinarli: ad esempio, quando si tenta di farli urtare. I due corpi urtano senza entrare in contatto, perché tra di essi agisce la forza repulsiva magnetica, che è un'azione «a distanza». Avendo i corpi ugual massa, per la conservazione della quantità di moto quello che sopraggiunge si ferma e lascia partire l'altro con la stessa velocità, esattamente come accade con l'urto elastico tra due palle da biliardo. È curioso osservare il fenomeno quando avviene rapidamente, perché si ha l'illusione che un magnetino passi attraverso l'altro.

### 3 Simmetrie

Aggiungi all'anello un magnete per volta. Nota che con tre magneti si forma un triangolo equilatero, con quattro un quadrato, con cinque un pentagono regolare e con sei un esagono regolare. Nota che se l'anello non è uniformemente magnetizzato appare qualche piccola asimmetria.



Figura 3: Cinque magnetini si dispongono ai vertici di un pentagono regolare

Tutte queste figure geometriche esprimono un equilibrio di forze. Sposta leggermente un magnetino verso l'altro: la loro forza repulsiva diventa così intensa da spingerli indietro nella posizione di equilibrio iniziale. Metti i magneti in verticale e nota che la simmetria precedente viene meno e se ne ottiene un'altra perché la gravità sposta i magneti verso il basso.

### 4 Modello di corrente elettrica

Metti quattro, cinque o sei magnetini intorno all'anello. Dai un piccolo colpo ad uno di essi e nota come anche gli altri magnetini ne subiscono l'azione. Tutti i magnetini si "sentono" in maniera reciproca.

Le variazioni di campo magnetico associate all'interazione repulsiva tra un magnete all'altro si propagano con estrema rapidità. Immediatamente dopo la spinta al primo magnete, tutti gli altri magneti avvertono l'avvenuto cambiamento della forza magnetica.



Figura 4: Spingendo un magnetino, tutti gli altri ne risentono subito l'effetto

In questo modo i magnetini costituiscono un modello di quel che accade nei circuiti in corrente continua, com'è quello dell'impianto elettrico dei fari dell'automobile. Quando attivi il contatto, gli elettroni si cominciano a muovere nei fili e le luci si accendono. Tuttavia, ci vogliono alcune ore perché un elettrone che parte dalla batteria dell'auto, giunga ai fari. La forza elettrica che avvia il movimento degli elettroni, invece, viaggia nei fili ad una velocità molto prossima a quella della luce. E, grazie a Dio, non c'è bisogno di aspettare che l'elettrone faccia l'intero viaggio dalla batteria ai fari.

# IL RELATIVISMO NELLA SCIENZA: DALLE GEOMETRIE NON-EUCLIDEE ALLA TEORIA SOGGETTIVA DELLE PROBABILITÀ

→ Luca Nicotra

Ingegnere e giornalista scientifico, redattore della rivista culturale Controluce, via Michele Lessona 5, 00134 Roma, luca.nicotra@fastwebnet.it

## 1 Introduzione

A tutto vantaggio di una comprensione generale del suo contenuto semantico, potremmo affermare che il termine 'relativismo' indica il contrario di 'assolutismo', in tutti i modi in cui è possibile negare quest'ultimo termine. Poiché 'assoluto' (dal latino *absolutus*) significa 'sciolto da', potremmo generalizzare asserendo che il relativismo, al contrario, pone attenzione alle relazioni di un oggetto con altri oggetti, analizzandone i suoi mutamenti, al mutare di questi. In mancanza d'altre notizie, si addita il suo precursore più antico nel relativismo 'soggettivo' del filosofo greco Protagora di Abdera (V a. C.), in cui l'oggetto è relazionato al soggetto, attraverso la rappresentazione che questo se ne forma: "Di tutte le cose è misura l'uomo; di quelle che esistono, in quanto esistono; di quelle che non esistono, in quanto non esistono".

## 2 Il relativismo cinematico

Una delle prime forme di relativismo si manifestò nella 'cinematica' (dal greco *kínema* = movimento), attraverso le sue grandezze fondamentali: posizione e velocità.<sup>1</sup> Il grande filosofo Parmenide (540?-450? a. C.), affermando l'immobilità dell'Essere, intendeva riferirsi all'intero universo, che non avendo altro riferimento fuori di sé non può che essere immobile, mentre riconosceva il carattere relativo dei moti dei singoli corpi all'interno di esso. La relatività del moto è trattata esplicitamente dal suo discepolo Zenone di Elea (V sec. a. C.) nello Stadio (uno dei suoi celebri paradossi sul moto), dove considera tre file di punti materiali equidistanti  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ ;  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ ;  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ . La fila A è immobile, mentre le file B e C si muovono con velocità  $v$  (rispetto alla fila A) ma in versi opposti. Zenone, per dimostrare che la velocità non è un attributo intrinseco dei corpi, fa notare che la velocità di un punto della serie C è  $v$  se riferita alla serie A mentre è  $2v$  se riferita alla serie B.

Nell'età moderna, circa a metà del secolo XV, il primo ad analizzare con estrema spregiudicatezza e acume il concetto di moto è il cardinale di Santa Romana Chiesa Nicolò Cusano (1401-1464), matematico, filosofo e astronomo, che contesta in tutto l'aristotelismo: i cieli non sono incorruttibili, bensì gli astri sono soggetti a mutamenti, l'universo è infinito e composto d'infiniti astri, e quindi ogni punto può essere considerato il suo centro. La Terra, pertanto, non occupa un posto privilegiato nell'universo ed è possibile la vita di esseri intelligenti in altri astri. Tutti i corpi si muovono, comprese quelle stelle che, sembrando a noi ferme perché molto lontane, chiamiamo 'fisse'. Cusano osserva che l'unico fatto sperimentalmente rilevabile che ci può far affermare che un corpo si muove è la variazione della sua distanza da un altro, e quindi il moto di un corpo deve essere sempre riferito ad un altro. "Se infatti uno, stando su una nave, non vedesse spiaggia, come mai potrebbe arguire che la nave si muove?"<sup>2</sup>, diceva Cusano, ricorrendo al classico esempio della nave, che sarà successivamente ripreso da Giordano Bruno (1548-1600) e poi da Galileo Galilei (1564-1642). Tutti i moti sono relativi, perché non esiste un corpo assolutamente fermo; con il suo totale relativismo cinematico, dunque, Cusano anticipa le idee di Albert Einstein (1879-1955) di quasi cinque secoli, spingendosi ben oltre quelle di Nicolò Copernico (1473-1543), Galilei e Isaac Newton (1642-1727), che crederanno, invece, nell'esistenza di uno spazio assoluto e per i quali, quindi, avrà senso la distinzione fra moti relativi (o apparenti) e moti assoluti (o reali): i primi sono riferiti a sistemi di riferimento in moto rispetto allo spazio assoluto, i secondi, invece, sono riferiti direttamente a questo. In tal senso Copernico affermerà che il Sole è 'fermo'. Nel secolo XVI Giordano Bruno riprende le idee di Cusano sull'infinità dei mondi e sull'impossibilità di un moto assoluto; un secolo dopo anche il filosofo e matematico Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) ribadirà lo stesso concetto, affermando, in una delle sue celebri lettere scritte negli anni 1715-1716 al teologo e filosofo Samuel Clarke (1675 - 1729), che lo spazio assoluto non esiste e il moto non può essere concepito che come mutamento dei rapporti spaziali fra i corpi. Tuttavia, l'idea newtoniana dello "spazio assoluto, per sua natura senza relazione ad alcunchè di esterno, ...sempre uguale e immobile" continua ad imporsi fino a quando la Teoria della Relatività di Einstein (del 1905 e 1916) spazzerà definitivamente ogni idea di spazio assoluto. La relatività del moto di un corpo si manifesta in maniera viva evidente nella sua traiettoria, che risulta diversa secondo che sia 'vista' da un sistema di riferimento piuttosto che da un altro: un grave è visto cadere sul pavimento di un treno in corsa secondo la perpendicolare da un passeggero del treno e secondo una parabola da una persona sulla banchina della

<sup>1</sup> E accelerazione, di cui, però, è meno 'evidente' e intuitivo il carattere relativo.

<sup>2</sup> Nikolaus Krebs (N. Cusano), *De Docta Ignorantia*, XIII capitolo, Il Libro (circa 1440).

stazione. Anche per la velocità e l'accelerazione si dimostra facilmente il loro carattere relativo.

### 3 Il relativismo 'dinamico'

La relatività 'cinematica' è incompleta senza la relatività 'dinamica', che considera le cause dei cambiamenti del moto, ovvero le forze (dal greco *dynamis* = forza). Supponiamo di esserci addormentati all'interno di un treno che corre a velocità costante lungo un binario rigorosamente retto e privo di giunzioni, in modo che non vi siano sussulti dei vagoni, e che i finestrini siano totalmente oscurati. Al nostro risveglio, alla nostra vista appare soltanto l'interno del treno: come facciamo a dire se il treno si muove o no? Ci manca ogni riferimento esterno. Allora, potremmo pensare di rivelare il moto del treno facendo al suo interno qualche esperimento il cui risultato, secondo il 'buon senso', sarebbe influenzato dal suo movimento: lanciando verticalmente in aria una pietra, se il treno è fermo – pensiamo – essa dovrà cadere perpendicolarmente passando per lo stesso punto da cui è stata lanciata; se, invece, il treno si muove, la pietra cadrà sul pavimento del treno 'indietro' rispetto al punto di lancio, perché nel frattempo il treno si è spostato in avanti, tanto più quanto maggiore è la sua velocità. Questo è ciò che sosteneva Aristotele (*Del cielo e mondo*) e il punto di vista universalmente accettato fino a quando Giordano Bruno e Galileo Galilei non lo smentirono, demolendo l'obiezione principale che gli aristotelici opponevano alla teoria eliocentrica. Infatti, se, nell'esempio precedente, al posto del treno pensiamo alla Terra in moto attorno al proprio asse (da occidente verso oriente rispetto al Sole, alla velocità di circa 326 m/s a 45° di latitudine), facendo un salto in alto dovremmo cadere in un punto del terreno più ad occidente, rispetto al punto da cui abbiamo spiccato il salto. Analoga osservazione varrebbe se considerassimo il velocissimo moto della Terra attorno al Sole (circa 30 Km/s). Componendo, allora, il moto proprio di rotazione della Terra con quello di rivoluzione attorno al Sole – dicevano gli aristotelici – un uomo che spiccasse in alto un salto, si troverebbe ad 'atterrare' in un punto più ad occidente di quello da cui ha spiccato il salto, ma poiché ciò non accade – concludevano gli aristotelici – la Terra non si muove!

Copernico stesso, Giovanni Keplero e Tommaso Campanella non riuscirono a dare una risposta a tale argomentazione, a danno della piena affermazione della teoria eliocentrica. Il merito di fornire la giusta risposta spetta a Giordano Bruno e a Galileo Galilei, con la formulazione del principio d'inerzia e del conseguente principio 'classico' di relatività. Bruno, nel dialogo terzo de *La cena de le ceneri*, immaginando di fare un esperimento all'interno di una nave in moto rettilineo uniforme, scopre il principio d'inerzia: un corpo, non soggetto a forze o soggetto ad una risultante nulla di forze, persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme. Una pietra lasciata cadere all'interno della nave cade perpendicolarmente rispetto a questa perché, non essendo ad essa applicata nessuna forza in grado di modificarne il moto nella direzione della rotta della nave, anche quando è in aria tende a mantenere il moto rettilineo uniforme che condivideva con la nave prima del lancio. Galilei riprende più tardi l'esempio bruniano della nave nella seconda giornata del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*, proponendo una serie d'esperimenti che mostrano il principio d'inerzia già illustrato da Bruno, esprimendo, però, esplicitamente anche una sua conseguenza fondamentale: nessuna esperienza meccanica eseguita all'interno di un sistema isolato può farci discernere se il sistema è fermo o si muove di moto rettilineo uniforme, ovvero le leggi della meccanica sono invarianti rispetto a sistemi quiescenti o in moto rettilineo uniforme (principio classico di relatività o di Bruno-Galilei).

### 4 Spazio assoluto e relativo

Il principio d'inerzia sottintende l'esistenza di uno spazio assoluto, cui è riferito lo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme, che è stato identificato con quello delle cosiddette 'stelle fisse': inerziali, quindi, vengono detti i sistemi di riferimento in quiete o in moto rettilineo uniforme rispetto ad esse. Nel 1851, il fisico Léon Foucault (1819-1868), per dimostrare sperimentalmente il moto di rotazione della Terra attorno al proprio asse, esegue un celebre esperimento con un pendolo sferico, costituito da una grossa sfera d'ottone appesa con un filo alla volta del Panthéon di Parigi, tramite un giunto sferico che lascia libero di ruotare il piano d'oscillazione del pendolo, che, però, risulta invariante, poiché, per il principio d'inerzia, il pendolo tende a conservare la direzione del suo movimento, 'determinata' dalle stelle fisse. Tale esperienza, eseguita ai poli terrestri, darebbe questi risultati: la punta del pendolo, se la Terra fosse ferma, traccerebbe ad ogni oscillazione sempre lo stesso segmento, mentre, se la Terra ruotasse, descriverebbe nell'arco di 24 ore i diametri di un intero cerchio. A Parigi, a causa della sua latitudine, il moto della Terra attorno al proprio asse farebbe tracciare alla punta del pendolo soltanto una parte dei diametri del cerchio e poi tornerebbe indietro. Questo realmente avvenne nell'esperimento di Foucault, dimostrando così, per la prima volta sperimentalmente, l'esistenza del moto proprio terrestre, rispetto alle stelle fisse e quindi 'assoluto'. Ma si tratta veramente di un moto assoluto? Il fisico e filosofo Ernst Mach (1838-1916) contestò tale conclusione, osservando che il risultato dell'esperimento può essere interpretato simmetricamente in chiave relativista. Infatti, il punto di vista di Foucault è il seguente: lo spazio delle stelle fisse è immobile e con esso il piano d'oscillazione del pendolo che è ad esso 'ancorato', mentre la Terra si muove. Il punto di vista di Mach è simmetrico: la Terra è immobile, mentre la sfera delle stelle fisse ruota attorno all'asse terrestre e con essa, per inerzia, il piano d'oscillazione del pendolo, producendo lo

stesso risultato del primo caso: il tracciamento di diametri diversi.

## 5 La verità, in matematica, diventa relativa

La scoperta di geometrie non-euclidee logicamente valide (sec. XVIII e XIX), fondate su due alternative sostituzioni del postulato delle parallele (nel piano, per un punto fuori di una retta esistono più rette parallele alla data, oppure non ne esiste nessuna) mostra che la 'verità', intesa come accordo con l'esperienza fisica, non è più un requisito necessario per gli assiomi, ai quali si deve chiedere soltanto la reciproca non contraddittorietà, e quindi la verità dei teoremi da essi derivati ha soltanto il significato di coerenza con essi. In matematica, dunque, il concetto di 'vero assoluto' abdica in favore della 'verità relativa': la verità non è più unica, necessaria e universale, ma diventa relativa alle premesse. Ma c'è di più: i neo-positivisti del primo Novecento accolgono in pieno la concezione formalista della matematica e la estendono alla logica. Pertanto, non soltanto le idee primitive e gli assiomi della matematica sono considerati simboli e proprietà arbitrari, ma anche i principi della logica sono da intendere come scelte arbitrarie, essendo possibili 'più logiche'. Il neo-positivismo o positivismo logico, dunque, ha sancito la completa relatività della verità matematica: il concetto di vero non è assoluto soltanto perché è relativo all'insieme di assiomi adottati, ma anche perché dipende dal sistema di logica applicato; in altri termini, la verità è relativa alle premesse e alle regole deduttive.

## 6 La Teoria della Relatività

In estrema sintesi, la Relatività di Einstein afferma che 'tutte' le leggi della fisica rimangono invariate mutando il sistema di riferimento, qualunque sia lo stato di moto dell'uno rispetto all'altro: in quiete, rettilineo uniforme, vario. Il relativismo di Einstein, a parte gli elementi assolutistici in esso presenti (l'intervallo spazio-temporale, il limite della velocità della luce, eccetera), è 'oggettivo', nel senso che i valori delle grandezze delle leggi naturali variano 'oggettivamente' con il sistema di riferimento, cioè sono obiettivamente misurabili da strumenti di misura posti nei diversi punti di vista 'fisici' e non dipendono da valutazioni 'soggettive'.

## 7 Il relativismo gnoseologico

Nei primi decenni del secolo XX, infuriano le polemiche pro e contro il relativismo e la relatività einsteiniana. È questo il clima in cui operano in Italia i filosofi Adriano Tilgher e Antonio Aliotta. Tilgher è un appassionato sostenitore del relativismo gnoseologico e della negazione del platonismo: "Tutti gli oggetti, uomini e cose, di cui parlo, non sono, in ultima analisi, che contenuti del mio presente atto di pensiero: la stessa affermazione che essi esistono fuori e indipendentemente da me, è atto del mio pensiero."<sup>3</sup>

Aliotta è l'altro grande relativista italiano del primo Novecento, al quale si deve la diffusione della Teoria della Relatività in Italia. Aliotta prende le distanze sia dal neo-idealismo di Croce e Gentile sia dal realismo positivista, affermando la necessità di entrambi gli attori della conoscenza, soggetto e oggetto: "I gradi diversi di verità e di realtà sono sempre, dunque, gradi di vita dell'esperienza"<sup>4</sup>. Il suo relativismo non riconosce l'assoluto come concetto ad esso contrapposto, in quanto esso è totale: "...il relativo è esso medesimo la realtà e non lascia nulla fuori di sé."<sup>5</sup>

## 8 Il relativismo come conoscenza incerta: il probabilismo

L'esperienza è l'unica sorgente di verità: soltanto i singoli fatti della scienza sono certi, in quanto compiuti. Ma questi non fanno scienza, perché "un cumulo di fatti è tanto poco una scienza, quanto un mucchio di pietre una casa."<sup>6</sup> Per fare scienza occorre ordinare i fatti e prevedere dalle singole esperienze altri fatti. In tal modo la scienza generalizza, scegliendo le "buone esperienze" (Poincarè) o le "sensate esperienze" (Galilei) fra quelle che permettono di prevedere il maggior numero possibile di fatti, con la massima probabilità di accadere. Infatti, le circostanze in cui si verifica il singolo fatto di un'esperienza non si ripeteranno mai rigorosamente identiche, ma saranno soltanto analoghe. Prevedere è generalizzare ricorrendo all'analogia, cioè stabilendo che 'molto probabilmente' in circostanze analoghe si compiranno fatti analoghi, ed è anche correggere le piccole deviazioni dei singoli fatti rispetto al fatto che li media. Henry Poincarè, riferendosi, per esempio, alla legge di Newton sulla gravitazione universale, si domanda: "Come sappiamo per altro se questa legge, vera da tanti secoli, lo sarà ancora l'anno prossimo?" Si può soltanto rispondere: probabilmente. Il principio d'indeterminazione di Werner Heisenberg (1901-1976), da cui discende la fisica quantistica, afferma poi che velocità e posizione di una particella elementare non possono essere misurate contemporaneamente con la stessa precisione arbitraria, additando, quindi, una scienza che non può essere basata sulla certezza assoluta.

Il dibattito culturale attorno al relativismo del primo Novecento appassiona, fin da giovanissimo, il grande

---

<sup>3</sup> A. Tilgher - *Relativisti contemporanei*, IV ediz. 1923, pp. 73,74.

<sup>4</sup> A. Aliotta - *Il problema della scienza nella storia della filosofia*, Perrella, Roma 1947, p. 401.

<sup>5</sup> A. Aliotta - *Relativismo e idealismo*, p. 92

<sup>6</sup> Henry Poincarè, *La scienza e l'ipotesi*, La Nuova Italia, Firenze, 1950, p. 138.

matematico, statistico, economista e filosofo Bruno de Finetti (1906-1985), che nel suo saggio *Probabilismo* (1931) espone, dal punto di vista filosofico, le sue vedute soggettiviste sulla teoria delle probabilità, accennando anche alla sua più generale concezione del valore della scienza in chiave relativista-soggettivista. Nell'ottobre del 2006, è stata pubblicata la sua opera inedita del 1934 *L'invenzione della verità*, vero e proprio testamento scientifico in favore del relativismo e del probabilismo, contro il determinismo. Sfidando l'assioma dell'oggettività, de Finetti rifonda assiomaticamente l'intera teoria delle probabilità, introducendo il punto di vista soggettivo, attraverso una nuova definizione operativa di probabilità (soggettiva) basata sullo schema delle scommesse al gioco.

Anche il relativismo di de Finetti "non lascia nulla fuori di sé", ma è 'soggettivo', perché riporta all'uomo come soggetto percipiente l'invenzione delle leggi naturali. Per de Finetti non esiste una realtà fuori dell'uomo e la stessa esperienza fisica è filtrata attraverso le sensazioni che produce nell'uomo. La negazione di una pretesa asepsi nello stesso sperimentare, la si trova pure in Poincaré: "Si dice spesso che bisogna sperimentare senza idee preconcepite. Questo non è possibile.[...] Ciascuno porta con sé la propria concezione del mondo."<sup>7</sup>

De Finetti è un empirista, non nel senso di credere con Stuart Mill che le verità logiche e matematiche siano sperimentali, bensì nel senso che, se si vuole dare un qualche valore sostanziale ad esse, di per sé vuote di contenuto in quanto pure tautologie, si deve ricorrere al binomio esperienza-subconscio, che ci guida nello stabilire lo scopo e l'utilità dell'invenzione di un nuovo concetto<sup>8</sup>. Da questo soggettivismo-empirismo deriva il suo antideterminismo e la sostituzione della logica del certo del razionalismo determinista con la logica dell'incerto del suo probabilismo soggettivo. Perché la probabilità non può essere oggettiva (e quindi assoluta), ma soltanto soggettiva (e quindi relativa) per de Finetti? La risposta è nella definizione di oggettivo e soggettivo da lui condivisa con gli empiristi: "... possiamo dire 'oggettive' quelle proposizioni che riguardano la realtà empirica.[...] Negando alla probabilità ogni valore oggettivo, intendo dunque affermare che, comunque un individuo valuti la probabilità di un dato evento, nessun'esperienza potrà dargli ragione e nessuna potrà dargli torto"<sup>9</sup>. Inoltre il concetto di probabilità è relativo perché "...il fatto che due casi ci appaiano ugualmente probabili dipende dal gruppo di circostanze che ci sono note od ignote"<sup>10</sup>. "La scienza, intesa come scopritrice di verità assolute, rimane dunque, e naturalmente, disoccupata per mancanza di verità assolute. Ma questo non porta a distruggere la scienza, porta soltanto a una diversa concezione della scienza."<sup>11</sup> Non si cerca il 'perché dei fatti' ma il 'perché della loro previsione', per il semplice motivo che i fatti non hanno bisogno di una causa per accadere, bensì "è il nostro pensiero che trova comodo di immaginare dei rapporti di causalità per spiegarli, coordinarli, e renderne possibile la previsione."<sup>12</sup>

## 9 Il relativismo come conoscenza limitata e provvisoria

Il germe del relativismo, inteso come verità 'limitata' e 'provvisoria', si propaga nella fisica e nella scienza, il cui cammino progredisce proprio grazie all'iterarsi della sostituzione delle vecchie ipotesi e idee con nuove ipotesi e idee. Ciò non è un rinnegare le prime, bensì un superare i loro limiti con nuove interpretazioni della realtà fisica più precise e ampie, di cui le antecedenti risultano, spesso, casi particolari. Diceva Poincaré: "Ciascun secolo si è riso del precedente, accusandolo di avere generalizzato troppo presto e troppo ingenuamente. Cartesio compativa gli ionici; egli, a sua volta, ci ha fatto sorridere; senza dubbio i nostri figli un giorno rideranno di noi."<sup>13</sup> La 'relatività' del sapere, infine, è oggi drammaticamente posta in luce dai risultati delle recenti indagini astrofisiche, secondo i quali il 96% della materia dell'Universo è costituito da materia ed energia oscura, di cui nulla si sa se non la sua esistenza, rivelata dai calcoli matematici. Alla luce di questi dati, la cosiddetta Teoria Standard o del Quasi-Tutto, appare una teoria del 'Quasi-Niente', essendo la sua validità confinata ad appena il 4% della materia dell'Universo, che è quella a noi finora nota.

<sup>7</sup> Henry Poincaré – *La scienza e l'ipotesi*, La Nuova Italia, Firenze, 1950, p. 140.

<sup>8</sup> Bruno de Finetti - *L'invenzione della verità*, Cortina editore, Milano 2006, p. 84.

<sup>9</sup> Bruno de Finetti, *Probabilismo*, Perrella, Napoli 1931, p.8.

<sup>10</sup> Bruno de Finetti, *ibidem* p. 12.

<sup>11</sup> Bruno de Finetti, *ibidem*, pp. 1, 2.

<sup>12</sup> Bruno de Finetti, *ibidem*, p. 2.

<sup>13</sup> Henry Poincaré, *La scienza e l'ipotesi*, La Nuova Italia, Firenze 1950, p. 137.

# LABORATORI COGNITIVI IN CONTESTO INFORMALE

→ **Mario Colombo, Alessandra Mossenta, Rossana Viola**

Unità di ricerca in Didattica della Fisica dell'Università di Udine

## Sommario

Nell'ambito di un contesto informale come la mostra Giochi Esperimenti Idee (GEI) sono stati sviluppati laboratori cognitivi in cui il ruolo attivo del soggetto si articola dal bisogno interpretativo di una situazione fenomenologia per microstep concettuali, che stimolano ipotesi a partire dai fenomeni. Alcuni dei principali laboratori realizzati nel 2007 con oltre un centinaio di ragazzi riguardano i fenomeni termici, quelli elettrici e quelli elettromagnetici.

## 1 Introduzione: Laboratori CLOE

L'educazione informale [1, 2] riveste notevole importanza in quanto valorizza l'elemento ludico in termini di framework concettuali rispetto ai quali il bambino coinvolto si costruisce schemi e regole di interpretazione della realtà. Il personale coinvolgimento del soggetto con l'oggetto di studio e l'operatività manuale e concettuale sono irrinunciabili in quanto alla base dei processi di apprendimento scientifico. La didattica laboratoriale è la sfida per un processo di formazione che dà a chi apprende gli strumenti di rielaborazione concettuale riusabili in più contesti perché la conoscenza è costruita con un personale percorso interpretativo legato alla fenomenologia. Un contesto informale flessibile nelle modalità di fruizione e adattabile a un ampio spettro di età è offerto al mondo della scuola dall'Università di Udine con la Mostra Giochi Esperimenti Idee (GEI). Tra le diverse attività sviluppate [2] vi sono i Laboratori Cognitivi di Esplorazione Operativa (CLOE), come ricaduta della ricerca didattica per attività di apprendimento: al loro interno il ruolo attivo del soggetto che apprende si articola dal bisogno interpretativo di una situazione fenomenologia per microstep concettuali, in cui vengono stimolate ipotesi a partire dai fenomeni. I Laboratori CLOE sono attività condotte da un ricercatore su una specifica tematica seguendo un protocollo di intervista semi-strutturata che costituisce una traccia di lavoro aperta, attraverso cui vengono seguiti i percorsi concettuali elaborati dai ragazzi sulla base degli stimoli offerti. Attraverso tali laboratori viene offerta ai ragazzi e agli insegnanti la possibilità di avvicinarsi a contesti non considerati nella scuola di base, perché ritenuti complessi. Essi non interessano solo l'apprendimento da parte dei ragazzi: costituiscono infatti momento significativo per la formazione insegnanti in servizio e iniziale, come esemplificazione di come possono essere affrontate le tematiche proposte. Inoltre forniscono ai ricercatori indicazioni sui percorsi concettuali dei ragazzi e sulle modalità con cui essi formalizzano le proprie conoscenze, così da permettere approfondimenti specifici e sviluppo e validazione di ulteriori proposte. Alcuni dei principali laboratori realizzati nel 2007 con oltre un centinaio di ragazzi riguardano i fenomeni termici, quelli elettrici, quelli elettromagnetici. I laboratori CLOE sui fenomeni elettrici sono stati messi in atto sia nel 2006 che nel 2007. Nel 2006 vi hanno partecipato 93 bambini di scuola primaria seconda elementare (3 seconde e 2 terze), e 35 ragazzi della scuola secondaria di primo grado (2 seconde). Nel 2007 109 bambini di scuola primaria (1 terza, 2 quarte, 2 quinte e una pluriclasse quarta e quinta) e 21 e 21 ragazzi di scuola secondaria di primo grado (1 seconda). Per i fenomeni termici sono stati coinvolti 81 studenti della scuola primaria (una prima, una seconda, due quarte e due quinte) e 29 della scuola secondaria di primo grado (una prima e una seconda). Per quanto riguarda i fenomeni elettromagnetici sono stati coinvolti 131 studenti di Scuola Primaria e 61 studenti di Scuola Secondaria di I grado.

## 2 CLOE: Fenomeni elettrici

Nel campo dei fenomeni elettrici si sono rivelati particolarmente fertili i giochi di ruolo, proposti nel 2006. Durante un'attività della durata di 1 o 2 ore, sono state proposte situazioni sperimentali che producevano domande descrittive, giochi di ruolo interpretativi, l'immaginazione di scenari microscopici e la drammatizzazione delle esperienze osservate. La situazione principale proposta è stata quella relativa all'interazione tra oggetti caricati per strofinio e contatto e pezzetti di carta neutri [3]. Nei disegni dei diversi oggetti coinvolti prima e durante l'interazione è stato possibile identificare per la scuola media 3 categorie principali: a) schizzo della situazione; b) stato del sistema prima/dopo; c) osservatore dentro e fuori gli oggetti. Nella categoria b sono presenti diversi modelli: b1) il sistema cambia di stato; b2) gli elementi che compongono il sistema cambiano di stato, a sua volta suddiviso in b2a) cambio di struttura, posizione... e b2b) ogni elemento ha un suo stato che cambia. Le categorie b1 e b2a comprendono ciascuna circa 1/3 degli studenti, mentre i rimanenti si dispongono nelle altre. Nella scuola primaria, 4/5 dei bambini di seconda e metà di quelli di terza si trovano nella categoria a, mentre poco meno di un terzo dei bambini di terza si collocano nella categoria b1. I modelli emersi, coerenti benché elementari, ricalcano le alternative interpretative dominanti nel campo della

fisica: proprietà strutturali, di stato, dei sistemi organizzati. Sulla base della capacità interpretativa emersa in questa fase, nei laboratori del 2007 è stata proposta un'attività mirata alla costruzione del concetto di carica come elemento interno agli oggetti, che si conserva ed è mobile.

### 3 CLOE: Fenomeni termici

Il percorso esplorativo viene svolto con schede articolate sui seguenti punti: valutazione delle condizioni termiche degli oggetti di uno scenario; misura della temperatura della mano con il termocrono (sensore di temperatura realizzato dalla URDF) e concetto di temperatura; interazione termica di due masse d'acqua ed equilibrio termico; interazione termica tra una certa massa d'acqua e l'ambiente; riscaldamento di masse d'acqua diverse; cambiamento dello stato termico dei corpi con processi diversi. Queste 6 parti sono suddivise complessivamente in altri 71 *microsteps* concettuali. Si tratta di vedere in che misura i concetti emersi nelle rappresentazioni alternative e di senso comune possano essere trasformati in strutture interpretative organiche dagli studenti. Nel nostro percorso si è cercato di prendere il riscaldamento come processo di riferimento, osservando quali modi di vedere ci potessero essere da parte degli studenti. Nell'analisi dei risultati si è constatato un aumento della precisione e del dettaglio. Ogni attività ha permesso di registrare un guadagno progressivo nella competenza di previsione del grafico di un fenomeno e una sicurezza di lettura del fenomeno dal grafico. È ben noto dalla letteratura che il calore spesso viene attribuito ai corpi e non viene collegato a differenze di temperature, non viene collegato ad un processo temporale. Affrontando proprio i transienti con le misure on-line si è riusciti a richiamare l'attenzione alla presenza di un salto termico, motore di uno scambio energetico.

### 4 CLOE: Fenomeni elettromagnetici

Nel campo dei fenomeni elettromagnetici si è sperimentato un mediatore iconografico e rappresentativo basato sul ruolo delle linee di campo magnetico per favorire il riconoscimento della Forza di Lorentz finalizzato poi alla comprensione dell'induzione. Il percorso esplorativo viene svolto con schede studente articolate come segue: il magnete incontra gli altri materiali; la reciprocità; esplorazione dello spazio intorno al magnete; la struttura delle linee di orientazione; magneti allineati; le linee di orientazione di tanti magneti; lo spazio intorno ad una corrente elettrica: un filo di corrente, un filo curvo, una spira, un solenoide; interazione di un solenoide con un magnete; un filo di corrente e un magnete: la Forza di Lorentz. Ogni sezione è suddivisa in microstep concettuali basati su cicli SPPEA (Situazione, Pianificazione di una attività, Previsione, Esperimento, Analisi del risultato). Dall'analisi dei risultati della sperimentazione è emerso innanzitutto che la familiarità con le interazioni magnetiche produce analogie efficaci all'identificazione di sistemi con lo stesso comportamento. Inoltre la necessità di imparare la specificità delle interazioni magnetiche prima di quelle elettromagnetiche nasce dalla consapevolezza dell'esigenza di un esploratore delle proprietà dello spazio. La rappresentazione in termini di linee di campo, inoltre, è un utile angolo di attacco per superare le interpretazioni locali ed animistiche delle interazioni, per costruire ragionamenti in termini di campo, per la ricostruzione concettuale della fenomenologia ed è efficace quando ha un ruolo nella sovrapposizione di campi e nell'interazione tra corrente e magnete.

#### Referenze

- 1) A. M. Ajello, L'apprendimento informale, UeS, 1R/04, 13-15 (2004)
- 2) M. Michelini, Educazione informale e apprendimento scientifico in L'educazione scientifica nel raccordo territorio/università a Udine (ed. FORUM, Udine, 2004), 227-231.
- 3) M. Michelini, A. Mossenta, Role play as a strategy to discuss spontaneous interpreting models of electric properties of matter: an informal education model, in Proc. of Girep 2006 Conference, Amsterdam, in stampa.

# IL LABORATORIO DI SPETTROSCOPIA STELLARE

→ Davide Cenadelli<sup>(a)</sup>, Mauro Zeni<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Istituto di Fisica Generale Applicata – Università degli Studi di Milano, via Brera 28, 20121 Milano

<sup>(b)</sup> Liceo Ginnasio "G. Parini", via Goito 4, 20121 Milano

## Sommario

Viene presentato il laboratorio di spettroscopia stellare realizzato grazie a una collaborazione tra l'Università di Milano e il Liceo Parini. Vengono discussi i contenuti e le implicazioni didattiche del laboratorio.

## 1 Il laboratorio di spettroscopia stellare

Il laboratorio di spettroscopia stellare è stato realizzato congiuntamente dall'Istituto di Fisica Generale Applicata dell'Università degli Studi di Milano e dal Liceo Ginnasio "G. Parini" di Milano. Esso è stato pensato come exemplum di collaborazione tra il mondo accademico e il mondo della scuola superiore. Si tratta infatti di un laboratorio che presenta argomenti, quali la meccanica quantistica e la spettroscopia stellare, più propriamente appartenenti al curriculum universitario ma spesso trattati in maniera superficiale, e non di rado insoddisfacente, nell'ambito degli ultimi due anni delle scuole superiori. Attualmente è il corso la quarta edizione del laboratorio, tenutosi ogni anno scolastico a partire dal 2004-05.

L'occasione che ha portato alla nascita del laboratorio è stata la ristrutturazione della cupola storica del Liceo Parini, che è stata dotata di strumentazione moderna: un telescopio Schmidt-Cassegrain Celestron di apertura 280 mm e rapporto focale f/10, una camera CCD Sbig ST-7XE e uno spettrografo Sbig SGS.

Il corso di laboratorio è stato strutturato in una parte teorica e una osservativa. Nel corso della prima, costituita di una decina di lezioni, sono stati affrontati i seguenti argomenti:

Introduzione alla spettroscopia: spettri continui e a righe, il corpo nero;

Fisica atomica: l'atomo di Bohr, dualismo onda-particella, diffrazione degli elettroni, introduzione alla meccanica quantistica;

Spettroscopia stellare: spettri stellari, classificazioni spettrali, interpretazione degli spettri alla luce della teoria dell'atomo, equazione di Saha-Fowler.

Osserviamo in particolare come gli aspetti più teorici dei punti 2) e 3) siano stati affrontati in maniera introduttiva e semiquantitativa, senza che questo precludesse il fatto di illustrare e spiegare il significato di importanti risultati nel campo della spettroscopia stellare come l'equazione di Saha-Fowler, valida per i gas atmosferici stellari in condizioni di equilibrio termodinamico locale (Saha, 1920; Fowler, 1923):

$$\log\left(\frac{x^2}{1-x^2} P_e\right) = -\frac{U}{KT} + \frac{5}{2} \log T + \log \frac{(2\pi m)^{3/2} K^{5/2}}{h^3} - \log b(T) \quad (1)$$

$x$  = grado di ionizzazione del gas = n.ro atomi ionizzati / n.ro atomi totale

$P_e$  = pressione elettronica

$U$  = potenziale di ionizzazione

$K$  = costante di Boltzmann

$T$  = temperatura assoluta

$m$  = massa dell'elettrone

$h$  = costante di Planck

$b(T)$  = funzione di partizione

La parte osservativa è consistita nella ripresa di un certo numero di spettri stellari e nella loro classificazione secondo lo schema di Harvard (Hearshaw, 1986, pp. 104-142). In fig. 1 possiamo vedere una classificazione spettrale fatta dagli studenti utilizzando spettri da loro ripresi. Il laboratorio è stato ulteriormente espanso a un corso più avanzato mirante alla misura delle larghezze equivalenti di alcune righe e delle temperature superficiali delle stelle (Cenadelli, Zeni, 2008).

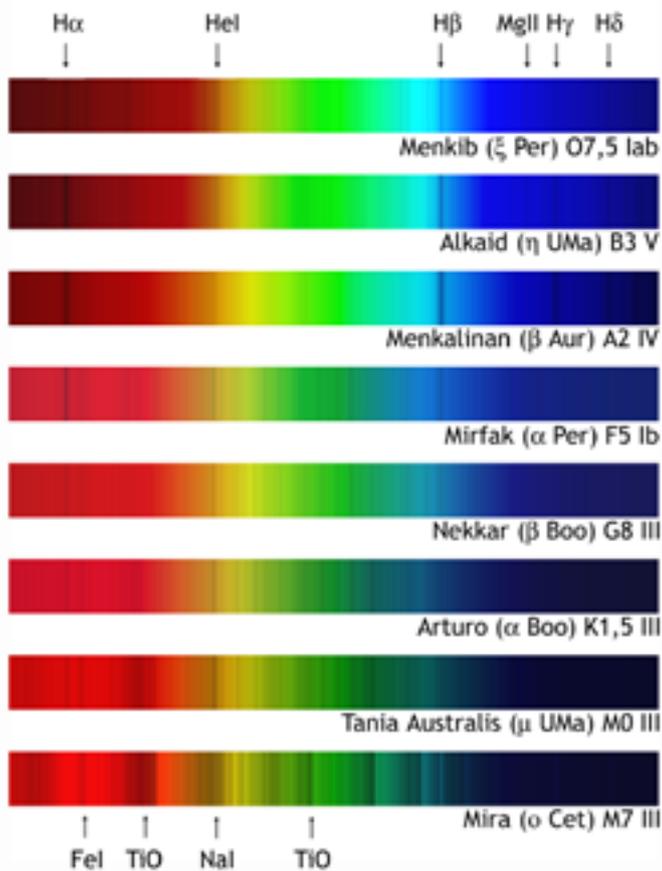


Figura 1: La sequenza spettrale di Harvard. Sotto ogni spettro sono riportati il nome della stella, il suo tipo spettrale e la classe di luminosità. Sono indicate le principali righe e bande visibili.

## 2 Considerazioni didattiche

Il laboratorio ha registrato una buona partecipazione in termini numerici e di continuità. Gli allievi sono stati in grado di seguire per intero il percorso didattico proposto, sia nell'articolazione temporale che nei contenuti. La mancanza di una piena formalizzazione matematica dei contenuti non è stata ostacolo alla comprensione, anzi l'associazione dei contenuti teorici con l'attività sperimentale ha veicolato l'apprendimento dei primi e ha velocizzato l'acquisizione delle competenze operative sperimentali.

La valutazione dei risultati didattici è stata ricavata osservando la capacità sperimentale e di interpretazione dei dati acquisiti esibita dagli studenti, ed il risultato emerso è stato assolutamente positivo. Molti studenti che hanno seguito il laboratorio di spettroscopia stellare hanno poi orientato le proprie scelte universitarie verso facoltà scientifiche. Per esempio, su 20 studenti del Liceo Parini che hanno frequentato il laboratorio nei primi due anni 3 hanno scelto la facoltà di fisica e altri si sono orientati su ingegneria, matematica oppure filosofia con interesse per l'epistemologia della scienza. Pur essendo la statistica ancora piccola le percentuali sono interessanti; coerentemente il laboratorio di spettroscopia stellare è stato inserito nel Progetto Lauree Scientifiche quando quest'ultimo è stato avviato.

In conclusione, il laboratorio astrofisico costituisce un esempio di una modalità originale di insegnamento della fisica e definisce il modello di una nuova pratica didattica. Tale pratica, oltre a valorizzare la professionalità e le competenze del personale docente coinvolto, si è dimostrata efficace sia nella comunicazione di contenuti di livello "alto" a studenti di scuola secondaria superiore sia nelle ricadute sulle scelte universitarie degli stessi.

### Referenze

- 1) D. Cenadelli, M. Zeni. Eur. J. Phys. 29, 113 (2008)
- 2) R.H. Fowler, Phyl. Mag. 45, 1 (1923)
- 3) J.B. Hearnshaw, The analysis of starlight: one hundred and fifty years of astronomical spectroscopy (Cambridge University Press, Cambridge, 1986).
- 4) M.N. Saha, Phyl. Mag. 40, 472 (1920)

## «LE RUOTE QUADRATE», UN CARRO DI TESPI DEI NOSTRI GIORNI

→ **Pietro Cerreta**

Associazione ScienzaViva – I.I.S. “A.M. Maffucci” – Calitri (Av)

### Sommario

Un gruppo di insegnanti di Calitri, piccolo paese in provincia di Avellino, ed alcuni loro amici artigiani realizzano cinquanta exhibit scientifici interattivi ispirandosi ai *Cookbooks* dell'Exploratorium. La collezione prende il nome di «Le ruote quadrate», da uno degli exhibit più apprezzato dal pubblico e gira in lungo e in largo l'Italia, come su un *Carro di Tespi*, richiesta da Scuole, Università e Musei.

### 1 Un'alleanza tra insegnanti e artigiani

«Le ruote quadrate» è una mostra scientifica interattiva e itinerante costituita da circa 50 exhibit ispirati all'Exploratorium di San Francisco, che occupano 400 metri quadrati espositivi. Essa è organizzata da uno staff progettuale e didattico costituito da cinque insegnanti. Una squadra di circa dieci giovani collaboratori, tra montatori e allestitori, la trasporta su un Tir da un capo all'altro dell'Italia.



Figura 1: Le ruote quadrate

La sua natura girovaga, che la porta ogni volta in una nuova città, la fa somigliare al famoso Carro di Tespi, con la differenza che quello metteva in piazza rappresentazioni teatrali e questa, invece, offre al pubblico «spettacoli» scientifici.

A gestirne l'itinerario è ScienzaViva, un'Associazione no-profit per la diffusione della cultura scientifica. La realizzazione degli exhibit, però, è merito di molte altre persone: insegnanti, artigiani e studenti di Calitri, un piccolo paese in provincia di Avellino.

Quando la mostra viene allestita in una data città, sono gli studenti locali a fungere da explainer. Essi apprendono il funzionamento degli exhibit dai loro coetanei delle Scuole di Calitri che hanno precedentemente seguito un corso di preparazione. Il modello di comunicazione tra gli studenti è elementare ma efficace: dirsi amichevolmente cosa c'è da vedere e da toccare, cosa accade e perché. Esso traduce in atto uno dei motti di Frank Oppenheimer, il fondatore dell'Exploratorium: «Se vuoi imparare qualcosa, sforzati di spiegarla ad un altro», saggezza antica che Seneca enunciava così: «Homines, dum docent, discunt».

Sono trascorsi quasi quindici anni dalla costruzione dei primi exhibit e sette anni da quando è nata ScienzaViva. La convergenza di persone di varia estrazione culturale intorno ai valori fondamentali della comunicazione scientifica ha fatto sì che ScienzaViva acquisisse i requisiti indispensabili per farsi strada in questo settore: la produttività delle idee e l'agilità della gestione. Essa ha assunto l'aspetto di un movimento *grassroots* perché si nutre dal basso, come l'erba di un prato, attraverso i rapporti interpersonali, non potendo godere dell'appoggio dall'alto di potenti enti di ricerca e del sostegno finanziario di grandi sponsor.

Tuttavia, ha punti di forza ben precisi: il rapporto stabile con l'Istituto d'Istruzione Superiore “A.M. Maffucci” e

quello con il Comune di Calitri. Quel che conta di più, però, è la sua confidenza con gli artigiani di Calitri, che sono i suoi *tesori viventi*. Ugualmente importante per la sua esistenza è il co-finanziamento che riceve dal MUR a sostegno del Progetto «Scienza Interattiva», dal quale dipartono le sue azioni strategiche. Questo contributo finanziario, meritato sul campo per le decine di manifestazioni culturali realizzate in ogni dove, viene considerato dai protagonisti una vera e propria conquista perché dà la prova, anno dopo anno, della qualità dei risultati ottenuti.



Figura 2: Costruzione artigianale di un exhibit

ScienzaViva è, insomma, un fenomeno che non ha uguali in Italia, tenuto conto della modestia dei suoi mezzi e dei prestigiosi riconoscimenti che riesce a raccogliere. Un esempio di essi è l'invito ricevuto nel settembre 2006 dal Ministero della Pubblica Istruzione a partecipare alla cerimonia di inizio dell'anno scolastico al Quirinale, alla presenza del Presidente della Repubblica e delle altre autorità dello Stato.

## 2 Un esempio «brillante» di uso delle risorse

Credo che questa singolare esperienza possa fornire indicazioni utili a chi si muove nel panorama italiano della comunicazione della scienza. Me ne sono convinto mano a mano che autorevoli osservatori stranieri ne hanno valutato la portata.

Paul Doherty, direttore dell'Exploratorium Teacher Institute di San Francisco la descrive così: «Dopo aver visitato decine di science center in tutto il mondo, ritengo che ScienzaViva sia l'esempio brillante di quante cose si possano apprendere in un piccolo museo con pochi fondi. Credo che le esperienze d'apprendimento creative ed eccitanti prodotte da ScienzaViva per ogni Euro investito siano maggiori di ogni altro museo sulla terra».

ScienzaViva non porta in giro per l'Italia solo exhibit, ma anche Workshop Creativi per la costruzione di exhibit. Poi organizza periodicamente una Scuola Estiva per docenti nel suo nuovo laboratorio tecnologico di Calitri, per invogliarli ad adottare l'approccio costruttivo ed esperienziale.

Il titolo della Scuola svolta nello scorso agosto è stato «Senza esperimenti non si insegna scienza».

Un'affermazione molto impegnativa mirante a sottolineare che l'esperienza viene prima di tutto, ma che non intende ridurre la scienza a puro empirismo. Oltre all'*hands-on*, se ne è convinti, c'è anche il *minds-on*, la costruzione teorica della scienza.

Il modello dell'ape, suggerito da Francesco Bacone, esemplifica bene l'atteggiamento di ScienzaViva. Vediamolo. La formica *empirista* si affatica a raccogliere i chicchi di grano, ma non crea altro. Il ragno *razionalista* costruisce la tela facendone uscire il filo esclusivamente dalla sua bocca. L'ape, come lo scienziato vero, deve prima andare da fiore e fiore per produrre il miele.



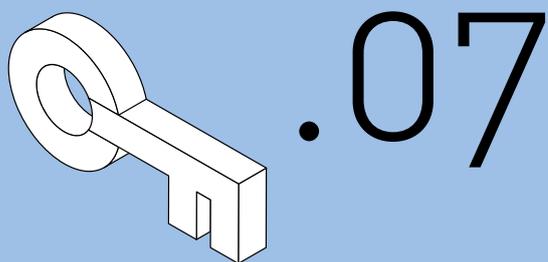
Figura 3: Prototipo di exhibit realizzato da docenti durante un workshop creativo

### Referenze

- 1) P.Doherty, D.Rathjen, Exploratorium Teacher Institute, Gli esperimenti dell'Exploratorium (Exploratorium Science Snackbook), a cura di Pietro Cerreta, Zanichelli, Bologna (1996)
- 2) P.Cerreta, Why I decided not to build a science center, in ASTC Newsletter, March/April (1997)
- 3) P. Cerreta, A. Maffucci, C.L. Toglia, Scienza Viva e Interattiva, Tip. Pannisco Calitri ( 2004)
- 4) P. Cerreta, "Putting the phenomena of nature in the hands of children", in M. Michelini, S. Pugliese Jona (eds.), Physics Teaching and Learning, Forum, Udine ( 2005) p.195-201
- 5) P.Cerreta, "La pedagogia non convenzionale di Frank Oppenheimer, fondatore dell'Exploratorium, può tornare utile al Piano ISS?", in La Fisica nella Scuola, Atti del XLV Congresso Nazionale AIF, Latina (2006) p. 148-157

## SESSIONE TRE

Grandi Progetti della comunicazione scientifica.



# LABORATORI DI MATEMATICA IN CLASSE. L'ESPERIENZA DEL PROGETTO "LAUREE SCIENTIFICHE" A TRIESTE

→ Emilia Mezzetti

Dipartimento di Matematica e Informatica & CIRI, Università degli Studi di Trieste,  
Via Valerio 12/1, 34127 Trieste

## Sommario

Nell'ambito del Progetto Lauree Scientifiche "Orientamento e formazione degli insegnanti – Matematica", l'Unità operativa di Trieste, composta da 18 docenti universitari e 40 insegnanti di scuola secondaria, ha progettato e realizzato, nelle scuole del Friuli Venezia Giulia e dell'Istria, 13 laboratori di matematica. Si descrivono le finalità e le strategie usate e si fa un breve bilancio del lavoro svolto.

### 1 Il Progetto "Lauree scientifiche"

Il Progetto biennale Lauree Scientifiche (PLS), lanciato congiuntamente da MIUR, Confindustria e Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie, si è sviluppato nel biennio accademico 2005-2007<sup>1</sup>, con la finalità di incrementare il numero di iscritti e di laureati ai corsi di laurea in chimica, fisica e matematica. Tra i vari sottoprogetti in cui si è articolato il PLS, vi sono i 4 progetti nazionali "Orientamento (preuniversitario) e formazione degli insegnanti - OFI", per le aree chimica, fisica, matematica, e per l'area trasversale scienza dei materiali. Ciascuno di essi ha una struttura di tipo interuniversitario, con un'università capofila, cui afferisce il coordinatore nazionale, e numerose unità operative, ciascuna con un coordinatore locale. Per l'area matematica il progetto è stato coordinato da Gabriele Anzellotti, dell'Università di Trento, e l'Università di Trieste vi ha partecipato con coordinatore locale Emilia Mezzetti.

### 2 Il sottoprogetto "Orientamento e formazione degli insegnanti – Matematica"

Il Progetto OFI per la Matematica si poneva un duplice obiettivo. Per quanto riguarda gli studenti della scuola secondaria, ci si proponeva di dare loro l'opportunità di conoscere problemi e temi rilevanti della matematica, collegati con le altre discipline e con il mondo delle imprese e delle professioni, nonché di sviluppare conoscenze multidisciplinari e competenze trasversali e strategiche. Inoltre si voleva offrire loro l'opportunità di valutare la propria preparazione, in particolare in matematica, in vista di studi universitari di tipo scientifico e tecnologico e in relazione alle richieste delle imprese. Per quanto riguarda invece gli insegnanti, ci si proponeva di perfezionare le conoscenze disciplinari e interdisciplinari degli insegnanti di matematica, e la loro capacità di interessare e motivare gli allievi. Nello stesso tempo si mirava a migliorare la loro capacità di sostenere gli allievi nel processo di orientamento preuniversitario.

La strategia generale prevedeva di realizzare prioritariamente azioni nelle quali gli studenti fossero attivamente coinvolti, particolare importanza essendo data ai laboratori di matematica, in cui gli studenti si impegnano in lavori individuali e di gruppo, su problemi e argomenti significativi della matematica. Essi trovano così un'effettiva opportunità di conoscere la matematica, nonché di divenire consci dei propri interessi, delle proprie motivazioni e delle proprie possibilità.

Altro principio comune è che le attività devono essere non soltanto realizzate, ma anche progettate e valutate congiuntamente da docenti della scuola e dell'università: la formazione degli insegnanti si attua in modo prioritario in queste azioni sul campo e si completa e si formalizza con seminari, gruppi di studio e conferenze, oltre che, eventualmente, in corsi di perfezionamento attivati dagli atenei.

### 3 L'unità locale di Trieste

Nei laboratori progettati nell'unità operativa di Trieste, ci prefiggevamo dunque di lavorare in stretto contatto con gli insegnanti, stabilendo così una rete di nuove collaborazioni, nella convinzione che solo conoscendosi personalmente si possono superare diffidenze e preconcetti; di coinvolgere nelle attività con le scuole anche docenti universitari impegnati nella ricerca scientifica ma non interessati alla ricerca didattica; infine di documentare adeguatamente il lavoro svolto, in modo da garantire la replicabilità dei laboratori da parte degli interessati.

Nei due anni del progetto, abbiamo progettato e realizzato 13 laboratori, ciascuno sviluppatosi in circa 20 ore. I laboratori sono stati proposti, in orario quasi tutto extra-scolastico, ad un totale di 426 studenti provenienti da 10 istituti scolastici: 8 scuole del Friuli Venezia Giulia e 2 scuole italiane dell'Istria. Nel secondo anno, abbiamo

---

<sup>1</sup> Il progetto è stato recentemente prolungato per ulteriori due anni.

affiancato ai laboratori un Corso di perfezionamento in Didattica della matematica e orientamento universitario, attivato presso la Facoltà di Scienze MFN dell'Ateneo. In più, abbiamo organizzato ogni anno con grande successo la gara di matematica a squadre "Coppa Aurea", seminari, incontri tra i partecipanti ed un workshop sugli sbocchi professionali delle lauree nelle "scienze di base". A rendere possibile tutto ciò hanno lavorato con impegno 18 docenti e ricercatori dell'Università di Trieste e 40 insegnanti.

Seguono alcuni esempi di temi sviluppati nei laboratori, ma rimandiamo ad un libro di prossima pubblicazione<sup>2</sup> per una descrizione completa:

- Curve celebri: la cicloide, la catenaria, la spirale logaritmica, problemi fisici da cui sono nate, le loro equazioni, come si costruiscono (Cabri, Qbasic, Matlab), applicazioni in tecnologia, architettura...
- Somme infinite: le serie numeriche e di potenze, il paradosso di Zenone, le serie di Fourier, compressione di dati, formato MP3,...
- Ordine e caos: i frattali, che cosa sono e come si costruiscono, applicazioni alle scienze della natura,...
- Metodi della matematica attraverso i tempi: come sono nati e come si sono evoluti nei secoli i concetti di area e di volume, lettura dei documenti originali,...

La progettazione dei laboratori, a volte preceduta da uno o due seminari tenuti dagli universitari, ha richiesto dalle 10 alle 20 ore di lavoro, a seconda dei gruppi. Nella fase di realizzazione, si è limitato al massimo il numero di ore frontali di lezione. I ragazzi, tutti volontari e provenienti da più classi, sono stati suddivisi in piccoli gruppi di 4-6 persone, che hanno lavorato il più possibile in autonomia, con la supervisione degli insegnanti e talvolta degli universitari. A completamento del lavoro, in alcuni casi sono state realizzate delle piccole mostre, con i modelli costruiti con materiali poveri per illustrare le nuove idee matematiche di cui ci si era impadroniti.

#### 4 Conclusioni

Il bilancio a fine progetto è senz'altro positivo.

Dai questionari distribuiti a studenti e insegnanti si rileva una generale soddisfazione per il tipo e la qualità delle attività svolte, e traspare il desiderio di fare di più. Ecco alcuni commenti degli studenti: "Complimenti agli insegnanti per le spiegazioni e la pazienza dimostrata, sono rimasto colpito dalla possibilità di riscontrare aspetti e regole matematiche e geometriche negli oggetti più comuni: questa a mio avviso è stata la parte più interessante dell'intera attività." "Assolutamente positivo l'incoraggiamento a partecipare diretto dagli insegnanti agli studenti..." "L'attività è stata interessante, purtroppo l'ansia dei compiti del giorno dopo a volte la rovinava. Sarebbe stato meglio farla in un periodo non scolastico." "... gli argomenti erano interessanti, nel senso che si sono potuti vedere alcuni aspetti "insoliti" della matematica, ignorati quotidianamente."

Abbiamo incontrato insegnanti preparati e con molta voglia di sperimentare cose nuove, che sembravano non aspettar altro che un'occasione come quella che si è presentata loro. Con alcuni di loro si è instaurato un rapporto di amicizia ed un dialogo che sta già creando le occasioni per nuove sperimentazioni didattiche. Un aspetto importante è quello di dare un riconoscimento adeguato agli insegnanti partecipanti: oltre che con la retribuzione, l'impegno profuso è stato loro riconosciuto con l'attribuzione di CFU (Crediti Formativi Universitari), spendibili in eventuali corsi di Master o di Dottorato, in cui essi potranno far valere le competenze acquisite nella progettazione, realizzazione e valutazione dei laboratori. Un segnale positivo è stato l'impegno anche economico da parte di alcune delle scuole, segno di attenzione verso un progetto impegnativo.

Non ci nascondiamo che vi sono state anche delle difficoltà. Ne citiamo una sola: anche se il Friuli Venezia Giulia è una Regione piccola, forse il problema maggiore è stato quello degli spostamenti, faticosi sia per gli universitari sia per gli insegnanti. Nell'ottica di proseguire l'esperienza dei laboratori, una possibilità, che abbiamo iniziato ad esplorare, è lavorare in videoconferenza.

Dall'inizio del PLS, vi è stato un notevole aumento di iscritti al Corso di Laurea in Matematica in quasi tutte le sedi italiane<sup>3</sup>: merito del PLS? Difficile dirlo, perché in contemporanea vi sono state altre iniziative (fiere, mostre, programmi televisivi, ecc.): a noi piace crederlo.

---

<sup>2</sup> Presso EUT – Edizioni Università di Trieste.

<sup>3</sup> L'aumento medio nell'ultimo anno, riportato dall'Ufficio di Statistica del MUR, è del 26,9%.

# PROGETTO LAUREE SCIENTIFICHE-FISICA. DUE ANNI DI SPERIMENTAZIONE

→ **Josette Immé**

Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Catania, Via S.Sofia 64, Catania  
INFN sezione di Catania, via S.Sofia 64, Catania

## Sommario

Il progetto Lauree Scientifiche, promosso nel 2005 da MUR-MPI, Conferenza nazionale Presidi Facoltà di Scienze e Confindustria, conclude il secondo anno di sperimentazione. Esso si è rivelato un'efficace strategia per porre rimedi concreti al trend negativo delle vocazioni scientifiche giovanili.

In particolare all'interno del progetto "Orientamento e formazione insegnanti-Fisica" è stata avviata a livello nazionale un'azione coordinata di sperimentazione e diffusione di modelli innovativi di azioni congiunte università-scuola allo scopo di dare ai giovani una corretta percezione della fisica, della sua ricchezza culturale come strumento per il pensiero scientifico e per il progresso tecnologico, anche al fine di sviluppare le vocazioni per gli studi scientifici e per la Fisica in particolare. Il progetto ha valorizzato il ruolo importante del "Laboratorio" come luogo e strumento attraverso cui si attua l'orientamento formativo degli studenti, che contemporaneamente contribuisce all'aggiornamento degli insegnanti di Fisica, migliorando la loro capacità di interessare e motivare gli allievi nel processo di orientamento.

## 1 Introduzione

Il progetto nasce dalla collaborazione tra Conferenza nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze, Confindustria e MIUR, con l'obiettivo di trovare soluzioni alla cosiddetta crisi delle vocazioni scientifiche giovanili e al clima culturale che evolve verso una crescente diffidenza nella scienza. Gli obiettivi specifici del progetto, così come richiesto dal DM5/8/04, sono:

1. incrementare il numero di immatricolati ai CdL afferenti alle classi 21 (Chimica), 25 (Fisica), 32 (Matematica), mantenendo un alto standard di qualità degli studenti;
2. incrementare il numero di laureati delle classi suddette e potenziare il loro inserimento nel mercato del lavoro.

In particolare il progetto Lauree Scientifiche "Orientamento e Formazione Insegnanti (OFI)-Fisica", coordinato dalla sede di Catania, si articola in 32 sottoprogetti locali attivati presso altrettante sedi universitarie.

Nei sottoprogetti locali sono state avviate numerose attività con gli obiettivi di

- Coinvolgere gli studenti in attività sperimentali di laboratorio, inteso come luogo e metodo di apprendimento, strumento didattico per l'acquisizione di competenze, in particolare in Fisica.
  - Fornire agli studenti della scuola media superiore un'informazione chiara e stimolante sulla Fisica e sul mestiere del Fisico.
  - Perfezionare le conoscenze disciplinari e interdisciplinari degli insegnanti di Fisica (non sempre laureati in Fisica) della scuola secondaria superiore e migliorare la loro capacità di interessare e motivare gli allievi nel processo di orientamento pre-universitario.
- Realizzare materiali e strumenti per la didattica e la divulgazione della fisica.  
Individuare stimoli idonei a fare emergere i talenti e offrire ai più motivati e capaci opportunità di coltivare i propri interessi
- Promuovere la Fisica presso il grande pubblico attraverso iniziative locali.

Alla realizzazione delle diverse iniziative hanno partecipato in vario modo, dimostrando particolare interesse al progetto: AIF, INAF, INFN, CNR-INFN, SIF.

## 2 Analisi di contesto: Come i giovani percepiscono la Fisica.

Per affrontare il problema delle crisi vocazionali verso la Fisica, è stata condotta inizialmente un'indagine sulle motivazioni che possono determinare il calo di interesse giovanile verso il sapere scientifico.

Sono stati opportunamente selezionati studenti fra coloro comunque predisposti verso le materie scientifiche, per individuare i possibili modi per un orientamento efficace.

È stato sottoposto un questionario agli studenti partecipanti alle prove regionali delle Olimpiadi di Fisica organizzate dall'AIF (10/02/06 e 9/02/2007).

Sono stati analizzati circa 2000 questionari provenienti da 30 poli, omogeneamente distribuiti sul territorio nazionale. I partecipanti sono prevalentemente maschi (81%) e provenienti dal liceo scientifico (91%).

Fra le varie domande, le risposte al quesito su come i ragazzi si interessano alle questioni scientifiche (Fig.1) sembrano mostrare che i ragazzi si interessano prevalentemente a livello personale a questi temi attraverso la scelta di programmi televisivi o siti internet o la lettura di riviste scientifico-divulgative. Il canale delle conferenze scientifiche non sembra riscuotere molto successo, ma questo potrebbe essere dovuto ad una mancanza di coinvolgimento da parte dei propri insegnanti.

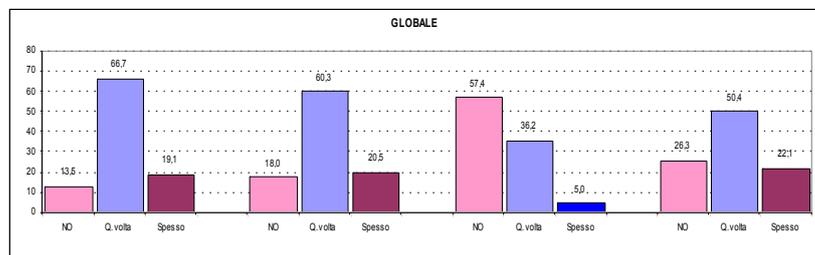


Figura 1 "Ti capita di interessarti a questioni scientifiche attraverso..."

Se consideriamo le risposte relative alla scelta del percorso universitario (Fig.2), vediamo che la propensione per l'iscrizione al corso di laurea in Fisica è uniformemente bassa. Su un campione di studenti particolarmente motivati verso le discipline scientifiche, che hanno sicuramente delle ottime conoscenze della disciplina, rispondono, nel 45% dei casi, con un "no" senza dubbi alla possibilità di iscrizione ad un CdL in Fisica e con solo il 14% di risposte affermative. Il 40% degli intervistati è ancora indeciso sulla scelta.

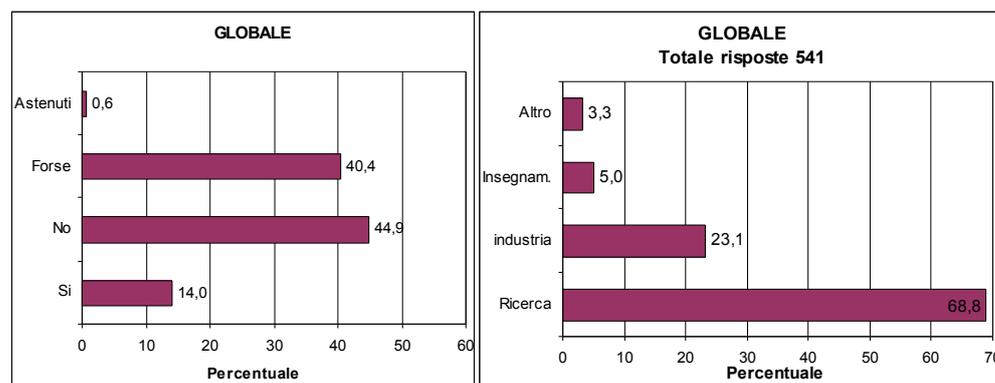


Figura 2 "Pensi di iscriverti a Fisica?" Figura 3 "aspettative lavorative"

I pochi ragazzi intenzionati ad iscriversi a Fisica sono spinti (Fig.3) per due terzi dal desiderio di fare ricerca, mentre sono poco attratti dall'insegnamento, in misura del 5%. Uno sbocco in ambito industriale è ancora troppo poco percepito e prevalentemente nelle sedi che hanno nel territorio un chiaro comparto industriale. Interessanti inoltre le risposte alla domanda sui motivi per cui non viene scelta Fisica come percorso universitario (o si è ancora indecisi) (Fig.4). Anche se altri interessi culturali sembrano costituire la motivazione più forte, i timori espressi dagli studenti sono prevalentemente legati alla difficoltà di trovare lavoro, mentre poco peso hanno le motivazioni legate alla difficoltà degli studi ed a ritenere la fisica troppo astratta.

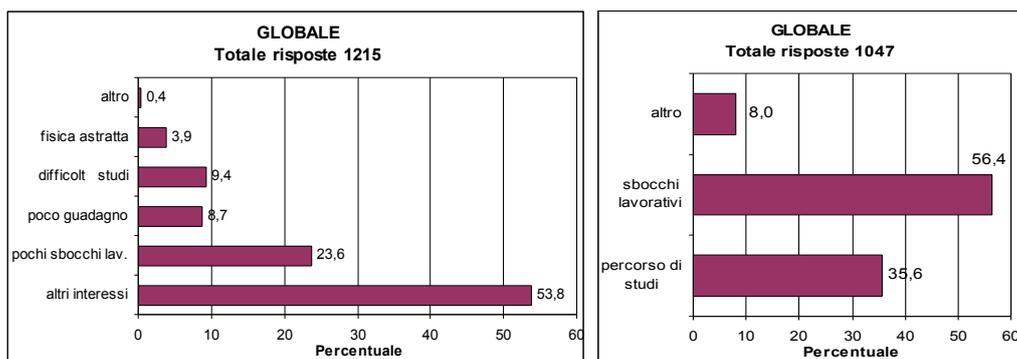


Figura 4 "perché sei ancora indeciso?" Figura 5 "informazioni mancanti"

Riguardo le informazioni che gli studenti vorrebbero avere sui corsi di laurea scientifici (Fig.5), la curiosità è centrata più sulle prospettive lavorative che sulla organizzazione didattica. Infine le risposte alla domanda su come potrebbero essere incentivate le iscrizioni a Fisica sono forse le più utili per aiutarci a comprendere da dove nasca la disaffezione dei giovani per le materie scientifiche, in particolare per la Fisica.

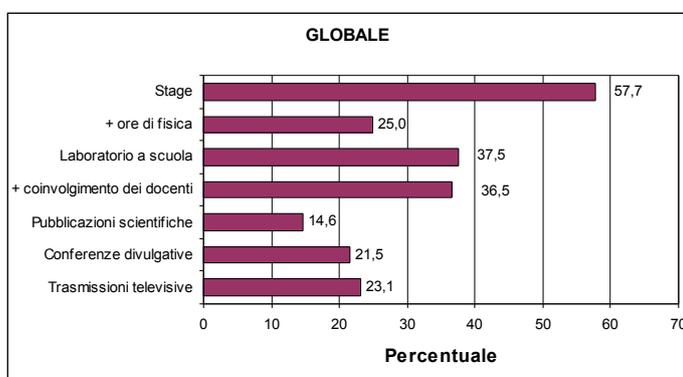


Figura 6 "Come credi che potrebbero incentiversi le iscrizioni a Fisica?"

Dalla figura 6, il desiderio più sentito sembra essere quello di un insegnamento della disciplina che curi di più l'aspetto pratico-sperimentale con un maggior coinvolgimento in attività di laboratorio. Grande curiosità ed interesse desta il mondo della ricerca visto che una grande percentuale di studenti opta per una conoscenza diretta, attraverso gli stages, delle attività di ricerca. Scarso successo riscuotono invece le tradizionali forme di divulgazione attraverso conferenze, trasmissioni televisive o pubblicazioni.

I dati sembrano quindi confermare che per un efficace orientamento formativo, più che informativo, le azioni messe in atto nel progetto Lauree Scientifiche sembrano essere quelle più opportune.

### 3 Strategia attuativa

Gli obiettivi comuni del progetto nazionale sono stati perseguiti attraverso iniziative spesso differenti nei 32 progetti locali, in termini di contenuti, tempi e modalità organizzative. Si sottolinea come sia proprio la diversità di tali iniziative il fatto innovativo del progetto stesso, che prevede il confronto delle diverse iniziative e della loro efficacia e la possibilità di diffonderle sul territorio nazionale.

Allo scopo di raggiungere gli obiettivi comuni, nelle diverse sedi sono state attuate tutte o alcune delle quattro linee d'azione del progetto nazionale:

- 1) "Laboratori di Fisica", con il coinvolgimento diretto degli studenti e dei loro insegnanti, con la realizzazione di materiali per la didattica e la comunicazione della fisica.
- 2) "Autovalutazione", per la individuazione di prerequisiti per un accesso non traumatico ai corsi di laurea scientifici, indicando agli studenti procedure di autovalutazione.
- 3) "Valorizzazione dei talenti", attraverso azioni mirate a far emergere giovani particolarmente dotati e predisposti verso la Fisica.
- 4) Promozione della Fisica, presso il grande pubblico, attraverso iniziative di vario genere, con l'obiettivo di attirare e migliorare la percezione della Fisica, del suo valore culturale oltre che scientifico e tecnologico.

### 3.1 Le attività dei progetti locali

Tutte le sedi si sono impegnate prioritariamente sulla linea d'azione laboratori, in cui gli studenti e i loro insegnanti sono stati personalmente coinvolti in attività sperimentali, presso i laboratori universitari, progettate e valutate congiuntamente da docenti della scuola e dell'università. A conclusione dei laboratori, in molte sedi è stato chiesto agli studenti di produrre un elaborato, o una presentazione in power point, che illustrasse l'attività svolta in laboratorio.

Alcuni esempi di attività sono riportati in altre comunicazioni a questa conferenza.

Il progetto ha sicuramente caratteristiche innovative per quanto riguarda i contenuti e le modalità di lavoro con studenti ed insegnanti, il tipo di rapporti fra i soggetti, l'organizzazione, il livello di documentazione e valutazione.

Gli Istituti scolastici coinvolti sono stati prevalentemente Licei Scientifici, meno i Licei Classici e gli Istituti tecnici Industriali. In alcune sedi sono state coinvolte anche scuole medie inferiori.

## 4 Il gradimento di studenti ed insegnanti

A conclusione delle attività sia del 1° che del 2° anno sono stati sottoposti, nelle varie sedi, questionari sia agli insegnanti che agli studenti che hanno partecipato alle attività del progetto. Complessivamente sono stati raccolti quasi 9000 questionari studenti.

Dai dati globali di 1° e 2° anno, riassunti in Figura 7, è abbastanza evidente l'alto gradimento riscosso dalle varie iniziative. In particolare, alla domanda se valesse la pena di partecipare alle attività il 94% degli studenti risponde positivamente, confermando la validità delle attività proposte come strumento per una migliore comprensione della disciplina e per suscitare un maggior interesse verso la Fisica.

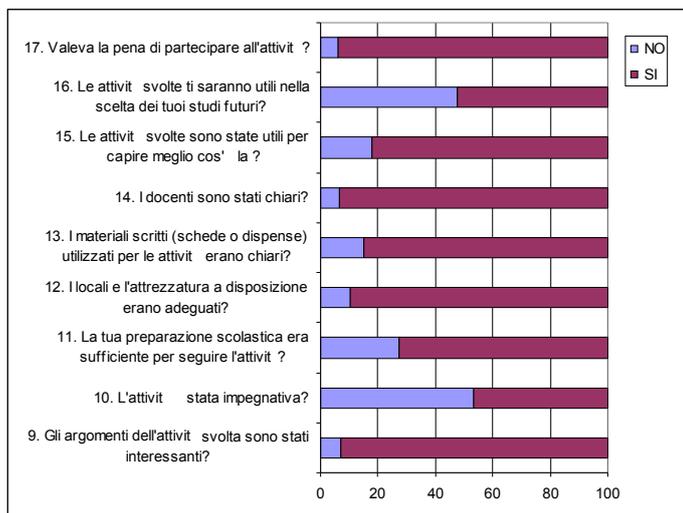


Figura 7 Andamento delle risposte ai questionari sottoposti agli studenti.

In particolare, risulta che le sperimentazioni proposte erano accessibili alla preparazione scolastica dei ragazzi, e che la qualità del materiale didattico impiegato e della prestazione del personale docente è risultata elevata. Particolarmente indicative le risposte degli studenti ad ulteriori quesiti (Fig.8) sugli interessi dei giovani verso la Fisica, che sembrano confermare l'approccio scelto dal progetto (la risposta più gettonata è l'interesse verso l'aspetto sperimentale).

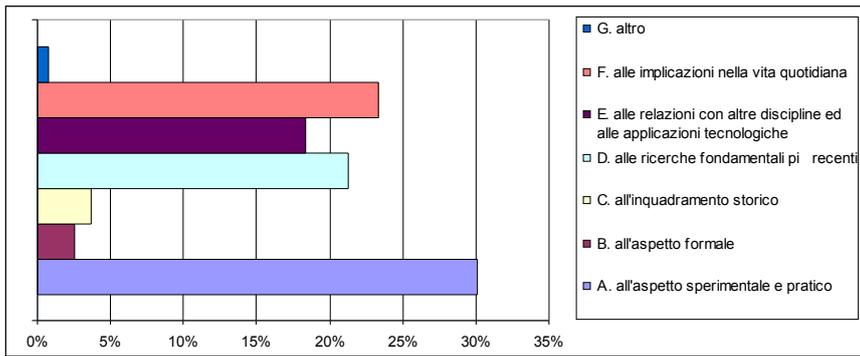


Figura 8 Interessi verso alcuni aspetti della disciplina.

Per quanto riguarda i questionari sottoposti agli insegnanti, una percentuale molto elevata (98%) giudica (Fig.9) molto positivamente le attività del progetto, ritiene costruttiva la collaborazione con i docenti universitari e utile la documentazione disponibile, anche se quasi il 31% dichiara che la partecipazione alle attività è stata molto impegnativa.

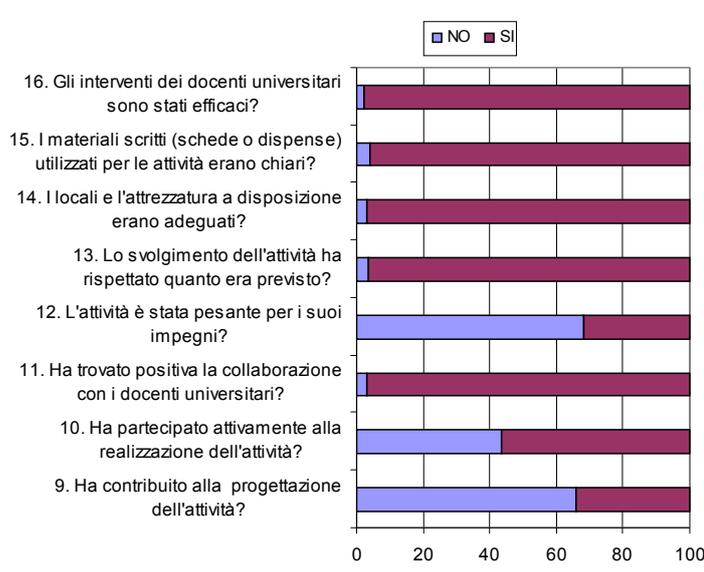


Figura 9 Valutazione delle attività da parte degli insegnanti delle Sc.Sec.

Molto positive sono anche le indicazioni relative alla ricaduta delle attività nella didattica ordinaria e quelle relative all'utilità per gli studenti (Fig. 10). In particolare, a giudizio degli insegnanti, le attività svolte sono state stimolanti per gli studenti ed hanno anche fornito agli insegnanti stessi spunti didattici utili relativamente sia ai contenuti che alle metodologie. Inoltre anche il grado di difficoltà delle sperimentazioni sembra essere stato ben calibrato, visto che i contenuti sono stati giudicati accessibili per le conoscenze degli studenti. La valutazione complessiva degli insegnanti sembra quindi indicare un netto successo delle attività promosse dal progetto nelle sue articolazioni.

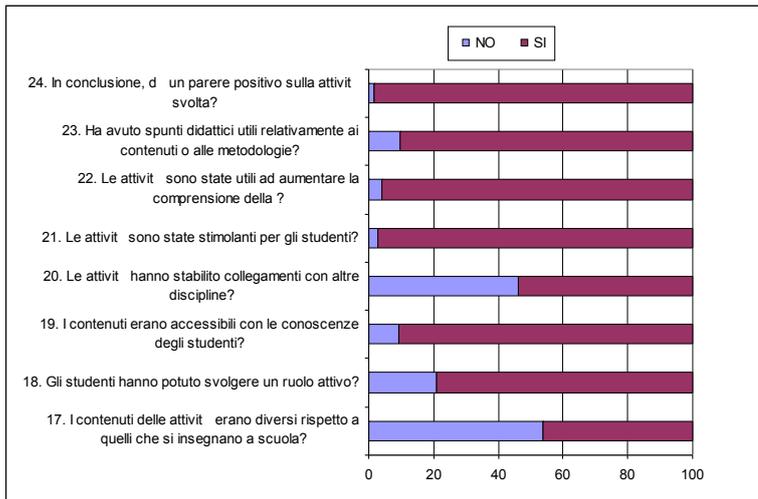


Figura 10 Valutazione della ricaduta didattica dai questionari agli insegnanti

## 5 Conclusioni

A conclusione di due anni delle attività del progetto PLS-FISICA, i risultati sembrano mettere in evidenza un oggettivo successo del progetto, anche in termini di incremento delle immatricolazioni.

Al di là di questo risultato che dovrà essere confermato nei prossimi anni, sicuramente una generale soddisfazione è manifestata dai principali fruitori delle azioni del progetto, attraverso le risposte ai questionari proposti a studenti ed insegnanti, i quali hanno apprezzato sia le tipologie delle attività proposte, sia le modalità attuative adottate che i contenuti disciplinari selezionati.

Un ulteriore elemento di successo risiede nell'aver costituito una rete nazionale di università, scuole, enti, persone, che hanno affrontato costruttivamente e sul campo il rapporto Università-Scuola-Imprese, intessendo, attraverso la realizzazione di attività finalizzate a studenti ed insegnanti, una rete di relazioni sia a livello locale che nazionale, in particolare fra sistema universitario e sistema scolastico.

La realizzazione delle azioni del progetto ha costituito un'esperienza di grande interesse sia a livello locale che nazionale, che ha dato luogo ad un patrimonio di esperienze che è auspicabile vada ulteriormente rafforzato.

## 6 Ringraziamenti

Si ringraziano tutti i coordinatori dei progetti locali, i docenti universitari e delle scuole, ricercatori degli enti e quanti hanno partecipato con grande interesse ed entusiasmo alle attività del progetto.

# MASTER SULLA INNOVAZIONE DIDATTICA IN FISICA E ORIENTAMENTO (IDIFO) DALLE RICERCHE DI FIS21

→ Marisa Michelini

Dipartimento di Fisica dell'Università di Udine, via delle Scienze 208, Udine  
michelini@fisica.uniud.it

## Sommario

Master IDIFO è uno dei Progetti Lauree Scientifiche (PLS)<sup>1</sup> – Fisica, realizzato dal coordinamento istituzionale delle Unità di Ricerca in Didattica della Fisica<sup>2</sup>, riconosciute da una serie di Progetti di Rilevante di Interesse Nazionale (PRIN). I materiali studiati e messi a punto dall'ultimo di tali PRIN (FIS21) nel campo delle proposte di insegnamento della fisica moderna sono la base di una ricerca sulla formazione degli insegnanti realizzata con il Master IDIFO a cui collaborano 15 Università. Caratteristiche e contenuti del Master IDIFO si propongono come modello di formazione all'Innovazione Didattica.

## 1 Le caratteristiche del Master

La principale risposta dell'Italia al calo di motivazioni agli studi scientifici è stato il Progetto Lauree Scientifiche (PLS), promosso dalle Facoltà di Scienze delle Università Italiane ed organizzato in 3 linee: matematica, fisica e chimica. Nell'ambito del PLS, le Unità di Ricerca in Didattica della Fisica si sono coordinate per la realizzazione di un Master sull'Innovazione Didattica In Fisica e l'Orientamento (IDIFO), mirato alla formazione in servizio degli insegnanti sui temi di fisica moderna, come ricaduta delle ricerche svolte in tale campo e nella formazione degli insegnanti<sup>3</sup>. Il progetto di Master è stato presentato dall'Università di Udine, come iniziativa promossa e sostenuta dalle 15 Università di Fig.1.



### Direttore

Marisa Michelini

### Comitato Scientifico<sup>(\*)</sup> e Responsabili di Sede<sup>(\*)</sup>:

\*Bochicchio Mario (Lecce), \*Gagliardi Marta Paola Francesca e °Levrini Olivia (Bologna), \*°Giliberti Marco Alessandro (Milano), \*°Guidoni Paolo (Napoli), \*Giordano Enrica (Milano-Bicocca), \*°De Ambrosis Anna (Pavia), \*Michelini Marisa e °Santi Lorenzo (Udine e Trieste), \*Mineo Sperandeo Rosa Maria e °Fazio Claudio (Palermo), \*°Rinaudo Giuseppina (Torino), \*°Tarsitani Carlo (Roma1), \*Ottaviani Giampiero e Corni Federico (Modena e Reggio Emilia), °Stella Rosa (Bari), °Corni Federico (Bolzano), °Oss Stefano (Trento)

Fig.1 – Master IDIFO. Le 9 sedi in colore azzurro sono le proponenti e quelle in colore bianco sono le 6 che collaborano e partecipano alle ricerche PRIN mediante le prime. Sito di progetto <http://www.fisica.uniud.it/URDF/laurea/index.htm>  
Piattaforma di e-learning: <http://idifo.fisica.uniud.it>

Il Master IDIFO è stato attivato presso l'Università degli Studi di Udine<sup>4</sup>, con durata biennale da marzo 2006 a giugno 2008 per complessive 600 ore di attività didattiche in presenza e a distanza<sup>5</sup>. Per l'attività a distanza è

<sup>1</sup> Progetto nazionale interuniversitario "lauree scientifiche" (DM prot. n. 262/2004 del 5 agosto)-

"Orientamento e formazione degli insegnanti – fisica".

<sup>2</sup> Per Unità di Ricerca in Didattica della Fisica si intendono in questa sede i gruppi di ricerca in didattica della fisica, che negli ultimi anni hanno avuto progetti approvati e finanziati nell'ambito dei Progetti di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN) e nello specifico del PRIN0406-Fis21.

<sup>3</sup> Michelini M, Quality Development in the Teacher Education and Training, Girep book of selected papers, RT1, Forum, Udine, 2004, p. 127-132 [ISBN: 88-8420-225-6]

<sup>4</sup> L'attivazione è avvenuta a seguito di lettera del MIUR – Ufficio II – prot. 2181 del 20.7.05, che lo ha ammesso al cofinanziamento nell'ambito del PLS.

<sup>5</sup> Le 600 ore di attività prevedono 390 ore di lezione, attività di laboratorio didattico, di progettazione e sperimentazione in classe per almeno 6 ore in ciascuno dei 4 moduli tematici del Master. La tesi finale comporta un impegno di 6 cfu e deve essere comprensiva di sperimentazione didattica in classe.

stata messa a punto una specifica piattaforma, in collaborazione con l'Unità di ricerca in intelligenza artificiale della stessa Università di Udine<sup>6</sup>.

Il finanziamento ottenuto è stato in gran parte devoluto alle 20 borse di iscrizione.

La selezione per l'ammissione al master è stata effettuata per titoli e per esami. Essa è avvenuta in un'unica tornata presso 8 sedi universitarie decise dal Consiglio, anche in relazione alla distribuzione di posti per ogni sede, che teneva conto della numerosità delle domande.

Gli obiettivi formativi del Master sono:

a) formazione degli insegnanti sui temi della fisica moderna ed in particolare fisica quantistica e relativistica, fisica statistica e della materia alla luce delle ricerche didattiche svolte in contesto internazionale dalle 9 Unità di Ricerca in Didattica della Fisica proponenti il presente progetto;

b) approfondimento delle competenze degli insegnanti su aspetti operativi delle strategie didattiche proposte ed in particolare su: esperimenti didattici sui problemi interpretativi cruciali della fisica del '900, tecniche di analisi della fisica della materia, computer modelling, simulazione di fenomeni con moderni sistemi di calcolo per l'interpretazione di processi;

c) innovazione didattica nell'insegnamento della fisica a livello secondario con sperimentazioni di proposte didattiche sui temi della fisica quantistica, relativistica, statistica e della materia;

d) predisposizione e sperimentazione di materiali per la formazione degli insegnanti ed attività didattiche innovative con ragazzi, con modalità blended e quindi in parte in classe ed in parte in rete telematica;

e) messa a punto di proposte di orientamento formativo, basate sul problem solving per l'orientamento (PSO).

Il progetto è strutturato in 4 Aree Formative (generale, caratterizzante, progettuale e situata) articolate in 5 Moduli tematici: A. fisica quantistica (18 cfu); B. relatività ristretta e generale (12 cfu); C. fisica statistica e della materia (15 cfu); D. fisica nucleare, delle particelle e cosmologia (2 cfu); E. orientamento e problem solving come sfida operativa orientante (6 fu).

Le attività del Master comprendono: a) formazione in rete telematica, utilizzando materiali predisposti e valicati a seguito di pubblicazioni di ricerca, con tutor in rete (30 cfu); b) attività sperimentali in laboratorio (4 cfu); c) tre Workshop intensivi in presenza di circa 60 ore all'università di Udine a settembre 2006, marzo e luglio 2007 (6-10 cfu); d) attività progettuali (7 cfu); e) attività di sperimentazione didattica: 4 di almeno 6 ore (7-11 cfu).

Grande spazio è riservato alla discussione di proposte didattiche, all'analisi ed al confronto di scelte su questioni messe in luce dalla ricerca didattica sui vari temi affrontati: viene favorita la riflessione individuale e di gruppo. Il modello formativo prevede per ogni modulo insegnamenti generali di studio e rivisitazione culturale e didattica sui temi del modulo, caratterizzanti e quindi sulla didattica dell'area tematica, progettuali con rielaborazione da parte degli insegnanti corsisti e situata, con attività in classe da parte degli insegnanti corsisti, che attuano percorsi di ricerca-azione per acquisire padronanza e competenza professionale nell'affrontare i temi innovativi. Ciascuna sede proponente contribuisce con specifici insegnamenti e costituisce riferimento per gli iscritti del territorio, di cui ha responsabilità.

La frequenza ad almeno il 70% delle ore previste per le attività didattiche del Master è obbligatoria<sup>7</sup>. La valutazione viene fatta sulla base di 4 project work sui Moduli Didattici A, B, C&D ed E) e la tesi finale (6 CFU) che consisterà in un elaborato scritto sulla sperimentazione effettuata con ragazzi di scuola secondaria. La tesi verrà discussa davanti ad una Commissione designata dal Consiglio del Master. Si prevede che il completamento dell'elaborato finale possa anche avvenire entro il terzo anno. Ciascuno dei 4 project work deve comprendere un'attività di sperimentazione didattica, progettata autonomamente e discussa con gli altri insegnanti in formazione sui temi dei Moduli. Un tutor in rete telematica svolge il ruolo di facilitatore, mentre ogni docente svolge la funzione di tutor disciplinare.

I tre Workshop intensivi in presenza (WS) hanno un valore formativo autonomo, che nello stesso tempo potenzia enormemente la formazione a distanza. La possibilità di eseguire esperimenti significativi e confrontarsi sui risultati e sul loro ruolo, la discussione intorno a seminari di rassegna o analisi comparata di approcci didattici ed il confronto, in tale sede, sia delle proposte formative e didattiche degli insegnamenti, sia dei prodotti dei corsisti, ne fa una palestra di formazione di comunità di professionisti riflessivi di tipo esemplare per la natura particolarmente fertile. Nell'ambito del WS3 le proposte didattiche elaborate dai corsisti sono state sperimentate con studenti di eccellenza di una Scuola Estiva nazionale a cui hanno partecipato 50 ragazzi degli ultimi due anni di scuola secondaria (il 10% dei richiedenti). Questa ultima iniziativa è stata un'esperienza di particolare rilevanza di cui verrà riferito in altra sede.

---

<sup>6</sup> Tale unità di ricerca è coordinata dal prof. Carlo Tasso, Preside della Facoltà di Scienze dell'Università di Udine.

<sup>7</sup> Essa viene controllata con procedure tradizionali per le attività in presenza e con procedure informatiche per le attività a distanza.

# IL PROGETTO EEE: LA SCIENZA NELLE SCUOLE. STATO DELL'ARTE

→ M. Abbrescia<sup>(e)</sup>, S. An<sup>(l)</sup>, A. Badalà<sup>(h)</sup>, R. Baldini Ferrolì<sup>(b, c)</sup>, G. Bencivenni<sup>(c)</sup>, F. Blanco<sup>(h)</sup>, E. Bressan<sup>(b, f)</sup>, A. Chiavassa<sup>(k)</sup>, C. Chiri<sup>(i)</sup>, L. Cifarelli<sup>(f)</sup>, F. Cindolo<sup>(f)</sup>, E. Coccia<sup>(d)</sup>, S. De Pasquale<sup>(j)</sup>, M. D'Incecco<sup>(d)</sup>, F.L. Fabbri<sup>(c)</sup>, V. Frolov<sup>(b, k)</sup>, M. Garbini<sup>(b, f)</sup>, C. Gustavino<sup>(d)</sup>, D. Hatzifotiadou<sup>(f)</sup>, G. Imponente<sup>(b)</sup>, J. Kim<sup>(l)</sup>, P. La Rocca<sup>(h)</sup>, F. Librizzi<sup>(h)</sup>, A. Maggiora<sup>(k)</sup>, H. Menghetti<sup>(f)</sup>, S. Miozzi<sup>(c)</sup>, R. Moro<sup>(b, d)</sup>, M. Panareo<sup>(i)</sup>, G.S. Pappalardo<sup>(h)</sup>, G. Piragino<sup>(k)</sup>, F. Riggi<sup>(h)</sup>, F. Romano<sup>(e)</sup>, G. Sartorelli<sup>(f)</sup>, C. Sbarra<sup>(b, f)</sup>, M. Selvi<sup>(f)</sup>, S. Serci<sup>(g)</sup>, C. Williams<sup>(f)</sup>, A. Zichichi<sup>(a, b, f, l)</sup>, R. Zuyenski<sup>(l)</sup>

<sup>(a)</sup> CERN, Geneva, Switzerland

<sup>(b)</sup> Enrico Fermi Centre, Rome, Italy

<sup>(c)</sup> Laboratori Nazionali di Frascati (LNF), Italy

<sup>(d)</sup> Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), Italy

<sup>(e)</sup> University and INFN, Bari, Italy

<sup>(f)</sup> University and INFN, Bologna, Italy

<sup>(g)</sup> University and INFN, Cagliari, Italy

<sup>(h)</sup> University and INFN, Catania, Italy

<sup>(i)</sup> University and INFN, Lecce, Italy

<sup>(j)</sup> University and INFN, Salerno, Italy

<sup>(k)</sup> University and INFN, Turin, Italy

<sup>(l)</sup> World Laboratory, Geneva, Switzerland

Presentato da : Elisa Bressan

## Sommario

Il Progetto EEE (Extreme Energy Events), ideato e guidato dal Professor A. Zichichi, studia i raggi cosmici di energia estrema, eventi molto rari, ma ricchi di informazioni. La peculiarità del Progetto è di coinvolgere attivamente gli studenti delle Scuole Secondarie Italiane durante la costruzione, la messa in funzione e il mantenimento dei rivelatori installati all'interno delle scuole.

## 1 Il Progetto EEE

Il Progetto EEE, è un esperimento innovativo volto a studiare sciame estesi di raggi cosmici di energia estrema (EAS, Extensive Air Shower), attraverso la rivelazione dei muoni dello sciame prodotto dall'interazione di un cosmico primario con l'atmosfera. Il Progetto EEE prevede l'installazione di rivelatori nelle scuole italiane; l'apparato sperimentale è un telescopio costituito da tre piani di MRPC (Multigap Resistive Plate Chamber), rivelatori simili a quelli ideati ed utilizzati per il Time of Flight (TOF) di Alice ad LHC del CERN.

L'obiettivo del Progetto EEE è la ricerca di coincidenze temporali tra particelle rivelate da telescopi situati nella stessa città e la possibilità di investigare sciame coincidenti rilevati in telescopi distanti.

L'intento educativo del Progetto è di diffondere la cultura scientifica in giovani studenti creando in loro la passione per la Fisica delle Alte Energie: essi sono infatti protagonisti attivi in ogni fase dell'esperimento.

Il Progetto si trova in una fase operativa dal 2003, anno in cui è cominciato il coinvolgimento delle scuole in 7 città pilota (figura 1).

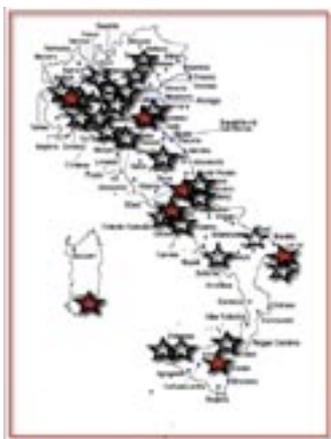


Figura 1: Mappa delle città coinvolte nel Progetto EEE (fino al 2007), le stelline rosse indicano le 7 città pilota; fotografia dell'inaugurazione del telescopio EEE presso L'ITIS Nobili di Reggio Emilia.

## 2 Il telescopio del Progetto EEE

I muoni cosmici sono rivelati da un telescopio di tre MRPC in grado di misurare con grande precisione sia il punto di impatto che l'istante di tempo in cui il muone attraversa il rivelatore. Le MRPC (figura 2) sono formate da 6 gap di gas ottenute intervallando i 2 elettrodi con 5 vetri spaziatore di 300  $\mu\text{m}$ .

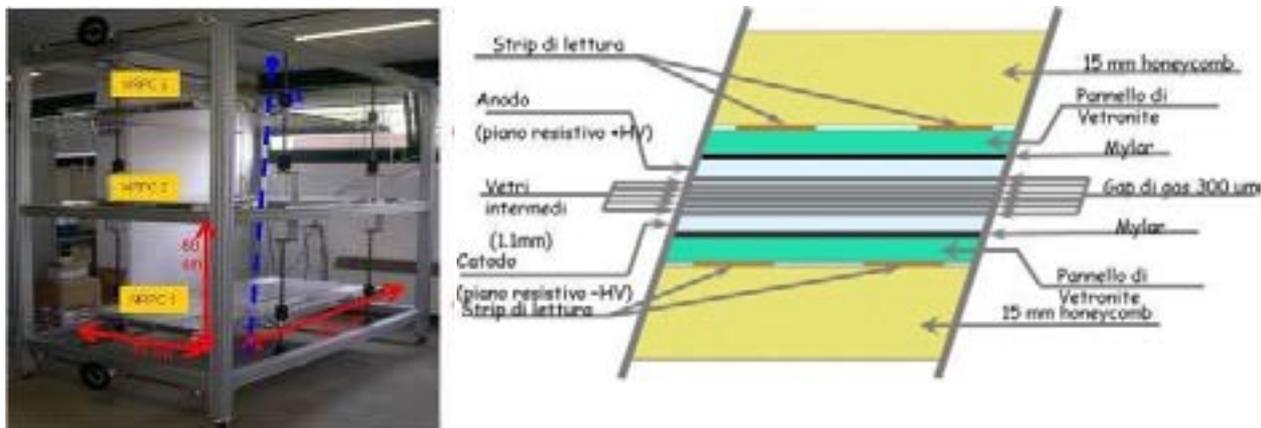


Figura 2: Il telescopio EEE e la struttura interna di una MRPC

Gli elettrodi di lettura sono realizzati segmentando l'area sensibile di ogni piano in 24 strip metalliche longitudinali. Ogni strip è connessa, ad entrambe le sue estremità, con un sistema elettronico di lettura e di acquisizione del segnale. La differenza dei tempi di arrivo dei segnali alle due estremità di ogni strip fornisce la coordinata longitudinale (y) del punto di impatto della particella, mentre l'altra coordinata (x) è ricavata dalla posizione della strip che ha prodotto un segnale. Tramite la misura della posizione dei tre punti d'impatto (uno per piano) è possibile ricostruire la traiettoria della particella incidente. Ogni rivelatore è inoltre sincronizzato tramite un ricevitore GPS. In questo modo i dati raccolti da telescopi distanti potranno essere utilizzati per la ricerca di eventi in coincidenza temporale.

## 2 Lo stato del Progetto EEE

Nel corso del 2005 e del 2006 studenti ed insegnanti delle scuole italiane hanno costruito i loro rivelatori al CERN coadiuvati da personale tecnico e ricercatore. Attualmente sono stati costruiti e testati 72 rivelatori; in seguito alla completa installazione dei primi 24 telescopi nelle città pilota, e non appena saranno disponibili nuovi finanziamenti, la rete di rivelazione sarà ampliata. Prima dell'installazione presso le scuole sono stati effettuati test per misurare l'efficienza di rivelazione delle particelle e la risoluzione spaziale dei rivelatori: tutte le MRPC mostrano un'efficienza superiore al 95 % ad una tensione di 19 kV (figura 3) e la risoluzione spaziale nelle due coordinate x e y è circa  $(0.8 * 1.6) \text{ cm}^2$ .

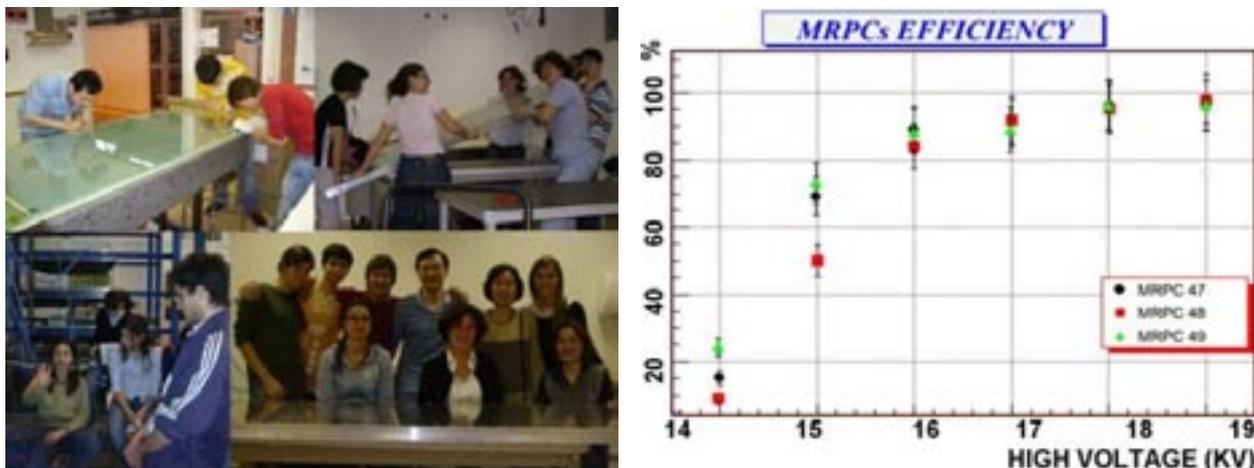


Figura 3: Alcune immagini della costruzione delle camere; Efficienza di tre MRPC che costituiscono il telescopio di una scuola di Bologna.

### 3 Conclusioni

I telescopi EEE saranno installati in almeno 100 scuole italiane per costruire un network di rivelazione di raggi cosmici di energia estrema. La costruzione dei rivelatori è stata completata durante stage al CERN da studenti ed insegnanti coadiuvati da ricercatori del CERN, dell'INFN e del Centro Fermi. Tutte le MRPC testate mostrano risultati conformi a quanto atteso. I primi telescopi sono stati già installati presso le scuole (figura 1) e si stanno analizzando i primi dati raccolti.

#### Referenze

- 1) S. An et al., "Multigap Resistive Plate Chambers for EAS studies in the EEE Project", Nucl. Instrum. Meth. A 581 (2007), 209–212.
- 2) M. Abbrescia et al., "The EEE Project", Proc. of the 30th ICRC.
- 3) A. Zichichi et al, documento di presentazione del progetto  
[http://www.centrofermi.it/eee/eee\\_allegato.pdf](http://www.centrofermi.it/eee/eee_allegato.pdf)

# L' ESPERIENZA DELLE MASTERCLASS IN FISICA DELLE PARTICELLE

→ M. Cobal<sup>(a)</sup>, S. Leone<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Università di Udine e INFN Gruppo Collegato di Udine, Sez. di Trieste, via Valerio 2, Trieste

<sup>(b)</sup> INFN Sez. di Pisa, Largo Bruno Pontecorvo 3, Pisa

## Sommario

Ogni anno, circa 3000 studenti delle scuole superiori di 18 paesi europei, si recano in una delle vicine Università per un giorno, allo scopo di imparare i misteri della fisica delle particelle. Lezioni tenute da ricercatori consentono agli studenti di avvicinarsi ai temi fondamentali ed ai metodi di ricerca rivolti alla comprensione delle basi della materia e delle forze in Natura, e di effettuare misure su dati reali raccolti ai grandi collisionatori di particelle. Alla fine di questa giornata, proprio come succede in una collaborazione di ricerca internazionale, i partecipanti si riuniscono in una video conferenza per discutere e combinare i risultati. Questa presentazione intende esporre l'esperienza fatta a Udine e Pisa, che da circa tre anni sono coinvolte nella organizzazione a livello locale di questa grande iniziativa.

## 1 Introduzione

La Masterclass Europea è un evento formativo e divulgativo proposto per la prima volta nel 2005 in occasione dell'anno mondiale della fisica, ed organizzato dall' EPPOG, the European Particle Physics Outreach Group. L' EPPOG è nato allo scopo di promuovere le attività di divulgazione scientifica nel campo della fisica delle particelle degli istituti e laboratori europei. È quindi diventato un "forum" attivo per lo scambio di idee ed esperienza nel campo della divulgazione scientifica per i paesi membri del CERN. Il CERN, a cavallo tra la Svizzera e la Francia, vicino alla città di Ginevra, è il Centro Europeo per la Ricerca Nucleare, uno dei più grandi laboratori di fisica delle particelle al mondo. Nato nel 1954, il laboratorio è stato una delle prime "joint ventures" europee. Al CERN gli scienziati studiano i costituenti ultimi della materia e le forze che li tengono uniti. Il laboratorio infatti fornisce tutti gli strumenti necessari per questi studi: gli acceleratori che accelerano le particelle fino a velocità prossime a quelle della luce, e le fanno collidere per produrne di nuove, e i rivelatori che permettono di identificare e misurare le proprietà delle nuove particelle prodotte.

## 2 Le Masterclass

Nel 2007, circa 3000 studenti delle scuole superiori di 18 paesi europei, si sono recati in una delle vicine Università per 1-2 giorni, per imparare i misteri della fisica delle particelle, cioè la fisica che studia i mattoni fondamentali che costituiscono la materia e le forze presenti in Natura.

Agli studenti sono offerte lezioni tenute da persone esperte della materia, che consentono loro di avvicinarsi ai temi fondamentali ed ai metodi di ricerca rivolti alla comprensione della fisica delle particelle elementari. I ragazzi cominciano a scoprire il mondo di quarks e leptoni, messi di fronte alle domande fondamentali:

- Quali sono i costituenti fondamentali della materia?
- Come posso identificarli?
- Quali forze li tengono insieme?
- Come agiscono queste forze?
- A che punto siamo nella comprensione dei misteri della Natura?

Parte fondamentale della Masterclass è la successiva esperienza che i ragazzi possono fare nel laboratorio informatico: effettuare misure su dati reali raccolti ai grandi collisionatori di particelle, utilizzando le nozioni precedentemente apprese attraverso i seminari. Alla fine di questa giornata, proprio come succede in una collaborazione di ricerca internazionale, i partecipanti si riuniscono in una video conferenza per discutere e combinare i risultati. La lingua di scambio è l' inglese: i ragazzi vivono l'esperienza di una discussione scientifica a più parti e a distanza, durante la quale, devono sostenere i loro risultati. Per aiutarli a superare le inevitabili timidezze iniziali, uno o più moderatori introducono e guidano la discussione.

Nel 2007 hanno partecipato otto Università e centri di ricerca italiani. Riportiamo qui di seguito l'esperienza effettuata a Udine e Pisa, in quanto le Masterclass in queste due sedi, pur avendo la stessa struttura di base: lezioni e seminari, esperienza in laboratorio, video-conferenza, si sono basate su due diversi approcci, entrambi interessanti, sia nella selezione degli studenti che nella scansione temporale della Masterclass.

## 3 L'esperienza di Udine

Le Masterclass si sono effettuate ad Udine a partire dal 2006. Le Masterclass sono state organizzate grazie al contributo della Sezione di Trieste dell' INFN, del Dipartimento di Fisica dell' Università di Udine, del CIRCD

di Udine e dell' URDF, coordinata dalla Prof. M. Michelini. Alle Masterclass sono stati invitati i ragazzi delle scuole secondarie della regione, e si è attuata la scelta di aprire le Masterclass ad un numero molto limitato (max 10-12) di studenti, selezionati in base al curriculum. All'edizione udinese del 2007, organizzata nell'ambito delle Giornate di diffusione culturale dell'ateneo friulano, hanno partecipato circa 12 studenti dei licei scientifici "Marinelli" di Udine e "Pujatti" di Sacile (classe V). L'evento, che si è sviluppato nell'arco di due giornate (29 e 30 Marzo), ha avuto anche una buona copertura mediatica (articoli sul Messaggero Veneto e interviste radiofoniche).

#### 4 L'esperienza di Pisa

Pisa ha effettuato la prima Masterclass nel 2005. Nel 2007 a Pisa sono stati realizzati due giorni di Masterclass (entrambi con la stessa struttura, ma rivolti a gruppi diversi di studenti). Le Masterclass hanno avuto luogo il 15 e 16 Marzo, e sono state finanziate dall' INFN e dal progetto Lauree Scientifiche. Per l'occasione, sono state contattate diverse scuole della regione, chiedendo direttamente ai docenti di selezionare gli studenti interessati a partecipare. Si è quindi fissato un numero massimo di studenti partecipanti per ogni scuola, deciso in base alle dimensioni della singola scuola. Alle Masterclass hanno partecipato circa 70 studenti da 5 scuole diverse. Nel 2007 si è registrata una preponderanza di studenti del quarto anno, essendo quelli del quinto anno impegnati nelle Olimpiadi della Matematica, che si svolgevano proprio nelle date delle Masterclass.

#### 5 Risultati

Alla fine delle giornate, agli studenti è stato dato un questionario da compilare, per verificare il loro grado di soddisfazione e raccogliere commenti e critiche. Si riportano qui alcuni esempi di risposte date da 66 studenti, di 5 scuole diverse, che hanno preso parte alla Masterclass (Pisa).

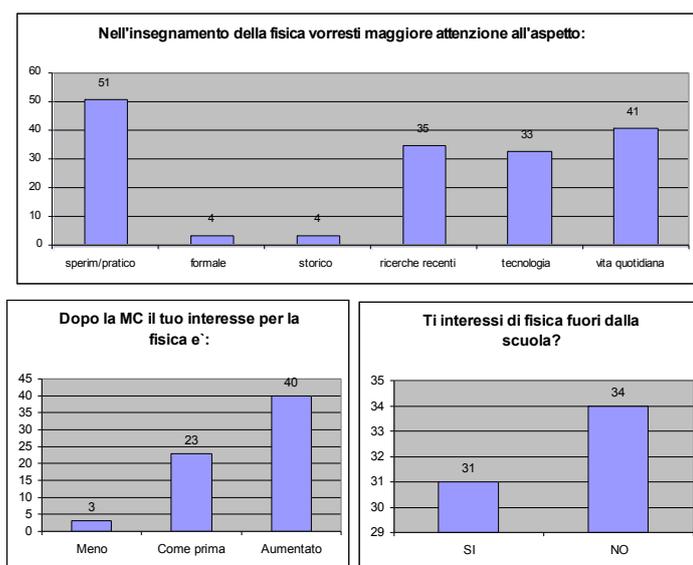


Figura 1: Alcune delle risposte fornite dai partecipanti alle Masterclass di fisica

#### 6 Conclusioni

L'esperienza delle Masterclass ha permesso di verificare come vi sia entusiasmo da parte dei ragazzi e tanta voglia di capire e approfondire gli argomenti trattati. Per la complessità degli argomenti trattati, e per le basi richieste per il tipo di fisica spiegata, le Masterclass sembrano più adatte agli studenti dell'ultimo anno, che infatti mostrano piena soddisfazione. I ragazzi si sono sicuramente divertiti avvicinandosi ad un mondo (quello della ricerca, e di questo tipo di ricerca in particolare) che non conoscevano. Le lezioni sono state seguite con interesse e concentrazione, tanto che quando al termine delle giornate ai gruppi sono state poste delle domande (alcune anche di una certa complessità) per testare l'attenzione e la comprensione dei temi trattati, tutti i gruppi hanno dato una grande maggioranza (> 85%) di risposte corrette.

# EDUCATION & PUBLIC OUTREACH NEL PROGETTO GLAST

→ **Francesco Longo**

INFN sezione di Trieste, via Valerio 2, 34127 Trieste

Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, via Valerio 2, 34127 Trieste

## Sommario

GLAST (ora nominata Fermi) è una missione spaziale dedicata allo studio del cielo nella banda gamma di alta energia. In questo articolo vengono illustrate sinteticamente le strategie di comunicazione di un grande progetto internazionale rivolte agli studenti e al grande pubblico.

## 1 Education and Public Outreach - Un settore essenziale di un progetto scientifico

Negli Stati Uniti d'America, molti grandi progetti scientifici prevedono la creazione di una particolare sezione dedicata a suscitare l'attenzione e l'interesse del pubblico più vasto per i progetti stessi. È questo lo scopo del cosiddetto "Education and Public Outreach", un settore importante all'interno dell'organizzazione del progetto, con il compito preciso di progettare e realizzare materiale didattico e divulgativo relativo alle tematiche affrontate dai ricercatori. Le due aree sono parallele, ma non si sovrappongono completamente, il materiale preparato per il grande pubblico, come brochure, poster o semplici "gadgets" non è lo stesso utilizzato nelle attività didattiche. Queste attività sono considerate importanti al pari di altri settori nella progettazione di un grande esperimento scientifico, con la relativa partecipazione al budget dell'esperimento, che può giungere sino ad una percentuale di qualche percento. Ne fanno parte sia ricercatori che giornalisti scientifici. Un settore a parte infine cura le relazioni ufficiali del progetto con gli enti finanziatori e con la stampa. La suddivisione delle competenze permette la realizzazione professionale del materiale appropriato per le diverse aree.

## 2 Il progetto GLAST

L'analisi dell'importanza di questo settore è particolarmente evidente all'interno del progetto GLAST. La missione GLAST, rinominata recentemente "Fermi" in onore del premio Nobel per la fisica, Enrico Fermi, è dedicata allo studio dell'astrofisica gamma delle alte energie. La missione, della NASA è dotata di due strumenti sviluppati e gestiti da due collaborazioni internazionali. Quello principale detto LAT (Large Area Telescope), costituito da un telescopio a conversione di coppie a silicio-tungsteno, osserva il cielo nella banda energetica da qualche decina di milioni di elettronVolt sino alla banda tuttora inesplorata che si estende fino alle centinaia di miliardi di elettronVolt. Il LAT studia diversi oggetti celesti sia nella nostra Galassia quali Pulsar, Buchi Neri, sorgenti di raggi cosmici sia di natura extragalattica quali i Nuclei Galattici attivi e i Gamma-ray Bursts. A bordo della missione Fermi, il Gamma Burst Monitor complementa il LAT nello studio di questi ultimi estendendo la banda energetica di osservazione. Gli argomenti che Fermi studia non sono di immediata comprensione, sebbene condividano con le altre osservazioni astronomiche il fascino del mistero.

## 3 Il settore EPO nel progetto Fermi

Il progetto EPO di Fermi(1) cura le diverse attività di comunicazione scientifica di LAT. Notevoli sono le attività realizzate per le scuole pensate per le diverse fasce d'età. In queste ad esempio, alcuni concetti fondamentali nel linguaggio scientifico, come la notazione esponenziale vengono esposti a partire da casi concreti tratti dagli argomenti scientifici di LAT. Una serie di insegnanti è stata scelta a livello federale per il ruolo di "Ambassador". Essi hanno il compito di realizzare iniziative didattiche nei rispettivi stati. Ricevono una formazione specifica da parte del progetto in seminari ad essi dedicati.

Tra le attività per il grande pubblico, un documentario tridimensionale per i planetari sulla fisica dei Buchi Neri realizzato con il contributo del progetto Fermi viene proiettato nei maggiori planetari. Oltre ad esso materiale per documentari televisivi, poster esplicativi, gadget per bambini e ragazzi, modellini del telescopio da costruire, play cards, event display interattivo, brochure a diverso livello di profondità costituiscono alcuni dei materiali realizzati dal gruppo che cura l'EPO di Fermi in collaborazione con gli scienziati del progetto. Infine è stata creata una rete di telescopi amatoriali che collaborano allo studio di alcuni degli obiettivi di Fermi.

## 4 L'utilizzo del web

Un esempio importante di come il progetto curi l'attenzione al settore EPO è data dall'utilizzo del web. Tutto il materiale prodotto è infatti disponibile nei diversi siti dell'esperimento(1,2). Inoltre le notizie e il video del lancio del satellite avvenuto l'11 giugno del 2008 erano aggiornate in tempo reale in rete. Infine la nomina del satellite a Fermi è stata preceduta da un sondaggio online aperto agli internauti. Ma è soprattutto la realizzazione di un blog da parte del mission scientist del progetto a rendere interessante quanto il progetto

curi la sua visibilità esterna. Sul web infine, in podcast era disponibile l'audio della prima conferenza stampa internazionale dedicata alla presentazione dei primi risultati.

## **5 Discussione**

L'analisi seppur alquanto sommaria del materiale del progetto del settore EPO di Fermi rivela quanto sia importante la presenza della comunicazione scientifica in un grande esperimento scientifico. Questo contribuisce a rendere ragione dell'importanza dello stesso nel panorama internazionale e della rilevanza della scienza da questo perseguita nei compiti istituzionali degli enti scientifici partecipanti. Tale esempio viene seguito anche in Italia, dove sia l'INFN che l'ASI hanno contribuito in modo sostanziale alla realizzazione del LAT. In Italia le iniziative di comunicazione hanno caratteristiche peculiari dal momento che comportano normalmente l'impegno di ricercatori coinvolti a tempo pieno nell'esperimento(3,4). Questo garantisce un contatto in presa diretta con la vita dell'esperimento. Maggiori risorse ed impegno potrebbero però essere necessari per riuscire a raggiungere gli scopi didattici che il settore "education" dell'EPO internazionale già raggiunge.

## **6 Conclusioni**

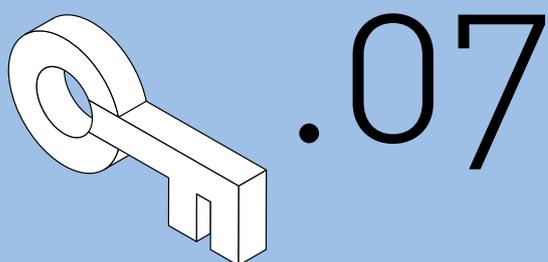
L'astrofisica delle alte energie nel suo complesso non è sicuramente un argomento del tutto assente dalla divulgazione scientifica. Argomenti quali i Buchi Neri sono ormai entrati nel senso e nel linguaggio comune. È pertanto ulteriormente significativa l'attività del settore EPO del progetto Fermi a livello internazionale, essa infatti cura con competenza e con precisione la trattazione, sia didattica che divulgativa, dei maggiori obiettivi scientifici di LAT, senza cadere in luoghi comuni. Questo dimostra ancora una volta che il supporto a vasto raggio di un progetto scientifico non sia un'attività facoltativa ma serva a rendere completo il successo di ogni impresa scientifica.

### **Referenze**

- 1) Sito web: <http://glast.sonoma.edu/>
- 2) Sito web: [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/GLAST/main/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/main/index.html)
- 3) Sito web: <http://glast.pi.infn.it/divulgazione.htm>
- 4) Sito web: <http://www.iasf-milano.inaf.it/divulgazione.html>

## SESSIONE QUATTRO

Comunicazione e scuola.



# COSTRUIRE CON LA SCUOLA E PER LA SCUOLA LA DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA

→ Lorenzo Santi<sup>(a,b)</sup>, Marisa Michelinì<sup>(a,b)</sup>

<sup>(a)</sup> CIRD dell'Università di Udine, via delle Scienze 208, Udine

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Fisica dell'Università di Udine, via delle Scienze 208, Udine

## Sommario

L'iniziativa di diffusione culturale che viene realizzata dal CIRD dell'Università di Udine dal 1994 ogni anno comprende 2-3 settimane di attività intensiva a marzo. La principale caratteristica è la collaborazione con la scuola sia negli elementi progettuali, sia nei contenuti.

Un modo di intendere la diffusione culturale

Abbiamo interpretato la diffusione culturale come messa in campo di azioni e processi per la scuola e con la scuola, in modo partecipato e collaborativo. Azioni in cui i partecipanti sono tutti protagonisti impegnati in un processo di apprendimento. La lunga esperienza di ricerca didattica in campo scientifico a livello internazionale dell'Unità di Ricerca in Didattica della Fisica (URDF)<sup>1</sup>, le attività del Centro Laboratorio di Didattica della Fisica (CLDF)<sup>2</sup> dell'Università di Udine, il dottorato di ricerca in didattica della fisica<sup>3</sup> hanno fondato con la scuola del territorio un rapporto di profonda collaborazione, che permette di sostenere percorsi innovativi in campo didattico, esperienze di ricerca-azione e tradurre proposte tematiche in azione didattica e sperimentazioni innovative per l'apprendimento a diversi livelli scolari. Attività di formazione iniziale ed in servizio degli insegnanti hanno in questo contesto una natura partecipata ed innovativa, con stimoli per le strategie, i contenuti e i metodi, che vengono offerti dalla ricerca. Si sostiene in questo contesto anche la divulgazione delle ricerche universitarie con approfondimenti mirati, che si traducono in laboratori concettuali per l'apprendimento. Negli ultimi 5 anni le attività di diffusione culturale sono state pensate in termini trasversali e la manifestazione di marzo ha coinvolto l'intero ateneo su temi trasversali a cui hanno contribuito le Facoltà di Agraria, Economia, Giurisprudenza, Ingegneria, Lettere, Lingue, Medicina, Scienze della Formazione, Scienze Matematiche e Informatiche e Veterinaria. In Figura 1 sono riportati i titoli delle diverse edizioni.

Figura 1 - Edizioni delle settimane della Cultura Scientifica [1994-2007]

- IV Diffusione della Cultura Scientifica con la scuola e per la scuola
- V Il gioco di studiare: ricerche e proposte per la diffusione della cultura scientifica
- VI Conoscere l'Università di Udine e orientarsi
- VII Dalla Scoperta dell'elettrone alla ricerca dell'Higgs
- VIII Immagine della scienza nella scuola e multimedialità per l'insegnamento scientifico
- IX Scienza ed educazione
- X La via della scienza
- XI Pitagora e la sfinge nell'era digitale
- XII Giocare e pensare su tempo, luce e algoritmi
- XIII Giocare e pensare Nel plurilinguismo con il tempo, l'informatica e la scienza
- XIV Energia e Vita apprendere, prevenire, progettare, giocare
- XV Giornate di diffusione culturale
- XVI EIFA: Esplorare e interpretare i fenomeni per l'apprendimento Scientifico
- XVII LEMI\_EST: Laboratori Esplorativi e Modelli Interpretativi per l'Educazione Sci. e Tecn.

## 2 La fisica nella diffusione della cultura scientifica a Udine

In campo scientifico, ed in particolare della fisica, la competenza maturata sull'educazione informale e la relazione educativa tra situazioni ludiche e attività scolastica è stata messa in campo ogni anno dal 1994 con attività in cui ha avuto un ruolo importante la mostra Giochi Esperimenti Idee (GEI) ormai costituita da 240 esperimenti da fare e non solo da guardare. Le attività proposte riguardano principalmente la ricaduta nella didattica dei principali risultati di ricerca didattica e scientifica ottenuti dall'università e dalla scuola. Le principali attività sono: a) Mostre interattive; b) Laboratori sperimentali, cognitivi e didattici (CLOE, Contesti, Mappe, Caccia al tesoro); c) Competizioni studentesche di fisica, di informatica e di matematica; d) Attività di

<sup>1</sup> Documentata nel sito [www.fisica.uniud.it/URDF](http://www.fisica.uniud.it/URDF) in cui sono riportati i più importanti degli oltre 300 i lavori di ricerca didattica, di cui 120 a livello internazionale.

<sup>2</sup> Nel sito [web.uniud.it/cird](http://web.uniud.it/cird) è documentata l'intensa attività del CIRD e del suo laboratorio di ricerca in campo scientifico CLDF.

<sup>3</sup> È stato il primo dottorato in didattica della fisica fondato in Italia, rimasto unico per oltre un quinquennio.

formazione insegnanti; e) Seminari e tavole rotonde; f) EEPOG Masterclass. Sono stati e sono parte integrante i Progetti Lauree Scientifiche per la scuola superiore e di base<sup>4</sup>, il Piano ISS<sup>5</sup>, i diversi progetti di ricerca didattica, come i progetti europei Interreg III, Supercomet, Supercomet2, Mosem, i progetti nazionali PRIN (1996-2006) e BRI (2000), e quelli regionali come EPC (2002) ed @ROLES (2003-2004). Si sono organizzati in questo contesto congressi internazionali GIREP sull'insegnamento della fisica della materia, la formazione degli insegnanti, la costruzione del pensiero formale nella didattica della fisica a cui hanno partecipato ogni volta oltre 65 Paesi. Ogni anno alle attività intensive di primavera contribuiscono esperti di ricerca didattica stranieri<sup>6</sup>.

### 3 Gli strumenti per la collaborazione scuola - università

Per la collaborazione tra la scuola e l'università servono idee e progetti, ma anche strutture e relazioni. La struttura di riferimento è Centro Interdipartimentale di Ricerca Didattica dell'Università di Udine, che nasce nel 1994, con il compito di: a) promuovere, svolgere e coordinare attività di ricerca nel campo della didattica e della formazione dei docenti, b) fornire servizi di sostegno alle ricerche nei diversi settori disciplinari mediante sue dotazioni di apparecchiature e competenze, c) promuovere, sostenere e organizzare attività didattiche specialistiche quali corsi di formazione, perfezionamento, aggiornamento, master, specializzazione, dottorato, d) favorire attraverso pubblicazioni, convegni, seminari e mostre, la diffusione e la ricaduta nella scuola di ricerche didattiche, la diffusione e lo scambio di informazioni ed esperienze con il contesto socio-culturale in cui opera, e) diffondere nelle forme più opportune la conoscenza delle attività di ricerca e divulgazione realizzate dal Centro o dalle altre strutture dell'Università. I 9 Laboratori attivi nell'ambito del CIRDD comprendono il Centro Laboratorio per la Didattica della Fisica (1994), il Laboratorio per la didattica delle scienze naturali (2000); il Laboratorio di Ricerca Didattica in Matematica e il Laboratorio di Didattica dell'Informatica (2002).

Lo strumento istituzionale per la collaborazione è la Commissione di Raccordo Università - Scuola (CRUS, 2002)<sup>7</sup>, che comprende i rappresentanti di: Università di Udine, Ufficio Scolastico Regionale, 90 scuole dell'infanzia, primarie e secondarie di I grado, 76 scuole secondarie di II grado. Una convenzione quadro ne definisce gli scopi: a) attività di tirocinio presso le Scuole di studenti universitari; b) attività di orientamento per gli studenti delle Scuole; c) sviluppo di progetti di sperimentazione didattica; d) organizzazione congiunta di alcune attività di diffusione culturale sul territorio; e) organizzazione di una o più delle attività formative per gli insegnanti in servizio, previste dall'art. 6 della Legge 341/90; f) formazione e sostegno agli insegnanti impegnati nei progetti di orientamento e ricerca didattica; g) monitoraggio dei dati relativi alla qualità del servizio prestato e definizione degli standard disciplinari; h) alternanza formazione-lavoro, standard dei crediti formativi e relativa certificazione; i) modalità di attuazione della riforma del sistema formativo secondario e superiore. Due Consigli (per la scuola di base e per la scuola secondaria di II grado) ne promuovono, seguono e valutano le attività, che hanno visto principalmente due azioni coordinate: A) il Master biennale sull'Innovazione Didattica e l'Orientamento (IDO)<sup>8</sup>; B) il bando per Progetti di Rilevante Interesse per il Raccordo Università Scuola (PRIRUS) che ha visto realizzarsi 15 progetti in diversi ambiti tematici e su problemi di ricerca differenziati, proposti da gruppi misti di soggetti del mondo della scuola e dell'università.

---

<sup>4</sup> L'URDF sta conducendo, per il Progetto Lauree Scientifiche (PLS)-Fisica, il Master IDIFO a cui collaborano 15 Università e per il PLS- Scuola di base il Master DidSciUD progettato in collaborazione con 6 Università, capofila Genova.

<sup>5</sup> Il Piano Insegnare Scienze Sperimentali (ISS) è stato varato dal MPI su sollecitazione delle tre principali associazioni di insegnanti in campo scientifico (AIF, SCI, ANISN) e dei due principali musei scientifici nazionali: il Leonardo da Vinci di Milano e la Città della Scienza di Napoli.

<sup>6</sup> Negli ultimi due anni sono stati presenti: Leopold Mathelisch, Manfred Euler, Laurence Viennot, Lilian Mc Dermott, Paula Heron, Reinders Duit, Jenaro Guisasola, Gregor Karwatz, Robert Strna.

<sup>7</sup> Nata nel 1999 in forma più ristretta (costituita dall'Università e 20 scuole) è stata rinnovata nel 2002 mediante il progetto approvato dal MIUR del Piano Triennale di Sviluppo dell'Ateneo di Udine.

<sup>8</sup> Il Master è stato istituito gratuitamente per i rappresentanti delle scuole che ivi svolgevano un lavoro di studio e ricerca corrispondente ad un bisogno della loro scuola nell'ambito dell'innovazione didattica basata sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, la documentazione dell'attività didattica e l'orientamento formativo.

# LA MOSTRA GIOCHI ESPERIMENTI IDEE (GEI): UN PONTE TRA SCUOLA E RICERCA<sup>1</sup>

→ Marisa Michelini, Alberto Stefanel

Unità di Ricerca in Didattica della Fisica, Università di Udine, via delle Scienze 208, Udine

## Sommario

La mostra GEI è una proposta per l'educazione formale e informale in una prospettiva di collaborazioni tra scuola e università sulla formazione scientifica. Costituisce una palestra per esplorare fenomeni con le mani e con la mente, realizzata con materiali poveri ma non banali, offerti come sfide per l'interpretazione dei processi. È pensata come ponte tra la ricerca didattica e l'attività didattica scolastica.

## 1 La natura della conoscenza scientifica e l'educazione informale

L'apprendimento dei concetti scientifici nasce e si sviluppa a partire dalle idee spontanee o di senso comune degli studenti, attivando, tramite il loro personale coinvolgimento operativo nell'esplorazione di fenomeni e processi, risonanze cognitive tra idee, fatti e concetti (1-2), in attività svolte sia nella scuola, sia al di fuori di essa (3,4). Trovano, allora, motivazione le proposte di educazione informale nei Science Center e delle mostre interattive/"hands-on" (4). Esse, attivando l'operatività, possono contribuire alla formazione di concezioni raccordate con l'esperienza sensoriale e quotidiana (5) e allo sviluppo di associazioni analogiche (6-7). L'Exploratorium di S. Francisco, il prototipo dei musei interattivi (8), ha puntato a coinvolgere il visitatore facendolo diventare parte integrante del fenomeno esplorato attraverso apparati di grandi dimensioni. Il forte impatto emozionale attivato motiva all'esplorazione, ma è poco efficace per l'apprendimento (9). Per questo e soprattutto per dare risposta al problema di ricerca di come integrare educazione informale e formazione scolastica in ambito scientifico (3,4,9,10) è nata ed è stata sviluppata in oltre un decennio la mostra Giochi Esperimenti Idee (GEI) (11). Essa si caratterizza nel panorama delle mostre hands-on come risorsa per la scuola realizzata con apparati di piccole dimensioni, semplici, ma non banali, in grado di stimolare operativamente il visitatore ad affrontare sfide/problemi interpretativi (12).

## 2 La mostra Giochi Esperimenti Idee (GEI)

La mostra GEI, realizzata nel 1994 dall'Unità di Ricerca in Didattica della Fisica (URDF)<sup>2</sup> presso il CIRD dell'Università di Udine, costituisce una proposta per l'educazione formale e informale in una prospettiva di collaborazioni tra scuola e università sulla formazione scientifica (12). È una palestra in cui esplorare fenomeni con oltre 250 esperimenti da "fare e non solo da guardare" (11), che costituisce un ponte tra la ricerca didattica e la pratica nella scuola. Ha ricevuto nel 1999 il Premio per la Didattica della Società Italiana di Fisica (SIF). È stata esposta in un centinaio di sedi in Italia e 5 all'estero ed è stata esplorata per attività formative (e non semplicemente visitata) da oltre 100000 studenti.

I suoi caratteri peculiari, oltre che nei materiali espositivi, risiedono soprattutto nelle proposte per l'apprendimento scientifico di cui è portatrice. Gli apparati consentono esplorazioni qualitative e misure quantitative sufficientemente affidabili. Sono volutamente: di piccole dimensioni, perché l'utente ne abbia il pieno controllo; semplici e realizzati con materiali comuni, perché le scuole li possano riprodurre; costruiti con giochi e oggetti comuni per favorire l'operatività e la connessione con la quotidianità. Nelle sezioni su fenomeni termici e polarizzazione si impiegano sensori on-line come estensione dei sensi e per la riduzione immaginativa dei concetti, con interfacce grafiche studiate per essere fruibili anche dai bambini (13). Le singole proposte sono state progettate come isole concettuali sulle quali ognuno può costruire personali percorsi esplorativi. Esse sono correlate nelle seguenti 15 Sezioni tematiche: Forze ed Equilibrio; Proprietà e statica dei fluidi; Celle elettrolitiche e pile; fenomeni elettrici; Circuiti elettrici; Circuiti logici e integrati; Fenomeni magnetici ed elettromagnetici; Fenomeni termici con il computer on-line; La luce; La visione; Il moto del sole; L'analisi dei cibi; Sostanze e funzioni dei viventi; Fisica del suono; Polarizzazione della luce. Tali sezioni seguono micro percorsi di apprendimento aperti, incentrati sui nodi disciplinari noti in letteratura (5), sviluppati come esito e risultato dei progetti di ricerca promossi dall'URDF o a cui essa ha collaborato. Costituiscono contesti problematici in cui effettuare diverse attività: visita della mostra con percorsi differenziati di esplorazione; laboratori cognitivi per lo studio dei processi di apprendimento; progettazione di percorsi da portare in classe; azioni di formazione esperienziale degli insegnanti (2,12).

<sup>1</sup> GEI (o sue sezioni) viene prestata a enti senza fini di lucro e gratuitamente alle scuole; può essere richiesta al CIRD dell'Università di Udine: [cird@amm.uniud.it](mailto:cird@amm.uniud.it). Sito web della mostra: <http://www.fisica.uniud.it/GEI/GEIweb/index.htm>.

<sup>2</sup> Sito dei materiali di ricerca prodotti dall'URDF: [www.fisica.uniud.it/URDF](http://www.fisica.uniud.it/URDF).

Le proposte di attività formative, realizzate nelle visite alla mostra di 1-2 ore, sono basate su: una breve descrizione della situazione problematica proposta; poche indicazioni operative e osservazioni; conclusioni. La visita alla mostra si integra con laboratori cognitivi di diversa impostazione: CLOE (riflessione su scenari e esplorazione operativa di percorsi sperimentali monotematici); Contesti (analisi di singoli contesti problematici, ad esempio la formazione delle immagini ottiche); Mappe (all'esplorazione di un nodo disciplinare, segue la costruzione di mappe spontanee); EIC (si esplorano segmenti di percorsi didattici utilizzando le schede EIC); Caccia al tesoro (in forma di gioco/sfida si analizzano nodi concettuali di ambiti diversi). (12)

### 3 I Materiali della mostra

Sei tipi di schede accompagnano le singole attrezzature della mostra: a) didascalie concettuali delle fotografie dei materiali, raccolte nel catalogo della mostra (11); b) schede regia di proposte operative e osservazione immediate; c) riflessioni guidate di semplici attività organizzate disciplinarmente; d) schede-docente di dettagliate indicazioni per riprodurre e impiegare i materiali in percorsi didattici; e) protocolli di lavoro per l'esplorazione concettuale; f) EIC per indagare sui modi di apprendere. Oltre ad un video che la presenta, GEI è affiancata da GEIWEB un ambiente multimediale pensato per la formazione insegnanti, che offre differenziati approfondimenti e percorsi didattici. È fruibile su CD e in rete e si qualifica per l'integrazione di misure on-line, con attività di modellizzazione e costruzione di mappe interattive. Come prodotto delle citate ricerche<sup>3</sup> è stata realizzata una collana di libretti<sup>4</sup> sui seguenti temi: fenomeni termici, elettromagnetici, suono, polarizzazione della luce. Essa costituisce una differenziata proposta di strumenti a supporto della progettazione dei docenti e per la sperimentazione nelle scuole di percorsi basati sulle proposte di GEI, come: descrizioni brevi di proposte esplorative; raccolte di schede esperimenti; schede studenti e relative schede docente; presentazione di percorsi didattici; racconti per ragazzi incentrati su concetti scientifici.

#### Referenze

- 1) A.K.Bednar, et al. Theory into practice, in Instructional technology. J.C. Angelin ed. (Libraries Unlimited, Englewood 1991).
- 2) M. Michelini, New approach in physics education for primary school teachers, in H. Ferdinande et al. eds., EUPEN 7, 180 (2003)
- 3) S. Caravita, O. Hallden, Learning and Instruction, 4, 89 (1995)
- 4) D Anderson, et. al. J. Res. Sci. Teach. 40 (2) 177 (2003)
- 5) R.Duit, STCSE,(<http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>, 2007)
- 6) T. Griffiths and D. Guile, European Educational Res. J., 2(1), 56 (2003)
- 7) M. Michelini, M. Cobal, Developing formal thinking (Forum Udine 2002).
- 8) Aa. Vv., Exploratorium pubbl., San Francisco Exploratorium, (1987).
- 9) I. Cap (Chair section), Promoting Informal and non-formal contexts for Science, in Cresils (eds. R. Pintò, D. Couso), 1397-1437 (2005).
- 10) B. N. Honeyman, Science Education International 7 , (3) 30 (1996).
- 11) AAVV, GEI Catalogo (Università di Udine, Udine, 1995).
- 12) M. Michelini ed., L'educazione scientifica nel raccordo territorio/Università a Udine (Forum, Udine, 2004).
- 13) E.Mazzega, M.Michelini, Termografo: a computer on-line acquisition system for temperature measurements (Forum, Udine 1995).

<sup>3</sup> Progetti internazionali (Interreg III 2004-05, Supercomet, MOSEM 2003-06), nazionali (progetti PRIN 2001- 2004, di diffusione culturale (MUR L.6/2000)), locali di "ricerca e sviluppo" (L.11 Regione FVG) e "sostegno del territorio" (Consorzio Universitario del Friuli)

<sup>4</sup> La collana comprende: 1) B. Fedele et al. Fenomeni magnetici ed elettromagnetici: a) una proposta didattica; b) catalogo di esperimenti; 2) A. Toffolo, M. Michelini, Fenomeni acustici; 3) A. Imperio, M. Michelini, I fluidi in equilibrio: a) una proposta didattica; b) catalogo di esperimenti (Forum, Udine, 2006); 4) M. Michelini, A. Stefanel, a) Una collana di esperimenti per esplorare stati e processi termici, 5) b) Esplorare i fenomeni elettromagnetici (Università di Udine, Litho Stampa, Udine, 2004).

# L'OCCHIO DEL FISICO

## → Francesco de Sabata

Dipartimento di Fisica, Università degli studi di Udine, via delle Scienze 208, Udine  
INFN sezione di Trieste/Udine, via A. Valerio 2, Trieste  
Liceo scientifico statale "G. Galilei", via s. Giacomo 11, Verona

### Sommario

"L'occhio del fisico" è un progetto extracurricolare di avvicinamento alla fisica delle particelle indirizzato a studenti del triennio liceale. Il percorso consiste in alcune conferenze a tema e incontri di laboratorio, culminante con la partecipazione alle Masterclass 2006 organizzate dal CERN. Vengono qui presentate le idee guida del progetto e le modalità di realizzazione, con una breve discussione sulle sue ricadute.

### 1 Introduzione

L'azione didattico-educativa del liceo Scientifico G. Galilei di Verona è stata arricchita negli ultimi anni da un'intensa attività divulgativa nel campo della fisica, realizzata con cicli di conferenze a tema: tra gli argomenti trattati figurano la relatività einsteiniana (2002, 2005), la meccanica quantistica (2003), l'astrofisica (2004)... L'iniziativa, inizialmente diretta agli studenti dell'ultimo anno di corso come arricchimento disciplinare in vista dell'esame di Stato, si è poi aperta ad un pubblico più ampio, comprendente sia studenti del triennio che docenti e altri adulti interessati. I notevoli livelli di partecipazione raggiunti e mantenuti nel corso degli anni ne hanno incoraggiato la prosecuzione fino ad oggi.

### 2 Il progetto

Per il 2006 si è scelto di realizzare un percorso di avvicinamento alla fisica delle particelle elementari, integrato nell'ambito del P.L.S. (Progetto Lauree Scientifiche) con le attività della Masterclass internazionale E.P.P.O.G. (European Particle Physics Outreach Group).

Le struttura del ciclo, già collaudata negli anni precedenti, prevede l'inquadramento dell'attività come extracurricolare, con attribuzione di credito formativo agli studenti partecipanti, e lo svolgimento di sei-otto incontri pomeridiani (nel corso di due mesi) per l'approfondimento progressivo del tema con l'intervento di relatori esterni anche universitari.

Le novità del nuovo ciclo sono costituite dai materiali di supporto fornito dal CERN e da EPPOG, il training di laboratorio informatico in preparazione al laboratorio finale a Padova, il lavoro in parallelo con altre scuole regionali e il contatto in teleconferenza con le scuole estere coinvolte nel progetto.

### 3 La realizzazione

Nella programmazione esplicita degli incontri (vedi fig. 1) si è cercato un equilibrio, anche temporale, tra i vari aspetti dell'attività; più esplicitamente,

- tre incontri sono stati dedicati all'inquadramento teorico della fisica delle particelle tra relatività e meccanica quantistica;
- due incontri sono stati indirizzati ad illustrare le tecniche di produzione e di rivelazione delle particelle elementari al CERN;
- due pomeriggi sono stati riservati alle attività pratiche di laboratorio informatico e alla partecipazione alla masterclass presso l'Università di Padova.
- La scelta dei relatori, interni al liceo o resi disponibili dall'Università, ha permesso di graduare gli approfondimenti, consentendo anche agli studenti delle classi terze e quarte la piena fruizione dell'attività.

Per ragioni organizzative, i posti disponibili per la Masterclass all'Università di Padova erano solo 20; l'estesa partecipazione all'iniziativa, con studenti provenienti anche da altre scuole della città, ha reso necessario selezionare i partecipanti in base alla frequenza, disponibilità alla trasferta a Padova e motivazione: sorprendentemente, il gruppo risultante era formato in maggioranza da studenti di terza.

La situazione creata ha imposto una piccola correzione di rotta al progetto, con lo svolgimento dell'incontro propedeutico alla Masterclass (la "Caccia al Quark" nel laboratorio informatico del liceo) specificamente tarato sul livello di preparazione degli studenti più giovani.

L'attività sperimentale proposta in sede universitaria nel corso della Masterclass è stata quindi ripetuta a scuola nei giorni successivi, per consentire anche agli studenti esclusi dalla selezione di completare il percorso del progetto.



figura 1: la locandina di presentazione de "L'occhio del fisico"

#### 4 Ricadute

Le ricadute del progetto sui partecipanti sono sintetizzate nel seguito.

Per gli studenti:

- una maggiore motivazione allo studio e la valorizzazione delle eccellenze;
- un approfondimento disciplinare e di attualità tecnologica spendibile anche in sede di esame di Stato;
- un percorso di orientamento universitario con esperienza di laboratorio.

Per i docenti:

- un'attività di aggiornamento per i partecipanti;
- un'esperienza (ri)motivante per i relatori.

Per il liceo:

- un arricchimento del P.O.F. (Piano per l'Offerta Formativa d'istituto);
- la produzione di materiale didattico originale (i supporti delle conferenze) e l'acquisizione di documentazione specialistica (i materiali EPOG forniti per l'attività di laboratorio)

#### 5 Conclusioni

Lo svolgimento del progetto "L'occhio del fisico" e dei cicli di conferenze sviluppati nel corso degli anni precedenti al liceo "G. Galilei" permette di trarre le seguenti conclusioni:

L'attività di approfondimento continuata nel tempo e modulata in percorsi tematici è fortemente motivante per studenti e docenti;

viene rinforzata l'immagine della fisica e del metodo scientifico mediante una comunicazione svincolata dagli aspetti potenzialmente negativi della valutazione curricolare;

si abitua gli studenti a una forma di comunicazione scientifica arricchita dall'apporto di strumenti e docenti diversi.

Al successo dell'attività in termini di partecipazione e ricadute fa riscontro la continuazione dell'attività divulgativa presso il nostro liceo, con estensione anche a temi di matematica e a percorsi di tipo storico-scientifico.

# UNA ESPERIENZA DIDATTICA REALIZZATA CON UN GRUPPO DI STUDENTI DI ECCELLENZA RIGUARDANTE LA STORIA DEI METODI MATEMATICI PER LO STUDIO DI AREE E VOLUMI

→ Paola Gallopin<sup>(a)</sup>, Luciana Zuccheri<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Liceo Scientifico "G. Galilei", via Mameli 4, Trieste, pao.ga@libero.it

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Matematica e Informatica, Università degli Studi di Trieste, via A. Valerio 12/1, Trieste, zuccheri@units.it

## Sommario

In questo lavoro si descrive un'esperienza didattica realizzata presso il Liceo Scientifico "G. Galilei" di Trieste negli anni scolastici 2005/06 e 2006/07, nell'ambito delle attività dell'Unità di Trieste del Progetto Nazionale Lauree Scientifiche per la Matematica. La sperimentazione, concretizzatasi in una serie di attività di laboratorio di matematica svolte dagli studenti, è nata da un'azione congiunta tra università e scuola ed ha visto coinvolti una trentina di studenti del triennio, fra i più motivati e capaci.

## 1 Premessa

L'esperienza didattica oggetto di questo contributo rientra tra le attività dell'Unità locale di Trieste del Progetto Nazionale Lauree Scientifiche per la Matematica<sup>1</sup> e si è svolta per due anni scolastici consecutivi. In particolare, essa è stata progettata e realizzata da un gruppo di lavoro composto dai seguenti insegnanti di ruolo del Liceo "G. Galilei" di Trieste: Paola Gallopin, Stefano Ravasi, Loredana Rossi, Elisabetta Vodopivec<sup>2</sup>, e da Luciana Zuccheri, docente del Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Trieste. Nel secondo anno di sperimentazione, al gruppo di lavoro si sono aggiunte alcune giovani insegnanti iscritte al Corso di Perfezionamento in Didattica della Matematica e Orientamento Universitario attivato nell'Università di Trieste nell'ambito del Progetto Lauree Scientifiche. L'azione è stata rivolta a studenti del triennio del Liceo Scientifico "G. Galilei" di Trieste, volontari e selezionati in base ai loro interessi e attitudini nei confronti della matematica. I dati salienti sul numero degli studenti coinvolti e sulle ore di lavoro complessivo sono riportati in Tabella 1. Tabella 1: Persone e tempi.

Anno	Studenti	Ore di progettazione	Ore di laboratorio con gli studenti
2005/06	19 (16-18 anni)	22	18
2006/07	12 (16-17 anni)	10	16

Scopo principale della sperimentazione è stato quello di avvicinare in modo più significativo tali studenti allo studio della matematica. Nello specifico, si intendeva far meditare sui metodi della matematica, farne apprezzare aspetti culturali e storici e far provare in qualche modo il gusto dell'attività di ricerca. Monitorando continuamente l'attività, sottoponendo agli studenti un questionario e svolgendo con loro una discussione finale, in ciascun anno sono stati raccolti dei dati per la valutazione del lavoro svolto. Presenteremo in breve il percorso didattico e la valutazione dell'esperienza.

## 2 Obiettivi e strategie per raggiungerli

Gli obiettivi del lavoro erano essenzialmente due:

- educare gli studenti a lavorare in modo produttivo;
- far apprezzare di più la matematica e farne percepirne il "lato umano".

Il gruppo di progettazione ha individuato le seguenti strategie per il raggiungimento del primo obiettivo:

- incoraggiare gli studenti a lavorare con metodologie di co-operative learning;
- rendere attivo il processo di apprendimento con la metodologia della scoperta.

<sup>1</sup> <http://www.laureescientifiche.units.it/>

<sup>2</sup> Partecipante al progetto nell'anno scolastico 2005/06.

Per raggiungere il secondo obiettivo si è pensato di agire sia sui contenuti sia sui metodi, come segue:

- fornire esempi di sviluppo della matematica e dei suoi metodi nel tempo;
- mostrare come anche il concetto di rigore matematico sia cambiato nel tempo;
- enfatizzare l'aspetto costruttivo della matematica, cioè quello dell'intuizione, della scoperta, della dimostrazione, verifica o falsificazione di congetture;
- mostrare come alcuni concetti matematici generalmente difficili da capire per gli studenti siano stati difficili da comprendere anche per grandi matematici.

### **3 Metodologia**

Il lavoro degli studenti è stato organizzato preparando per loro dei documenti da esaminare, accompagnati da fogli di lavoro con suggerimenti per l'esplorazione e la comprensione del testo. Le fonti variavano a seconda della difficoltà degli argomenti: sono stati utilizzati testi originali in italiano e in latino, traduzioni in italiano di testi originali greci, testi italiani più recenti contenuti in opere di storia della matematica. Ogni sessione di lavoro con gli studenti iniziava con una breve introduzione dei docenti sul lavoro da fare. Gli studenti poi analizzavano il testo proposto, lavorando in piccoli gruppi con metodologie di apprendimento cooperativo e discussione fra pari. Alla fine di ogni sessione, ogni gruppo relazionava sulle conclusioni e sul ragionamento fatto per ottenerle; seguiva una discussione fra tutti i gruppi che coinvolgeva anche gli insegnanti, che, se necessario, fornivano ulteriori chiarimenti.

### **4 Temi trattati**

Nei due anni, sono stati trattati i seguenti argomenti, utilizzando le opere riportate nelle referenze bibliografiche citate alla fine di questa nota:

- il metodo di esaustione e, in particolare, la trattazione di Euclide del rapporto fra area del cerchio e quadrato del diametro e quella di Archimede sul volume del paraboloide;
- il metodo degli indivisibili e, in particolare, il volume della "scodella" di Luca Valerio, il principio di Cavalieri, lo scambio epistolare fra Galileo e Cavalieri sugli indivisibili, la trattazione di Torricelli con gli "indivisibili curvi" dell'area del cerchio, del volume della sfera e del "solido acuto iperbolico".

### **5 Conclusioni**

Dall'analisi dei questionari, dalle discussioni e dal monitoraggio continuo dell'attività da parte dei docenti, in entrambi gli anni è emerso che tutti gli studenti hanno apprezzato la metodologia proposta, perché si sono sentiti protagonisti del loro apprendere. Tutti, tranne uno, hanno considerato l'esperienza stimolante e motivante e hanno apprezzato tutti gli argomenti trattati, perché in questo modo hanno potuto vedere le difficoltà incontrate dai matematici nel corso del tempo. Tutti gli studenti hanno trovato entusiasmanti i teoremi di Torricelli sul solido acuto iperbolico e uno studente che non aveva ancora studiato i concetti di limite e di integrale ha esteso in maniera intuitiva il metodo di Torricelli ottenendo un nuovo risultato. Il gruppo di progettazione è ampiamente soddisfatto dei risultati raggiunti: quanto proposto ha sviluppato capacità critiche e di ricerca autonoma negli studenti (di cui si apprezzano ricadute a lungo termine anche nel presente anno scolastico) ed ha permesso loro di apprezzare gli aspetti culturali della matematica, maturando nel contempo la consapevolezza del processo laborioso e faticoso che sovente accompagna il pensiero matematico.

#### **Referenze bibliografiche**

- 1) Bottazzini U., Freguglia P., Toti Rigatelli L., 1992, Fonti per la storia della matematica, Firenze, Sansoni.
- 2) Castelnuovo G., 1938, Le origini del calcolo infinitesimale nell'era moderna, Bologna, Zanichelli.
- 3) Cavalieri B., 1658, Geometria indivisibilibus continuorum nova quadam ratione promota, Bologna, Tip. De Ducijs.
- 4) Frajese A. (ed.), 1974, Opere di Archimede, Torino, UTET.
- 5) Frajese A., Maccioni L. (eds.), 1970, Gli Elementi di Euclide, Torino, UTET.
- 6) Galilei G., Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze, in: A. Carugo e L. Geymonat (eds.), 1958, Galilei G., Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze, Torino, Boringhieri.
- 7) Loria G., Vassura G. (eds.), 1919, Opere di Evangelista Torricelli, Vol. 1, Part 1, Comune di Faenza.

# ESPERIENZE SIGNIFICATIVE DEL PROGETTO LAUREE SCIENTIFICHE DI SIENA

→ Antonella Porri<sup>(a,b)</sup>, Roberto Benedetti<sup>(a)</sup>, Emilio Mariotti<sup>(a,c)</sup>, Vincenzo Millucci<sup>(a,c)</sup>, Vera Montalbano<sup>(a,c)</sup>

<sup>(a)</sup> SSIS Toscana, sede di Siena

<sup>(b)</sup> Liceo Scientifico "F. Redi", via L. Leoni 38, Arezzo

<sup>(c)</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Siena, via Roma 56, Siena

## Sommario

Il Dipartimento di Fisica di Siena ha realizzato alcune esperienze significative di connessione tra educazione formale ed informale in ambito scientifico: La Scuola Estiva del Pigelleto e I Giocattoli al Liceo. La scuola estiva nasce per orientare a studi di fisica gli studenti del triennio delle scuole medie superiori. Per quattro giorni studenti e insegnanti hanno soggiornato nella Riserva Naturale del Pigelleto con docenti universitari per discutere di fisica, progettare, fare esperimenti e comunicare i risultati ottenuti. Nei Giocattoli al Liceo sono stati proposti alcuni giocattoli come problemi di studio a studenti provenienti da classi diverse. Gli studenti sono stati guidati dai docenti di fisica e di scienze nell'osservazione e nella ricerca del principio di funzionamento di alcuni giocattoli significativi nell'insegnamento della fisica. In entrambe le iniziative, gli studenti sono stati condotti ad elaborare, collegare ed applicare le conoscenze che avevano, a costruirne altre, a confrontarsi con difficoltà del tipo di quelle che incontreranno negli studi universitari e nella ricerca. Infine, queste esperienze hanno rappresentato un importante momento di autoaggiornamento per gli insegnanti coinvolti.

## 1 Introduzione

I modi tradizionali di trasmettere la cultura scientifica si stanno rivelando inefficaci, i risultati italiani nelle indagini internazionali OCSE PISA(1) sono preoccupanti e troppo spesso la "scienza a scuola" non riesce a coinvolgere e motivare gli studenti. Nell'ambito del Progetto Provando e Riprovando (2) (Progetto Lauree Scientifiche Dipartimento di Fisica di Siena(3)) sono state realizzate due esperienze significative di connessione tra educazione formale ed informale in ambito scientifico: La Scuola Estiva del Pigelleto e i Giocattoli al Liceo.

## 2 La Scuola estiva del Pigelleto

La Scuola Estiva nasce come orientamento per gli studenti del triennio delle scuole medie superiori del comprensorio Arezzo, Siena e Grosseto. Gli studenti sono stati selezionati dagli insegnanti di matematica e fisica delle scuole. Lo stage si è svolto in una struttura semplice ma confortevole, attrezzata per attività culturali e didattiche, circondata da boschi e prati nella riserva naturale del Pigelleto, vicino a Piancastagnaio sul Monte Amiata.

La scuola estiva(4), organizzata come attività a tempo pieno, è durata quattro giorni all'inizio di settembre. La prima edizione (2006) dal titolo Luce colore e cielo: come vediamo il mondo e perché, è stata riproposta nel 2007 sul tema Conservare, trasformare, risparmiare, trasferire, misurare l'energia... ed altro ancora. Tratto essenziale della scuola era la possibilità di progettare e realizzare prove sperimentali semplici, sia qualitative che quantitative, ma anche esperimenti e misure più elaborate pur senza impiegare attrezzature costose. D'altra parte gli argomenti trattati dovevano coinvolgere sia la sfera emotiva che cognitiva così da interessare studenti provenienti da classi di diverso livello. Partendo da concetti che fanno parte del comune lessico quotidiano (quali luce, colore, arcobaleno, crisi energetica, energia pulita, ecc.) si è proposto un percorso di comprensione e approfondimento di questi concetti utilizzando le metodologie tipiche di un corso di laurea in fisica.

Docenti universitari e di scuola superiore hanno organizzato lo stage discutendo sugli obiettivi e i contenuti delle lezioni, progettando le attività sperimentali. C'è stato un confronto costruttivo su come i temi scelti sono trattati a scuola, su come possono essere trattati in modo da coinvolgere gli allievi, sul ruolo del lavoro sperimentale in un contesto non scolastico.

Le lezioni sono state tenute sia da docenti universitari che da docenti di scuola superiore. Nelle attività di laboratorio, gli studenti suddivisi in gruppi eterogenei per età e scuola di provenienza, guidati da un docente, hanno affrontato sia esperimenti di verifica di leggi note sia esperimenti di indagine, cioè su fenomeni ancora non esaminati nel corso degli studi, con l'intento di formulare ipotesi sulle leggi che li regolano e di confrontarle con i dati sperimentali. Un laboratorio aveva come scopo capire il funzionamento di oggetti di uso comune (macchina fotografica, lavagna luminosa, torcia ad induzione, motore elettrico, caffettiera moka).

Alla fine ogni gruppo descriveva in una breve esposizione agli altri cosa aveva imparato nell'attività di laboratorio. Così gli studenti erano informati dai loro coetanei sulle altre attività.

La fine della giornata era dedicata all'osservazione del cielo, condizioni del tempo permettendo,

con la collaborazione del gruppo di astrofisica del dipartimento di fisica.

La scuola estiva si concludeva con interventi di giovani ricercatori su temi di ricerca di base legati agli argomenti trattati. Il fatto che queste lezioni fossero tenute da poco più che coetanei degli studenti ha incoraggiato la partecipazione attiva, con domande di approfondimento.

Gli studenti sono stati impegnati per molte ore, molto più che a scuola, ma hanno affrontato il lavoro con serietà ed entusiasmo, mostrando capacità di utilizzare strumenti di misura in modo corretto ed intelligente, di individuare gli elementi essenziali, di osservare e riferire quanto osservato. Gli insegnanti si sono confrontati su ciò che avevano organizzato, per rivedere e migliorare con atteggiamento sperimentale l'insegnamento della fisica.

### 3 I Giocattoli al Liceo

Questa iniziativa prende spunto dalla mostra I Giocattoli e la Scienza<sup>(5)</sup> ed attività simili. Alcuni giocattoli sono stati proposti come problema di studio a circa cinquanta studenti provenienti da classi diverse del Liceo Scientifico F. Redi di Arezzo, per far comprendere la rilevanza della fisica nella spiegazione del mondo che ci circonda, di cui il giocattolo fa parte, costruendo un ponte tra vita quotidiana e il contesto di apprendimento scolastico. Abbiamo scelto dispositivi che fossero significativi per l'insegnamento della fisica, divertenti, non pericolosi e poco costosi, come oggetti che non cadono, i pendoli di Newton, il diavoletto di Cartesio, il termoscopio, il radiometro. Gli studenti, divisi in gruppi, sono stati guidati nell'osservazione mediante schede esplorative<sup>(5,6,7)</sup> in cui sono poste domande utili nella ricerca del principio di funzionamento dei giocattoli considerati. I gruppi hanno riferito ai compagni sul lavoro svolto ed hanno prodotto cartelloni e materiale multimediale. Il lavoro si è svolto in orario extracurricolare, nell'a. s. 2006-2007, nei laboratori del Liceo, e con la guida di insegnanti di fisica, di scienze e tecnico-pratici. La preparazione delle schede ed in generale del progetto è stata un'occasione di attività di autoaggiornamento per gli insegnanti, sia scientifico che didattico e metodologico, ed ha avuto ricadute immediate anche nella prassi didattica in classe. Inoltre, è stata allestita, con i giocattoli studiati, una mostra-laboratorio rivolta agli alunni delle scuole elementari e delle scuole medie in cui si poteva guardare, giocare e capire. Gli studenti del Liceo hanno curato la guida della mostra, avvalendosi del materiale cartaceo e multimediale elaborato, e si sono posti il problema di comunicare ciò che avevano imparato a studenti più piccoli, con meno conoscenze. Gli insegnanti che hanno accompagnato le classi in visita, hanno mostrato molto apprezzamento per l'iniziativa: quelli di materie scientifiche hanno dichiarato di aver trovato numerosi spunti didattici e metodologici da trasferire nel loro insegnamento, gli altri di aver acquisito un atteggiamento più positivo verso la scienza.

### 4 Conclusioni

Le esperienze descritte sono state tra le più efficaci del Progetto Lauree Scientifiche<sup>(3)</sup> tra quelle organizzate dalla sede senese. In entrambe gli studenti sono stati condotti ad elaborare, collegare ed applicare le conoscenze che avevano, a costruirne altre, a confrontarsi con difficoltà simili a quelle che si possono incontrare negli studi universitari e nella ricerca con l'obiettivo di renderli più consapevoli dei propri interessi e delle proprie capacità aiutandoli così anche a decidere responsabilmente cosa fare dopo la scuola superiore. Infine, entrambe sono state un importante momento di aggiornamento per gli insegnanti coinvolti, un collegamento tra scuole anche di diverso ordine e grado e hanno mostrato l'interesse suscitato da iniziative volte ad avvicinare alla scienza collegandola al mondo che ci circonda.

#### Referenze

- 1) <http://www.invalsi.it/ric-int/Pisa2006/sito/pagine/documentazione.htm>
- 2) <http://www.unisi.it/fisica/laureescient/index.htm>
- 3) <http://www.progettolaureescientifiche.it/cgi-bin/WebObjects/pls>
- 4) <http://www.unisi.it/fisica/laureescient/orientam/stage/index.htm>
- 5) V. Zanetti I giocattoli e la scienza, Quaderno 4, supplemento de La fisica nella scuola, XXVI, 4 (1993).
- 6) J. Walker, Il Luna Park della Fisica [Zanichelli, Bologna, 1991].
- 7) C. Siddons Esperienze di fisica, Quaderno 15, supplemento de La fisica nella scuola, XXXVII, 2 (2004).

# INTRODUZIONE ALL'ASTROFISICA NELLE SCUOLE

→ **Pietro Leonardo Cerchiara**

Istituto Tecnico per Geometri "S.Pertini", via Interna 2, Pordenone

## Sommario

Viene presentato un corso di introduzione all'astrofisica che si propone di fornire ad allievi adolescenti una visione d'insieme dell'Universo nel quale si vive, attraverso un approccio semplice, ma rigorosamente scientifico, evidenziando il modo di operare della scienza, oltre che alcune sue conquiste e ricadute applicative di indagini solo apparentemente lontane.

## 1 Introduzione

Il corso, attraverso gli argomenti trattati, si propone di:

- educare ad un corretto approccio nello studio di un problema scientifico;
- far comprendere che la scienza, ed in particolare la fisica, è universale ed in continua evoluzione;
- far comprendere che la scienza non è mai settoriale ma coinvolge sovente diversi campi d'indagine;
- far comprendere che il mondo nel quale si vive è solo una piccola parte di qualcosa molto più esteso.

Il corso ha come obiettivi:

- inquadrare correttamente il mondo nel quale si vive partendo dalla Terra fino ai confini dell'Universo;
- conoscere l'evoluzione delle basilari conoscenze fisiche dell'Universo;
- conoscere le caratteristiche fondamentali dell'Universo;
- conoscere i più recenti metodi d'indagine dell'Universo.

I contenuti proposti sono:

- il Sistema Solare;
- le stelle;
- le galassie;
- le origini dell'Universo; il Big Bang;
- alcuni metodi d'indagine dell'Universo.

Il corso consiste in una presentazione Power Point (testo, immagini e suoni), opportunamente integrata da fasi di dialogo con i partecipanti; può avere durata variabile dalle due alle quattro ore, in base alla reale possibilità di approfondimento della presentazione.

## 2 Il Sistema Solare

In questa sezione viene data una descrizione globale dei componenti il Sistema Solare e dei loro moti.

Dopo una breve descrizione delle fondamentali leggi di Keplero e di Newton, con le costanti fisiche universali, si passa ad una descrizione delle caratteristiche fisiche del Sole e dei Pianeti, focalizzando l'attenzione sui numeri che descrivono le rispettive masse e le distanze.

Particolare attenzione viene data all'età del Sole con la frase: "È nel mezzo del cammin della Sua vita". Si cerca così di far intuire quello che verrà meglio precisato dopo, riguardo alle stelle, circa la loro vita.

Viene quindi accennata la principale teoria riguardo alla formazione del Sistema Solare.

Si discute poi delle caratteristiche di Plutone, da poco considerato pianeta minore.

Si passa quindi a fornire dei cenni sulle attuali metodologie di indagine del Sistema Solare, in particolare sulle più importanti missioni planetarie già compiute o in atto.

Particolare enfasi viene data alla missione "Rosetta", alla sua difficoltà di realizzazione e soprattutto di riuscita, alla possibilità di trarne vantaggi per una migliore conoscenza sulla formazione del sistema stesso e della vita sulla Terra.

Questa sezione termina necessariamente con la domanda: "Cosa c'è oltre il Sistema Solare?".

Tale domanda vuole lasciare ampio e libero spazio agli adolescenti per formulare una loro qualsiasi risposta, tra le quali inevitabilmente si trova anche quella corretta!

Così si ha modo di chiedere loro un minuto di silenzio per ascoltare cosa può dirci a proposito qualcuno; a questo punto viene fatto partire l'audio con il ritornello iniziale di una celebre canzone di F. Battiato: "Un oceano di silenzio".

Nonostante l'età giovanile vi è comunque sempre qualche allievo che riconosce l'autore!

Si utilizza quella breve strofa per dire che in effetti è così, oltre il sistema solare c'è silenzio, ma non è solo un

silenzio di suoni perché lo è anche e soprattutto di luci; per poter trovare un'altra stella bisogna infatti arrivare alla distanza di Proxima Centauri, ben 4 anni luce!

### **3 Le Stelle e le Galassie**

In questa sezione vengono introdotte le stelle partendo da una loro semplice definizione e da una descrizione dei loro parametri fisici, focalizzando l'attenzione sulla temperatura. Si parla poi della luce irradiata da esse (dalle onde radio ai raggi gamma) e del fatto che sono intrinsecamente visibili. Vengono poi discussi sinteticamente i meccanismi responsabili della produzione della luce: gravitazionale e di fusione termonucleare.

Si passa quindi a dare una breve descrizione dei vari tipi di galassie e delle caratteristiche della nostra Galassia, soffermandosi sui numeri che ne individuano le dimensioni.

Viene poi mostrata l'immagine della radiogalassia 0915+32, oltre che per spiegare la tecnica con la quale è stata ottenuta, soprattutto per evidenziare che è stata prodotta con un CCD applicato al telescopio ottico di Loiano (BO) nel 1987, tecnologia che oggi opportunamente miniaturizzata possono ritrovare nelle fotocamere digitali (anche in quelle dei telefoni cellulari!). Intendendo così sottolineare le ricadute pratiche anche a distanza di decenni di alcune tecnologie utilizzate per indagini scientifiche.

### **4 L'origine dell'Universo**

In questa sezione vengono accennate le varie teorie riguardo alla formazione di tutto l'Universo così come oggi è noto, soffermandosi in particolare su quella del Big Bang, che presenta ancora maggiori riscontri.

Si sottolinea il fatto che qualunque oggetto osservato non è come lo si vede nell'istante considerato ma è come in realtà era nell'istante in cui è partita la luce verso i nostri occhi (strumenti); si fa l'esempio visivo del dito posto a 50 cm dagli occhi e quindi visto com'era un milionesimo di secondo prima! Poi quello di Proxima Centauri (com'era 4 anni prima), delle galassie vicine (com'erano milioni di anni prima) e di quelle lontane (com'erano all'inizio dell'Universo).

In conclusione si pone la cruciale domanda: "C'è qualcun altro là fuori?"

Qui si lascia di nuovo spazio agli adolescenti per le loro risposte.

Dopo breve discussione ci si lascia con una risposta alla domanda chiaramente dubitativa ma scientificamente possibilista!

### **5 Ringraziamenti**

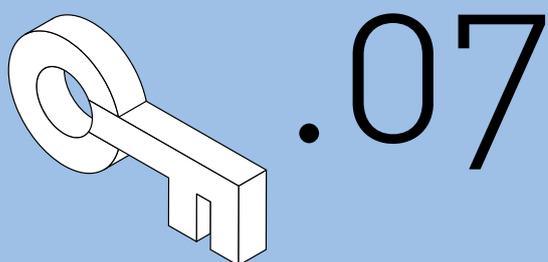
Si ringraziano gli assistenti tecnici Stefano Campisi ed Augusto Vaglio per la preziosa collaborazione nella fase di realizzazione della presentazione Power Point.

#### **Referenze**

- 1) Le Scienze – Vol. 2 – UTET 2005

## SESSIONE CINQUE

La comunicazione nell'era di internet.



# COMUNICARE LE GEOSCIENZE CON GLI OSSERVATORI VIRTUALI: IL RUOLO DELL'ANNO GEOFISICO ELETTRONICO (eGY)

→ **Mauro Messerotti**

INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste, Loc. Basovizza n. 302, 34012 Trieste  
Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, via A. Valerio 2, 34127 Trieste  
INFN Sezione di Trieste, via A. Valerio 2, 34127 Trieste

## Sommario

Nel campo educativo e della comunicazione, l'iniziativa internazionale Anno Geofisico Elettronico (eGY) ha predisposto un complesso programma di attività, che prevede l'utilizzo degli Osservatori Virtuali per diffondere le Geoscienze nella scuola e tra il pubblico. Questo lavoro illustra in modo sintetico le capacità dei VO per finalità didattiche, sottolineandone, in particolare, il ruolo nel contesto europeo ed in quello italiano.

## 1 L'Anno Geofisico Elettronico

L'Anno Geofisico Elettronico (eGY, Electronic Geophysical Year) è un'iniziativa a carattere internazionale promossa dall'Unione Internazionale di Geofisica e Geodesia (IUGG) nel cinquantesimo anniversario dell'Anno Geofisico Internazionale (IGY, International Geophysical Year). Apertosi ufficialmente nel mese di Luglio 2007 nel corso del Meeting IUGG a Perugia, eGY è finalizzato a stimolare ed a facilitare tutte le iniziative volte a superare la cosiddetta "divisione elettronica" nelle Geoscienze (e, per estensione, in altri campi) determinata dall'insufficiente condivisione dei dati e dalla loro disomogeneità. Le attività di eGY si concludono alla fine del 2008 e vengono condotte in sinergia con le altre iniziative internazionali come l'Anno Eliofisico Internazionale (IHY), l'Anno Polare Internazionale (IPY) e l'Anno Internazionale del Pianeta Terra (IYPE), ciascuna orientata al proprio campo disciplinare di ricerca, ma con una ampia programmazione di attività educative e divulgative rivolte agli studenti ed al pubblico.

Gli obiettivi primari di eGY sono descritti nella "Dichiarazione per una Comunità dell'Informazione nelle Scienze della Terra e dello Spazio", in particolare, il superamento delle "barriere digitali" nelle Geoscienze, dovute alle disomogeneità dei dati e dei sistemi di accesso in base alla considerazione che "la conoscenza è patrimonio comune dell'umanità".

Negli Stati Uniti ha sede la Segreteria Generale eGY ed un Comitato Internazionale promuove e coordina negli altri paesi del mondo le attività, che sono strutturate in sei gruppi di lavoro: 1) Definizione delle migliori procedure; 2) Integrazione dei dati e scoperta della conoscenza; 3) Recupero e conservazione dei dati; 4) Educazione e divulgazione; 5) Osservatori Virtuali; 6) Ambienti Virtuali per la Ricerca. Informazioni dettagliate sono reperibili sul sito web di eGY (fig. 1).



Figura 1: La pagina di accesso al sito web eGY (<http://www.egy.org/>).

In Europa è stato costituito il Comitato Europeo eGY ed in vari paesi, tra cui l'Italia, i Comitati Nazionali per la programmazione delle attività.

## 2 L'Osservatorio Virtuale

Un Osservatorio Virtuale (VO) è un'infrastruttura software distribuita che consente di effettuare ricerche dati complesse in archivi geograficamente distribuiti, il recupero dei dati cercati e la loro visualizzazione ed analisi avanzata. L'utente accede al VO collegandosi ad un portale web che consente queste operazioni tramite un'interfaccia grafica unificata e viene così facilitato nella ricerca e gestione avanzata dei dati in modo trasparente.

Esistono oggi molti VO già operativi per le Geoscienze e le Scienze dell'Universo, il cui sviluppo è promosso dall'Unione Internazionale per gli Osservatori Virtuali (IVOVA). Ad esempio, in Europa è stata sviluppata la Griglia Europea per le Osservazioni Solari (EGSO) ed in Italia la Rete di Archivi Solari (SOLARNET), entrambi prototipi base di VO. E' allo studio la realizzazione di un VO europeo per i dati eliosferici (HELIO) ed un VO italiano per le relazioni Sole-Terra (IVOSEC), anche con finalità didattiche.

## 3 Il programma eGY per la didattica

Il gruppo di lavoro eGY per l'educazione e la didattica, coordinato da E. Cobabe-Amman, ha concepito un programma per la didattica basato sulle capacità dei VO, che viene sviluppato in collaborazione con il gruppo di lavoro eGY sui VO. Questo programma, schematizzato in fig. 2, ha lo scopo primario di realizzare un ponte di collegamento tra gli insegnanti e la scienza impiegando il portale web di eGY quale mediatore tra il sistema dei VO specifici di ciascuna disciplina e diverse comunità virtuali. Il portale è in grado di "portare i dati in classe" in maniera contestuale mediante: - attività con i dati; - lezioni basate su domande; - azioni interattive, immagini ed animazioni; - risorse sul web; - lezioni, corsi introduttivi ed altri supporti per gli insegnanti. In tale contesto, debbono venir sviluppati degli esempi d'uso per i non-specialisti, specificatamente pensati per i VO e gli altri sistemi di gestione dei dati, su argomenti di interesse generale come, ad esempio, i cambiamenti climatici, gli oceani e l'ambiente, la sismologia globale e le relazioni Sole-Terra. Al tempo stesso, è necessario promuovere i modelli dell'Educazione Virtuale anche nei paesi in via di sviluppo, mediante workshop virtuali per gli insegnanti, la creazione di una comunità virtuale per l'educazione, seminari scientifici ed educativi in streaming via web, un'architettura sostenibile per il futuro.

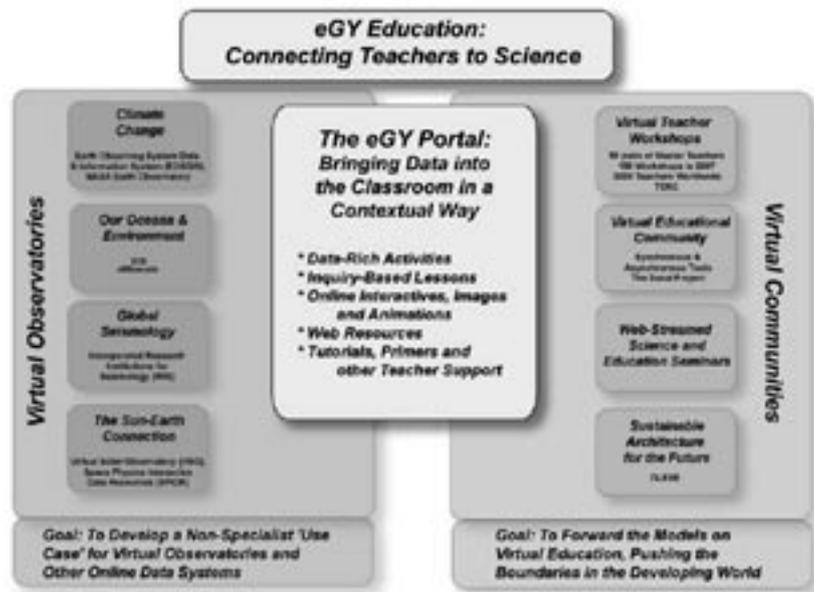


Figura 2: Schema delle attività del progetto eGY per la didattica.

## 4 Conclusioni

Il progetto eGY per la didattica richiede un notevole sforzo collaborativo e rappresenta un grande passo avanti nella didattica delle Geoscienze, poiché sfrutta al meglio le più avanzate tecnologie informatiche come gli Osservatori Virtuali e le procedure dell'Educazione Virtuale in stretta sinergia.

## 5 Ringraziamenti

Questo lavoro è stato portato a termine nell'ambito dell'Azione Europea COST 724 e del Sub-Task 02210 del progetto "Esplorazione del Sistema Solare" finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

# COMUNICARE LA SIMULAZIONE NUMERICA E LE SUE ORIGINI AL LARGO PUBBLICO: TRA SCENARI NARRATIVI E IDEE SCIENTIFICHE

→ Francesca Riccioni <sup>(a)</sup>, Nico Pitrelli <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Master in Comunicazione della Scienza, Sissa, Via Beirut 2/4, Trieste

<sup>(b)</sup> Laboratorio Interdisciplinare per le Scienze Naturali e Umanistiche, Sissa, Via Beirut 2/4, Trieste

## Sommario

Gli scopi della fisica si sono arricchiti; la simulazione numerica si è posta come risposta esplicita alla complessità sperimentale e come potente metodologia risolutiva affiancando i metodi matematici tradizionali. La nascita delle idee attorno a questo nuovo modo di studiare la realtà è un problema poco studiato nella storia della fisica. Ancor di meno è affrontata la questione di come diffondere le vicende, i personaggi e le teorie fondamentali delle simulazioni a un pubblico di non esperti.

## 1 Comunicare o divulgare?

La fisica simulativa, o fisica *computazionale*, si autocaratterizza con un approccio estremamente deterministico, dovuto alla tendenza di capire passo per passo, con strette relazioni di causa-effetto, l'evoluzione *realistica* di un sistema fisico.

Possiamo pensare alla simulazione come a una scienza che sta uscendo dal suo primo stadio di diffusione, cioè quella che avviene tramite la pubblicazione scientifica. Per una pratica scientifica che ancora poco è uscita dal dibattito tra le comunità di esperti è difficile capire le metodologie comunicative a largo spettro e chi possano essere i pubblici possibili; le scelte potrebbero addirittura considerarsi libere o arbitrarie.

La riflessione spinge quindi a chiedersi se il primo approccio di una pratica scientifica di successo con il grande pubblico possa considerarsi una forma di semplice "traduzione", ovvero la presentazione degli stessi contenuti trattati dalla comunità, ma affrontati con un linguaggio più semplice in modo da sfrondare la narrazione di gran parte dei tecnicismi. Ciò che si indica puramente con la parola *divulgazione*. Un esempio in questo senso che presenta caratteristiche di linguaggio e struttura di un saggio divulgativo è il libro che negli anni Sessanta George Gamow scrisse sulla meccanica quantistica, *Trent'anni che sconvolsero la fisica. La storia della teoria dei quanti*. È un tipo di divulgazione che molto si avvicina alla manualistica, tanto che all'interno del volumetto si trovano anche schemi, tabelle e formule, ma allo stesso tempo la prosa è vivace e scorrevole e la narrazione ricca di aneddoti e episodi di vita quotidiana dei fisici protagonisti e testimoni del profondo mutamento della visione dell'universo che ha portato la meccanica quantistica.

Assumendosi il compito di parlare a un pubblico allargato senza necessariamente scegliere la via del "divulgare", un comunicatore, che spesso non è un membro della comunità per la quale comunica, va in cerca dei centri nevralgici dell'interesse del pubblico con lo scopo di far passare una storia di scienza in un modo che non sia del tutto didattico o *top-down*.

## 2 Un percorso e qualche chiave di lettura

Come primo approccio l'attenzione è stata posta sulle fonti primarie di tipo specialistico. Articolo per articolo e in ordine cronologico, sono stati raccolti e analizzati i problemi, le idee, e i risultati con i quali il metodo Monte Carlo è riuscito ad affermarsi come potente strumento di indagine all'interno della comunità dei fisici della materia condensata dagli anni Quaranta agli anni Ottanta. La chiave di lettura utilizzata per l'analisi dei seguenti testi specialistici si ritrova negli scritti di Thomas S. Kuhn, in particolare ne *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, e riguarda la nascita e l'affermazione di un nuovo metodo di fare scienza: il confronto con le pratiche precedenti, la complementarietà, a volte il superamento. L'uso del calcolatore nella fisica ha affrontato un percorso di crescita innegabile, di fiducia da parte della comunità dei fisici e di legittimità scientifica.

La storia dell'origine delle simulazioni, ha poi un punto interessante a suo favore, e a favore soprattutto di una eventuale sua narrazione. I fatti storici che fanno da cornice agli eventi scientifici come la nascita dei laboratori di Los Alamos durante il periodo bellico, il colossale Progetto Manhattan, la Guerra, il via vai di cervelli dall'Europa agli Stati Uniti, permeano l'immaginario di tutti noi, e, in particolare, pongono fortemente all'interno della società le motivazioni e i perché della nascita e dello sviluppo della disciplina. Si narrano fatti passati, pregni di ciò che la scienza sta vivendo ancora adesso. Viene, infatti, da candidare la simulazione unita

al suo primordiale contesto storico, una disciplina che precocemente si inserisce nel *frame* post-accademico<sup>1</sup>. Avvicinandosi poi sui fatti con una lente di ingrandimento, si guarnisce la nascita di un metodo statistico usato ancora oggi, il metodo Monte Carlo, degli intrecci e delle storie umane che ne hanno permesso lo sviluppo e la successiva diffusione.

Lo studio e l'analisi dei testi scientifici è da considerarsi comunque il nucleo della ricerca. In primo luogo perché ancora poche sono le fonti più prettamente divulgative a disposizione sulla trattazione dei metodi simulativi, secondo perché la fonte primaria di conoscenza per chi si interessa allo studio della storia delle idee scientifiche è la produzione diretta, che fa da base lecita, legittima e rigorosa.

### 3 Target e rappresentazioni sociali

Importante dal punto di vista comunicativo e di studio del target è capire quali sono le immagini che i non addetti ai lavori già hanno su che cos'è la simulazione in modo da portare alla luce e, nel migliore dei casi, conciliare richieste, bisogni, esigenze e background di addetti e non addetti ai lavori. E importante è indagare dove la simulazione "tocca" ambiti meno specialistici o più legati alla società allo scopo di trovare un canale preferenziale per una comunicazione efficace e perché no, piacevole.

Se nella comunità scientifica la simulazione viene subito collegata ad un nuovo metodo di indagine che si traduce nella terza via tra esperimento e teoria, il termine ha tutto un altro sapore se inserito in un contesto non specialistico. Cyber-spazio, realtà virtuale, videogame e mondi paralleli contaminano il modo di intendere l'uso del calcolatore per simulare il reale. La conoscenza della disciplina da un punto di vista rigoroso e dell'immaginario costruito riguardo a essa è la chiave per produrre un buon prodotto comunicativo per il largo pubblico.

### 4 Alcune conclusioni

La fisica è stata ed è ancora, con le sue nuove pratiche e i suoi nuovi metodi, creatrice di immagini e rappresentazioni per così dire "narrative e affascinanti" che rielaborate e alle volte distorte, contaminano intrusivamente e con fascino i luoghi mentali di chi non la pratica. La simulazione ne è, a nostro avviso, un esempio. Tutto sta nel capire quanto la *fisica*, intesa come gruppo sociale di persone che la praticano e la diffondono, voglia essere protagonista nel mantenere un contatto con gli immaginari creati allo scopo di comprenderne ruoli e funzionalità.

### Referenze

- 1) Intervista a Michele Parrinello, *Nòva - Il Sole 24 Ore*, 26 Aprile 2007
- 2) Ciccotti, Giovanni, "Il computer, macchina dei sogni della Fisica Teorica", *Lettera internazionale*, 61, terzo trimestre, 1999
- 3) Conway, F. e Siegelman, J., *L'eroe oscuro dell'età dell'informazione. Alla ricerca di Norbert Wiener, il padre della cibernetica*, traduzione di Paola Bonini, Codice Edizioni, Torino 2005
- 4) Ulam, Stanislaw, M., *Adventures of a mathematician*, University of California Press, Berkeley, 1976
- 5) Ciccotti Giovanni, Frenkel Daan, McDonald Ian R., *Simulation of liquids and solids. Molecular dynamics and Monte Carlo Methods in statistical mechanics*, North Holland, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, 1987
- 6) Pitrelli N., Castelfranchi Y., *Come si comunica la scienza?*, Editori Laterza, Roma - Bari 2007
- 7) Kuhn Thomas, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, 1969
- 8) Merzagora Matteo, *Scienza da vedere*, Sironi Editore, Milano, 2006
- 9) Greco Pietro, "Communicating in the post-academic era of science", *Journal of Science Communication*, 1 (1), 2002
- 10) Pielke Roger Jr., *Scienza e politica. La lotta per il consenso*, Editori Laterza, Roma - Bari 2005
- 11) Turney Jon, *Sulle tracce di Frankenstein*, Edizioni di Comunità, Torino 2000
- 12) Gamow George, *Trent'anni che sconvolsero la fisica. La storia della teoria dei quanti*, Zanichelli Editore, Bologna 1966

---

<sup>1</sup> L'aggettivo post-accademica, si riferisce a una scienza per la quale si è registrato un radicale cambiamento nella costruzione, la gestione e la trasformazione del suo rapporto con la società. Gli interessi sulla scienza e in generale sulla produzione di conoscenza non sono più nelle mani di accademici o di comunità specifiche, ma sono permeati da altri interessi di tipo politico, economico e sociale. Gibbons M., Limoges C., Nowotny H., Schwartzman S., Scott P., Trow M., *The new production of knowledge: the dynamic of science and research in contemporary societies*, Sage Publication, 1994

# UN VIDEO PER VISUALIZZARE LA RELATIVITÀ SPECIALE

→ **Marcella Giulia Lorenzi<sup>(a)</sup>, Lorenzo Fatibene<sup>(b,c)</sup>, Mauro Francaviglia<sup>(a,b,c)</sup>**

<sup>(a)</sup>Laboratorio per la Comunicazione Scientifica, Università della Calabria, via P. Bucci, Cubo 30b, 87036, Arcavacata di Rende CS

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Matematica, Università degli Studi di Torino, via C. Alberto 10, 10123, TO

<sup>(c)</sup> INFN Sezione di Torino, Iniziativa Specifica NA12

## Sommario

Si descrive il prodotto multimediale "E=mc<sup>2</sup>" volto a visualizzare i concetti principali della Relatività Speciale. Un video realizzato con strumenti di Arte Digitale, immerso in ambiente interattivo con approfondimenti tematici, storici e critici. Si accennano esperienze comunicativo-didattiche ad esso collegate.

## 1 Il Video e Multimediale "E=mc<sup>2</sup>": come e perché

Visualizzare la Teoria della Relatività Speciale è compito affascinante ma difficile, soprattutto perché essa, per molti aspetti, è basata su presupposti lontani dall'ordinaria percezione, che spesso ci guida ad interpretare le esperienze fisiche in termini galileiani o newtoniani, a noi più familiari e più vicini alle nostre dirette esperienze sensoriali. Notevole problema che si pone invero in contesto più ampio: "Che idea ha della Fisica l'"Uomo della strada" [...] E in che modo Internet e le nuove tecnologie hanno modificato la comunicazione della Fisica?"; domande cui, con successo, ha felicemente provato a dare una risposta uno studio della Pirelli S.p.A. recentemente realizzato dallo staff del "Pirelli INTERNETional Award", sotto la guida di M. Armeni [1]. La motivazione principale "a monte" era stimolata dall'Anno Mondiale della Fisica (WYP) proclamato nel 2005 dall'UNESCO per celebrare quella grande rivoluzione del nostro pensiero scaturita dal triplice lavoro di Albert Einstein del 1905; "Annus Mirabilis", in cui venivano posti i fondamenti di ciò che era destinato a diventare buona parte dell'intera Fisica del XX Secolo: dalla Relatività Speciale a quella Generale, Meccanica Quantistica, Moto Browniano e Teoria del Caos, la visione "geometrica" della Teoria dei Campi, Astrofisica e Cosmologia relativistica. In questo ampio contesto si poneva quindi il "Pirelli Relativity Challenge", che lanciava l'affascinante sfida: "Si può visualizzare in 5 minuti la Relatività Speciale...?". Per essa abbiamo realizzato un progetto, producendo un breve video (della durata di circa 6 minuti) a sua volta immerso in un prodotto multimediale interattivo ed in un percorso di approfondimento tematico. Sia il video sia il multimediale sono stati prodotti in inglese ed italiano (nel prossimo futuro se ne prevedono altre versioni in Francese, Spagnolo, Portoghese e Polacco). Questo prodotto ha partecipato al "Challenge", risultando nel miglior 10% delle circa 300 opere che per esso provenivano da tutto il Mondo e successivamente raccolte in un DVD ricco di contenuti [2]. Il prodotto multimediale è oggi presente - unitamente a versioni del video sia in formato .avi compresso sia per DVD-Player tradizionale - in un DVD-Rom allegato al libro [3], che ne descrive esaurientemente la storia ed il soggetto (il DVD contiene, inoltre, la versione inglese del testo integrale di [3]). Oggetto di svariate presentazioni al "grande pubblico", tra cui: mostra "Percorsi di Ricerca. La Fisica attraversa Bologna" (Bologna, 7/10-13/11 2005); mostra "E come Energia, E come Einstein" (Roma, 18/11 2005 - 28/1 2006); mostra "Fisica, Storia ed Esperimenti Didattici" (Bologna, Aula Magna di Fisica, 18/4 2006); mostra interattiva "Ludoteca Scientifica, Sperimentando sotto la Torre e Dintorni" (INFN Pisa, 22/4-21/5 2006); mostra "I Giochi di Einstein" (Verrès, 19/1 2007 e dal 22/1-17/2 2007 in varie scuole della Valle d'Aosta); "Perugia Science Festival 2007" 6-23/9 2007. Presentato per la prima volta all'estero in Polonia [4], ha successivamente partecipato all'evento internazionale ScienceOnStage.2 (Gran Sasso, 10/2006 e Grenoble, 4/2007) ed alla Prima Rassegna del Documentario Scientifico "Windows on Science" (Milano, 3/2007). Esso è stato inoltre oggetto di altre presentazioni in scuole di vario ordine, conferenze divulgative e partecipazione a congressi (cfr. [5,6,7]). Il multimediale è la base di uno "Speciale Divulgativo" [8] nel "Portale della Ricerca Italiana" curato dal CINECA per conto del MUR, volto a diffondere presso il grande pubblico alcune tra le più recenti esperienze di ricerca e comunicazione scientifica in Italia.

## 2 Una Breve Descrizione del Prodotto Multimediale

Il video è stato realizzato con moderne tecniche di Arte Digitale (cfr. [9,10]) sfruttando l'interazione tra grafica 2D e 3D, alcuni effetti speciali, l'uso di "metafore" [6,7] e musiche di sottofondo scelte tra quelle che Einstein prediligeva suonare al violino. Le scelte grafiche sono in piena sintonia con l'approccio alla Comunicazione mediato da immagini e nuove tecnologie [11,12,13]. Tra i personaggi del video figura, in particolare, un avatar con le sembianze umane virtualizzate in 3D di Einstein, munito di movimenti e voce realizzata ad imitazione della sua voce reale. Il percorso scientifico prende le mosse dall'esplosione di una supernova. Due ragazzi interrogano un computer, la cui interfaccia prende le sembianze di Einstein. Partendo dal fatto che nel vuoto la luce procede con velocità costante  $c$  indipendente dall'osservatore, il video introduce i paradossi causali legati al superamento della barriera di  $c$  (violazione della causalità); procede quindi a visualizzare la "dilatazione" dei

tempi e la conseguenza sulla vita media delle particelle elementari (“mesoni m”) qualora si muovano a velocità prossime a c. Il mesone è rappresentato metaforicamente come un balenino con la bocca a forma di m. La crescita di massa con la velocità viene evidenziata dal progressivo ingrassare del balenino, che da piccolo diviene sempre più grande, fino ad assumere l’aspetto di una balenottera (anche la voce viene accelerata e compressa per “effetto Doppler”). La conversione di massa in energia viene visualizzata con una violenta “esplosione” della particella stessa. Viene quindi brevemente introdotta la “relatività del movimento” e l’interscambiabilità del sistema di riferimento, attraverso la metafora di come ciascuno dei due osservatori vedrebbe l’altro (“Ma lui si accorge di essere ingrassato...?” – chiede la ragazza. Ed il ragazzo, di rimando: “No, per lui sei tu ad essere ingrassata, perché sei tu a muoverti mentre lui è fermo”. Balenino e balena, di colori reciprocamente diversi, si muovono in direzione opposta, in riferimenti messi a confronto parallelamente). Einstein segnala che la Relatività Speciale modifica la nostra percezione solo per fenomeni estremamente veloci ed accenna al fatto che essa è tuttavia “incompleta”, perché inadatta a descrivere anche gli effetti gravitazionali. Il filmato torna allora indietro nel tempo, agli esperimenti di Galileo sulla caduta dei gravi compiuti dall’alto della Torre di Pisa... e con Pisa si conclude, con la visione aerea dell’esperimento interferometrico VIRGO sulle onde gravitazionali.

## Referenze

- 1) M. Armeni (ed.), *Comunicare la Fisica*, Zadigroma Editore (Roma, 2006) ISBN 88-88734-14-7
- 2) M. Armeni (ed.), *Pirelli Relativity Challeng*, DVD-Rom (Pirelli S.p.A., Milano, 2006); sito Web: <http://www.pirelliaward.com>
- 3) M.G. Lorenzi, L. Fatibene, M. Francaviglia, *Più Veloce della Luce: Visualizzare lo SpazioTempo relativistico*, Centro Edit. dell’Università della Calabria (Cosenza, 2007) 80 pp.+DVD-Rom, ISBN: 88-7458-067-3
- 4) M. Francaviglia, M.G. Lorenzi, *E=mc2: a Video and Multimedia to Visualize Relativity*, Int. Journal of Geom. Meth. in Mod. Phys., 4 (2), 333-337 (2007)
- 5) L. Fatibene, M. Francaviglia, M.G. Lorenzi, S. Mercadante, *E=mc2 – Comunicare Facilmente la Relatività Speciale*, La Fisica nella Scuola, Anno XL, 3 (suppl., 2007) - Atti del XLV Convegno Nazionale A.I.F., Latina 18-21 Ottobre 2006; M. Gandolfi et al. ed.s – ISSN 1120-6527
- 6) M. Francaviglia, M.G. Lorenzi, C. Senatore, A. Talarico, *Innovative Didactics of Mathematics and Physics at Elementary Standard of Education using Agents and Multimedia Technologies*, in Proceedings WMSCI 2007 (11th World Multi-Conf. on Systemics, Cybernetics and Informatics 8-11 July, 2007; eds. N. Callaos et al.) Vol. III, 186-191 (IIIS, Orlando, 2007) ISBN-10: 1-934272-17-5; ISBN-13: 978-1-934272-17-6
- 7) M. Francaviglia, M.G. Lorenzi, C. Senatore, A. Talarico, *Agents and Multimedia Technologies for an Innovative Didactics of Mathematics and Physics*, in Atti “Didamatica 2007”, (Cesena, 10-12 mag 2007; eds. A. Andronico e G. Casadei), parte I, 302-311 (Asterisco, Bologna, 2007)
- 8) L. Fatibene, M. Francaviglia, M.G. Lorenzi, S. Mercadante, *Una Sfida: Divulgare la Relatività, Speciale Divulgativo sul Sito Web del Portale della Ricerca Italiana*, MUR - <http://www.ricercaitaliana.it/> (2007)
- 9) S. Sheridan, *Developing Digital Short Films*, New Riders (Indianapolis, USA, 2004)
- 10) S. Wright, *Digital Compositing for Film and Video*, Elsevier (Burlington, USA, 2002)
- 11) C. Branzaglia, *Comunicare con le Immagini*, B Mondadori (Milano, 2003)

# LA CHIMICA: DALLA VITA QUOTIDIANA ALLE NUOVE TECNOLOGIE

→ T. Polimei<sup>(a)</sup>, C.C. Lombardi<sup>(b)</sup>, S. Coletti<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> ENEA –SIC Sede, Roma

<sup>(b)</sup> ENEA – BAS- BIOTECMED, Casaccia

## Sommario

In questo lavoro viene presentato un nuovo modo di comunicare argomenti apparentemente difficili, come la chimica, attraverso un progetto e-learning in modalità blended sulla formazione e sull'addestramento in ambito della 626/94. Il corso ENEA sulla sicurezza, ha l'obiettivo di fornire gli strumenti, sia teorici che pratici, per affrontare le problematiche connesse alla sicurezza sul lavoro sia per il personale interno che per soggetti esterni. La chimica, non è solo inquinamento, molte molecole infatti sia pure in modo inconsapevole hanno influenzato nel corso dei secoli in modo positivo l'evoluzione storica e sociale del nostro pianeta. Come dice Micheal Faraday, *"le sostanze chimiche non sono né buone né cattive, sono solo delle cose: sono i mattoni costitutivi dell'universo; sta all'utilizzatore deciderne che impiego farne"*.

## 1 Introduzione

Al fine di creare una generazione di cittadini/lavoratori consapevoli dei rischi presenti, sia a livello domestico che lavorativo è necessario investire sulle persone giovani. Ciò significa che, quanto prima i giovani acquisiscono familiarità con i concetti di salute e sicurezza, tanto prima sono in grado di acquisire consapevolezza sui potenziali rischi legati al mondo del lavoro: questo deve comportare necessariamente un miglioramento nelle modalità di erogazione e comunicazione dei rischi

La chimica, forse anche per il modo con cui viene presentata nell'ambito della scuola dell'obbligo, non gode di buona fama presso gli studenti; la maggior parte di essi la considera infatti una materia astrusa piena di simboli e formule incomprensibili, priva di stimoli e lontana dalla vita quotidiana.

Quando si parla di chimica il primo pensiero va ad eventi negativi come le piogge acide, la diossina di Seveso, l'esplosione della fabbrica di pesticidi a Bhopal in India, ma raramente pensiamo che la chimica è legata anche all'aspirina, allo zucchero, ai detersivi, al cotone con cui sono confezionati i nostri abiti, alle vitamine, agli antibiotici, ai carburanti, ecc..

Diversi processi come, la cottura dei cibi, la formazione della ruggine nei materiali ferrosi, la combustione di una sigaretta, non sono altro che reazioni chimiche, ossia sono processi che trasformano determinati agenti chimici in altri con caratteristiche completamente diverse.

## 2 Il rischio chimico: formarsi in rete

Le sostanze chimiche offrono numerosi vantaggi di cui la società moderna non può fare a meno. Basta pensare al loro impiego in settori quali la produzione alimentare o l'industria farmaceutica, tessile, automobilistica, per riconoscere che contribuiscono in maniera determinante al benessere economico e sociale dei cittadini.

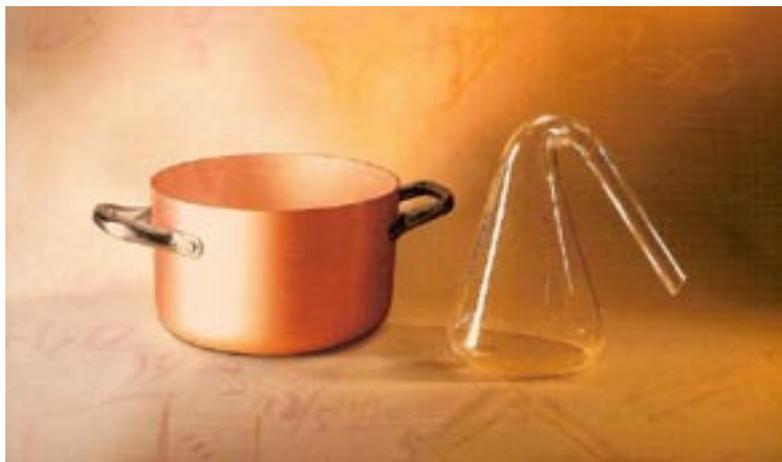


Fig.1 La buona cucina dipende anche da una sapiente trasformazione di composti chimici.

La chimica è la scienza che studia le proprietà, la composizione, la struttura della materia e le trasformazioni alle quali questa è soggetta e agli effetti che ne conseguono.

La chimica ha una lunga storia che risale almeno all'epoca in cui la terra prese forma. Le prime sperimentazioni chimiche, il fuoco, e l'uso di arenarie, calcare e alabastro per ricavare vasi, risalgono a tempi antichi da perdersi nel paleolitico inferiore.

Il manifestarsi di emozioni come l'amore, la rabbia, i ricordi, non sono altro che processi chimici dovuti all'interazione di strutture biologiche con mediatori chimici. Il sapore gradevole della carne cotta alla brace è dovuto alla formazione di composti chimici come l'acroleina per effetto delle elevate temperature sui grassi. La cioccolata un derivato del cacao, contiene la feniletilammina, sostanza in grado di far aumentare il livello degli zuccheri ematici, conferendo sensazioni di benessere, lucidità e induzione di uno stato di piacevole eccitazione. Le nuove disposizioni in materia di salvaguardia della sicurezza e della salute inerente l'utilizzo degli agenti chimici, obbligano il datore di lavoro all'adozione di particolari misure per la prevenzione dei rischi lavorativi, graduate in relazione alla consistenza degli stessi; l'Unione europea in tal senso ha emanata precise gerarchie comportamentali basate su: eliminazione, sostituzione, controllo dei fattori di rischio (vedi figura 2):

- Eliminazione; il modo migliore per abbattere il rischio è quello di eliminare la necessità di utilizzo di un agente pericoloso, modificando il processo o il prodotto di cui si fa uso ( per esempio l'eliminazione del piombo tetraetile nelle benzine).
- Sostituzione; ricorso preventivo ad indagine conoscitiva sulla possibilità di sostituzione di un agente pericoloso con altro meno pericoloso ( per esempio, la sostituzione dei solventi organici volatili per la pulizia dei metalli con gli esteri degli acidi grassi).
- Controllo; qualora non fosse possibile eliminare o sostituire un agente pericoloso, devono essere messe in atto metodologie per ridurre l'esposizione ricorrendo alla separazione fisica delle aree a rischio, al controllo dell'emissioni.



Fig.2 Template sull'etichettatura e classificazione delle sostanze pericolose

### 3 Conclusioni

L'obiettivo finale del processo di formazione/informazione presentato è quello di stimolare nei lavoratori/cittadini un processo mentale che porti a modificare i propri comportamenti in modo tale che lavorare in sicurezza divenga desiderabile, prima ancora che un obbligo previsto e imposto dalle norme. Occorre creare spazi per il dialogo ed educare alla conoscenza delle norme comportamentali e delle buone pratiche di laboratorio.

Solo in questo modo l'e-learning diviene un reale strumento di apprendimento collaborativo in:

- un repertorio tecnologico condiviso;
- una coprogettazione e condivisione di un'impresa comune;
- una realizzazione di un prodotto sviluppato e fortemente partecipato da tutti gli aderenti.

Il sistema sicurezza aziendale deve impegnarsi per fornire tutti gli elementi inerenti i possibili rischi a cui possono essere esposti i diversi lavoratori, sulle misure di controllo, sulle misure di protezione da adottare ai fine della prevenzione dei rischi. Ciò può essere effettuato solo con un corretto, puntuale e costante programma di formazione e informazione.

In questo contesto deve essere tenuto in considerazione il seguente assioma:

informazione e formazione = prevenzione = riduzione e/o eliminazione dei rischi.

In ENEA il sistema sicurezza, fin dal 1964 con l'introduzione della radioprotezione, è stato sviluppato in un'ottica di protezione e prevenzione. Tale approccio è stato perfezionato e migliorato al fine di rispondere nel modo più efficacemente possibile ai dettami dell'igiene e sicurezza sul lavoro imposti dalle recenti normative di stampo europeo.

È importante ricordare che le conoscenze/competenze vanno coltivate nel tempo con il fine di creare un flusso formativo che sia parte integrante del bagaglio culturale dell'uomo e del lavoratore, in questo modo si ha la garanzia che le competenze acquisite si tramutino in capacità di fare in modo sicuro.

### Referenze

- 1) Calvani A., Rotta M., *Fare formazione in Internet. Manuale di didattica online*, Convivialità un futuro per l'educazione, Arezzo 27/28 Luglio 1988
- 2) Coletti S., *WBKMS. Da una ontologia dell'informazione ad una ontologia come sostegno della conoscenza*, ENEA, 2006
- 3) Greco E., Cultura della sicurezza, strumenti per diffonderla al meglio. *Ambiente e Sicurezza sul Lavoro* 6, 44-46, 2000
- 4) Lazzaretti G., Da oggetto di tutela a soggetto di sicurezza: La formazione del lavoratore. In: *Atti RisCh 2006*, Volume 1, pp 577-581. Il rischio chimico nei luoghi di lavoro, Modena 13 ottobre 2006
- 5) Le Couteur P., Burreson J., *I bottoni di Napoleone: come 17 molecole hanno cambiato la storia*, Longanesi Ed., 2006
- 6) Schwarcz J., *Radar, hula hoop e maialini giochrelloni: come digerire la chimica in 67 storie*, ed. Dedalo, 2000
- 7) Terraschi M., Penge S., 2004, *Ambienti digitali per l'apprendimento*, Anicia srl, Roma
- 8) This Hervé, *Pentole & provette. Nuovi orizzonti della gastronomia molecolare*, Gambero Rosso GRH, 2003

# LE STELLE VANNO A SCUOLA OSSERVAZIONI REMOTE PER L'INSEGNAMENTO DELL'ASTRONOMIA E DEI SUOI METODI OSSERVATIVI

→ Paolo Santin

INAF – Osservatorio Astronomico di Trieste, Succ. di Basovizza, loc Basovizza 302, Trieste

## Sommario

*Le Stelle vanno a Scuola* è un progetto per la didattica dell'Astronomia nelle scuole. Mira a fornire agli insegnanti un laboratorio remoto per la gestione di reali osservazioni astronomiche, stellari e solari. Utilizzando metodi di e-laboratory ed e-learning vuole offrire supporto agli insegnanti ed un mezzo per la conoscenza dei metodi osservativi agli studenti.

## 1 Il progetto

*Le Stelle vanno a Scuola* è un progetto per la didattica dell'Astronomia e dell'Astrofisica nelle scuole, finanziato dal MUR dal 2001 ed attivato dall'INAF – Osservatorio Astronomico di Trieste attraverso la sua Divisione Tecnologie Astrofisiche. È operativo con le scuole dal 2003. Il progetto mira a portare l'esperienza astronomica direttamente nelle scuole, nella convinzione infatti che "fare" la scienza sia più importante per i ragazzi che "ascoltare" o "vedere" la scienza. Il progetto *Le Stelle vanno a Scuola* vuole quindi esportare direttamente la conoscenza dei metodi osservativi, e, attraverso questi, della strumentazione e delle sue caratteristiche. Per ogni scienza sperimentale infatti (anche se l'Astrofisica non è "sperimentale" in stretto senso galileiano, possiamo comunque assimilarla a tale) la conoscenza delle metodologie sperimentali è fondamentale per acquisire spirito critico nell'analisi dei risultati, per impostare una corretta elaborazione dei dati e per attribuire una corretta validità ai risultati finali.

Scopo di questo progetto è quindi quello di promuovere l'insegnamento dell'Astrofisica nelle scuole di ogni ordine e grado, in diretto collegamento con l'insegnamento delle materie attualmente curricolari quali Fisica e Chimica, mediante la conoscenza delle sue metodologie osservative, della strumentazione impiegata (telescopio e strumentazione di piano focale), del loro corretto impiego e delle caratteristiche peculiari della strumentazione, risposta e difetti (la "firma strumentale" per gli addetti ai lavori).

Risulta ovvio che per insegnare i metodi osservativi non c'è altra soluzione che eseguire una reale osservazione. Dal momento che è improponibile l'utilizzo della strumentazione di ricerca per lo svolgimento di un progetto didattico di questo tipo, è quindi indispensabile una struttura strumentale dedicata. Anche in questo caso però non è possibile lavorare con un'intera classe (o addirittura con più classi), data la ristrettezza di una piccola cupola ed i problemi logistici legati alla distanza dell'Osservatorio dalla città. Si è pensato quindi di portare l'osservazione direttamente nella scuola, mediante l'impiego di tecniche di Osservazione Remota. Questa configurazione comporta poi anche il rovesciamento della classica figura dell'esperto e dell'insegnante con la sua classe. In una divulgazione tradizionale è l'astronomo a recarsi presso la scuola, per tenere conferenze, mostrare immagini ecc., mentre l'insegnante e la classe agiscono più o meno da spettatori passivi. Nel nostro caso il ruolo centrale è ricoperto dall'insegnante. Solamente l'insegnante infatti conosce i suoi studenti, la loro preparazione, il tipo di scuola, il livello della classe ed il programma effettivamente svolto nel corso dell'anno. Il programma osservativo viene concordato tra l'insegnante e l'astronomo di supporto anche in funzione dei contenuti didattici da proporre ed è poi l'insegnante in classe a svolgere da guida in tutte le attività osservative mentre l'astronomo, presente in cupola, è in contatto continuo in video-conferenza, supervisiona le operazioni ed è disponibile a rispondere ad eventuali domande.

Gli studenti assieme al loro insegnante sono quindi i protagonisti, in remoto dalla scuola, di tutte le fasi dell'osservazione:

- definizione degli oggetti da osservare e tipo di osservazione
- ricerca degli oggetti nel cielo e puntamento del telescopio
- effettuazione dell'esposizione
- trattamento dei dati
- archiviazione.

Tutte le operazioni precedenti vengono svolte in maniera interattiva direttamente dagli studenti a scuola. Alla fine è compito dell'insegnante collegare i risultati ottenuti con quanto insegnato in classe. A seconda della classe e del livello della fisica svolta il collegamento può essere fatto con le leggi della Fisica o della Chimica, p.es. con le leggi del corpo nero, quelle di Wien ecc. Anche però a livello delle scuole elementari o medie può essere fatto un collegamento, p.es. con l'esperienza di colore/calore di tutti i giorni. Questa fase però è compito

esclusivo dell'insegnante. L'astronomo interviene alla fine, collegando la parte fisica con l'interpretazione astrofisica.

## 2 I percorsi didattici

Il punto centrale dell'offerta didattica verso le scuole è la creazione di percorsi didattici calibrati e flessibili, in modo da essere adatti ai diversi livelli scolastici cui il progetto si propone. Si sta lavorando quindi, anche in collaborazione con altre istituzioni universitarie che forniscono competenze squisitamente didattiche, alla creazione di unità didattiche leggere ed autoconsistenti, ove possibile collegate con i programmi curricolari di Fisica e/o Chimica.

Uno strumento didattico quale quello proposto è estremamente flessibile. Cosa offrire e come offrirlo è sempre alla completa discrezione e decisione dell'insegnante, che è l'unico vero conoscitore della sua classe. La disponibilità anche di un telescopio solare inoltre amplia l'offerta didattica, rendendola adatta anche a classi della scuola primaria. Introdurre l'Astronomia alle elementari è sicuramente più facile mediante l'osservazione e lo studio del Sole. Le osservazioni solari possono essere condotte al mattino, in orario scolastico, sono di più breve durata e possono essere anche ripetute più volte in giorni successivi, studiando in questo modo l'attività solare, la sua fenomenologia e la sua evoluzione, la rotazione del Sole, ecc.

## 3 La strumentazione presso l'Osservatorio

Nel corso dei primi anni di vita del progetto l'Osservatorio ha provveduto ad attrezzare e ad adibire a cupola, per ospitare il telescopio e tutta l'attrezzatura, un piccolo edificio disponibile presso la succursale osservativa di Basovizza, presso Trieste. La strumentazione osservativa è stata acquisita per gradi, nei diversi anni, ed attualmente è composta da:

- Telescopio Celestron C14, con camera CCD per l'acquisizione di immagini, ruota portafiltri e spettrografo alimentato in fibra ottica (in costruzione)
- Telescopio ausiliario per auto-guida (dotato di camera CCD)
- Telescopio solare per osservazioni solari diurne (dotato di camera CCD).
- Sistema di controllo (hardware e software)
- Sistema di video-conferenza

La strumentazione sopra elencata permette una vasta gamma di osservazioni, rendendo quindi il sistema complessivo estremamente flessibile ed adatto all'uso da parte di classi di ogni livello, dalla scuola primaria a quella secondaria. Osservazioni spettroscopiche e calibrazioni sono infatti proponibili alle scuole superiori, ma l'osservazione del Sole e semplici acquisizioni di immagini sono anche alla portata delle scuole elementari.

## 4 La strumentazione presso la Scuola

Si è posta d'altra parte particolare attenzione nel fare in modo che alle scuole non fossero richiesti nessuna attrezzatura speciale oppure software commerciali di costo elevato. Obiettivo finale era quello di mettere in grado le singole scuole di partecipare alle sessioni osservative basandosi sull'attrezzatura di un laboratorio di informatica di base e su di un collegamento in rete ormai ogni scuola possiede.

## 5 Informazioni sul progetto

Per maggiori informazioni sul progetto, le sue caratteristiche e la sua strumentazione si invita a consultare il sito <http://scuola.ts.astro.it>, dove si possono trovare anche la galleria delle immagini osservate dalle scuole e le statistiche di utilizzo. Alcune immagini sulla configurazione Osservatorio-Scuola sono mostrate in Figura 1.



Figura 1: Collegamento Osservatorio-Scuola

# COMUNICARE LE ENERGIE RINNOVABILI ATTRAVERSO LA SPERIMENTAZIONE DIRETTA E LE IMMAGINI

→ **Andrea Mameli** <sup>(a)</sup>, **Bruno D'Aguanno** <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> mameli@crs4.it CRS4, Parco Tecnologico della Sardegna, ed. 1, 09010 Pula (Cagliari)

<sup>(b)</sup> bruno@crs4.it CRS4, Parco Tecnologico della Sardegna, ed. 1, 09010 Pula (Cagliari)

## Sommario

La necessità di aumentare la conoscenza e il consenso intorno alle energie rinnovabili impone l'adozione di misure comunicative adattabili a svariate circostanze e diverse tipologie di utenti. L'impiego del piccolo laboratorio itinerante, per sperimentare e giocare con i principi e le tecniche alla base delle energie rinnovabili, insieme all'utilizzo di immagini (disegni, fumetti, animazioni digitali, cortometraggi) possono fornire validi supporti per prendere contatto, intuire, capire. Ma anche semplicemente per iniziare a ridurre distanze culturali. Intorno ai reali laboratori di sperimentazione delle energie rinnovabili attualmente in costruzione al CRS4 vengono realizzate una serie di attività dimostrative e divulgative dirette a molteplici pubblici. Questo lavoro presenterà le attività di comunicazione della scienza progettate e realizzate dal gruppo di lavoro sulle Energie Rinnovabili del CRS4. Nel presente articolo vengono presentate le attività finora svolte e quelle in programma per i prossimi anni nell'ambito del progetto Estate Lab Lab (costruzione di un dimostratore solare termodinamico).

## 1 Relazioni tra comunicazione della scienza e immagini

La necessità di illustrare accuratamente previsioni teoriche e risultati sperimentali impone un'efficace esibizione di immagini accanto al testo scritto. La data di nascita del connubio verbale-iconico viene convenzionalmente associata con la pubblicazione nel *Sidereus nuncius* da parte di Galileo Galilei: testo del marzo 1608 contenente una serie di disegni raffiguranti la superficie della Luna. In questi acquerelli, secondo lo storico dell'arte Samuel Edgerton, l'abilità di Galileo nel riconoscere le macchie lunari come ombre proiettate dai rilievi derivava dalla conoscenza della teoria delle ombre e della formazione prospettica maturata in ambiente fiorentino (il pittore Ludovico Cardi riconosceva in Galilei il suo maestro di prospettiva). [Edgerton, 1984]

Negli ultimi vent'anni lo spazio dedicato alle illustrazioni in riviste come *Nature* e *Science* è cresciuta considerevolmente, sebbene in notevole ritardo rispetto ai periodici destinati al grande pubblico (dove le immagini rivestono un ruolo preminente) forse a causa della diffidenza degli scienziati nei confronti della comunicazione visiva diversa da quella strettamente. Ora non bisogna però eccedere dal lato opposto: la scienza non deve cioè subire un'eccessiva spettacolarizzazione per immagini. [Ottino, 2003]

Tuttavia l'azione delle illustrazioni è di rinforzo rispetto ai contenuti editoriali, proprio come fosse arte al servizio della scienza. È lecito aspettarsi che i lettori siano in grado di non confondersi tra i risultati di una ricerca scientifica e un'illustrazione artistica perché, presumibilmente, questo modo di comunicare la scienza è divenuto ormai convenzionale. [Ippolito, 2003]

Indubbiamente l'evoluzione nel gusto, nelle aspettative e nelle percezioni del pubblico e degli scienziati è stata favorita da molteplici fattori. Risulta significativo, ad esempio, lo sforzo compiuto dai disegnatori dei comics di riavvicinarsi al reale [Lee, Buscema, 1977] nonostante la persistente sospensione dell'incredulità nel mondo fantastico raccontato dai fumetti [Gresh, Weinberg] come pure la grande varietà di proposte [Giorello, Gaspa, 2007] e la sostanziale mancanza di vincoli formali che contraddistingue in genere l'ambiente creativo. [Mameli, Murgia, Cabras, 2007].

Significativo a questo proposito l'inserimento dei *comics* all'interno dei seminari per le matricole del corso di laurea in fisica (Università del Minnesota) con il titolo: "Tutto ciò che so della scienza l'ho imparato dai fumetti". [Kakalios, 2007].

Nell'epoca *post moderna* dominata dall'immagine, come acutamente osservava Italo Calvino nelle Lezioni americane (1988) i media trasformano il mondo nella sua immagine. E oggi la cosiddetta *visual culture* si attesta come linguaggio e forma della comunicazione umana, interattiva e dialogica, in grado di produrre e costruire significati. [Biondi, 2007]

Il rapporto tra i processi di formazione della conoscenza scientifica e le immagini può riguardare anche l'illustrazione delle tappe costruttive di un impianto, come nel caso del Sardinia Radio Telescope: antenna paraboloidale di 64 m di diametro (attualmente in costruzione a 35 km da Cagliari) che una volta ultimata diverrà la più grande d'Italia. [SRT]

## 2 Il laboratorio di educazione alle energie rinnovabili

Il CRS4 (Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna) sta realizzando il progetto ESTATE LAB

(finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca: DM23161 del 30/11/2006, Progetto di Ricerca: Laboratorio pubblico-privato per lo sviluppo di tecnologie per l'energia solare termica ad alta temperatura) volto a dimostrare la fattibilità della produzione, efficiente, pulita e competitiva, di energia elettrica a partire dalla fonte energetica solare, attraverso la gestione termodinamica ad alta temperatura (550 °C) dell'energia solare raccolta, concentrata e immagazzinata. Intorno al laboratorio sorgeranno tre corsi di alta formazione e saranno allestiti dei modellini in scala ridotta del dimostratore. [ESTATE LAB]

## **2.1 La logica delle attività**

L'esigenza di far conoscere la tecnologia solare a concentrazione – CPS – e la necessità di rispondere a frequenti interrogativi di carattere più generale (Cos'è l'energia? Cosa sono le energie rinnovabili? Cosa sono le catene di approvvigionamento energetico? etc) impone di affiancare al progetto una serie di iniziative divulgative.

L'obiettivo principale è l'ampliamento delle conoscenze nel grande pubblico intorno al tema delle energie (rinnovabili). Per perseguire questi scopi l'uso delle immagini diviene fondamentale.

Sulla scorta della curiosità e dell'interesse destato dalle fasi costruttive del Sardinia Radio Telescope, abbiamo scelto un percorso divulgativo a ritroso in cui si parte dal come si costruisce, si passa poi al come funziona per giungere infine ai principi che ne guidano il funzionamento. Le modalità per mettere in pratica questo proposito divulgativo sono essenzialmente due: impiego delle immagini riprese nei contesti costruttivi e attività di simulazione reale di trasformazione dell'energia per mezzo di modellini in scala.

Al primo aspetto si unisce la creazione di un blog, nel quale vengono messe a disposizione le documentazioni visive (foto, filmati, fumetti e in futuro animazioni digitali e cartoni). [Blog Crs4EnergieRinnovabili]

## **2.2 Le attività svolte**

Nel corso del Festival di letteratura per ragazzi Tuttestorie (Cagliari, 5 e 6 ottobre 2007) al laboratorio di educazione alle energie rinnovabili del CRS4 è stata affidata la conduzione di una serie di attività con gli studenti delle scuole elementari e medie (provenienti da tutta la Sardegna) comprendenti l'uso di modellini in scala di centrale idroelettrica, solare e eolica, un'automobilina a energia solare e un motore Stirling. In particolare, per i bambini e i ragazzi ha destato notevole interesse constatare la trasformazione dell'energia muscolare, necessaria a sollevare un bidoncino d'acqua, in energia elettrica, originata dal movimento della dinamo azionata con la caduta del liquido.

In occasione della Settimana cittadina della Scienza, organizzata dal comitato Scienza Società Scienza, dal 10 al 12 novembre 2007, il laboratorio di educazione alle energie rinnovabili del CRS4 ha gestito di una serie di incontri con gli studenti delle scuole elementari e medie provenienti da tutta la Sardegna. Ha destato particolare interesse assistere alla creazione di idrogeno (fuel cell alimentata a batteria o con un piccolo pannello solare) e la successiva estrazione di energia elettrica con una seconda cella e il conseguente movimento della macchinetta. Tutte le attività sono state documentate con foto e filmati e inserite nel Blog.

Sono in programma altre attività del laboratorio in occasione della terza edizione del Festival della Scienza di Orgosolo (Nuoro) dal 30 maggio al primo giugno.

## **2.3 Possibili sviluppi futuri**

La necessità di attrezzare il laboratorio educativo delle energie rinnovabili del CRS4 in tempi brevi ha imposto l'impiego di apparati didattici acquistati già pronti. Sono stati aggiunti solo alcuni elementi (come la corda e il bidoncino d'acqua, issato a braccia dai ragazzi su un ramo di un albero). In futuro si ritiene invece di fondamentale importanza progettare e realizzare una serie di modellini in loco, preferibilmente utilizzando materiali di scarto, compresa una centrale solare a concentrazione in miniatura. L'interazione con il pubblico generico, con altri centri di ricerca, con le scuole e alcuni corsi universitari costituirà nei prossimi anni, un fattore strategico per il laboratorio di educazione alle energie rinnovabili del CRS4. Per questo il blog costituirà il punto di riferimento, con l'obiettivo di coinvolgere anche altri soggetti nell'inserimento di testi, immagini e filmati.

## **3 Conclusioni**

L'esperienza fin qui condotta dal laboratorio di educazione alle energie rinnovabili del CRS4 ha rilevato una forte sete di conoscenza intorno al tema. Le attività divulgative saranno quindi considerate parte integrante delle azioni di ricerca e sviluppo, con la consapevolezza che far conoscere i risultati delle attività scientifiche è una necessità e insieme un dovere.

## Referenze

- 1) S. Edgerton, Galileo, florentine Disegno, and the Strange Spottedness of the Moon, in Art Journal, XLIV, pp. 225-33 (1984)
- 2) J. Ottino, Is a picture worth 1,000 words?, in Nature 421, 474-476 (30 January 2003)
- 3) F. Ippolito, The subtle beauty of art in the service of science, in Nature: 422, 15 (2003)
- 4) S: Lee, J. Bushema, How to draw comics. The Marvel way. First Fireside Edition (1977)
- 5) L. Gresh, R. Weinberg, Superman contro Newton. I supereroi dei fumetti e la loro scienza (vera e falsa). Apogeo (2005)
- 6) G. Giorello, P.L. Gaspa, La scienza tra le nuvole. Da Pippo Newton a Mr Fantastic, Raffaello Cortina Editore (2007)
- 7) A. Mamei, F. Murgia, C. Cabras, Comunicare la scienza con il fumetto e con il disegno animato, in Atti del V Convegno Nazionale sulla comunicazione della scienza. 153-162 (2007)
- 8) J. Kakalios. La fisica dei supereroi. Einaudi (2007)
- 9) T. Biondi. La fabbrica delle immagini. Cultura e psicologia dell'arte filmica. Edizioni Magi. (2007)
- 10) SRT: <http://srtproject.ca.astro.it/>
- 11) ESTATE LAB: <http://www.crs4.it/ecp/projects/ESTATE LAB/>
- 12) Blog Crs4EnergieRinnovabili: <http://crs4energieinnovabili.blogspot.com/>

# AMBIENTI VIRTUALI E COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA. SUCCESSI E SCONFITTE DAI PRIMORDI DEL WEB A 3D-INTERNET ED OLTRE

→ **Arnaldo Maccarone**

Nergal s.r.l. via B. Bardanzellu 8, Roma

## Sommario

Si descrive brevemente l'evoluzione degli scenari di comunicazione della scienza dall'avvento di internet fino a oggi. In particolare si mettono in evidenza quegli aspetti della comunicazione che sono stati guidati dalle caratteristiche peculiari delle varie tecnologie apparse nel corso degli anni. Si analizzano infine alcuni possibili scenari futuri con riferimento alla possibilità della costruzione e diffusione di ambienti virtuali interattivi.

### 1 Introduzione: internet e la comunicazione della scienza

È in qualche senso paradossale che la comunicazione della scienza sia tra gli aspetti di internet, che meno spesso viene indicato come rilevante: in realtà il World Wide Web è nato nel 1991 ad opera di Tim Berners-Lee, un ricercatore del CERN di Ginevra, con il preciso obiettivo di facilitare la condivisione e la diffusione di informazioni nella comunità dei fisici delle particelle elementari. La diffusione esplosiva di internet degli anni '90 in tutte le categorie professionali e in tutti gli strati della società ha di fatto oscurato questa finalità iniziale. In seguito la capillarità della diffusione della rete ha fatto sì che si aprissero nuove prospettive di comunicazione della scienza, non più interne alla comunità degli scienziati, ma orientate all'e-learning (neologismo che senza internet non avrebbe ragion d'essere!) o comunque in generale alla diffusione di conoscenza verso una platea più ampia.

Si cercherà qui di evidenziare come le caratteristiche intrinsecamente collettive e collaborative degli scenari del web abbiano costruito nuovi paradigmi per la comunicazione della scienza e ancora di più potranno fondarne in futuro.

### 2 Gli inizi: web 1.0

È interessante notare che con una rapida ricerca in rete si scopre che web 1.0 è un "retronimo", ovvero un termine costruito ad hoc per indicare una fase preliminare di una realtà attuale. In particolare il termine "web 1.0" si riferisce alla prima fase di sviluppo del World Wide Web ed è fortemente caratterizzato da alcuni paradigmi che analizzeremo brevemente nel seguito.

#### 2.1 Comunicazione unidirezionale

A causa della novità del mezzo e della scarsa penetrazione delle tecnologie, nei primi anni '90 anche su internet era replicata una chiara divisione, tipica dei mezzi di comunicazione tradizionali, tra editori e lettori. Essenzialmente il web era visto come un canale di diffusione in più, diverso da quelli esistenti nella tecnologia, ma del tutto analogo nelle modalità di utilizzo. Sono dunque comuni in questa fase i cosiddetti "siti vetrina" in cui, in modo unilaterale, pochi "editori" mettono dei contenuti a disposizione di moltissimi "lettori".

È evidente che la possibilità di accedere ad una grande mole di dati costituiva già un enorme passo avanti nella diffusione della conoscenza, ma il livello tecnologico dell'epoca impedisce un livello di interazione maggiore.

#### 2.2 Staticità dei contenuti

I contenuti sono prevalentemente testuali e statici: le pagine web sono lette come si leggerebbe un libro o un giornale, ovviamente con la maggiore flessibilità tipica degli ipertesti, ma senza offrire all'utente la possibilità di interazioni più sofisticate. Anche l'aggiornamento dei contenuti è interamente manuale e demandato all'editore. Non è infrequente trovare in questa fase dei siti tecnicamente "attivi", ma sostanzialmente "morti" a causa del mancato aggiornamento.

#### 2.3 Navigazione "isolata"

L'esperienza di navigazione è, in questa fase, essenzialmente individuale. Un utente che naviga un sito non ha alcuna informazione sulle navigazioni da parte di altri soggetti. Inoltre le limitazioni tecnologiche (soprattutto relativamente alla banda) impedivano la realizzazione di applicazioni di messaggistica in tempo reale. È interessante osservare tuttavia come, ancora prima della nascita di internet (addirittura dalla fine degli anni settanta, siano state molto diffusi i BBS (Bulletin Board System), precursori degli attuali forum, che già implementavano, seppur in modo statico, i concetti di collaborazione e condivisione delle informazioni tipici del web 2.0.

### 3 La comunicazione della scienza nell'era del web 1.0

Alla luce delle caratteristiche della piattaforma descritte nella sezione precedente, si comprende come la comunicazione della scienza nelle prime fasi di sviluppo del web, si discostasse poco dagli schemi tradizionali degli altri media. In particolare l'evoluzione degli scenari in queste fasi è dominata dal riconoscimento della possibilità di insegnamento sul nuovo mezzo (e-learning) e dall'esplorazione delle relative possibilità. In parallelo le attività di comunicazione della scienza su internet proseguono al livello di interazione tra scienziati, seguendo gli scopi originari della nascita stessa della rete. Alcune caratteristiche ed esperienze interessanti nel campo possono essere dunque già evidenziate a questo livello.

#### 3.1 Nascita dei paradigmi di e-learning

La possibilità di diffondere informazioni verso un vasto pubblico su una piattaforma digitale porta in questa fase alla necessità di sviluppare dei moduli applicativi adatti all'integrazione e alla gestione dei contenuti sul web. Nascono in questo modo i paradigmi fondamentali dell'e-learning che sono i concetti di LMS (Learning Management System) e di LO (Learning Object). Senza entrare nel dettaglio, si può dire che i LMS sono le piattaforme che consentono di gestire tutto il materiale necessario allo svolgimento di corsi su internet, mentre i LO sono tutti i materiali che possono essere utilizzati per l'insegnamento (testi, immagini, filmati, ). È interessante notare che le caratteristiche tecnologiche del mezzo aprono la possibilità di costruire LO complessi, costruiti ad esempio dall'unione di un testo e un filmato sincronizzati, che indicano modalità di insegnamento diverse da quelle praticate sui media tradizionali.

#### 3.2 arXiv.org: una rivoluzione nel mondo della letteratura scientifica

Il fenomeno forse più interessante sviluppatosi nei primi anni '90 in merito alla comunicazione della scienza è quello di *www.arXiv.org*, anche perché si tratta di un'esperienza tuttora attiva e florida che ha avuto un'enorme influenza nel mondo della pubblicazione scientifica. *www.arXiv.org* (precedentemente *xxx.lanl.gov*) nacque nel 1991 come un archivio pubblico di pre-print, dove gli scienziati avevano la possibilità di "postare" i loro lavori prima della pubblicazione sulle classiche riviste cartacee. L'importanza di tale esperienza non sta tanto nella velocità di diffusione, quanto nel fatto che la pubblicazione su *arXiv.org* prescinde totalmente dal meccanismo di *peer-review* che tuttora costituisce il pilastro dell'organizzazione del *publishing* scientifico. In sintesi, mentre la pubblicazione sulle tradizionali riviste cartacee è subordinata alla valutazione anonima di un articolo da parte di scienziati esperti nel campo, su *arXiv.org* è possibile pubblicare articoli scientifici senza alcun controllo preventivo, con evidenti vantaggi in termini di velocità e di efficacia di diffusione. Il fatto notevole è che la mancanza di controllo preventivo non ha significativamente abbassato il livello medio delle pubblicazioni rispetto alle riviste cartacee. Al contrario *arXiv.org* sempre più è diventato un punto di riferimento per la comunità nei casi in cui è necessario comunicare velocemente dei fatti rilevanti. Si è infatti notato che la comunità *nel suo complesso* esercita un controllo su quanto viene pubblicato online, scoraggiando i dilettanti e gli incompetenti ad utilizzare la piattaforma. In effetti negli ultimi anni sono stati aggiunti dei controlli, che però mirano semplicemente ad accertare l'appartenenza dell'autore alla comunità scientifica (*endorsement*) ma non entrano nel merito del contenuto dell'articolo. Questo tipo di approccio sfrutta al meglio le caratteristiche di de-localizzazione della rete ed è alla base di moltissime evoluzioni dell'attuale web 2.0.

### 4 Il web di oggi: 2.0

La forma attuale dell'esperienza di navigazione web, anche tenendo conto della velocità di mutamento, mostra alcune caratteristiche distintive che la individuano rispetto alla fase precedente e che indicano possibili direzioni di evoluzione futura.

#### 4.1 Il paradigma User Generated Content (UGC)

Probabilmente la rivoluzione che è alla base della maggioranza delle evoluzioni del web 2.0 è l'instaurarsi della possibilità da parte degli utenti di pubblicare contenuti personali sul web, eliminando di fatto la tradizionale divisione tra editore e lettore tipica dei media tradizionali. La diffusione, infatti, di interfacce di rete a larga banda e di semplici ma potenti software di gestione dei contenuti (Content Management System – CMS), dà la possibilità a chiunque di diffondere i propri contenuti sulla rete. Di fatto il concetto di "sito web" presente nel web 1.0 è ormai ristretto ad ambiti particolari, mentre gran parte delle piattaforme possiede funzionalità che consentono agli utenti di interagire fortemente e spesso di costruire la quasi totalità dei contenuti.

#### 4.2 Le reti sociali

Il fenomeno emergente della rete negli ultimi anni è senza dubbio la diffusione delle reti sociali, che portano ad un livello ulteriore il concetto di UGC, integrandolo con la possibilità di costruire aggregazioni orizzontali di utenti accomunati da interessi specifici (*flickr.com* per le immagini, *linkedin.com* per le carriere professionali, *youtube.com* per i filmati) o semplicemente interessati alla comunicazione ed alla condivisione di informazioni

personali (*myspace.com* o *facebook.com*). In questi casi non è quasi possibile separare la struttura della rete sociale dai contenuti della stessa e si viene a costruire sul web una sorta di "realtà parallela" all'interno della quale è possibile muoversi, interagire e creare contenuto. Questi meccanismi sono resi possibili dalla sempre maggiore flessibilità della tecnologia che consente all'utente di accorgersi della presenza di altri utenti in tempo reale (*presence*) e dalla possibilità di avere software sempre più flessibili sul computer dell'utente (quali ad esempio le librerie *Ajax*) che riducono l'occupazione della banda e di conseguenza i tempi dell'interazione tra gli utenti.

#### 4.3 Il software Open Source

Nel quadro complessivo di "democratizzazione" della rete un ruolo molto importante è stato giocato dalla diffusione di software Open Source (OS) che possono essere utilizzati e modificati liberamente dagli utilizzatori senza il pagamento di costi di licenza. In questo modo è stato possibile fornire a tutti strumenti anche molto potenti di gestione e condivisione contenuti (quali ad esempio ai motori di blog quale *wordpress.com* o a CMS anche di livello enterprise quali *joomla.org* o *plone.org*). La possibilità di accedere a software libero è evidentemente fondamentale per poter costruire piattaforme informatiche che possano essere controllate da tutti e che possano veicolare contenuti scientifici verificabili da chiunque.

### 5 Comunicazione della scienza 2.0: lo scenario attuale

Le caratteristiche attuali del World Wide Web sembrano puntare verso una diffusione spinta del paradigma UGC e dunque apparentemente gli spazi per una comunicazione professionale della scienza sembrano non essere la priorità emergente degli utenti. Tuttavia esistono alcune esperienze che meritano di essere esaminate con attenzione.

#### 5.1 Wikipedia

L'enciclopedia libera wikipedia, conta oggi più di 2,5 milioni di voci in inglese e versioni locali numerose lingue diverse. *wikipedia.org* è senz'altro oggi la risorsa più diffusa come "quick reference" su argomenti anche molto specialistici. Come nel caso di *arXiv.org*, ma in scala maggiore, non sembra che la qualità dei contenuti sia sensibilmente peggiore di quella delle classiche enciclopedie cartacee. Questo in virtù di una attenta opera di salvaguardia dei contenuti contro "atti vandalici", ad opera di un gruppo di utenti che mantengono la piattaforma, pur senza entrare nell'editing dei contenuti. È invece evidente lo scarso livello di approfondimento di molte voci, che rende ancora insostituibile l'esistenza delle enciclopedie cartacee. Da un punto di vista educativo si pone tra l'altro un'importante questione di attenzione verso gli studenti (di scuole ed università) per un utilizzo consapevole di wikipedia che attualmente non può surrogare i libri tradizionali.

#### 5.2 Distributed and human computing

È interessante in questa sede evidenziare un tipo di applicazione apparentemente di nicchia, ma che probabilmente nel futuro giocherà un ruolo importante negli scenari di comunicazione della scienza. Il filone del *distributed computing* fu inaugurato nel 1999 con il lancio da parte dell'università di Berkeley del progetto SETI@home che aveva l'obiettivo di sfruttare il tempo macchina normalmente inutilizzato dei PC di tutti gli utenti collegati alla rete per la ricerca di segnali significativi in mezzo al "rumore elettromagnetico" proveniente dallo spazio (SETI sta per Search for Extra Terrestrial Intelligence). Il progetto ebbe una grande diffusione e attualmente esistono in rete numerose esperienze analoghe. Da un punto di vista della comunicazione e dell'educazione è evidente la forza di un approccio di questo tipo, in grado di consentire agli utenti e agli studenti di sperimentarsi in prima persona in un lavoro scientifico, catturando l'interesse e diffondendo conoscenza. Un'ulteriore evoluzione di questo approccio, detto *human computing*, è recentemente emersa (vedi ad esempio *espgame.org* pubblicato nel 2005 dalla Carnegie Mellon University), nel quale il tempo di calcolo che viene sfruttato è quello degli utenti stessi connessi alla rete, che svolgono compiti tipici dell'intelligenza umana (nel caso di *espgame.org* la catalogazione di immagini) attraverso la partecipazione a giochi collaborativi tra utenti diversi. Si tratta di un approccio molto nuovo ed originale che coniuga la potenza del calcolo collaborativo, le possibilità ricreative dei giochi in rete e un fine scientifico. Certamente in futuro nuove possibilità di comunicazione della scienza nasceranno da idee di questo tipo.

### 6 Un possibile futuro: gli ambienti virtuali

Come è evidente i possibili scenari evolutivi della comunicazione della scienza in rete sono molteplici: è possibile però fare qualche previsione tenendo conto sia delle evoluzioni tecnologiche sia dei possibili sviluppi nell'interazione uomo-macchina e nell'ergonomia delle soluzioni tecnologiche stesse. Da un punto di vista tecnologico in questi ultimi anni si sta assistendo allo sviluppo di una serie di ambienti tridimensionali virtuali (come ad esempio *secondlife.com*) che consentono agli utenti di cooperare in rete utilizzando invece del browser tradizionale un'interfaccia che rappresenta l'utente come un *avatar* animato che interagisce in un mondo

virtuale con gli altri utenti in una forma molto più semplice e intuitiva rispetto alle interazioni tradizionali. In questo modo il consueto concetto di *presence* viene superato in modo radicale e si apre la strada ad un contatto e scambio di informazioni tra gli utenti estremamente più libero e più ricco. Inoltre il fatto di "vivere" in un mondo virtuale (e non dentro il classico browser) consente di creare oggetti ed applicazioni che possono essere condivise nel mondo virtuale o anche comprate e vendute, dando origine ad una complessità di relazione impossibile nella normale navigazione web. Per quanto riguarda la comunicazione della scienza sono evidenti alcuni vantaggi immediati:

- L'ambiente virtuale aggiunge fluidità all'esperienza, rendendo più semplice e naturale lo scambio di informazioni. Molte università stanno già sperimentando veri e propri corsi nei mondi virtuali.
- La possibilità di costruire e condividere oggetti nel mondo virtuale consente di creare LO innovativi in grado di interagire con gli avatar degli utenti in modo analogo con quanto avviene nel mondo reale.
- Il mondo virtuale è essenzialmente una grande piattaforma di simulazione condivisa, nella quale è possibile mettere in piedi "esperimenti in silico" condivisi tra un gran numero di utenti. Si pensi ad esempio alla possibilità di fare esperimenti con la dinamica dei corpi o dei fluidi, oppure di costruire riproduzioni di oggetti meccanici manovrabili dagli utenti, e così via

In questo momento il punto critico legato alla diffusione dei mondi virtuali è la mancanza di uno standard aperto e condiviso: è chiaro infatti che una piattaforma per la gestione della conoscenza deve essere ugualmente fruibile da tutti: attualmente ad esempio il mondo di Second Life è gestito in modo "feudale" da un'azienda statunitense e come tale scoraggia gli investimenti da parte di terze parti industriali o anche enti di ricerca e università. Alcune iniziative in tal senso sono già partite, tra le quali un progetto nell'ambito del settimo programma quadro della comunità europea a guida italiana, chiamato Virtual Life (ICT Grant Agreement Number 216064).

## **7 Conclusioni**

L'evoluzione della comunicazione della scienza sul web sta andando nella direzione di sempre maggior partecipazione da parte degli utenti sia in termini di apporto di contenuti che di qualità della relazione. Forme innovative di interazione sono allo studio e stanno apparentemente emergendo dal basso, a partire dalla volontà dei singoli utenti di costruire i contenuti della rete e non esserne più soltanto passivi spettatori. In questa fase è possibile che i mondi virtuali divengano il luogo ideale per una comunicazione partecipativa e interattiva che apre grandi possibilità sia per l'insegnamento sia per la ricerca scientifica.

# SECOND LIFE: UN NUOVO SCENARIO DI E-SIMULATION PER LA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

→ S. Coletti<sup>(a)</sup>, A. Vacchi<sup>(b)</sup>, F. Fabbri<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> ENEA – Sede, Roma

<sup>(b)</sup> INFN – Trieste

<sup>(c)</sup> INFN – Frascati

## Sommario

La Realtà Virtuale è usata per le simulazioni e la visualizzazione dei dati complessi. L'uso dei grafici in RV e 3D per l'e-learning si sta ampliando ulteriormente e si sono creati interi ambienti di RV in cui si apprende. Ciò evidenzia una variazione nell'e-learning da un ambiente basato sul testo convenzionale ad un ambiente più immersivo e più intuitivo. Poiché RV è una simulazione di un ambiente naturale attraverso un elaboratore, l'interazione con un modello 3D è più naturale. Le nuove teorie sulla progettazione di ambienti di apprendimento si fondano sull'adattamento di un ambiente non ad uno studente singolo, ma ad un ambiente collaborativo, abbinato alle tecnologie di comunicazione basate sulla cooperazione e sulla collaborazione. L'utente/avatar co-creatore di ambienti di apprendimento in Second Life implica nuovi compiti per gli utenti: si parla di co-progettazione. L'avatar osserva, si sposta ed interagisce con le rappresentazioni di altri internauti, dello spazio e di oggetti che egli stesso ha contribuito a creare. Indipendentemente dalle grandi e non ancora completamente delineabili potenzialità delle nuove tecniche grafiche, la metafora alla base di ogni processo di apprendimento si rafforza e si esalta.

## 1 Introduzione

La disseminazione della scienza verso il pubblico non specializzato si è sviluppata negli ultimi anni in maniera sempre più significativa in Internet. La rete ha progressivamente perso il suo carattere di media per assumere quello di ambiente dove il "comunicatore" si è sempre più contaminato con la comunità dei "discenti". Questa caratteristica è tipica in particolar modo dei progetti inerenti le materie scientifiche e tecniche. Si è ormai abbandonato il modello top-down, per sostituirlo con quello dell'apprendimento condiviso. Sia il settore della divulgazione della cultura scientifica, oggi ritenuta una necessità emergente della nostra società, sia quello dell'apprendimento hanno tratto da questa contaminazione grandi vantaggi. Lo sviluppo di piattaforme 3D-internet propone oggi nuove possibilità e sfide. L'ambientazione 3D non solo consente l'utilizzo di una serie di strumenti innovativi: orientabilità degli oggetti, ispezionabilità a varie scale, assemblaggio, ma anche costituisce ideale ambientazione per la comunicazione e l'apprendimento condivisi. Pensiamo ad una delle piattaforme Internet 3D più attuali: SecondLife, che consente di creare l'ambiente in cui operare. Le tradizionali pagine web vengono sostituite da spazi 3D in cui l'internauta ne costruisce le caratteristiche scenografiche ed interattive e viene esso stesso rappresentato (avatar).

## 2 e-Simulation: condizioni di un apprendimento costruito

La simulazione istruttiva ha una notevole potenzialità di espressione, di comprensione, di inserimento, di costruzione, di creazione: coinvolge, chiarisce, completa la conoscenza. Second Life è uno strumento altamente promettente per il futuro della conoscenza scientifica condivisa e applicata. L'apprendimento dell'utente/avatar è visto come un processo attivo, orientato all'oggetto/isola in SL e auto-regolato, durante il quale l'utente crea continuamente dei significati a partire dagli stimoli esercitati dall'ambiente. Il processo di progettazione orientato al sostegno all'autocontrollo da parte degli stessi utenti/avatars, si può definire un ambiente di controllo cibernetico, dove l'apprendimento è un processo di transizione dalla posizione di t0 verso un t1 esperto. L'apprendimento, va sottolineato, è innanzitutto un impegno sociale, deve riflettere le conoscenze, i punti di vista e i valori che appartengono ad una società (insieme di soggetti). La base per un apprendimento cooperativo è un sapere socialmente condiviso o anche co-costruzione del sapere. Un aspetto fondamentale è legato all'ipotesi dell'interiorizzazione. Questa ipotesi indica che il comportamento cognitivo interiore deve scaturire un po' alla volta da un comportamento esterno aperto che colmi le carenze culturali e metta il lavoratore nella situazione che gli compete. Gli utenti/avatar acquistano nuove conoscenze grazie alla graduale interiorizzazione di azioni sociali.

Di recente, la nozione di cognizione distribuita ha sviluppato l'idea che il sapere e la cognizione devono risiedere in tutti gli individui e in ciò che li circonda. L'attività umana è per questo fortemente influenzata dalle condizioni locali, che comprendono gli altri individui e le diverse tipologie dei prodotti della cultura.

La cognizione non è solo situata, ma anche distribuita: non può essere considerata a prescindere dal livello culturale organizzato all'interno del quale le persone operano.

Un altro aspetto importante per un apprendimento effettivo, dinamico e più produttivo in Second Life è la collaborazione attiva fra persone di diverso livello professionale. Solo ampliando gli spazi del sapere informato è possibile trovare le risposte giuste e costituire quello che si chiama democrazia della conoscenza. Queste osservazioni sono molto importanti per quanto concerne la ricerca di soluzioni di tipo collaborativo. Una seconda condizione è un'organizzazione precisa del gruppo in termini di: obiettivi chiari, responsabilità a livello personale, specializzazione per quanto riguarda i compiti, adattamento ai bisogni individuali, pari opportunità per tutti i partecipanti in vista del raggiungimento dell'obiettivo prefissato e nel rispetto della competizione democratica all'interno del gruppo.

La terza condizione è rappresentata dalla scelta di un compito che per esempio un gruppo deve svolgere. In realtà, è proprio sollecitando i partecipanti ad interagire tra loro che si riesce ad ottenere un valore aggiunto dell'apprendimento cooperativo. Ciò significa che il compito deve racchiudere in sé molti aspetti in modo da permettere a ciascun utente/avatar di dare il proprio contributo all'obiettivo comune, in particolare questo deve essere:

- sufficientemente complesso, cosa che permette al gruppo di mettere in luce maggiori competenze rispetto al singolo individuo,
- orientato verso obiettivi sociali, in modo da stimolare attività e atteggiamenti di aggregazione condivisa.

### 3 Conclusioni

La simulazione prevede che siano stimolati tutti i sensi dell'utente: non solo la vista, ma anche e soprattutto l'udito e l'azione. Il saper fare o rifare è l'obiettivo principale e lo scopo iniziale per un feedback continuo. In questa interazione socio culturale che si sviluppa all'interno di SL e degli ambienti di simulazione in particolar modo è forte la componente della competenza.

Trattandosi di uno spazio sempre in fieri e soggetto a cambiamenti e a transiti, la condivisione delle conoscenze e delle risorse fra i vari avatar mette in risalto le aspettative dei singoli e rappresenta un nodo focale.

L'azione di simulazione valorizza la dimensione dell'intersoggettività, sia sotto forma di triangolazione (valutazione della stessa esperienza da diversi osservatori o punti di vista) che attraverso la comparazione tra esperienze multiple dello stesso tipo:

- ognuno contribuisce alla produzione di ciascuna parte dell'elaborato finale,
- ogni partecipante sviluppa autonomamente una singola parte.

L'utilità di tale approccio mette in funzione un'interpretazione soggettiva che utilizza un metodo di ricerca di tipo qualitativo e un atteggiamento perspicace del ricercatore avatar orientato su più mondi sintetici.

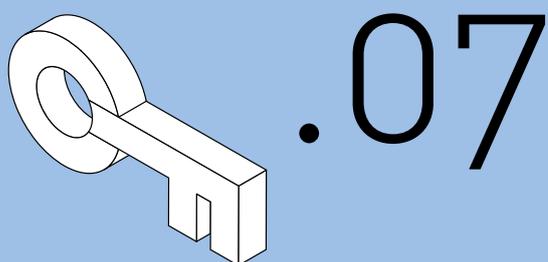
Non resta altro che sperimentare questa nuova e ricca modalità di conoscenza scientifica e ciò richiede impegno e disponibilità non solo ad esplorare e a conoscere con atteggiamento critico e costruttivo, ma anche ad accogliere le diversità tecnologiche e culturali come un valore aggiunto.

### Referenze

- 1) Calvani A., (1998), Costruttivismo, progettazione didattica e tecnologie, in Progettazione formativa e valutazione (a cura di D.Bramanti): Carrocci Editore, Roma
- 2) Maragliano R., (2004), Nuovo manuale di didattica multimediale, Laterza, Roma-Bari
- 3) Piave A.N. (a cura di), (2007), La classe virtuale, da Collana "Nuove Frontiere Pedagogiche": Barbieri
- 4) Terraschi M., Penge S., (2004), Ambienti digitali per l'apprendimento, Anicia srl, Roma
- 5) Gerosa M., (2007) Second Life, Collana melusine, Meltemi Editore, Roma

## SESSIONE SEI

Musei, Festival e Fiere.



# ERA – ESPOSIZIONE DI RICERCA AVANZATA: UN BALZO NEL FUTURO

→ Fulvio Belsasso<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> GLOBO divulgazione scientifica, c/o AREA Science Park, Padriciano 99, Trieste

## Sommario

Creare un un moderno centro di divulgazione a Trieste per mettere in contatto il grande pubblico con la ricerca scientifica avanzata. Con quest'idea Globo ha pensato di trasformare in esposizione permanente la rassegna biennale dedicata alla ricerca scientifica e all'alta tecnologia ERA - Esposizione di Ricerca Avanzata. Il progetto sta per diventare realtà nella nuova sede di Campo Marzio.

## 1 Una città vocata alla scienza

La tradizione scientifica di Trieste risale alla metà del '700, quando venne fondata la Scuola Nautica, che si occupava di astronomia e meteorologia. Da essa venne istituito l'Osservatorio Astronomico.

Il suo vero sviluppo in città della scienza, però, iniziò nel 1964 con la creazione del Centro Internazionale di Fisica Teorica, sotto l'egida delle Nazioni Unite.

Dopo quattro decenni di un'intensa storia scientifica, oggi a Trieste sono attivi oltre 80 tra centri e istituti di ricerca, che occupano più di 5000 ricercatori e il cui alto livello scientifico è conosciuto in tutto il mondo. Un dato sopra tutti dimostra l'importanza di Trieste come città della scienza: il rapporto fra il numero dei ricercatori e quello della popolazione attiva è 37,1/1000, di molto superiore a quello medio italiano che è di soli 3,3/1000.

ERA – Esposizione di Ricerca Avanzata è la logica conseguenza della dinamicità della vita scientifica triestina e della crescente domanda da parte della cittadinanza di divulgare e comunicare la scienza a tutti.

## 2 Dalla ricerca alla divulgazione

ERA è una mostra biennale ideata e organizzata da Globo divulgazione scientifica alla quale partecipano i principali istituti di ricerca italiani, importanti laboratori stranieri e i centri di ricerca di Trieste città della scienza. È una manifestazione divulgativa rivolta al grande pubblico per avvicinarlo all'affascinante universo della scienza e metterlo in contatto direttamente con i ricercatori e i risultati delle loro scoperte.

Alla prima edizione del 1991, inaugurata dal giornalista Piero Angela, sono seguite altre nove edizioni alle quali hanno partecipato illustri scienziati e divulgatori tra i quali Alberto Angela, Edoardo Boncinelli, Alessandro Cecchi Paone, Paola De Paoli, Umberto Guidoni, Margherita Hack, Franco Malerba, Roberto Vacca.

Inizialmente dedicata ad argomenti inerenti la fisica, le biotecnologie, la ricerca spaziale, le scienze del mare e della terra, dal 2001 ERA è diventata tematica e ha proposto in un'ottica scientifica il tema dei quattro elementi: "acqua" nel 2001, "fuoco" nel 2003, "aria" nel 2005 e "terra" nel 2007.

Il successo di ERA ha favorito la nascita di un progetto per un'esposizione permanente che presto sarà realtà (figura 1).

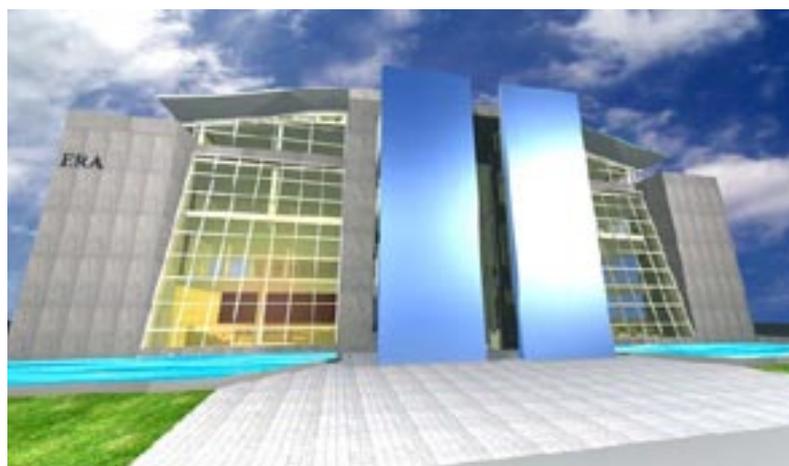


Figura 1: prospetto della facciata di ERA.

## 3 ERA: un palcoscenico per la scienza

ERA si propone come un moderno centro di divulgazione scientifica attraverso il quale entrare in contatto con la ricerca scientifica avanzata per mezzo dei più moderni strumenti di comunicazione della scienza, coinvolgendo in particolare gli enti di ricerca.

Gli spazi espositivi ospiteranno esposizioni permanenti e temporanee che, mediante ricostruzioni ambientali, postazioni interattive e i più moderni strumenti di comunicazione, accompagneranno i visitatori alla scoperta degli scenari futuri della scienza e delle loro ricadute sul vivere quotidiano. Nelle varie aree espositive saranno affrontate tematiche di grande attualità quali robotica, salute, energia, ambiente, comunicazione, trasporti ecc. Verranno inoltre presentati prototipi e strumentazioni scientifiche innovative, sviluppati e utilizzati nei laboratori di istituti scientifici, centri di ricerca e importanti realtà industriali internazionali.

### **3.1 I Promotori**

Promossa dall'Associazione Trieste Science Centre Friuli Venezia Giulia, di cui fanno parte Comune di Trieste, Provincia di Trieste, Museo Nazionale dell'Antartide e Globo divulgazione scientifica, ERA è sostenuta dal Ministero dell'Università e Ricerca, dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, dalla Fondazione CRTrieste e dal Fondo Trieste.

### **3.2 Gli Obiettivi**

ERA potrà far conoscere al grande pubblico le ultime scoperte della ricerca scientifica, i processi utilizzati e le ricadute previste sul tessuto sociale.

ERA si pone alcuni importanti obiettivi: contribuire a diffondere la cultura scientifica incentivando un atteggiamento cosciente, critico e autonomo (predisposto alla comprensione e all'autoaggiornamento) nei confronti di tematiche scientifiche; motivare i giovani a una scelta universitaria tecnico-scientifica; favorire il dialogo tra scienza e società; promuovere Trieste tra gli itinerari di turismo scientifico europeo.

### **3.3 La Sede**

ERA avrà sede in una struttura prestigiosa, completamente ristrutturata, situata nel centro città e prospiciente il mare, accanto all'edificio di interesse storico e museale della Stazione Ferroviaria di Campo Marzio.

Distribuiti su tre piani, i complessivi 4.600 metriquadri comprenderanno: un'esposizione permanente "NAUTILUS", dedicata all'Alto Adriatico, un'esposizione permanente "GENIUS", destinata alle nuove frontiere della ricerca scientifica e tecnologica, uno spazio permanente "ALINARI IMAGE MUSEUM", dedicato alla valorizzazione della comunicazione visiva e alla storia della fotografia, una mostra permanente "CARO GRANDE FRATELLO", dedicata alla storia e all'uso del computer, e uno spazio per le esposizioni temporanee, per un continuo rinnovamento e per stimolare nuovi approfondimenti scientifici.

A disposizione del pubblico ci saranno inoltre un book-shop, con editoria e oggettistica legate alle tematiche affrontate negli spazi museali, un bar-buffet e un ristorante che offriranno al visitatore un'area di ristoro.

Una sala forum, infine, costituirà un punto di riferimento culturale per la città con incontri dedicati ai più attuali temi di carattere scientifico.

### **3.4 Le Collaborazioni**

Grazie all'esperienza maturata da Globo in oltre 16 anni di attività nel campo della diffusione della cultura scientifica e delle esposizioni museali, ERA può avvalersi della collaborazione di istituti di ricerca nazionali e internazionali, associazioni, istituzioni, musei e operatori nel campo della divulgazione scientifica che assicureranno una realizzazione di qualità e la possibilità di un continuo aggiornamento. In particolare si segnala che per le esposizioni permanenti sono attualmente già state attivate collaborazioni con: Acquario di Genova, Agenzia Spaziale Europea (ESA), AREA Science Park, Centro Internazionale di Ingegneria Genetica e Biotecnologia (ICGEB), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA), Fondazione Alinari, Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS), Laboratorio di Luce Elettra-Sincrotrone Trieste, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Università degli Studi di Ferrara, Università degli Studi di Trieste, Università degli Studi di Urbino. Sono inoltre avviati da tempo intensi rapporti di collaborazione con l'UGIS (Unione giornalisti italiani scientifici) e l'EUSJA (Unione europea delle associazioni dei giornalisti scientifici).

### 3.5 Il Comitato Scientifico

ERA può contare su un prestigioso Comitato Scientifico, coordinato da Fulvio Belsasso, presidente di Globo:

Dott. Mario APICE  
Direttore Ufficio Pubblicazioni e Informazioni Scientifiche  
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - ROMA

Dott. Luca BUDICIN  
Acquario di Genova - GENOVA

Prof. Rodolfo COCCIONI  
Direttore Istituto di Geologia  
Università di Urbino - URBINO

Dott.ssa Paola de Paoli MARCHETTI  
Presidente UGIS – President emeritus EUSJA - MILANO

Prof. Mauro GIACCA  
Direttore Centro Internazionale di Ingegneria Genetica e Biotecnologia (ICGEB) - TRIESTE

Prof. Mauro MESSEROTTI  
Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) - TRIESTE

Prof. Alessandro PASCOLINI  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) - PADOVA

### 3.6 I contenuti delle esposizioni permanenti

Dall'esperienza di Globo nel campo della diffusione della cultura scientifica, delle esposizioni museali, delle produzioni editoriali e multimediali, nasce il progetto dei contenuti scientifici delle mostre permanenti: "NAUTILUS", "GENIUS" e "CARO GRANDE FRATELLO".

ERA, inoltre, ospiterà "Alinari Image Museum", uno spazio espositivo permanente dedicato alla valorizzazione della comunicazione visiva e alla storia della fotografia, realizzato in collaborazione con Fratelli Alinari, il più antico archivio fotografico al mondo con oltre 3.500.000 di immagini, dalla scoperta della fotografia a oggi.

#### 3.6.1 NAUTILUS

Esposizione dedicata all'Alto Adriatico: un ecosistema unico e fragile, un bacino equiparato per le sue peculiarità a un mare chiuso che accomuna storicamente, economicamente ed ecologicamente le popolazioni costiere delle nazioni che bagna.

Il bacino dell'Alto Adriatico viene proposto quale culla di antiche civiltà marinare, crogiolo di razze, religioni e culture diverse che nel corso della storia hanno condiviso risorse, attività economiche e politiche.

Il percorso, che si svilupperà al primo piano, si articola in diverse sezioni di grande impatto scenico, introducendo il visitatore alla scoperta del mondo sommerso, delle acque e dei fondali dell'Alto Adriatico, spiegandone le caratteristiche e le diverse problematiche.

Spaziando dall'ecologia alla biologia, dalla pesca alle attività off-shore, dalla cantieristica agli sport nautici, modelli e postazioni multimediali affrontano i vari argomenti, illustrano i fenomeni e le loro conseguenze sull'ambiente e sull'economia, mostrano i metodi di indagine e di monitoraggio in uso, le soluzioni proposte dai maggiori centri di ricerca.

#### 3.6.2 GENIUS

Esposizione dedicata alle nuove frontiere della ricerca scientifica e tecnologica, al fine di favorire un dialogo tra i protagonisti della scienza e il pubblico del museo.

Il percorso, che si svilupperà al secondo piano, si svilupperà in laboratori interattivi che toccheranno temi di grande attualità relativi alla salute, all'energia, all'ambiente, alla comunicazione e ai trasporti.

Attraverso l'esposizione di strumentazioni scientifiche innovative, sviluppate e utilizzate nei laboratori di istituti scientifici, centri di ricerca e importanti realtà industriali, si offriranno motivi per riflettere sui nuovi interrogativi e sulle sfide che l'umanità può affrontare grazie al progresso scientifico.

### **3.6.3 CARO GRANDE FRATELLO**

Mostra permanente dedicata alla storia e all'uso del computer per conoscere l'evoluzione del calcolo: dall'abaco ai moderni calcolatori, fino alle nuove applicazioni dell'informatica.

In esposizione, le macchine storiche per il calcolo automatico della ricca collezione "Corrado Bonfanti" di cui dispone Globo divulgazione scientifica: 112 pezzi e 270 pubblicazioni riguardanti la storia del calcolo automatico e dell'informatica.

### **3.7 Richiamo per turismo scientifico**

ERA, grazie alla peculiarità dei suoi contenuti, risconterà sicuramente un grande interesse di pubblico e richiamerà numerosi visitatori non solo da tutto il territorio nazionale e dalle vicine Austria, Slovenia e Croazia, ma anche dal resto d'Europa.

Per il primo anno sono previsti circa 87.500 visitatori, che incrementeranno a 100.000 nel secondo anno e a 115.000 nel terzo.

## TRA FESTIVAL E FIERE... LA SCIENZA SI FA BELLA

### → Manuela Arata

<sup>(a)</sup> Presidente del Festival della Scienza

<sup>(b)</sup> Dirigente CNR Ufficio PSC (Promozione e Sviluppo di Collaborazioni), Corso Perrone 24, 16152 Genova

#### Sommario

Negli ultimi anni si è assistito alla costante proliferazione di nuovi "festival": manifestazioni che si intrecciano a nuovi luoghi, che promuovono nuovi temi e utilizzano nuovi linguaggi. L'Italia è particolarmente interessata da quel fenomeno che va sotto il nome di *festivalisation*, ovvero lo sviluppo di manifestazioni con una durata definita limitata, legate a precisi luoghi e spazi, che riproducono modelli e concetti ideativi e organizzativi riconducibili a quelli della festa e della celebrazione. Il presente contributo affronterà l'esperienza del Festival della Scienza di Genova, oggi il più grande evento dedicato alla divulgazione della scienza in Italia e uno dei più grandi a livello internazionale, selezionato dalla Commissione Europea tra le 10 migliori best practices di divulgazione scientifica su ventotto Paesi presi in esame.

In un mondo in cui la Scienza e la tecnologia permeano la gran parte delle scelte di una società –tanto pubbliche quanto private- diventa una necessità impellente avere cittadini più informati e consapevoli, quindi in ultima analisi più partecipi dei processi decisionali che li riguardano direttamente, così come una classe politica sensibilizzata circa l'importanza di investire di più e meglio in ricerca come base per la crescita del Paese. Con riferimento all'Europa e all'Italia in particolare, poi, c'è una precisa responsabilità del mondo scientifico di contrastare il drammatico calo di iscritti alle facoltà scientifiche e attrarre i giovani alla carriera scientifica, in linea con gli obiettivi posti dal Trattato di Lisbona che prevede 700.000 nuovi ricercatori entro il 2010, con l'obiettivo di recuperare il crescente gap tecnologico con Paesi come gli Stati Uniti e l'Est Asiatico. Nasce da qui l'idea di un evento che potesse coniugare un'offerta di elevata qualità scientifica con l'inevitabile coinvolgimento diretto del pubblico a tutti i livelli, intendendo il concetto di *public awareness* come modo per porgere la Scienza come elemento "nuovo" e "fresco" nei luoghi in cui la gente si riconosce, quindi nelle piazze, nelle strade, nei "luoghi della cultura", e comunque *fuori* dai laboratori e dagli ambiti prettamente accademici. Sono questi infatti i tratti distintivi del Festival della Scienza di Genova, manifestazione, che in quattro edizioni ha coinvolto centinaia di migliaia di visitatori di tutte le età facendo dell'interattività e della trasversalità di approcci e argomenti i suoi aspetti più caratteristici.

Aspetti volutamente presenti nelle centinaia di eventi compresi ogni anno nel programma: nelle mostre scientifiche interattive -che permettono ai visitatori di scoprire la scienza che sta dietro alle cose della vita di tutti i giorni, confrontandosi con fenomeni che mai avrebbe pensato di approfondire- nei laboratori "hands-on", mirati in particolare agli studenti delle scuole e dei licei per sovvertire l'idea della scienza come materia noiosa e ostica, nelle conferenze e tavole rotonde con top scientists di tutto il mondo, in cui argomenti anche molto complessi vengono affrontati con un linguaggio semplice e diretto a favorire il dibattito, nei caffè scientifici, apprezzati proprio perché lo studioso "scende dalla cattedra" e si racconta, anche come persona, in un ambiente informale; e ancora negli spettacoli teatrali, nelle performances scientifiche "di strada" e nelle tante iniziative originali proprie del Festival: dalla palestra per la mente allo shopping scientifico, dai menu a base di scienza offerti dai ristoranti della città, alle conferenze-spettacolo che vedono accanto a uno o più studiosi attori, ballerini, fotografi...e persino clown e artisti internazionali.

La vasta offerta di eventi è infatti la chiave che permette di "agganciare" target diversi per età e livello culturale, in una straordinaria "alchimia" che vede accalcarsi all'ingresso delle sedi comitive di ragazzi accanto a professionisti, famiglie con bambini accanto ad intellettuali, casalinghe e semplici curiosi... all'insegna di un approccio di *edutainment* ben lontano dall'impostazione didattica tradizionale, in cui un ruolo di primaria importanza è svolto dall'insostituibile squadra degli animatori scientifici, vero "motore" del Festival. Sono le centinaia di ragazzi e ragazze riconoscibili dalle "magliette Festival" che instancabilmente, per tutta la durata della manifestazione, guidano i visitatori alla scoperta delle mostre e delle iniziative, spiegano gli exhibit, introducono concetti scientifici anche a chi ne è totalmente a digiuno, e conquistano con il loro entusiasmo soprattutto i giovani e i giovanissimi, svolgendo di fatto una funzione di *orientamento verso le materie scientifiche* che spesso manca nel nostro sistema scolastico, perché fatto troppo tardivamente, quando le scelte degli studenti sono già compiute.

Il tutto in una città che per tutta la durata della manifestazione viene letteralmente invasa dalla Scienza in tutti i suoi angoli -persino nelle case dei genovesi che ogni sera ospitano gli scienziati a cena- in un'atmosfera suggestiva che ha fatto esclamare a Lisa Randall, fisica statunitense della Harvard University, eccezionale

ospite dell'edizione 2006 del Festival: "In Genoa... how I want the world to see science: as an integral part of culture, accessible to anyone interested".

Se quindi oggi il Festival viene visto dal pubblico come il momento più importante per confrontarsi con la conoscenza scientifica più avanzata ed entrare in uno straordinario "melting pot" di culture, approcci e attitudini, il suo successo è frutto di un lavoro lungo e mirato, il risultato di una politica di investimenti iniziata nel 1992, quando come Direttore Generale dell'INFM – Istituto Nazionale per la Fisica della Materia avviò delle specifiche azioni di "project management scientifico" costituendo il Gruppo Divulgazione e Didattica, che progettò e portò in giro per l'Italia una serie di mostre scientifiche interattive (da Imparagiocando a Semplice e Complesso, poi diventata una degli "atout" del Festival della Scienza), accanto a pacchetti di scienza a teatro, e a multimediali avanzati per la didattica delle scienze.

E Genova, città di antica cultura e tradizione tecnica legata alla presenza di grandi industrie di tipo tradizionale ha scoperto, anche grazie al Festival, che la "società della conoscenza" può creare *valore* e *lavoro*, formando nuove professionalità, accogliendo e valorizzando nuove idee, e favorendo il trasferimento di know-how e tecnologie al mondo delle imprese nello scenario della "soft economy", con ricadute economiche e sociali di grande impatto sul territorio.

Oltre ad essere un "grande evento", infatti, il Festival oggi è un attore del processo di sviluppo, un "motore" che contribuisce a creare un *ambiente favorevole alla ricerca* perché "patrimonio comune" della società da un lato e della comunità scientifica dall'altro: accanto alle centinaia di migliaia di visitatori, accanto allo straordinario impatto mediatico che ogni anno accompagna l'evento, qualcosa è cambiato nell'atteggiamento di chi fa parte del mondo scientifico, che coglie sempre più chiaramente l'importanza di aprirsi alla collettività, raccontare il proprio lavoro -spesso finanziato con risorse pubbliche- nell'ottica non solo di "legittimarlo", ma anche di arrivare a instaurare con la società un dialogo che liberi, una volta per tutte, l'immagine dei ricercatori dallo stereotipo di una comunità a sé stante chiusa nelle "torri d'avorio del sapere", e ne restituisca, invece, un'immagine "pulita" portatrice di valori positivi di intelligenza, libertà intellettuale, creatività, talento.

In questo ambito rientra anche l'ambizioso obiettivo di formare una nuova generazione di ricercatori "sensibili" alla comunicazione della scienza e dotati degli strumenti giusti per farla: è quanto si propone EASE – la prima European Academy for Scientific Explainers che nascerà sempre a Genova e che metterà insieme animatori scientifici, giovani ricercatori e comunicatori di professione, con l'obiettivo di creare un linguaggio comune nel campo della divulgazione della scienza e dell'edutainment.

Tuttavia, se il Festival si è rivelato un potente strumento per convincere gli scienziati che ...*"No public awareness? ...No money!"*, facendoli uscire dai laboratori e inducendoli a confrontarsi con una società che si è scoperta più science-attentive, molto rimane ancora da fare ad un livello più elevato, per arrivare ad una effettiva sensibilizzazione della classe politica circa la necessità di puntare sulla Scienza come vera risorsa strategica del Paese. Nel frattempo l'appuntamento è ancora una volta a Genova, dal 25 ottobre al 6 novembre 2007, con tantissimi appuntamenti all'insegna della "curiosità".

## Referenze

- 1) [www.festivalcienza.it](http://www.festivalcienza.it)



Figura 1: il Festival della Scienza: una città in festa

# SCIENCE CENTRE IMMAGINARIO SCIENTIFICO, IL MUSEO DELLA SCIENZA INTERATTIVO E MULTIMEDIALE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

→ **Raffaella Orzan**

area didattica Science Centre Immaginario Scientifico, Riva Massimiliano e Carlotta 15, Grignano – Trieste

## Sommario

In un mondo globalizzato, tecnologicamente avanzato e in continua evoluzione, un obiettivo importante della società è la promozione della conoscenza, sia essa intesa come sviluppo della ricerca, percorso educativo in ambito scolastico, divulgazione scientifica o come cultura trasmessa attraverso i media. In tale contesto si inserisce l'importanza, l'attuazione e la crescita di spazi pubblici pensati per la diffusione del sapere, in grado di avvicinare un pubblico diverso per età e interesse alle tematiche scientifiche, fino a pochi anni fa trattate esponendo collezioni di preziosi e intoccabili strumenti piuttosto che mettendo il visitatore di fronte a oggetti da toccare, provare e con cui interagire.

Dal tentativo di soddisfare queste molteplici esigenze nasce il Science Centre Immaginario Scientifico, uno dei primi esempi in Italia di museo interattivo, in cui il visitatore diventa protagonista di un nuovo modo di apprendere e imparare ad instaurare un rapporto diverso con il museo, che lo coinvolge non più solo occasionalmente ma diventa motivo costante di aggiornamento, incontro, confronto con la scienza.

L'intervento propone una panoramica sul Science Centre Immaginario Scientifico, ovvero sulla sua struttura, sui servizi offerti, sul suo rapporto con il territorio.

## 1 La comunicazione della scienza e l'*edutainment*

Uno degli scopi che si propone l'Immaginario Scientifico è trovare un modo di comunicare la scienza a un pubblico che generalmente di scienza non si occupa. Per fare questo ha a disposizione gli spazi espositivi, allestiti in modo da essere fruibili da un pubblico vario - dagli studenti alle famiglie, dai singoli visitatori ai gruppi di amici - e le strutture interattive costruite per essere utilizzate e provate da tutti.



Figura 1: Scorcio del Science Centre Immaginario Scientifico

L'avvicinamento alla scienza avviene attraverso la sperimentazione diretta dei fenomeni, per stimolare la curiosità e mostrare che è possibile imparare anche con il gioco.

Tale approccio è tipico dell'*edutainment*, termine che nasce dalla fusione delle parole educational (educativo) ed entertainment (divertimento) e che potrebbe essere tradotto con "educare giocando": utilizzare il gioco come forma di comunicazione applicata alla didattica.

Diventa quindi uno degli obiettivi dell'Immaginario Scientifico l'educazione alla comprensione, lo stimolo continuo alla crescita culturale dell'individuo, la valorizzazione delle attitudini intellettuali del singolo.

### 1.1 Il science centre

Dopo l'esperienza del "Laboratorio dell'Immaginario Scientifico" nel comprensorio fieristico triestino, il Science Centre Immaginario Scientifico si è trasformato in un vero e proprio museo della scienza interattivo e multimediale nel 1999, con l'apertura della nuova sede a Grignano.

Il suo scopo principale consiste nella promozione e nella diffusione della cultura scientifica e tecnologica. Con l'adozione di originali tecniche espositive e innovative metodologie di animazione didattica è stato inserito nella tipologia dei cosiddetti "musei di nuova generazione" – ovvero i science centre di scuola anglosassone – che rivoluzionano le modalità tipiche di un museo tradizionale: da luogo deputato alla conservazione ed esposizione di reperti e vecchi strumenti, il museo si trasforma in un luogo vivo dove il visitatore interagisce con gli oggetti presenti e con gli ambienti museali, occupando il suo tempo libero per un piacevole e personale accrescimento culturale. Il museo diventa un luogo di tutti e nel contempo viene percepito come istituzione con una sua precisa identità.

Le principali caratteristiche che producono queste nuove motivazioni nel pubblico – e che da sempre hanno decretato il successo dei science centre – sono certamente l'informalità e le modalità interattive, esplorative e "di scoperta" proprie della visita: il pubblico agisce, manipola, sperimenta, diventa, insieme agli oggetti presenti, il contenuto stesso del museo. A questo si affiancano tecniche multimediali immersive e sensoriali che, attraverso la scelta di precisi linguaggi e di immagini esteticamente sorprendenti, lavorano sui registri emozionali del visitatore accompagnandolo piacevolmente e discretamente alla scoperta di nuovi e altrimenti inaccessibili contenuti.

Il museo diventa amichevole e quotidiano fornitore di servizi educativi tarati per età, interessi e preparazione del suo pubblico, e il più possibile personalizzati: dall'assistenza alla visita ai programmi di didattica informale, dagli workshop ai servizi di ludo-didattica, il museo attua le sue finalità cognitive anche attraverso i suoi animatori, le guide, i laboratori, le sessioni di gioco e di sperimentazione.

Per quanto piccolo, l'Immaginario Scientifico rappresenta in termini di dimensione, calendario di apertura, continuità di programmazione delle iniziative e dei servizi, il secondo science centre italiano, dopo la "Città della Scienza" di Napoli.

Gli spazi contenuti in cui è ubicato hanno limitato la sua evoluzione, ma non hanno impedito alla struttura di raggiungere risultati notevoli, facendolo diventare un centro museale di divulgazione scientifica di riferimento per le scuole e il pubblico, a livello non solo locale. Alla sede di Grignano si aggiunge infatti la nuova sede a Montereale Valcellina (PN) in cui, nello scenario dell'ex Centrale idroelettrica di Malnisio, sono disponibili strutture interattive per il pubblico generico e vari servizi didattici per le scuole.

Il science centre è strutturato in modo da offrire al pubblico generico e a quello scolastico aree diverse in cui poter giocare con la scienza, immergersi in percorsi a tema, ammirare le stelle. Le aree in cui si suddividono gli allestimenti permanenti dell'Immaginario Scientifico sono *Fenomena*, *Kaleido* e *Cosmo*.

### 1.2 *Fenomena*: il museo interattivo

L'impostazione della parte dell'Immaginario Scientifico denominata *Fenomena* prende spunto dalle prime esperienze museologiche e museografiche che, a partire dagli anni '70 del secolo scorso, hanno dato vita ai primi science centre o "musei interattivi", di cui l'Exploratorium di San Francisco, inaugurato nel 1969, è il primo esempio. L'idea del suo creatore, Frank Oppenheimer, era quella di offrire ai visitatori la possibilità di riprodurre quegli esperimenti che hanno fatto la storia della scienza (e degli scienziati) piuttosto che mostrare loro gli strumenti con i quali quegli esperimenti furono fatti. Alle collezioni di preziosi oggetti della storia della scienza (protetti da bacheche inviolabili), l'Exploratorium sostituì così collezioni di oggetti chiamati *exhibit hands-on* ("mani sopra") fatti apposta per essere toccati, messi in moto, manipolati. Avvicinarsi alla scienza e alla sua storia, comprendere il metodo e i risultati scientifici diventava così, innanzitutto, un gioco. L'intuizione di creare un museo del genere si diffuse ben presto, prima nel mondo anglosassone, poi in tutta Europa e nel mondo, subendo naturalmente continue evoluzioni e sviluppi per quanto riguarda modalità didattiche, soluzioni museali e tecnologie espositive impiegate.

È innanzitutto nell'area deputata a mostrare gli exhibit che si cerca quindi di raggiungere l'importante obiettivo di attirare il pubblico scolastico e non, proponendo percorsi giocosi utili a comprendere, seguire, imparare a guardare la natura con occhi curiosi.

L'area *Fenomena* è suddivisa in sei sezioni: Forme, Suoni, Specchi, Moti, Percezioni, Luci e ombre, ognuna delle quali costituita da diversi exhibit, che mostrano e fanno giocare con un diverso fenomeno.

Ogni exhibit è corredato da istruzioni che permettono al visitatore di avvicinarsi da solo all'esperimento e provarlo senza l'aiuto di operatori.

### 1.3 *Kaleido*: il museo dinamico

È lo spazio multimediale che ospita le mostre temporanee realizzate dal Science Centre stesso, mediante l'utilizzo di tecnologie multimediali coinvolgenti e modalità tipiche delle tecniche audiovisive e attraverso il quale il visitatore è invitato ad avvicinarsi alle tematiche scientifiche, in particolare a quelle legate all'attualità, e ai concetti base delle discipline affrontate, quali genetica, biologia, geologia, astronomia.

I maxischermi su cui sono proiettate le multivisioni e le musiche che le corredano rendono ancora più

suggestivo il viaggio attraverso l'argomento proposto, che si sviluppa a diversi livelli di conoscenza e può essere approfondito sui computer a disposizione.



Figura 2: Pubblico ed exhibit all'Immaginario Scientifico

L'ambiente espositivo è immersivo, grazie agli spazi lasciati in penombra e resi più accoglienti da morbide sedute, che consentono di apprezzare lo scorrere delle maxi immagini, accompagnate da musiche originali e da brevi commenti, a volte scientifici a volte poetici, a rendere più piacevole e meno distante l'argomento trattato. Durante l'apertura del Science Centre il pubblico generico può sostare nella zona *Kaleido* per il tempo necessario a guardare, imparare, apprezzare la multivisione del momento, mentre durante le visite guidate infrasettimanali gli insegnanti possono scegliere da un menù la multivisione più adatta al gruppo scolastico che accompagnano e godere del commento di una guida preposta.

#### 1.4 *Cosmo*

È un planetario a cupola rigida di cinque metri di diametro, dotato di un sistema di proiezione che permette di vedere 1.600 stelle e la loro posizione .

Spenta la luce e "acceso" il cielo, *Cosmo* diventa un meraviglioso spazio celeste in cui far muovere le stelle, i pianeti e altre meraviglie, riprodurre l'alba e il tramonto, le traiettorie e i movimenti del Sole in una simulazione di splendidi panorami notturni.

Gli operatori illustrano ai visitatori le costellazioni più conosciute e le leggende ad esse associate, li aiutano a riconoscere le posizioni delle stelle nelle diverse stagioni e alle diverse latitudini, mostrando il loro movimento fittizio lungo la volta celeste, e altre curiosità.

## 2 I servizi del Science Centre

Accanto alla mostra permanente di exhibit, alle multivisioni e alle visite guidate al planetario, l'Immaginario Scientifico ha attivato fin dalla sua apertura una serie di laboratori di didattica informale attraverso i quali far avvicinare gli studenti, grandi e piccoli, ai fenomeni fisici che riempiono la quotidianità. Lo scopo dei laboratori non è mai stato quello di sostituire l'operato del docente, ma essere un ausilio, uno spunto, un completamento del percorso didattico scolastico, per far conoscere la scienza in modo più sperimentale, con l'adozione di materiali facilmente reperibili, provando esperimenti riproducibili a casa e in classe, stimolando la curiosità, il ragionamento, la discussione riguardante un fenomeno, lo scambio di esperienze per raggiungere il risultato scientifico finale. I primi laboratori proposti furono di fisica, matematica, chimica; nel corso degli anni, grazie all'esperienza acquisita e al confronto con le esigenze scolastiche dei docenti, il numero di discipline proposte è aumentato, con l'avvio di laboratori didattici riguardanti l'archeologia, l'astronomia, la biologia, l'ecologia, la paleontologia e le scienze della Terra.

Da diversi anni è stato avviato anche un servizio di laboratori ludo-didattici pensati per bambini delle scuole dell'infanzia, dai 3 ai 5 anni: in questo caso la priorità non è data allo studio del fenomeno fisico o naturale in sé, ma viene dato spazio al gioco, al confronto, alla costruzione di semplici strumenti per cominciare a curiosare in ciò che ci circonda.

## 2.1 Servizi didattici e ludo-didattici: il museo amichevole

*Aladino* è il settore dei servizi didattici del Science Centre nel quale rientrano le visite agli exhibit, a *Cosmo* e a *Kaleido*. Inoltre il programma *Scienza come gioco* comprende un nutrito numero di attività laboratoriali sperimentali svolte in sale polifunzionali; attualmente il menù offre 37 temi relativi a 8 discipline scientifiche (archeologia, astronomia, biologia, chimica, ecologia, fisica, matematica, paleontologia e scienze della Terra) per ragazzi da 6 a 18 anni. Sono invece 6 i temi proposti nei laboratori ludo-didattici de *I lunedì dell'infanzia*, pensati per bambini da 3 a 5 anni.

Ogni laboratorio di *Scienza come gioco* ha una durata di 75 minuti, durante i quali l'animatore competente diventa il mediatore tra la scienza e i fenomeni ad essa collegati, sperimentati in prima persona dagli studenti.

*I lunedì dell'infanzia* accompagnano per circa 50 minuti i bambini in un viaggio attraverso giochi e semplici esperienze, che incuriosiscono i piccoli alunni e li invitano a osservare la natura e ad avvicinarsi alla scienza.



Figura 3: Attività ludo-didattica

## 2.2 Attività per il pubblico generico

Le iniziative sviluppate e proposte dall'Immaginario Scientifico non sono indirizzate solo alle scuole ma anche al pubblico generico. Ai piccoli visitatori sono dedicate le attività di costruzione di giocattoli scientifici che si svolgono negli appuntamenti di *Scienziati della domenica*, mentre agli appassionati di scienza vengono proposti cicli di conferenze e incontri a tema aperti al pubblico.

## 3 Il Science Centre e il territorio

La possibilità di un legame tra museo e territorio regionale si traduce nell'ipotesi auspicabile di un rapporto continuativo e fidelizzato con le comunità locali, rapporto che nel tempo dovrebbe diventare elemento fondamentale per un'efficacia didattica e per il raggiungimento della missione propria del museo, quella di promozione della cultura scientifica e tecnologica, della ricerca e della didattica informale, della fornitura di servizi di animazione museale, con l'utilizzo di nuove tecnologie e supporti multimediali in linea con le innovazioni del momento.

Tale proposito si concretizza nell'individuazione di singole strutture, non grandi ma nemmeno troppo isolate sul territorio, in grado di trasferire in modo più capillare le conoscenze e i "prodotti" creati dalla sede centrale e di svolgere al meglio quell'azione culturale che il Science Centre mira a svolgere costantemente.

Una simile prospettiva preserva ed esalta le competenze, le risorse materiali ed intellettuali delle diverse singole strutture e raccoglie quanto di meglio è già stato fatto (e si farà) in ambito locale, replicandolo e distribuendolo in un circuito comune a beneficio di tutti.

I visitatori infatti possono contare e avvalersi di strutture diverse, radicate sul territorio e capaci di assicurare un "accesso al sapere" continuativo e ripetuto, differenziato per contenuti e impostazione. Una qualità fondamentale anche per il pubblico scolastico, che userebbe le diverse "filiali" del museo, frequentandolo più volte e usandolo come supporto per diversi percorsi di istruzione.

Per concretizzare questa idea di museo a stretto contatto con la realtà che lo circonda il Science Centre Immaginario Scientifico ha raddoppiato le sue sedi, cominciando questo percorso di divulgazione scientifica sul territorio regionale.

### 3.1 Un Science Centre, due sedi: la prima rete locale

Credendo fermamente nell'importanza di una presenza più diffusa sul territorio regionale, l'Immaginario Scientifico ha cominciato a creare una piccola rete regionale, attivando una nuova sede accanto a quella di Grignano (TS); si tratta dell'ex Centrale Idroelettrica di Malnisio, in provincia di Pordenone, in cui, per volontà dell'Amministrazione Comunale di Montereale Valcellina di cui Malnisio è frazione, è stato realizzato il Museo della Centrale. Il Laboratorio dell'Immaginario Scientifico ne è diventato il gestore, affiancando al percorso storico attraverso le turbine e altri macchinari originali, la zona Fenomena, allestita secondo i principi propri di un science centre.

Pur differenti per architettura e insediamento nel territorio regionale, le due realtà sono omologhe sotto altri punti di vista; sono entrambe dotate di sezioni espositive, interattive e laboratoriali, che adottano tecniche e tecnologie simili; possono ospitare e proporre le medesime animazioni, attività didattiche e ludo-didattiche; condividono gli stessi principi ispiratori nel gestire le risorse strumentali e strutturali e nel fornire i servizi di cui sopra.



Figura 4: Interno dell'ex Centrale Idroelettrica di Malnisio

Questo primo esempio di "museo diffuso" in Friuli Venezia Giulia costituisce la prima vera rete museale in Italia e il primo esempio di sistema-museo strutturato appositamente per svolgere il proprio peculiare compito di sostegno alla crescita culturale, cognitiva e sociale del territorio, utilizzando un rapporto costante e dinamico con il territorio stesso.

### 3.2 Il museo fuori dal museo

Per continuare nella sua "missione" di promotore della divulgazione scientifica nelle sue più svariate forme, siano esse mostre multimediali, esposizioni interattive o laboratori di didattica informale e di ludo-didattica, l'Immaginario Scientifico è impegnato anche al di fuori del territorio regionale, al di fuori delle sue sedi, in occasione di manifestazioni temporanee a livello nazionale ed extra-nazionale.

I servizi offerti riguardano allestimenti interattivi, multivisioni, attività con bambini e adulti, che incrementano sempre più l'idea di museo diffuso, di museo "fuori dal museo", di museo che si avvicina al pubblico, ai curiosi, che semina un po' di conoscenza.

# FAR FARE FISICA: LA BILANCIA DI CAVENDISH

→ **Giorgio Dragoni**

INFN Sezione di Bologna, Dipartimento di Fisica, Via Irnerio 46, Bologna

## Sommario

In questo contributo si riferisce su ulteriori iniziative sviluppate da Far Fare Fisica a Bologna (si veda ComunicareFisica 2005). In particolare, si parla della costruzione di un modello di Bilancia di Cavendish e degli aspetti costruttivi, fisici, concettuali, didattici e di comunicazione scientifica connessi alla realizzazione di tale dispositivo. L'obiettivo didattico ha un fascino evidente e il tema è tuttora aperto alla ricerca: "...il problema della gravitazione è il più grande problema che la fisica dei nostri giorni dovrà affrontare..." (V. Melnikov).

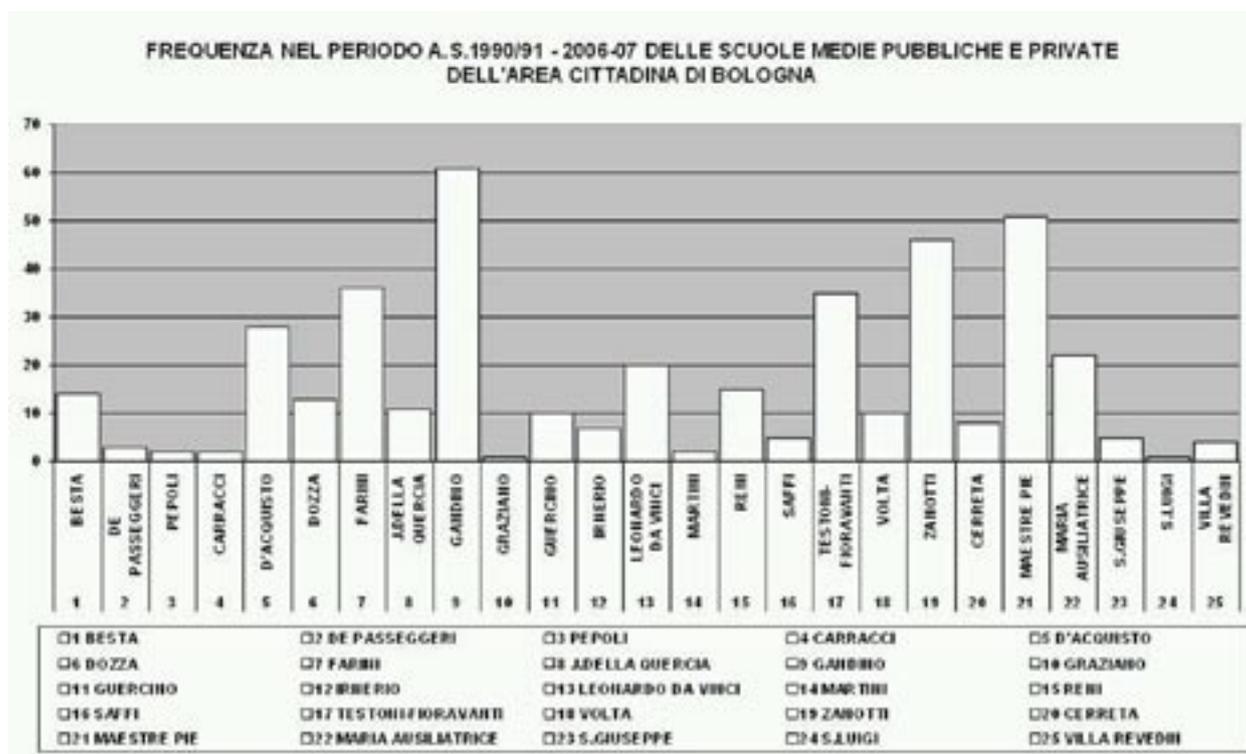
## 1 Premessa

Il Museo di Fisica di Bologna da più di 20 anni svolge attività didattica per le scuole dell'obbligo grazie ad una convenzione stipulata tra Università e Comune di Bologna.

Con l'obiettivo di realizzare un'efficace didattica, tramite la proposta di attività di laboratorio, sono stati realizzati numerosi apparecchi didattici ed esperimenti, sia di carattere semplice (grazie alla collaborazione della Falegnameria INFN), che complesso (tramite la collaborazione dell'Officina INFN).

## 2 Attività Didattica al Museo di Fisica di Bologna

A testimonianza dell'attività didattica svolta a Bologna presso il Museo di Fisica, del Dipartimento di Fisica e del Sistema Museale d'Ateneo universitari, si riporta il seguente grafico delle presenze delle scolaresche alle nostre attività sperimentali.



Complessivamente hanno partecipato alle attività circa 25.000 alunni delle scuole medie e circa 32.000 alunni (dati qui non documentati) delle scuole elementari di Bologna città e provincia.

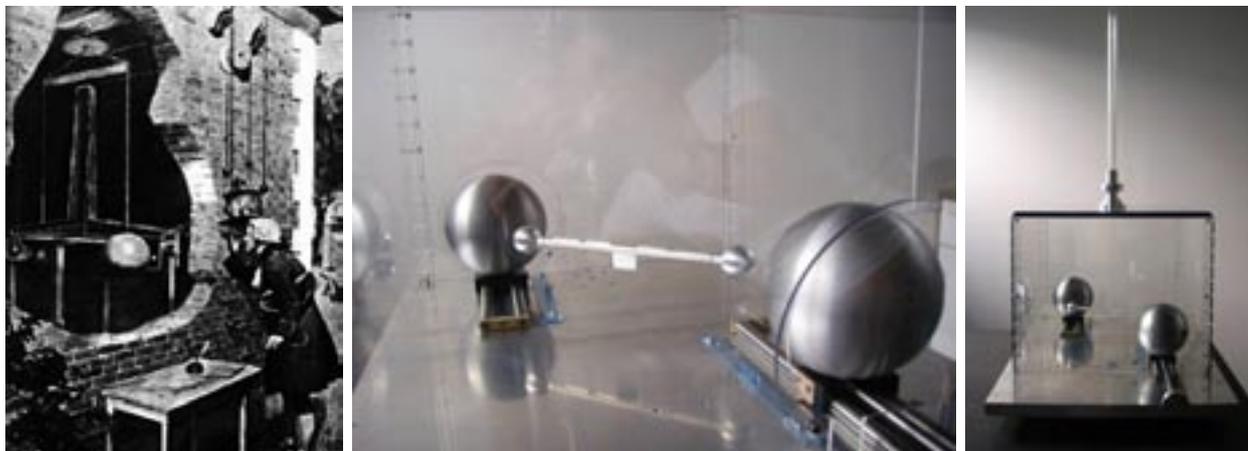
## 3 La Bilancia di Cavendish

In questa occasione si parlerà di un modello didattico realizzato recentemente con la collaborazione di laureandi e di tecnici della nostra Officina INFN.

È noto che nel 1798 Henry Cavendish (1731-1810) realizzò un grande apparato sperimentale per determinare la

densità media della Terra. Cioè per pesare la Terra. Ovvero, in termini moderni, per determinare il valore di  $G$ , costante di gravitazione universale.

L'apparato sperimentale storico è rappresentato nell'immagine di seguito riportata, accanto a riproduzioni del nostro apparato. In sintesi, nella nostra replica la bilancia è costituita da un manubrio, appeso ad un filo in rame-berillio, fissato ad un sostegno metallico. All'estremità del manubrio sono attaccate due piccole sfere omogenee di massa  $m$ . Due sfere grandi omogenee di massa  $M$  possono essere avvicinate o allontanate muovendosi su di una guida scorrevole perpendicolare alla direzione del manubrio all'equilibrio nella condizione di masse distanti.



Nel modello realizzato dall'Officina INFN (Sezione di Bologna) che riproduce l'apparato sperimentale utilizzato da Cavendish, le grandezze di costruzione sono le seguenti:

Massa sfere grandi: $M=11,10$ Kg	Raggio masse piccole: $r=17,0$ mm
Massa sfere piccole: $m=58,46$ g	Massa dell'asta: $M'=22,06$ g
Raggio masse grandi: $R=69,2$ mm	Lunghezza dell'asta: $L=211,30$ mm
Filo di sospensione: $\emptyset=0,1$ mm	

In linea di principio, la base fisico-matematica del dispositivo è molto semplice, fondandosi sulla legge della gravitazione universale di Newton:

$$F_{GRAV} = G \frac{Mm}{R^2} \quad (1)$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2 \quad (2)$$

I risultati delle misure<sup>1</sup> sono stati i seguenti:

Distanza tra i due centri di oscillazione:  $x = x'_c - x_c = 15.8 \text{ cm}$  (3)

Valore dell'angolo di inclinazione:  $\alpha = 2.2 \times 10^{-2} \text{ rad}$  (4)

Periodo dell'oscillazione:  $T = 512 \text{ s}$  (5)

Valore della costante di torsione:  $K = 2.8 \times 10^{-7} \frac{\text{Kgm}^2}{\text{s}^2}$  (6)

Costante di gravitazione universale:  $G = 4 \times 10^{-10} \frac{\text{Nm}^2}{\text{Kg}^2}$  (7)

<sup>1</sup> I risultati delle misure sono stati ricavati dai seguenti laureandi: Gloria Belvederesi e Lidia Bernardini.

Naturalmente, bisognerà indagare con attenzione il perché della differenza di un ordine di grandezza tra la misura effettuata in questa occasione e quelle celebri [si veda la formula (2)]. È noto che anche i casi più semplici nella fisica, quando si passi dal testo e dalle formule all'applicazione sperimentale, manifestano istruttive sorprese. Sono aspetti, questi, che rendono più interessante la pratica sperimentale e "aprono" la mente all'insegnante e all'allievo su aspetti inizialmente non prevedibili.

### **3 Considerazioni conclusive: La Verifica**

"Comunicare? Nel modo più divertente e coinvolgente possibile? Certo! Ma non basta!". Non si può, non si deve dimenticare il ruolo della verifica, cioè del controllo dell'apprendimento delle conoscenze, delle informazioni, delle idee, dei metodi impartiti. Come "comunicatori scientifici" dobbiamo scientificamente guardare con sospetto i facili entusiasmi dovuti alle statistiche, agli alti numeri delle frequenze, all'entusiasmo e anche all'approvazione collettiva, ma generica, del nostro operato. Riteniamo che per noi, più che per chiunque altro, sia obbligatorio procedere a verifiche del nostro operato e alla valutazione – anche questa però non pedante e repressiva – di quanto hanno appreso i nostri allievi e, soprattutto, di come sanno utilizzare le conoscenze acquisite.

### **4 Ringraziamenti**

Si ringraziano i Colleghi Silvio Bergia e Attilio Forino, il Capo-Officina Dott. Anselmo Margotti e i Signori Giulio Pancaldi e Fabio Zuffa.

#### **Referenze**

- 1) <http://www.df.unibo.it/museo/welcome.htm>
  - 2) <http://www.unibo.it/musei-universitari/fisica/fisica.htm>
  - 3) <http://www.museionline.it>
- Per ulteriori informazioni e indicazioni generali si vedano i Proceedings di ComunicareFisica 2005.

# EVENTI RIVOLTI AL GRANDE PUBBLICO: UN'OCCASIONE PRIVILEGIATA PER COMUNICARE LA SCIENZA

→ Alba Zanini<sup>(a)</sup>, Paola Antolini<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> INFN Sez.Torino, Via Pietro Giuria n.1, 10125, Torino (Italy)

<sup>(b)</sup> Giornalista scientifica, Boulevard S. Michel n. 95, Paris (France)

## Sommario

Gli eventi culturali o sportivi rivolti al grande pubblico possono rappresentare un'occasione privilegiata per comunicare la scienza. Viene descritta l'esperienza iniziata a Torino in occasione dei XX Giochi Olimpici Invernali 2006, durante i quali è stata presentata con successo la mostra "Le Stazioni di Ricerca di Alta Montagna: Finestre sull'Universo". L'accostamento della mostra scientifica con un avvenimento di risonanza mondiale ha permesso di far conoscere le tematiche legate alla ricerca scientifica in alta quota ad un pubblico internazionale ed estremamente diversificato. Successivamente la mostra è stata allestita in altri numerosi centri culturali e scientifici in ambito nazionale e internazionale.

## 1 Introduzione

Il crescente interesse per le tematiche scientifiche e in particolare per la ricerca collegata a vari campi della Fisica, apre occasioni sempre nuove per la divulgazione scientifica. Oltre agli ambiti tradizionali dedicati a questo scopo, è oggi possibile proporre la scienza come contributo e arricchimento in occasione di eventi culturali o sportive rivolti al grande pubblico.

Nel febbraio 2006 a Torino, in occasione delle Olimpiadi Invernali, è stata allestita la mostra "Le Stazioni di Ricerca di Alta Montagna: Finestre sull'Universo", presentando l'attività di ricerca nei laboratori di alta quota in Europa e nel mondo, a partire dalla fine del 1800 fino ad oggi. [1,2]

## 2 La Mostra

La Mostra "Le Stazioni di Ricerca di Alta Montagna: Finestre sull'Universo" è stata allestita dall'8 Febbraio al 10 Marzo 2006 presso i locali della Biblioteca di Lettere e Filosofia, nella sede storica dell'Università di Torino in Via Po n. 21 (fig.1,fig.2)

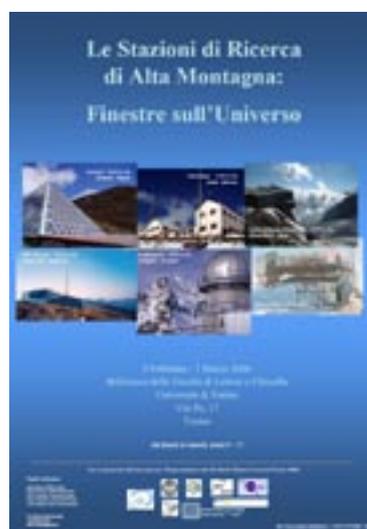


Figura 1: Una delle sale della Biblioteca di Lettere e Filosofia dell'Università di Torino durante l'allestimento della mostra. a destra Figura 2: Il manifesto della Mostra

Costituita da poster illustrativi, da documenti storici e da strumenti scientifici usati nei laboratori di alta montagna, la mostra fa conoscere al grande pubblico il contributo dato dalla ricerca in alta quota allo sviluppo della scienza moderna, dal 1800 ad oggi, in campi diversi che vanno dalla medicina, alla biologia, all'astronomia, alla fisica solare, alla fisica dei raggi cosmici, alla fisica dell'atmosfera, allo studio dei cambiamenti climatici.

I poster sono stati realizzati presso l'INFN Sez.Torino, e comprendono:

- Un'Introduzione storica sulle prime ricerche svolte in Europa in alta quota da Pierre Janssen, astronomo dell'Observatoire de Paris, Joseph Vallot, biologo e botanico parigino, Angelo Mosso, fisiologo dell'Università di Torino, Daniel Chalonge, astronomo ed astrofisico dell'Observatoire de Paris.
- Una descrizione delle principali attività di ricerca in alta quota
- La descrizione dei principali osservatori in Europa e nel mondo oggi.

Seguendo il percorso della mostra, viene messo in luce come la montagna rappresenti un sito privilegiato per la ricerca scientifica: per molti aspetti, le ricerche pionieristiche svolte alla fine dell'ottocento da eroici scienziati-alpinisti hanno contribuito in modo sostanziale allo sviluppo della scienza moderna, in particolare nel campo della fisica dei raggi cosmici e dell'astrofisica. Le osservazioni presso i laboratori di alta quota alla Testa Grigia (fig 3), (3480 m slm, Cervinia, Italia), a Jungfrauoch (fig.4)



Figura 3: Lab. Testa Grigia, (3480 m slm, Cervinia, Italia)  
a destra Figura 4: Lab. Jungfrauoch (3500 m slm, Svizzera)

(3500 m slm, Svizzera), ad Arequipa (3500 m slm, Perù) nella prima metà del novecento, hanno permesso di progredire negli studi della fisica delle alte energie e delle particelle elementari; molte di queste sono state rivelate proprio con osservazioni in alta montagna: C.F.Powell è stato insignito nel 1950 del premio Nobel per la scoperta del mesone  $\pi$  a Chacaltaya (5260 m slm, Bolivia) mediante emulsioni nucleari. Alla mostra sono state associate conferenze divulgative su vari argomenti collegati alla ricerca in alta quota:

“Angelo Mosso e la fisiologia umana”, tenuta dal Prof. Paolo Cerretelli (Dipartimento di Medicina, Università di Milano); “Studi di Fisiologia ad alta quota dalle Ande all’ Himalaya”, tenuta dal Prof. Luciano Bernardi, Dipartimento di Medicina Università di Pavia; “Astronomia dagli Osservatori di alta quota”, tenuta dal Prof. Attilio Ferrari, (Dipartimento di Fisica Generale, Università di Torino); “Dagli Osservatori di alta quota alle missioni spaziali” tenuta dal Dr. Vincenzo Guarnieri, (Alcatel Alenia Space-Italia).

### 3 Le tappe successive

Nei mesi successivi la mostra è stata presentata in numerose sedi, in Italia e all'estero (fig. 6, fig.7). Alcuni di questi eventi sono riportati di seguito:

- Accademia delle Scienze, Sofia, Bulgaria (Mostra,3/7-21/7/2006)
- Bergamoscienza, Bergamo, Italia (fig.6) (Mostra,1/10/- 15/10/2006)
- Celebrazione per Angelo Mosso, Chieri, (fig.7) Italia (Mostra- 23/11/2006- 15/12/2006)
- Science Communication in FP7 framework Beobal Project, Borowetz, Bulgaria (Workshop-3/3/2007-10/3/2007)
- Alps365, Torino, Italia, (Conferenza -5/10/2007)
- Celebrazione del 50° Anniversario dello Sputnik, Palais du Luxemburg, Parigi, Francia (Tavola Rotonda- 9/10/2007)
- Festival della Scienza, Genova, Italia (Tavola Rotonda- 26/10/2007)



Figura 6: P. Crutzen, premio Nobel per la chimica 1995 visita la mostra a Bergamoscienza (Ottobre 2006)  
a destra Figura 7: Antichi strumenti in mostra a Chieri durante la mostra (Novembre 2006)

#### 4 Conclusioni

L'esperienza di divulgazione scientifica presso il pubblico allargato rappresentato dai visitatori presenti a Torino in Occasione dei XX Giochi Olimpici Invernali (Febbraio 2006) ha messo in evidenza come oggi l'interesse per la cultura scientifica renda possibile proporre argomenti di tipo scientifico nell'ambito di eventi di rilievo, culturali o sportivi, rivolti al grande pubblico. Quindi per gli enti di ricerca c'è oggi lo spazio per rafforzare i rapporti con Istituzioni culturali, organizzazioni sportive ed enti pubblici e privati per promuovere un'interazione proficua tra enti scientifici e società civile, volta a una diffusione allargata della cultura scientifica, sostenendo l'interdisciplinarietà come arricchimento culturale.

#### Referenze

- 1) A. Zanini et al., Neutron Spectrometry at high mountain Observatories, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 67, 755-762 (2005)
- 2) M. Storini et al., The relevance of cosmic rays for space and earth weather, ECRS06 Lisbon (2006)

# LA PROMOZIONE ALLA LETTURA DI LIBRI DI FISICA PER BAMBINI: RISULTATI DI UN'ESPERIENZA SUL CAMPO

## → Fabia (Fabiola) Bellese

<sup>(a)</sup> Responsabile della promozione alla lettura presso la casa editrice Editoriale Scienza, - via di Romagna 30 - 34126 Trieste, [www.editorialescienza.it](http://www.editorialescienza.it), [promolettura@editorialescienza.it](mailto:promolettura@editorialescienza.it)

### Sommario

Da più di dieci anni la casa editrice triestina Editoriale Scienza promuove, attraverso i laboratori ludo-scientifici, la lettura del libro scientifico. Attività, quella di promozione alla lettura, nata "per caso", ma diventata nel giro di qualche anno un settore di azione della casa editrice accanto all'attività editoriale e alle mostre. In dieci anni, gli incontri presso scuole, biblioteche e librerie sono decuplicati rispondendo evidentemente a una domanda diffusa in un pubblico sempre più vasto. Laureati in materie scientifiche, e in particolare in fisica, sparpagliati in tutta Italia, incontrano migliaia di bambini e ragazzi ogni anno. In biblioteche, aule scolastiche, librerie e perfino centri commerciali, frotte di ragazzi dai 5 ai 14 anni corrono a sperimentare la fisica contenuta nei libri a loro dedicati. Gli esperimenti escono letteralmente dai libri e per un'ora e mezza intrattengono un pubblico divertito e incuriosito. Bambini e ragazzi provano in prima persona e giocano con la scienza, affascinati dai fenomeni fisici. Scienziati del calibro di Volta, Edison, Galileo, Einstein raccontano i loro segreti ai bambini e li invogliano a sfogliare e leggere i libri. Bibliotecari e librai, inizialmente incerti o perfino scettici sul risultato, si ritrovano a organizzare annualmente o periodicamente l'appuntamento con la scienza, entusiasti oltre che dalle dimensioni del pubblico coinvolto anche dall'affezione e dal ritorno. Abituati alla promozione alla lettura di favole e teatro, ammirano stupiti la capacità di percorrere i libri in modo divertente e simpatico ma soprattutto la naturalezza con cui queste attività si affiancano alle classiche attività "culturali". Le famiglie rispondono entusiaste all'offerta soprattutto laddove la capillarità degli interventi sopperisce alla carenza di grandi eventi di divulgazione scientifica. Gli insegnanti constatano stupiti come materiali semplici e comuni si coniughino elegantemente a concetti scientifici a volte sofisticati e fanno tesoro delle esperienze a cui assistono. I ragazzi, anche i meno appassionati alla lettura, sfogliano, leggono e cercano i libri. Gelosamente si portano a casa gli strumenti e gli esperimenti costruiti e spontaneamente, con naturalezza, apprendono e capiscono i fenomeni fisici.

## 1 Perché fare promozione alla lettura?

In Italia si legge poco, lo sanno tutti. E di scienza si legge (e si compra) ancora meno soprattutto in relazione alla produzione libraria annua e alla fascia d'età a cui si rivolge la casa editrice (vedi Tabella 1).

Tabella 1: Numero di opere per ragazzi pubblicate nel 2000 per materia trattata (Fonte ISTAT)

<b>7</b> Agricoltura, silvicoltura, allevamento, caccia e pesca Cucina e ricettari vari Economia domestica, arredamento e moda Medicina, farmacia, veterinaria, igiene, dietologia	<b>72</b> Matematica Scienze fisiche e naturali Ecologia Tecnologia, ingegneria, industrie, arti e mestieri Informatica
<b>19</b> Etnografia, usi e costumi, folclore, tradizioni popolari	<b>73</b> Testi letterari classici
<b>36</b> Arti figurative e fotografia Architettura e urbanistica Musica e spettacoli (f)	<b>74</b> Libri di testo per le scuole primarie e secondarie Filologia e linguistica Dizionari Generalità (a)
<b>60</b> Geografia, viaggi, atlanti Guide turistiche	<b>193</b> Divertimenti, giochi, sport
<b>60</b> Storia (g), biografie e araldica Attualità politico-sociale ed economica (h) Scienze politiche, economia politica, scienza delle finanze, ecc. Storia della letteratura e critica letteraria	<b>210</b> Pedagogia e didattica (b) Psicologia
<b>65</b> Fumetti	<b>1.312</b> Testi letterari moderni: libri di avventura e gialli poesia e teatro altri romanzi e racconti
<b>69</b> Filosofia, metafisica, metapsichica, astrologia, Religione, teologia	<b>Totale 2.227</b>

Editoriale Scienza è posta in questo settore molto specializzato (vedi il sottile spessore della fettina più piccola del grafico1) perciò è sorto da subito il problema di come raggiungere i piccoli lettori. Come farsi conoscere e riconoscere? Sono nate così le attività di promozione alla lettura della casa editrice. Ma il mondo della promozione alla lettura era ed è molto variegato. Nelle biblioteche, librerie, si fanno molteplici attività promozionali (vedi Box1).

Box 1: Attività promozionali: iniziative mirate all'incremento della lettura.

- La lettura di favole
- Lettura ad alta voce
- Letture animate
- Produzione di storie scritte e illustrate
- Teatro burattini
- Rappresentazione teatrale
- Mostre di illustrazioni
- Incontri con l'autore
- Incontri con illustratori
- Laboratori del libro illustrato
- Mostre del libro
- Premi per la letteratura per ragazzi

Tabella 2: LIBRI: generi e fasce d'età adottati generalmente nelle biblioteche scienza?

Storie dell'età evolutiva	Racconti illustrati
Temi storici	Albi illustrati
Temi sociali	Filastrocche e poesie
Fiabe e favole	Horror e mistero
Umorismo	Giallo
Aventure romanzi racconti	Fantascienza
Miti e leggende storie fantastiche fantasy	Storie della natura storie di animali

Ovvero iniziative mirate all'incremento della lettura. Ma e la scienza? Come farsi considerare e notare in questa realtà così ricca e variegata? Un altro interrogativo che ci siamo posti nelle fasi iniziali preparatorie riguardava la destinazione delle attività. Ovvero i luoghi della promozione alla lettura sono le biblioteche, le librerie, le manifestazioni per lettori, le scuole. E poi come venivano considerati i libri di scienza? (vedi Tabella2). Un ulteriore aspetto della questione che abbiamo affrontato è stato poi porsi in modo critico di fronte al libro di scienza "hands on". Poteva essere promossa la lettura di un libro pieno di esperimenti e attività manuali? Si poteva insegnare il piacere della lettura della scienza? E quali condizioni occorrono per poterlo fare? L'ultima domanda è quella che ha avuto la prima spontanea risposta sul campo se al ragazzo arriva tra le mani un bel libro è facile che lo prenda in considerazione. Se al ragazzo non piace leggere è comunque affascinato dalle attività esperienziali che trova tra le pagine. Se il procedimento dell'esperimento è illustrato in modo chiaro e semplice i ragazzi riescono a seguirlo anche da soli.

### 3 Le animazioni: laboratori di promozione alla lettura del libro scientifico

Sono state messe a punto diverse attività chiamate animazioni. Ovvero dei percorsi di lettura del libro scientifico in cui i ragazzi, guidati dall'animatore, partono dai libri per verificare principi scientifici, svolgendo prove pratiche e costruendo giochi e strumenti. I laboratori hanno in genere una struttura a sei fasi. La partenza, sempre tenendo in considerazione le conoscenze dei ragazzi, una breve introduzione dell'argomento, la parte manuale detta esperimento, durante la quale spesso c'è la costruzione di un oggetto, l'interpretazione del fenomeno che l'oggetto mette in evidenza attraverso la formulazione di ipotesi, la discussione e il confronto fra i ragazzi ed infine arriva la spiegazione breve e puntuale che soddisfa le curiosità dei ragazzi. Operazione fondamentale è far sì che tutti i bambini siano messi in grado di lavorare e sperimentare. Ci devono

essere materiali sufficienti e funzionanti per tutti e per tutti uguali. Le attività sono rivolte a bambini e ragazzi dai 3 fino ai 15 anni. Le considerazioni che stanno alla base delle attività sono che il bambino impara perché ne ha voglia, impara se trova piacevole e interessante il laboratorio, impara se non è obbligato e impara se l'ambiente risponde alle sue esigenze, impara quando quello che fa è piacevole e soddisfacente. Tanti libri diversi sono messi a disposizione dei ragazzi, soprattutto i libri nei quali la scienza è da fare.

## 7 Le richieste ... i risultati

Le richieste sono cresciute ogni anno con grande successo, come dimostra il grafico<sup>1</sup>. Più numerose sono, soprattutto le richieste nelle regioni del Nord e del centro Italia.

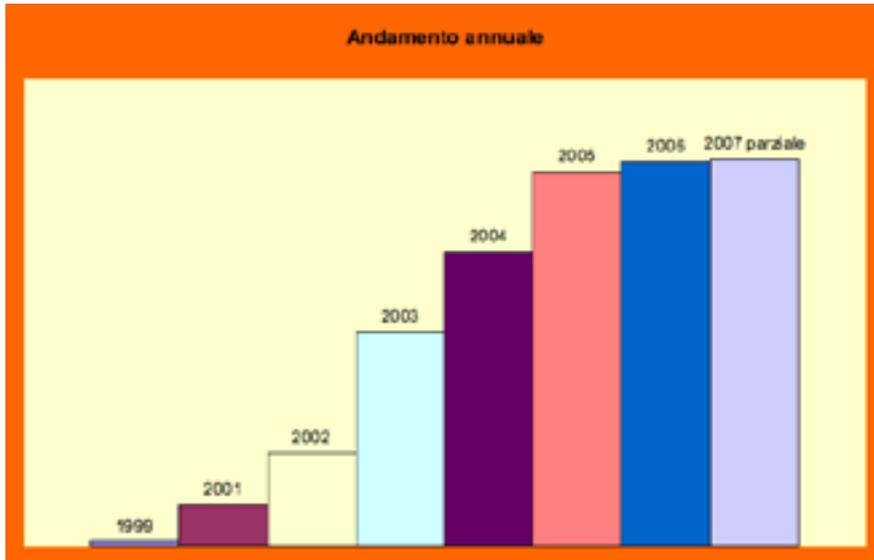


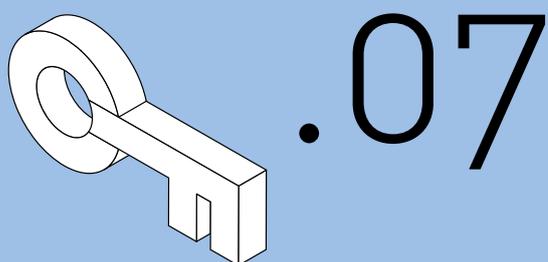
Grafico1: Andamento annuale delle attività svolte.

### Referenze

- 1) <http://culturaincifre.istat.it>
- 2) L.FERRIERI, La promozione della lettura in biblioteca: modelli e strategie in un'indagine nazionale sulle biblioteche pubbliche. Milano, Bibliografica, 1996

## SESSIONE SETTE

Progetto Lauree Scientifiche.



# QUANDO LA METAFORA DIVIENE CONOSCENZA CONDIVISA

→ Luigi Benussi, Halina Bilokon, Franco Fabbri, Piero Patteri,  
Catalina Petrascu, Diana Sirghi

Laboratori Nazionali di Frascati, via Enrico Fermi 40, Frascati (RM)

## Sommario

Nell'apprendimento la mente viene rappresentata come un contenitore che può essere riempito attraverso l'acquisizione di nuovi concetti che si aggiungono alla conoscenza pregressa di altri concetti. La mente seleziona ed elabora le informazioni, le trasforma e genera nuovi schemi concettuali. La partecipazione alle attività condivise apre la possibilità d'integrazione e non soltanto un accumulo d'informazioni da parte di colui che apprende.

## 1 Introduzione

Per il pubblico generale la divulgazione giornalistica è il punto di partenza dell'interesse per gli argomenti scientifici e molte volte soddisfa la curiosità verso argomenti di attualità. Ha il vantaggio di arrivare facilmente al grande pubblico in forme più svariate (immagini statiche, discorsi, filmati, testi scritti) attraverso tutti i mezzi di comunicazione che oggi abbiamo a disposizione: televisione, radio, internet, carta stampata. Senza dubbi ha una funzione importante nella divulgazione della scienza.

La caratteristica della divulgazione giornalistica è la passività dello spettatore: lui non interagisce direttamente con il divulgatore. Essendo un puro spettatore, l'informazione è assimilata non passando attraverso i meccanismi d'apprendimento.

I meccanismi d'apprendimento possono essere sintetizzati in tre diversi gruppi:

- 1) metafora dell'acquisizione – riprende l'immagine del contenitore che va riempito attraverso l'acquisizione del materiale che, nel caso di apprendimento, è inteso come sviluppo dei concetti dove la nuova conoscenza è aggiunta a quella pregressa. In questo modo i concetti sono perfezionati e cambiati in nuove strutture più complesse e più ampie.
- 2) Metafora della costruzione – l'apprendimento avviene attraverso la trasformazione ed elaborazione di concetti riflettendo, integrando, precisando, rivedendo i concetti iniziali.
- 3) Metafora della partecipazione – l'apprendimento è visto come una serie di attività condivise; la conoscenza si sviluppa con la partecipazione alle attività di una comunità, ampliando così i modi di pensare e conoscere.

Comunicare scienza può non essere soltanto divulgare ma anche coinvolgere direttamente il pubblico; questo può fare lo scienziato mettendo a disposizione il suo sapere e i suoi strumenti di lavoro. Con l'interazione diretta tra il ricercatore e lo spettatore, il tema dal quale si parte richiama altri temi, li fa evolvere e l'apprendimento risulta più ampio e allo stesso tempo di più facile assimilazione.

## 2 Apprendimento condiviso

Il sito web *scienzapertutti* creato dai ricercatori dei Laboratori Nazionali di Frascati è un esempio di attività divulgativa dinamica con interazione tra il pubblico e il ricercatore. In 5 anni si sono creati rapporti di comunicazione scientifica tra gli studenti, professori e curiosi della scienza con operatori della scienza. Il fulcro di questa comunicazione è stata la rubrica domanda all'esperto. Più di mille domande nel campo della scienza, tecnologia, fenomeni naturali e tanti altri temi sono state indirizzate alla redazione. Il contatto non si è mai esaurito con la risposta sul web; una corrispondenza si è sempre instaurata in due versi: sia con l'esperto contattato per la risposta, sia con la persona che ha posto la domanda. Molte volte altre domande sullo stesso argomento nascono nell'ambito dei frequentatori del sito, creandosi così una rete di interessati a quel tema.

Un'altra forma di apprendimento condiviso è quello dello scienziato che mette a disposizione i suoi strumenti di lavoro per comunicare. Possono essere citati come esempi il progetto CRESCERE (Cosmic Rays in a Europe School Environment: a Remote Experiment); EEE (Extreme Energy Events); RSS (Radon School Survey).

Lo scienziato propone un tema per un'esperimento; per eseguirlo gli studenti devono acquisire nozioni scientifiche relative al tema, eseguire l'esperimento, partecipare all'analisi dei dati interagendo con la classe, con altre classi che partecipano al progetto, con i ricercatori.

Ci soffermiamo sul progetto CRESCERE che fu finanziato nell'ambito del FP6 (nel 2005) della Comunità Europea al quale parteciparono Italia, Portogallo e Romania.

### 3 Svolgimento e risultati del progetto CRESCERE

L'idea base di questo progetto era di dare agli studenti la possibilità di sentirsi scienziati facendo un'esperimento di fisica moderna, con l'utilizzo degli strumenti di avanguardia nel campo della ricerca, analizzando i dati ottenuti e confrontando i risultati in un congresso internazionale. Per caratterizzare lo spirito di questo progetto sono stati creati due motti:

*"Scopri lo scienziato che c'è dentro di te"*

*"Scienziato per un giorno, scienziato per la vita".*

Gli esperimenti erano eseguiti in modo remoto (via web) con un software commerciale, facile da usare.

Sono stati proposti argomenti di fisica delle particelle elementari attraverso i raggi cosmici, normalmente non presenti nei programmi delle scuole superiori.

È stato fondamentale il contatto tra studenti, professori ed un ricercatore (tutore) che si recava presso la scuola, come primo passo dell'apprendimento condiviso. Era necessario mettere in evidenza la fisica connessa all'esperimento, l'utilizzo degli strumenti e la specifica tecnica di rivelazione dei raggi cosmici, la raccolta e l'analisi dei dati. Una parte importante di questa visita era anche illustrare agli studenti il mestiere del ricercatore.

Agli studenti è stata lasciata l'autonomia di decisione nell'impostazione dei parametri ed il controllo dell'apparato durante il periodo a loro dedicato.

#### 3.1 Divulgazione del progetto

Il materiale di divulgazione per tutte le scuole iscritte al progetto comprendeva manifesti, folders, libretti ed era disponibile nelle quattro lingue: italiano, portoghese, rumeno ed inglese.

Poster





### 3.2 Risultati

La manifestazione conclusiva del programma si è svolta a Lisbona, dove si sono riuniti studenti italiani, portoghesi e rumeni con loro insegnanti ed i ricercatori per un congresso svoltosi in lingua inglese. Il programma del congresso comprendeva presentazioni dei lavori degli studenti (con i risultati degli esperimenti), discussioni sui temi di fisica, dibattito e scambi di idee sulla ricerca, sulla professione di ricercatore, prospettive della scienza, donne nella scienza.

Gli esperimenti in remoto hanno dato la possibilità di partecipazione a più di 200 scuole nelle 90 sessioni di presa dati ed ha coinvolto circa 4000 giovani studenti europei.

### 4 Conclusioni

Comunicare la scienza ai giovani proponendogli un lavoro scientifico dandogli strumenti necessari per elaborarlo, da la possibilità di entrare nel ruolo del ricercatore, capire come si produce un lavoro scientifico e soprattutto richiede l'approfondimento di vari argomenti collegati con il tema studiato. Nel caso del progetto CRESCERE, oltre allo studio dei fundamenti della fisica delle particelle, gli studenti hanno assimilato nozioni di raggi cosmici, hanno avuto nozioni del funzionamento di un rivelatore, hanno avuto un esempio dell'analisi dei dati raccolti e del significato dell'errore statistico della misura.

# DIFFUSIONE SCIENTIFICA ATTRAVERSO MISURE DI RADON

→ Daniela Morelli<sup>(a,b)</sup>, Josette Immè<sup>(a,b)</sup>, Giorgio Bellia<sup>(a,c)</sup>, Silvia Cammisa<sup>(a)</sup>,  
Concetto Gianino<sup>(d,b)</sup>, Salvatore Lo Nigro<sup>(a,e)</sup>, Gabriella Mangano<sup>(a)</sup>,  
Alessia Rosselli Tazzer<sup>(a)</sup>, Andrea Saija<sup>(f,b)</sup>

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Catania, Via S. Sofia 64, 95123 Catania

<sup>(b)</sup> INFN-Sezione di Catania, viale Andrea Doria 16, 95123 Catania

<sup>(c)</sup> INFN-LNS, via S. Sofia, 48, 95123 Catania

<sup>(d)</sup> Istituto di Istruzione Second. Super. "Q. Cataudella", v.le dei Fiori 13, 97018 Scicli (RG)

<sup>(e)</sup> Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia c/o DFA-UniCT

<sup>(f)</sup> Istituto Tecnico Industriale G. Marconi, via Vescovo Maurizio, 95100 Catania

## Sommario

Nell'ambito del Gruppo V-INFN è stata avviata un'attività di divulgazione scientifica che ha preso spunto da tematiche relative alla radioattività ambientale. Il progetto partito nel 2005 in occasione dell'anno mondiale della Fisica (WYP2005) e tutt'oggi in corso, ha coinvolto diversi istituti di istruzione superiore della Sicilia Orientale. Grazie al suddetto progetto è stato possibile oltre che iniziare una campagna di divulgazione scientifica, monitorare la concentrazione di radon in ambienti confinati.

## 1 Introduzione

La diffusione della cultura scientifica è uno degli obiettivi del mondo accademico in generale e degli enti di ricerca in particolare, tanto più quando l'argomento trattato è di interesse della comunità. Il tema della radioattività è spesso sconosciuto ma nel contempo riveste un grande interesse presso la popolazione a causa della sua possibile pericolosità. Le informazioni in merito a tale problematica sono spesso carenti, in particolare, l'esistenza di una forma di radioattività naturale è pressoché sconosciuta al largo pubblico che ritiene la radioattività come qualcosa di artificiale prodotta per soli scopi bellici o per produrre energia nelle centrali nucleari, queste ultime, ritenute un pericolo per la popolazione. Sulla base di questi presupposti l'INFN ha sostenuto un progetto, nell'ambito del gruppo V, partito nel 2005 con la sigla LABORAD, poi divenuto nel 2006 SPLASH (Student Physics LAB SHow) e dal 2007 ENVIRAD-SPLASH. Scopo del progetto in questi anni è stato di dimostrare che la radioattività è un fenomeno naturale riscontrabile ovunque, anche nelle proprie abitazioni, negli alimenti, persino nell'aria che respiriamo. Una corretta conoscenza di questi fenomeni consente, infatti, di poter discutere in modo più oggettivo di tutti i problemi legati alla radioattività ambientale che allarmano la popolazione in modo eccessivo. Il progetto è stato rivolto soprattutto agli studenti delle Scuole Superiori, coinvolgendo direttamente anche le rispettive famiglie in attività di interesse per la società. Altro obiettivo del progetto è stato inoltre quello di avvicinare i ragazzi al laboratorio di fisica. Spesso le attività laboratoriali in ambito scolastico sono, infatti, assenti a causa del notevole impegno in termini di risorse economiche e di tempo da parte dei docenti.

## 2 Attività svolta

Le attività svolte dalla sezione INFN di Catania, nell'ambito di questo progetto, si sono avvalse dei collegamenti ad ampio raggio sul territorio con gli istituti scolastici, già instaurati nell'ambito del progetto Lauree Scientifiche, che per l'area Fisica vede l'Ateneo di Catania come Università capofila. Il primo anno di attività gli studenti coinvolti erano circa 140 provenienti da 14 scuole prevalentemente della provincia di Catania. L'anno successivo le scuole sono diventate 25 ampliando il bacino di utenza anche alle province di Ragusa e Siracusa e nel terzo anno altre 5 scuole, anche della provincia di Caltanissetta, hanno partecipato alle attività. L'attività è stata organizzata in diverse fasi e può essere schematizzata come segue:

1. organizzazione di seminari, sia presso le stesse scuole sia presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia, su tematiche inerenti la radioattività ambientale e le tecniche di misura, con particolare riferimento alle tecniche di monitoraggio di radon indoor;
2. attività sperimentali presso il Laboratorio di Fisica dell'Ambiente del Dipartimento di Fisica e Astronomia, in cui gli studenti sono stati direttamente coinvolti nel montaggio dei rivelatori (fig.1), che sono stati poi esposti nelle scuole e nelle loro abitazioni.
3. trascorsi circa tre mesi di esposizione dei dosimetri, gli studenti sono stati nuovamente coinvolti in laboratorio per il trattamento chimico dei rivelatori a tracce e la loro lettura;
4. infine è stato organizzato presso il DFA-UniCT, un meeting conclusivo nel quale gli studenti stessi hanno presentato l'attività svolta e i risultati dell'analisi.

In figura 1, in particolare, sono mostrati studenti al lavoro in laboratorio mentre montano i dosimetri e in figura 2 alcuni studenti presentano, nel meeting conclusivo, le attività svolte nell'ambito del progetto.



Figura 1: Montaggio rivelatori.  
a destra Figura 2: Meeting conclusivo.

### 3 Alcuni risultati

Le attività svolte nell'ambito del progetto hanno permesso, sia di intraprendere una campagna di divulgazione scientifica sul tema della radioattività sia di avviare una campagna di monitoraggio della concentrazione di gas radon indoor nella Sicilia orientale. A livello regionale, infatti, non esiste uno studio sistematico di tale genere. Si è quindi sfruttata la possibilità di entrare in contatto con persone residenti in una vasta area per iniziare un'azione di controllo sul territorio. A titolo di esempio è riportato in figura 3 l'andamento della concentrazione di gas radon nell'area etnea, ottenuto interpolando i dati ricavati dalle misure.

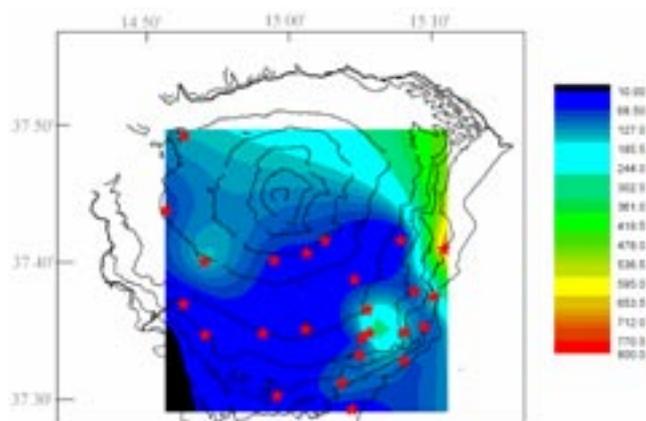


Figura 3: Contour plot delle concentrazioni di radon nell'area etnea (le stelle individuano i siti di misura).

### 4 Conclusioni

Il successo indiscusso dell'iniziativa è riscontrabile nel numero, crescente di anno in anno, delle scuole che hanno richiesto di partecipare al progetto, e nel fatto che gli studenti e i loro insegnanti si sono appassionati, superando paure e remore sia verso il nucleare sia verso il laboratorio, con i quali hanno imparato a prendere confidenza. Siamo riusciti a coinvolgerli su temi apparentemente lontani dalla vita quotidiana e a sensibilizzarli anche verso la conoscenza del territorio. Tutto ciò li ha resi consapevoli di partecipare ad un progetto scientifico che ha anche la finalità di diffondere dati sulla radioattività ambientale.

### 5 Ringraziamenti

Si ringrazia l'AIF-Sezione di Catania per l'interesse dimostrato e la costante collaborazione. Si ringraziano altresì i docenti e gli studenti delle scuole che hanno aderito all'iniziativa.

### Referenze

- 1) M. Aranzulla, S. Cammisa, G. Immè, D. Morelli, A. Rosselli Tazzer "Misure di Radon nella Provincia di Catania mediante la tecnica dei rivelatori a tracce Cr-39" Terzo Convegno Nazionale degli agenti fisici. Biella 7-9 Giugno 2006.

# DA UN ESPERIMENTO SULLA RADIOATTIVITÀ QUALCHE SPUNTO PER INSEGNARE MEGLIO LA FISICA

→ **Filomena De Cicco<sup>(a)</sup>, Emilio Balzano<sup>(a)</sup>, Mariagabriella Pugliese<sup>(a,b)</sup>, Carlo Sabbarese<sup>(b,c)</sup>, Vincenzo Roca<sup>(a,b)</sup>, Gennaro Venoso<sup>(a,b)</sup>**

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Scienze Fisiche, Università degli Studi di Napoli Federico II, Complesso di Monte S. Angelo, via Cintia, Napoli

<sup>(b)</sup> INFN sezione di Napoli, Complesso di Monte S. Angelo, via Cintia, Napoli

<sup>(c)</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali, Il Università degli Studi di Napoli, via Vivaldi, Caserta

## Sommario

Vengono commentate le possibili ricadute dell'attività di ricerca svolta nell'ambito del Progetto ENVIRAF sull'insegnamento delle scienze.

Il Progetto ENVIRAD, promosso in Campania dall'INFN a partire dal 2003, è stato caratterizzato dalla partecipazione attiva di studenti appartenenti ad istituti di istruzione superiore in un'attività di ricerca sulla radioattività ambientale. Il coinvolgimento diretto di studenti ed insegnanti nel Progetto, ha permesso non solo di ottenere dati relativi all'esposizione al radon nelle scuole, ma anche di ampliare la cultura degli stessi sulla radioattività, sulle sue applicazioni e sui rischi ad esse associati: argomenti dalle molte valenze culturali ma sostanzialmente ignorati dagli ordinari curricula scolastici. Sfruttando questo legame inedito tra "mondo della ricerca" e "mondo della scuola" abbiamo cercato di produrre dei risultati che arricchendo la "didattica" andassero ad incidere più o meno direttamente sul modo in cui nella nostra scuola si insegna e si studia la scienza.

Fondamentale in tal senso è stata la decisione di portare avanti un'azione di verifica del lavoro svolto. Tale esigenza è stata dettata sia dalla consapevolezza che la valutazione è parte integrante del processo educativo, sia dal positivo influsso che un'azione di feed-back mirata ad adattare l'insegnamento ai bisogni specifici degli studenti può esercitare di loro.

In questa ottica, sfruttando uno sfasamento temporale tra i diversi gruppi di lavoro partecipanti al progetto, abbiamo proposto due tipi di questionari a studenti con una diversa anzianità nel progetto. Abbiamo avuto così la possibilità di evidenziare sia le conoscenze pregresse e quindi soprattutto i preconcetti degli alunni in materia, ma anche di avere delle utili indicazioni affinché, dopo aver verificato l'adeguatezza dell'approccio inizialmente adottato, ovvero la rispondenza tra l'insegnamento e l'apprendimento e dopo averne individuato gli eventuali limiti, potesse essere messo a punto un "percorso" didattico adatto alle "effettive" esigenze dei discenti.

I questionari suggeriti sono stati due e sono stati finalizzati al raggiungimento di obiettivi diversi ma tra loro complementari. Il primo questionario, attraverso una sorta di sondaggio sulla percezione che i ragazzi avevano della radioattività e dei fenomeni ad essa collegati, aveva lo scopo sia di far emergere le idee su alcuni fenomeni e concetti di interesse per lo sviluppo del Progetto già posseduti, sia di valutare la padronanza dei contenuti e il livello del linguaggio scientifico in relazione ai temi trattati. Il secondo questionario, decisamente più specifico del primo rispetto alle tematiche, aveva lo scopo di far pervenire gradualmente gli studenti alla maturazione di conoscenze e metodi legati sia a concetti generali che alle varie attività specifiche.

In questa ottica, l'analisi e quindi la valutazione delle risposte non è stata soggetta a voti o giudizi, ma è stata semplicemente oggetto di una discussione collettiva che desse la possibilità di migliorare le attività didattiche proposte e di seguire meglio il processo di apprendimento.

L'analisi delle risposte, anche se non particolarmente incoraggiante in relazione ai contenuti, è stata comunque utile ed ha portato, prima di tutto, alla messa a punto di materiale didattico opportunamente articolato che andasse a costituire un supporto esauriente e sufficiente a far seguire agli studenti in maniera autonoma e sistematica gli obiettivi del Progetto.

Una schematizzazione degli argomenti scelti e della loro articolazione sono rappresentati in fig.1. Un prototipo completo di quello che si potrebbe fare si trova sulla pagina web: [www.fisica.unina.it/envirad/Default.htm](http://www.fisica.unina.it/envirad/Default.htm) e consiste in un percorso guidato che presenta i principali argomenti che intervengono quando si parla di radioattività attraverso lo studio del radon. La realizzazione di tale materiale ha permesso di individuare all'interno del Progetto stesso una serie di interconnessioni tra le diverse discipline scientifiche, generalmente viste dagli studenti come relativamente estranee, facendo diventare "ENVIRAD" uno strumento che si presti ad una visione multidisciplinare delle materie studiate.

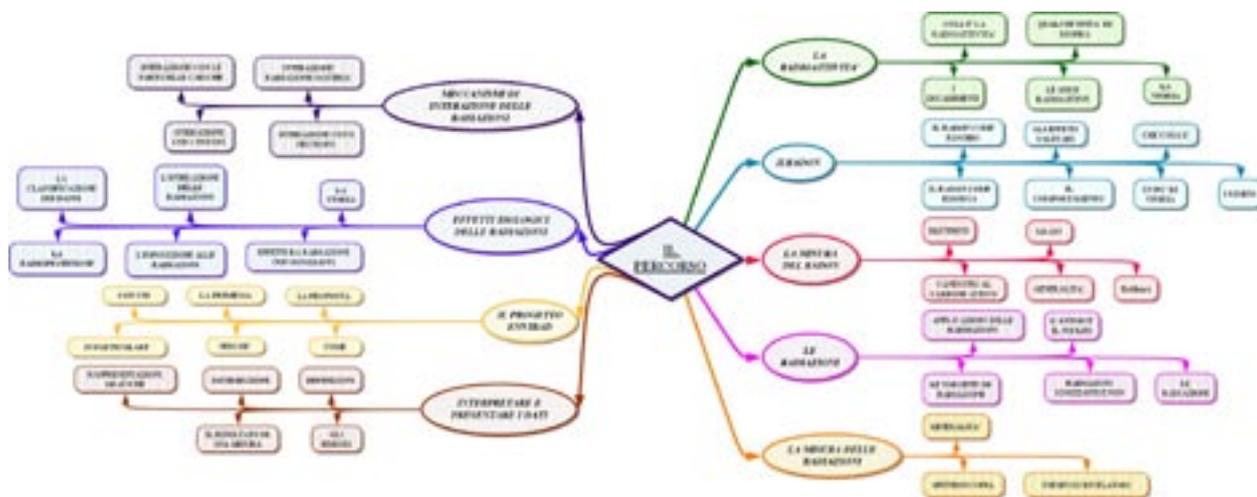


Figura 1: Schema del percorso presente sul sito

Quando affermiamo che l'analisi delle risposte non è stata particolarmente incoraggiante ci riferiamo al fatto che mediamente il loro livello è risultato essere lo stesso indipendentemente sia dalla durata della partecipazione degli allievi al progetto che dal loro specifico percorso di studi.

Proprio l'aver riscontrato che uno specifico background scolastico non incide significativamente sull'efficacia dell'apprendimento, ci ha portato a prendere in considerazione la reale possibilità di coinvolgere fattivamente nello studio delle tematiche relative alla radioattività gli studenti indipendentemente dalla fascia d'età e di non limitarci a trattarle nell'ambito della sola fisica ma anche delle altre discipline scientifiche sfruttando proprio le molteplici connessioni interdisciplinari individuate.

Concludendo possiamo pensare di introdurre il Progetto indifferentemente sia nei bienni che nei trienni degli istituti superiori coinvolgendo gli insegnanti di tutte le discipline scientifiche ed ottimizzandone il lavoro. Il tutto può essere realizzato "rivisitando" il rapporto tra i programmi scolastici, relativamente alle discipline scientifiche, ed il Progetto "ENVIRAD". Con il termine "rivisitare" si intende da un lato individuare in "ENVIRAD" tutte le "esperienze", cioè tutti quegli aspetti del progetto, che siano adatti a "promuovere" le "conoscenze" acquisite dagli studenti in virtù dei tradizionali curricula scolastici". Viceversa è possibile indicare all'interno delle varie discipline scientifiche (fisica, chimica, matematica, biologia, ecc.), una serie di argomenti che permettano agli studenti di "esprimere" in "ENVIRAD" le "conoscenze" acquisite nell'ambito dei tradizionali programmi didattici. In fig.2 è mostrata, a titolo di esempio, una schematizzazione sintetica di quali siano le "attività" di ENVIRAD adatte a "promuovere le conoscenze" acquisite durante il percorso di studi del biennio, indicando per ogni "attività" sia le discipline interessate che gli "argomenti" trattati durante il corso di studi.

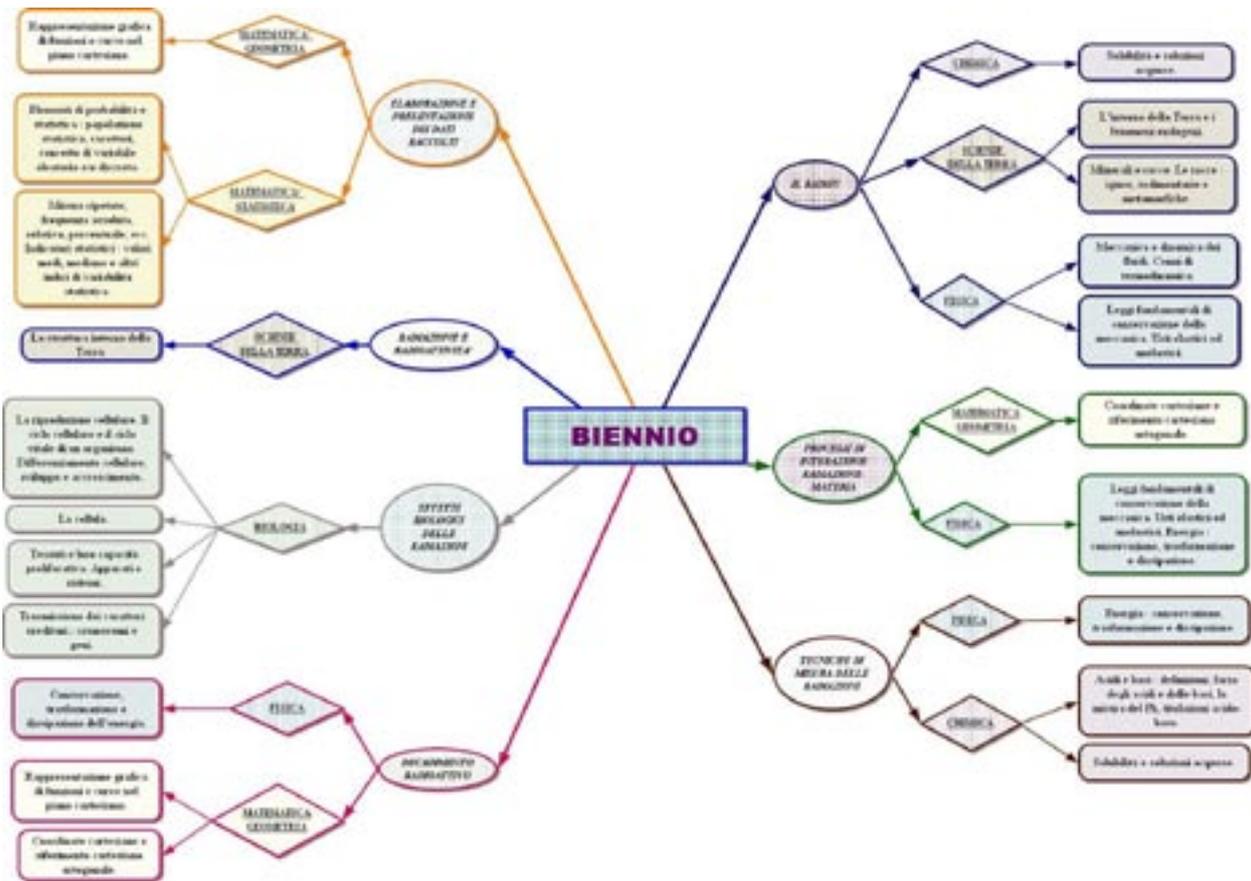


Figura 2: Mappa delle "esperienze" presenti in ENVIRAD adatte a promuovere le "conoscenze" acquisite nel biennio

In questo modo, attraverso la messa a punto di materiale didattico opportuno e di un metodo alternativo per riuscire ad inserire nei curricoli concetti di fisica moderna, pensiamo di aver fornito agli insegnanti sia un ausilio appropriato per raggiungere una migliore conoscenza della materia trattata ma anche uno strumento didattico riguardante il metodo di insegnamento: entrambi aspetti fondamentali per esercitare al meglio il proprio ruolo di docenti.

# PROGETTO DRAGO

## “IL NUCLEO ATOMICO DALLA SUA SCOPERTA AD OGGI”

→ C. Gianino<sup>(a,c)</sup>, J. Immè<sup>(a,b)</sup>, C. Distefano<sup>(d)</sup>, N. Cutuli<sup>(e)</sup>, D. Morelli<sup>(a,b)</sup>, G. Mangano<sup>(a,b)</sup>, R. Occhipinti<sup>(b)</sup>, G. Garofano<sup>(b)</sup>, E. Strano<sup>(b)</sup>, A. Pagano<sup>(a)</sup>, S. Lo Nigro<sup>(a,b)</sup>, A. Paparo<sup>(b)</sup>, A. Budello<sup>(c)</sup>, G. Di Falco<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> INFN sezione di Catania, via S. Sofia 64, Catania

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Fisica e Astronomia, via S. Sofia 64, Catania

<sup>(c)</sup> Istituto di Istruzione Sec. Sup. “Q. Cataudella”, v.le dei Fiori 13, 97018 Scicli (RG)

<sup>(d)</sup> Istituto di Istruzione Sec. Sup. “G. Carducci”, v. Roma, 97018 Comiso (RG)

<sup>(e)</sup> Liceo Scientifico “G. Berto”, c.da Bitonto, Vibo Valentia

### Sommario

DRAGO è l'acronimo di Didattica in rete Applicando i Gruppi On-line; il progetto nasce nell'anno scolastico 2002/2003 in forma sperimentale ed è giunto al suo quinto anno di attività. Si tratta fondamentalmente di una collaborazione a distanza fra gli studenti di licei statali per lo studio di un argomento a carattere scientifico. La collaborazione avviene in rete tramite l'uso dei gruppi Yahoo®. Nell'anno scolastico 2006/'07 alla collaborazione si è aggiunta anche la sezione INFN e il Dipartimento di Fisica e Astronomia di Catania e si è affrontato lo studio del nucleo atomico effettuando misure di radon nell'ambito del progetto ENVIRAD-SPLASH.

### 1 Il progetto DRAGO

Il progetto nasce nell'anno scolastico 2002/2003 in forma sperimentale tramite un accordo di collaborazione fra la sezione liceo scientifico dell'Istituto “Cataudella” di Scicli e il Liceo “Berto” di Vibo Valentia e con lo scopo di studiare uno strano comportamento dell'acqua, conosciuto con il nome di effetto Mpemba. I punti di forza dell'attività didattica sono fondamentalmente tre: lo studio di un fenomeno curioso, del quale anche i docenti e gli esperti avevano solo una vaga conoscenza, l'approccio didattico tipo problem-solving e ricerca-azione e l'uso dei gruppi virtuali per comunicare. La modalità di comunicazione è stata cruciale per lo sviluppo del progetto poiché permetteva agli studenti di scambiarsi opinioni, dati e di formulare documenti in piena collaborazione senza incontrarsi in presenza. La tipologia di comunicazione in rete è di tipo asincrono, praticamente ogni attore fornisce il proprio contributo quando lo ritiene più opportuno. Il progetto, proprio per la sua peculiare forma comunicativa, ottiene due importanti riconoscimenti nazionali e internazionali<sup>1</sup>. Negli anni scolastici successivi la collaborazione viene formalizzata con l'accordo denominato DRAGO e alle due scuole fondatrici si aggregano con collaborazioni annuali nuove scuole. Ogni anno viene concordato un argomento scientifico da studiare che risponda al requisito fondamentale di attrarre la curiosità degli studenti; nei diversi anni scolastici gli argomenti sono stati:

- A.S. 2003/'04 “Le costellazioni dello zodiaco e gli orologi solari”, con il quale si è cercato di fornire agli studenti una consapevolezza maggiore dell'assoluta antiscientificità dell'astrologia e si è eseguita una stima sperimentale del periodo di rotazione del Sole con l'osservazione delle macchie solari.
- A.S. 2004/'05 “La fisica intorno e dentro di noi”, con lo studio dei principi e leggi della fisica in cucina, nel corpo umano, nei giocattoli e negli eventi atmosferici;
- A.S. 2005/'06 “Fisica e tecnologia”, con l'analisi della fisica delle trasmissioni radio-telefoniche, del volo e della superconduttività con la sperimentazione del percorso didattico europeo SUPERCOMET, questa attività si è svolta grazie alla prof.ssa Marisa Michelini dell'Università di Udine.
- A.S. 2006/'07 “Il nucleo atomico dalla sua scoperta ad oggi”, coinvolgendo intensamente tutte le strutture di ricerca in fisica nucleare di Catania e contribuendo alle misure di radon nell'ambito del progetto ENVIRAD-SPLASH dell'INFN.

Con l'avvio della collaborazione DRAGO si istituisce il Meeting finale, cioè un momento nel quale gli studenti si incontrano in presenza per raccontarsi gli esiti delle loro ricerche. In pratica, gli studenti studiano e approfondiscono gli argomenti scientifici con le modalità tipiche di un ricercatore e presentano il loro lavoro in un evento di tipo congressuale. Questa nuova attività arricchisce la valenza didattica del progetto poiché permette agli studenti anche di acquisire le competenze necessarie per presentare un lavoro. Tutte le attività svolte e gli atti dei meetings sono raccolti su CD-ROM multimediale. Nel biennio 2005/2007 la collaborazione DRAGO viene annessa al progetto Lauree-Scientifiche ambito Fisica, coinvolgendo in modo più intenso sia il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania sia l'INFN Sezione di Catania e Laboratori

<sup>1</sup> Buone pratiche del GOLD dell'INDIRE <http://gold.indire.it/nazionale/> e delegazione POS3 <http://www.pd.astro.it/eaee/POS3/news.htm>

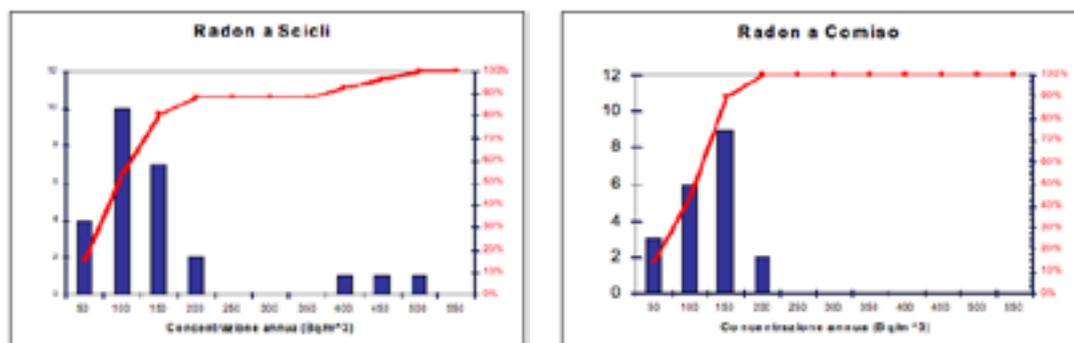
Nazionali del Sud. In questo biennio entra a far parte delle scuole permanenti anche l'Istituto "Carducci" di Comiso (RG).

## 2 Organizzazione e attività

Come abbiamo anticipato nel precedente paragrafo, la maggior parte dell'attività è sviluppata in rete utilizzando i gruppi virtuali di Yahoo®, la scelta di questa piattaforma è essenzialmente economica, poiché la creazione di un gruppo virtuale è gratis. Come si sul dire "abbiamo fatto di necessità virtù", cioè abbiamo organizzato l'attività cercando di sfruttare al massimo le potenzialità di interazione offerte da Yahoo®. L'organizzazione in rete si compone di: un gruppo di coordinamento, denominato DRAGO, al quale sono iscritti tutti i docenti e gli esperti universitari e dal quale si organizza tutta l'attività annuale; un certo numero di gruppi, con funzione di classi virtuali, gestite da un docente, nel quale vengono iscritti studenti provenienti dai diversi istituti scolastici con lo scopo di affrontare un aspetto specifico dell'argomento scelto. Nell'anno scolastico 2006/'07 alcuni studenti universitari di Catania hanno preso parte ai gruppi classe con la funzione di tutor. Gli argomenti affrontati in questo anno scolastico sono stati: modelli e reazioni nucleari, decadimenti e radioattività, storia della fisica nucleare e gli acceleratori di particelle. Oltre all'attività in rete si sono svolte tre conferenze a carattere didattico-divulgativo riguardanti argomenti di ricerca e applicazione della fisica nucleare e misure di radon.

## 3 Misure di Radon

Gli studenti degli istituti di Scicli e Comiso hanno condotto, in collaborazione con il gruppo di ricerca di fisica dell'ambiente dell'università di Catania, una campagna di misura del radon nei rispettivi comuni. In particolare, hanno posizionato in ogni comune circa 25 rivelatori CR-39 in locali abitativi. Dopo tre mesi di esposizione i dosimetri sono stati riportati in laboratorio di fisica dell'ambiente del DFA-UniCT e dagli stessi ragazzi sono stati sottoposti ad etching chimico e, per alcuni di essi, alla successiva lettura al microscopio. L'analisi della concentrazione di radon è mostrata nei seguenti grafici.



È stata rilevata una concentrazione media annuale di 91 Bq/m<sup>3</sup>, con deviazione ed errore standard rispettivamente di 40 Bq/m<sup>3</sup> e 6 Bq/m<sup>3</sup>. Solo nel comune di Scicli si è trovata un'abitazione con valori di concentrazione leggermente superiori a quelli di soglia previsti dalla legge. Si sono anche eseguite sia un'analisi di concentrazione per piano, riscontrando mediamente, come atteso, una diminuzione della concentrazione del radon con l'altezza del locale abitativo e sia un'analisi di correlazione fra la concentrazione di radon e la dose  $\gamma$  e X, misurata con un dosimetro Geiger-Muller. Come era facilmente prevedibile, a causa del fondo ambientale dovuto ai raggi cosmici, non abbiamo riscontrato alcuna correlazione fra le due misure. Per gli studenti, comunque, è stato didatticamente importante ottenere un esito negativo, poiché ci ha permesso di aprire un confronto per ricercarne la cause che ha messo meglio in evidenza il processo di verifica del metodo sperimentale.

### Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare il prof. Giuseppe Arezzo dell'Ufficio Scolastico di Ragusa per la sua grande disponibilità e preziosa collaborazione.

### Referenze

- 1) C. Gianino, "L'effetto Mpemba", *Giornale di Fisica* 45, 31-39 (2004)
- 2) C. Gianino, C. Distefano, N. Cutuli, "Un'esperienza di collaborazione a distanza: il progetto DRAGO", *Atti convegno Progettare E-Learning, Macerata (2006)* 652-660
- 3) M. Michelini, C. Gianino, "Sperimentazione di SUPERCOMET 2 nella comunità DRAGO", *Atti convegno Progettare E-Learning, Macerata (2006)* 672-682
- 4) C. Gianino, C. Distefano, N. Cutuli, G. Malegori, "Il progetto DRAGO", *Nuova Secondaria*, n.10, giugno 2006, 100-102
- 5) C. Gianino, "Stima del periodo di rotazione del Sole dall'osservazione delle macchie solari", *Didattica delle Scienze*, n. 243 aprile 2006, 55-57

# LA RADIOATTIVITÀ... QUESTA SCONOSCIUTA! LABORATORIO RADON PER LA SCUOLA SECONDARIA

→ Flavia Groppi<sup>[a]</sup>, Marta Novati<sup>[a]</sup>, Elisa Persico<sup>[a]</sup>, Simone Manenti<sup>[a]</sup>, L. Gini<sup>[a]</sup>, Anna Bazzocchi<sup>[b,a]</sup>, Fabio Giovanetti<sup>[c]</sup>, Paolo Maggioli<sup>[d]</sup>, Patrizia Bozzola<sup>[e]</sup>

<sup>[a]</sup> INFN sezione di Milano e Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano, LASA, via F.lli Cervi, 201, Segrate (MI)

<sup>[b]</sup> Liceo Scientifico Tecnologico I.I.S. "E. Mattei", San Donato Milanese (MI)

<sup>[c]</sup> Liceo Scientifico Tecnologico "V. Sereni", Luino (VA)

<sup>[d]</sup> Liceo Scientifico "G. Gandini", Lodi

<sup>[e]</sup> Scuola Secondaria di I grado "Santa Caterina da Siena", Milano

## Sommario

Con questo lavoro viene presentato il Laboratorio Radon a cui hanno aderito alcune scuole della Regione Lombardia, inserito come attività di divulgazione della cultura scientifica e di orientamento per gli studenti delle scuole medie superiori, mettendo in rilievo in modo particolare la valenza del Progetto dal punto di vista didattico e di rispondenza agli obiettivi.

## 1 Introduzione

La scarsa informazione scientifica porta in genere ad avere paura di ciò che non si conosce attribuendogli rischi esagerati, mentre si affrontano con leggerezza attività ad alto rischio, ma di cui si ha esperienza diretta: la percezione soggettiva del rischio non corrisponde molto spesso al rischio oggettivo di un'attività. In questo ambito la radioattività allarma ed è temuta in modo eccessivo proprio perché è pressoché sconosciuta e spesso considerata dai media e dal pubblico un argomento tabù, abbinata solo all'ambiente militare, alla guerra e successivamente utilizzata in modo scorretto per produrre energia nelle centrali nucleari.

Nell'ambito delle iniziative finalizzate all'orientamento verso la Fisica, il Dipartimento di Fisica con il Progetto Nazionale "Lauree Scientifiche" e l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – INFN con i progetti LABORAD, SPLASH, ENVIRAD-SPLASH mediante il "Laboratorio radon" si pongono l'obiettivo di avvicinare gli studenti a questo tema, affinché acquisiscano una corretta conoscenza del problema e possano parlarne in modo più consapevole ed oggettivo. In questo contesto il tema della misura del gas naturale radioattivo radon è particolarmente adatto e di grande attualità.

## 2 Il Laboratorio Radon

Il Progetto è partito nel 2006, con il coinvolgimento di quattro scuole medie superiori e una scuola media inferiore per un totale di circa un centinaio di studenti e ne ha visto aumentare in modo progressivo il numero sino ad oggi in cui sono coinvolti una decina di licei distribuiti nella Regione Lombardia.

Con ciascuna scuola vengono effettuati alcuni incontri per introdurre la problematica fisica e le basi di conoscenza necessarie. Successivamente viene fornita la strumentazione di tipo non professionale, di basso costo, ma che tuttavia permette la messa in funzione di un laboratorio vero e proprio per la misurazione della radioattività ed in particolare del gas radon; vengono forniti dei kit completi, composti da rivelatori passivi del tipo CR39 per il conteggio delle tracce rilasciate dalle particelle alfa a seguito del decadimento del  $^{222}\text{Rn}$ , contenitori di plastica che fungono da camera di diffusione, friggitrice con funzione di bagno termostatico, microscopio ottico interfacciato con webcam ad un personal computer per la lettura delle tracce. Agli studenti di scuola media sono stati forniti i soli rivelatori ed i contenitori di plastica, non essendo ancora la scuola secondaria di I grado dotata di laboratori scientifici adeguati. I risultati ottenuti con queste misure integrate per periodi di 6 – 12 mesi vengono confrontati con quelli ottenuti mediante spettrometria  $\gamma$  dei figli di decadimento del radon con canestri ai carboni attivi esposti per tempi più brevi o con misure in continuo mediante misura dell'attività  $\alpha$  del radon in camera a scintillazione a solfuro di zinco. In questo modo si vuole arrivare ad avere una migliore comprensione delle diverse tecniche di misura e dare un maggior aiuto nell'interpretazione dei risultati ottenuti. Alcuni Istituti hanno iniziato viceversa a sviluppare uno spettrometro per la rivelazione della radiazione  $\gamma$  e/o  $\alpha$ . Il Progetto è stato inoltre ampliato, rispetto alla sua veste originaria, inserendo una parte relativa a misure, mediante analisi autoradiografica, di campioni di rocce granitiche. Su alcuni campioni di granito di tipo commerciale vengono disposti i dosimetri a CR39 e lasciati esposti per circa una settimana. Successivamente vengono sviluppati e letti con il microscopio al fine di evidenziare le eventuali regioni che presentano una maggiore concentrazione radioattiva. Periodicamente vengono effettuati incontri per risolvere alcune difficoltà incontrate dagli studenti e/o insegnanti e per momenti di confronto sui risultati che man mano vengono ottenuti.

### 3 Obbiettivi e Risultati attesi

Agli studenti coinvolti si offre l'opportunità di accostarsi al mondo della ricerca, guidandoli ad acquisire alcune competenze su come approntare un esperimento in tutte le sue fasi: • scelta del tema della ricerca, • reperimento della strumentazione, • installazione del laboratorio, • modalità di effettuazione delle misure, • scelta della strumentazione più idonea per il tipo di misura scelto, • analisi dei dati, presentazione e discussione dei risultati. In particolare tale processo viene applicato ad un tema, come quello della radioattività, in genere non trattato nei programmi scolastici, permettendo agli studenti di confrontarsi con tematiche nuove che richiedono approfondimenti, di apprendere tecniche e di diventare familiari con strumentazione di tipo non convenzionale.

Le attività svolte all'interno del Progetto favoriscono inoltre nei ragazzi l'acquisizione di competenze trasversali spendibili in ogni ambito disciplinare, quali: • sviluppare l'abitudine all'approfondimento, alla riflessione individuale e all'organizzazione del lavoro personale; • saper cogliere ed apprezzare l'utilità del confronto di idee e dell'organizzazione del lavoro di gruppo; • sviluppare le proprie capacità di analisi e di sintesi; • saper analizzare e schematizzare situazioni reali; • saper riferire informazioni, utilizzandole in modo autonomo e comunicandole con linguaggio scientifico.

### 4 Osservazioni

Uno degli aspetti più significativi del Progetto è senza dubbio la sua estrema flessibilità. Adattandosi ad ogni singola classe che vi aderisce, permette da una parte agli studenti di sviluppare proprie abilità critiche e di intraprendenza, dall'altro risponde all'esigenza del docente di portare la classe al raggiungimento dei propri obiettivi disciplinari. Sfruttando a pieno questo Progetto si ha da un lato l'opportunità di educare i ragazzi ad un metodo più attivo e consapevole di apprendimento, dall'altro si soddisfa la necessità di far loro acquisire i concetti e le abilità tipiche della disciplina. L'ampiezza del tema affrontato costringe gli studenti ad un approccio che è per sua stessa natura multidisciplinare, educandoli a riconoscere e integrare contenuti affini appartenenti a diversi ambiti disciplinari (Fisica, Chimica, Biologia, Informatica, ...). La varietà degli strumenti conoscitivi e rappresentativi messi in gioco dai ragazzi (capacità di analisi e di sintesi, capacità espressive, abilità nell'utilizzo degli strumenti informatici) è per loro occasione di recupero motivazionale e di maggior consapevolezza delle proprie capacità. Le attività svolte risultano così indicate sia al potenziamento delle eccellenze che al recupero disciplinare degli studenti più in difficoltà.

### 5 Conclusioni

I risultati ottenuti presso le varie scuole partecipanti sono stati divulgati mediante la realizzazione di siti internet, presentati dagli studenti stessi in diversi convegni, presso la manifestazione di divulgazione della cultura scientifica BERGAMOSCIENZA presso la quale i ragazzi hanno allestito e gestito un laboratorio interattivo rivolto sia alle scolaresche sia al pubblico. Periodicamente, inoltre, gli studenti dei diversi istituti si sono incontrati per discutere i risultati e scambiare esperienze. Rispetto alla idea del Laboratorio di Fisica come dimostrazione visiva di fenomeni con questo Progetto si è cercato di modificare l'atteggiamento dello studente da osservatore di fenomeni a costruttore e ideatore di esperimenti: un vero ricercatore in scala ridotta che parte dalla idea del tipo di fenomeno da studiare, progetta e costruisce lo strumento, acquisisce i dati, li elabora e infine deduce la legge fisica che sta alla base del fenomeno studiato.

Si è voluto riscontrare il livello di gradimento dell'iniziativa. Mediante un questionario, distribuito tra gli studenti partecipanti si è evidenziato quanto i ragazzi abbiano ritenuto utile e valida l'esperienza fatta nel loro percorso scolastico, giudicando questo lavoro in modo molto positivo e soddisfacente.

#### Referenze

- 1) F. Groppi et al, Orientamento e promozione della fisica: alcune proposte del Dipartimento di Fisica di Milano, Vol. I, 429, 432 (Frascati Physics Series – Italian Collection, Collana: Scienza Aperta, 2006).
- 2) F. Groppi et al., Misure di radon con un sistema a dosimetri CR39, "XIII Convegno Nazionale della SIRR", Bologna 21-24 novembre 2006.

# FISICA NON FORMALE

→ Enrico Bernieri<sup>(a)</sup>, Aldo Altamore<sup>(b)</sup>, Eugenio Bertozzi<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> INFN, Sezione RomaTre, Via della Vasca Navale, 84 – 00146 Roma (bernieri@lnf.infn.it)

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Fisica E. Amaldi, Università Roma Tre, Roma, (altamore@fis.uniroma3.it)

<sup>(c)</sup> Museo del Balì e Dipartimento di Fisica Università di Bologna, (eugenio.bertozzi2@unibo.it)

## Sommario

Un insegnamento della fisica che attinga anche a modalità non formali può svolgere un ruolo chiave nella formazione dei futuri fisici e, in prospettiva, sulla percezione che la società ha della fisica. Tra gli elementi che caratterizzano l'apprendimento non formale, assume grande evidenza la centralità dell'aspetto sociale e cooperativo, che si fonda sulla qualità della relazione umana e sulla condivisione di spazi e tempi poco strutturati in un contesto adeguato. Viene qui presentata e discussa un'esperienza fondata su questi elementi, svolta nella primavera del 2007: un Campo Scuola di Fisica realizzato presso il Museo del Balì e inserito nel contesto del Progetto Lauree Scientifiche del Collegio Didattico di Fisica dell'Università Roma Tre.

## 1 Apprendimento non formale

L'apprendimento può essere suddiviso in due principali categorie: l'*Apprendimento formale*, che prevale nelle istituzioni scolastiche e l'*Apprendimento informale*, che riguarda essenzialmente la divulgazione attraverso i media. Negli ultimi anni la divulgazione scientifica ha assunto grandissima rilevanza, coinvolgendo un numero sempre crescente di operatori culturali. Tuttavia, a fronte di una crisi evidente dell'insegnamento scolastico tradizionale, non sempre essa si rivela un supporto efficace alla scuola ai fini dell'acquisizione di conoscenze e competenze significative. Questi limiti sono dovuti, in parte, anche a logiche che stanno dietro alla stessa comunicazione scientifica (e non solo): consumismo, mode, ricerca dell'audience, demagogia, profitto. E anche al fatto che la divulgazione coinvolge un vasto numero figure professionali, alcune delle quali non sempre hanno una formazione scientifica e non sono attente ai problemi della formazione (1). Questo porta, anche nel campo della divulgazione, a riproporre una visione "dogmatica" - calata "dall'alto verso il basso" - del sapere, cosa che già troppo spesso costituisce un grave difetto dell'insegnamento scolastico.

L'esperienza del Campo Scuola di Fisica al Museo del Balì si colloca in una situazione intermedia, che può essere definita come *Apprendimento non formale*. Le attività sono infatti realizzate al di fuori dell'istituzione scolastica ma guidate da docenti e da operatori culturali che si pongono come obiettivo primario il conseguimento di un apprendimento significativo attraverso un rapporto più paritetico con i ragazzi.

## 2 Il Campo Scuola

La realizzazione del Campo Scuola ha visto la stretta collaborazione didattica tra docenti universitari del Dipartimento di Fisica dell'Università Roma Tre, ricercatori dell'INFN e dell'INGV, insegnanti del Liceo Scientifico Righi di Roma e gli operatori culturali del Museo del Balì (2), uno Science Center con caratteristiche di eccellenza che ha sede presso la settecentesca Villa San Martino di Saltara (PU) nei pressi di Fano. Il Museo del Balì, sin dalla propria apertura, si è caratterizzato, oltre che come luogo in cui far scoprire al grande pubblico il valore e la bellezza della scienza, anche come centro di riferimento per una nuova didattica delle scienze nella scuola. Nel contesto di una situazione di crisi di vocazioni scientifiche, in una società che per la sua complessità e globalizzazione richiede invece lo sviluppo di conoscenze e competenze scientifiche di base, l'iniziativa intende far crescere l'interesse degli studenti verso la Fisica sia nei suoi aspetti fondamentali, che in quelli applicati e nel contempo di sviluppare una ricerca di modalità didattiche non convenzionali, che permettano di fornire una visione stimolante e non frammentaria della scienza che guardi al contesto globale, così come recentemente suggerito dal filosofo E. Morin (3). Il Campo Scuola, destinato agli studenti degli ultimi due anni della scuola secondaria di secondo grado, era inserito tra le attività proposte dal Collegio Didattico di Fisica dell'Università Roma Tre (4) nel contesto del Progetto Nazionale Lauree Scientifiche (5). Il Campo è stato anche un'occasione per avviare lo sviluppo di un modello integrato di formazione, basato sulla collaborazione tra istituzioni educative, enti di ricerca e strutture non istituzionali quali i Musei Scientifici e gli *Science Center*. Uno dei punti di forza di questo tipo di attività sono le sinergie che nascono anche dalla localizzazione in una struttura museale/scientifica di eccellenza e dal carattere residenziale dell'esperienza, durante la quale gli studenti sono in continuo contatto con animatori, docenti, ricercatori di Enti pubblici di ricerca e semplici visitatori.

Il Campo Scuola si è svolto a fine aprile 2007, vi ha partecipato l'intera classe Quinta C del Liceo Scientifico Statale A. Righi di Roma, accompagnata dalle insegnanti di Matematica e Fisica, M. Cristina Da Ronch e di Scienze, Rossella Ferri.

Il campo, della durata di cinque giorni, è stato strutturato in vari moduli che hanno riguardato alcuni temi ed attività chiave della nell'insegnamento della Fisica:

- Fenomeni ondulatori in meccanica, elettromagnetismo e gravitazione
- Elementi di Astrofisica, attività al Planetario ed osservazioni astronomiche diurne e notturne
- Elementi di Geofisica ed esperienze di sismologia
- Fisica della materia: Nanotecnologie ed esperimenti virtuali sui semiconduttori
- Elementi di Fisica delle particelle e visita guidata della mostra dedicata a Giuseppe Occhialini

Ogni modulo è stato sviluppato sia attraverso lezioni dialogate, durante le quali è stata molto viva la partecipazione critica degli studenti, sia mediante attività sperimentali che hanno utilizzato le strutture del museo e la strumentazione fornita dal Dipartimento di Fisica. Ogni giornata è stata suddivisa in due parti: nella mattinata si sono svolti gli interventi e le esperienze a carattere didattico mentre le ore pomeridiane sono state dedicate a visite ed escursioni a carattere culturale storico e naturalistico. A conclusione del Campo è stato sottoposto ai ragazzi un questionario basato sul modello proposto dal sistema di monitoraggio Requs (6), del Progetto Nazionale Lauree Scientifiche, alcuni risultati sono riassunti in Tabella 1.

### 3 Conclusioni

Le risposte del questionario e i commenti liberi in esso inseriti, insieme al giudizio espresso dalle insegnanti hanno mostrato come le attività proposte e le modalità di svolgimento siano riuscite efficaci. Dai commenti liberi emerge il particolare apprezzamento del lavoro svolto dagli animatori, che erano giovani laureati in Fisica e quindi più vicini per età e modo di sentire ai ragazzi partecipanti. Vale la pena sottolineare questo aspetto della trasmissione della conoscenza che in questo caso avviene attraverso una comunicazione che è praticamente tra pari. L'evoluzione naturale di questa esperienza, coerentemente con le recenti indicazioni ministeriali, sarà costituita dall'organizzazione di campi scuola d'eccellenza, nei quali i partecipanti non appartengono alla stessa classe ma siano selezionati tra i ragazzi più motivati provenienti da scuole diverse su scala multi-regionale.

Tabella1: Opinioni degli studenti sull'attività svolta

	Decisamente NO	Più NO che SI	Più SI che NO	Decisamente SI
Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti?	3	4	8	7
La tua preparazione scolastica era sufficiente per seguire l'attività?	1	5	10	6
I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	0	4	10	8
I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	0	2	10	10
I docenti sono stati chiari?	0	5	8	9
Le attività svolte sono state utili per capire meglio cos'è la Fisica?	0	4	14	4
Le attività svolte ti saranno utili nella scelta dei tuoi studi futuri?	3	6	7	6

Ti interessi di Fisica anche al di fuori della scuola?: SI: 3, NO: 19. Numero totale risposte: 22, Genere: M 11, F 11, Percentuale di attività seguita: < 50%: 2, > 50%: 20

### 4 Ringraziamenti

Si ringraziano l'Istituto Nazionale di Geofisica, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione Roma Tre e la Sezione AIF di Roma Ostiense per la collaborazione nell'organizzazione dell'iniziativa.

#### Referenze

- 1) Pietro Greco, "Il mercato delle notizie". Sapere, Anno 67, n°1, 2001, pp. 38-40.
- 2) <http://www.museodelbali.org/>
- 3) E. Morin, "I sette saperi necessari all'educazione del futuro", cap. II, Raffaello Cortina 2001
- 4) <http://www.fis.uniroma3.it/~pls/>
- 5) <http://www.progettolaureescientifiche.it/cgi-bin/WebObjects/pls>
- 6) <http://www.requs.it/homepage.asp>

# ENVIRAD-SPLASH: CONSOLIDAMENTO DI UN'ESPERIENZA

## → Vincenzo Roca

Dipartimento di Scienze Fisiche, Università degli Studi di Napoli Federico II, Complesso di Monte S. Angelo, via Cintia, Napoli  
INFN sezione di Napoli, Complesso di Monte S. Angelo, via Cintia, Napoli

### Sommario

Viene descritta l'evoluzione del progetto INFN "ENVIRAD-SPLASH" riguardante lo studio della radioattività nelle scuole secondarie e ne vengono esaminati i risultati per valutarne le prospettive.

### 1 Genesi ed evoluzione del progetto

Dal 2003 sono stati sviluppati, nell'ambito di programmi finanziati dall'INFN, alcuni progetti che si proponevano di portare nelle scuole secondarie temi relativi alla radioattività ed alle radiazioni, argomenti generalmente non trattati nell'ambito degli ordinari programmi scolastici, ma che riguardano temi strettamente connessi con la vita moderna in campi importanti come l'ambiente, l'energia, la salute. Questi progetti: ENVIRAD (2003-2006), LABORAD (2005), SPLASH (2006), svolgendo in alcuni casi anche attività sovrapposte col Progetto Lauree Scientifiche, si sono svolti con frequenti contatti tra i vari gruppi ed ha coinvolto decine di scuole e migliaia di studenti. Dal 2006 le varie attività sono confluite nell'unico progetto ENVIRAD-SPLASH, portando le sezioni partecipanti a 9 (Cagliari, Catania, LNS, Milano, Napoli, Pavia, Salerno, Torino, Trieste) e raccogliendo un gran numero di scuole.

### 2 Bilancio dell'attività

Pur nell'autonomia di ogni sezione rispetto alla strategia applicata, tutti i gruppi hanno privilegiato l'approccio degli studenti alle diverse tematiche diretto e pratico, che si è concretizzato di volta in volta col loro intervento diretto nella messa a punto di semplici strumenti, nello svolgimento di esperimenti finalizzati alla misura di varie grandezze radiometriche, nell'osservazione e la misura di parametri ambientali, nella partecipazione ad attività di ricerca. In molti casi le attività legate al progetto sono state lo sviluppo di altre attività sugli stessi temi già in corso presso le varie sedi in ambiti anche diversi, o sono state condotte in sinergia con esse. L'ombrello dell'INFN ha permesso di creare un network che ha ottimizzato il rendimento dell'intervento creando nel suo ambito occasioni di confronto e di scambio di esperienze tra i ricercatori, i docenti e gli studenti, con positive ricadute sui risultati che da attività di questo genere ci si aspetta. Il risultato è stato soddisfacente da molti punti di vista.

Innanzitutto la dimensione dell'impatto che l'esperimento ha avuto sul mondo della scuola. Una stima approssimativa porta a contare 100 scuole per un totale di circa 2500 studenti direttamente impegnati nelle attività. Questo numero può essere aumentato di almeno un fattore 3-4 se si pensa agli studenti non direttamente coinvolti ma che sono stati "avvertiti" dal lavoro dei compagni e degli insegnanti. Anche nell'ambito familiare l'esperienza dei ragazzi ha avuto un'eco che vi ha riportato termini, nozioni e problemi legati alla radioattività. Probabilmente, quindi, non è esagerato dire che 10000 persone, grazie ad ENVIRAD-SPLASH ed ai precedenti progetti, sono state portate a fare delle riflessioni più o meno approfondite su temi legati alla radioattività, argomento abbastanza trascurato, oltre che nell'ambito scolastico, anche in quello dell'informazione, dove rimbalza soltanto in caso di incidenti e viene sistematicamente ed esclusivamente associato a contesti di rischio e di disastro.

Sul piano della formazione degli studenti, due aspetti sono stati determinanti nel produrre risultati positivi. Innanzitutto il taglio decisamente pratico che è stato dato agli interventi: dopo gli approcci preliminari, i giovani si sono subito trovati ad affrontare problemi pratici, sia utilizzando direttamente strumentazione, sia organizzando reali campagne di misura, sia estraendo da esse le informazioni cercate mediante l'analisi dei dati. Il secondo aspetto importante è stato il carattere non episodico degli interventi, prolungatisi a volte anche alcuni anni e che hanno permesso una più rilassata riflessione e una migliore assimilazione dei temi trattati. Alcune scuole sono nella collaborazione da quattro anni, ed in esse si è instaurato una sorta di "circolo virtuoso" grazie al quale una nuova generazione di studenti subentra alla precedente nell'attività e gli studenti "anziani" da una parte avviano ad essa quelli "delle classi successive, dall'altra affrontano altri temi. A volte il modello proposto dall'INFN alle scuole è stato esportato proponendolo a scuole medie o primarie, offrendo interessanti e divertenti esempi di semplificazione di molti concetti scientifici. In tutti questi casi si è rivelata, e da essa è dipeso il successo delle iniziative, anche una crescente autonomia e disponibilità dei docenti, che lascia immaginare uno sviluppo di quest'attività basato maggiormente sul loro ruolo.

Lo studio dell'ambiente anche all'esterno della propria scuola, ha rafforzato negli studenti il rapporto col

territorio del quale hanno caratterizzato, spesso per la prima volta, alcuni aspetti importanti, come il livello del radon sia nelle scuole che in altri edifici, perseguendo così anche risultati importanti sul piano più prettamente scientifico. Ciò ha comportato spesso l'instaurazione di un rapporto con enti territoriali importanti, come le ARPA, con cui sono stati anche svolti in collaborazione programmi di misura e di interconfronto. Il contatto è stato stabilito anche con enti locali ed in qualche caso da questi sono venuti contributi finanziari per le attività del progetto.

Lo studio dei temi trattati, tipicamente interdisciplinari, se da un lato ha dovuto convivere senza creare interferenze distruttive con l'attività scolastica "normale", dall'altro ha spinto verso la considerazione contemporanea di materie generalmente considerate "separate", influenzando positivamente sulle metodologie di studio, andando quindi oltre le finalità specifiche del progetto.

Anche la scelta di far comunicare agli studenti i risultati raggiunti ha influito positivamente sulla capacità di esposizione (con tecniche verbali, grafiche ed informatiche) e di sintesi dei ragazzi, come gli innumerevoli incontri svolti presso varie sedi hanno dimostrato. Sono stati attivati vari siti web, sia delle sezioni che delle scuole, ed è in via di realizzazione, seppure lenta, la pagina web: [www.envirad-splash.it](http://www.envirad-splash.it) che funge da punto di convergenza e di orientamento per le tante pagine locali che presentano le varie attività e propongono materiale didattico-informativo dimostratosi molto utile nel processo di formazione degli studenti e dei docenti.

In ultimo non si può trascurare il fatto che il progetto ha sortito esiti positivi anche sull'attività didattica e di ricerca delle sezioni e dei dipartimenti universitari a cui esse sono collegate, offrendo spunti per tesi di laurea e di dottorato, stimolando lo sviluppo di tecniche di misura e di strumentazione impiegate poi nella normale pratica di laboratorio e producendo dati scientifici originali come le concentrazioni di radon indoor che per la prima volta sono state misurate in molte scuole.

Questa attività, in sintesi, è stata accolta molto favorevolmente dalle scuole, avendo offerto agli studenti un modo non "scolastico" di approfondire argomenti di grande impatto sociale e si è mostrata utile anche per gli enti promotori. Il risultato è che di un progetto che viene proposto in genere per due anni e nell'ambito di un esperimento INFN che termina nel 2008, viene chiesta la reiterazione perché studenti di successivi cicli possano partecipare ad esso e che nuove scuole chiedono di entrarvi. A questa domanda una risposta scontata sarebbe che ogni sezione attui con le scuole della propria area di influenza quello che vuole e può fare. Attività di questo genere sono state sempre svolte presso le università italiane, non necessariamente all'interno di progetti organizzati. Ora ci sarebbe da sfruttare anche l'esperienza maturata in questi anni ed i rapporti stabiliti in molti casi con le amministrazioni locali e concretizzarsi a volte con piccoli finanziamenti.

## 2 Prospettive

Questo però non sarebbe il modo migliore per capitalizzare il lavoro fatto. Infatti, se è vero che gli approcci seguiti dalle sezioni sono stati inizialmente diversi, è anche vero che col tempo e soprattutto col confronto tra le esperienze proprie delle varie sezioni che è avvenuto nell'ambito della collaborazione, le differenze tra i vari modi di procedere si sono molto attenuate grazie ad una osmosi che si è creata tra le varie linee, tanto che se si osserva l'insieme delle attività svolte, questa si presenta come un'unica offerta ampia e flessibile nello stesso tempo.

Mentre però si intravede una possibile risposta da dare alla richiesta delle scuole che ancora vogliono intraprendere o continuare questa esperienza, si vede chiaramente anche la necessità di conciliare questa possibilità con ovvie esigenze di bilancio e di *man power*. La discussione che si svilupperà nei prossimi mesi nell'ambito della collaborazione servirà a verificare la possibilità concreta di disporre di questi elementi, ognuno dei quali è condizione necessaria per la trasformazione del progetto. Molto è ancora da definire, ma certamente in una eventuale evoluzione di ENVIRAD-SPLASH il ruolo dei docenti delle scuole dovrà essere preminente. Per svolgere il loro ruolo dovranno essere però innanzi tutto formati e dovranno avere a disposizione gli strumenti necessari per guidare gli studenti lungo un percorso che li porti ad acquisire i primi rudimenti del linguaggio scientifico.

# MISURE DI RADON NELLE SCUOLE SUPERIORI DEL FRIULI VENEZIA GIULIA: IL PROGETTO RSS RADON

→ **Massimo Vascotto**

ISIS Nautico di Trieste, Piazza Attilio Hortis 1, Trieste

Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trieste, via Alfonso Valerio 2, Trieste

## Sommario

Nell'ambito del Progetto RSS Radon, afferente ai progetti nazionali INFN Splash e Lauree Scientifiche, gli studenti di alcune scuole superiori della regione, hanno effettuato delle misure di radon utilizzando rivelatori passivi CR-39, facendo uso di protocolli di indagine ufficiali, concordati con la sezione di Fisica Ambientale dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPAF-VG), sotto la supervisione degli insegnanti, opportunamente preparati.

### 1 Organizzazione del progetto

Il progetto RSS Radon, finalizzato all'effettuazione di misure di concentrazione del gas radon in ambienti confinati, ha avuto come partner principali il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trieste, che ne ha curato l'organizzazione, la gestione e la messa a punto. Ha inoltre curato la predisposizione dei protocolli di utilizzo della strumentazione, la realizzazione dell'addestramento base del personale scolastico, la preparazione del materiale didattico e scientifico, in collaborazione con gli insegnanti coinvolti, a supporto del loro lavoro nelle classi. L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ha messo a disposizione la strumentazione scientifica necessaria all'effettuazione delle misure. L'ARPAF-VG ha infine fornito la necessaria consulenza tecnica. Le attività si sono svolte secondo principi di collaborazione fra i diversi enti, con riguardo alle rispettive competenze e professionalità, il che ha consentito di adeguare le diverse fasi del progetto alle reali esigenze dei soggetti coinvolti. Per maggiori dettagli sull'intero progetto, si rinvia ai link indicati nelle referenze.

### 2 La scelta dell'argomento di indagine

L'argomento proposto è stato la radioattività, le radiazioni ionizzanti e le problematiche connesse ed è consistito nella misura della concentrazione del gas radon. Le ragioni che hanno indotto a tale scelta sono molteplici. Si tratta infatti di un tema di grande attualità, specialmente nel Friuli Venezia Giulia; presenta numerosi spunti didattici, coinvolge molte discipline scientifiche e non; è semplice da realizzare ...ma non è del tutto banale! Si può attuare a vari livelli e infine, aspetto da non trascurare, è potenzialmente molto coinvolgente e può interessare la sfera affettiva.



Figura 1: Un intervento presso una scuola.

### 3 Le fasi del progetto

Il progetto si è articolato nelle seguenti fasi: seminario di presentazione e di formazione rivolto agli insegnanti ed al personale tecnico coinvolto (settembre); seminario di presentazione agli studenti (ottobre-novembre); la misura (dicembre-marzo); l'analisi dei risultati (marzo-aprile); un mini-convegno scientifico (maggio, organizzato dal Dipartimento di Fisica), nel corso del quale è stata offerta ai ragazzi l'opportunità di presentare i propri risultati e di confrontarsi con gli esperti del settore.

#### **4 I risultati dell'esperienza**

Nel corso dell'esperienza, che si è protratta per più di due anni, sono state portate a compimento due campagne di misura (una estiva ed una invernale), coinvolgendo 14 istituti scolastici della regione (57% licei, 32% istituti tecnici e professionali, 11% scuole di altre tipologie), per un totale di quasi 2000 misure complessive. Sono state inoltre effettuate delle misure di interconfronto con ARPAF-VG, che proseguono tutt'ora e delle misure di controllo nelle abitazioni che avevano registrato concentrazioni elevate.

Pur non trascurando i limiti dovuti all'utilizzo di strumentazione non sempre professionale, né la statistica, che è troppo bassa per poter azzardare qualsiasi conclusione, si può ritenere che i risultati siano in buon accordo con quelli "ufficiali". Questo aspetto è importante per la gratificazione personale dello studente, che da sempre cerca conforto in un riscontro certo.

#### **5 Conclusioni**

Attraverso le attività proposte sono stati centrati numerosi obiettivi: quelli specifici del Progetto Lauree Scientifiche (divulgazione scientifica, incremento delle vocazioni verso le facoltà scientifiche); quelli didattico educativi (in quanto le problematiche inerenti la radioattività e le radiazioni ionizzanti vengono trattate solo marginalmente nei programmi scolastici); di sensibilizzazione della popolazione (attraverso il coinvolgimento delle famiglie); di coinvolgimento diretto dei docenti, oltre che degli studenti. È stato infine possibile avviare utili rapporti di collaborazione tra i diversi enti interessati.

In conclusione, attraverso questa esperienza, abbiamo mostrato che siamo circondati dalla scienza, ma non ne siamo sempre coscienti: infatti si può fare scienza facendo uso di attrezzature semplici, molte delle quali di uso comune e di facile reperibilità. Abbiamo quindi introdotto nuove prospettive ed abbiamo incuriosito gli studenti. Abbiamo "comunicato la Fisica" attraverso il coinvolgimento diretto degli studenti, appassionandoli ed incuriosendoli in tutto ciò che stavano facendo, aspetti imprescindibili per poter trasmettere qualsiasi forma di insegnamento. Ed è su questo che bisogna concentrarsi in futuro.

#### **6 Ringraziamenti**

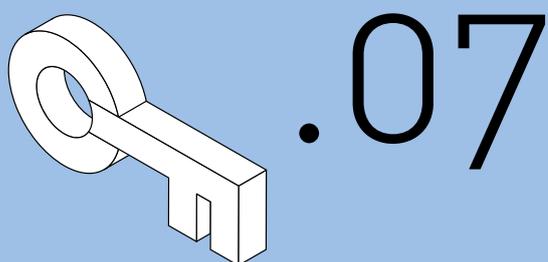
Mi rendo perfettamente conto di occupare buona parte dello spazio che mi è stato concesso. Ma, tutto sommato, ritengo sia questa la sede adatta per ringraziare tutti coloro che, collaborando, in un modo o nell'altro, hanno reso possibile l'intero progetto. Marco Budinich (DIFISTS-INFN), Alessandro Borgnolo (Why not?), Alberto Cherti (DIFISTS), Nadia D'Antoni (DIFISTS), Nella Giovani (ARPAF-VG), Massimo Garavaglia (ARPAF-VG), Luca Piccini (ARPAF-VG), Carmeno Catania (SC Fisica Sanitaria Azienda Ospedaliero-Universitaria "Ospedali Riuniti di Trieste"), tutti i docenti, il personale ATA e gli studenti degli Istituti Scolastici coinvolti nel progetto: LS Einstein di Cervignano del Friuli, LS Linussio di Codroipo, ISIS Mattei di Latisana, LS di Magrini di Gemona, ITG Pertini di Pordenone, LG Carli Capodistria (SLO), LS Manzini di San Daniele del Friuli, LS Le Filandiere di San Vito al Tagliamento, LS Bachmann di Tarvisio, LS Paschini di Tolmezzo, ITAS Deledda di Trieste, SMS Codermatz di Trieste, ISIS Volta di Trieste, LS Copernico di Udine. Un saluto particolare a Stefania Negri, Graziella Mocellin, Gabriella Dovier, Renzo Sponza e Loredana Spagnul. Infine Angela e 6c+, per la pazienza.

#### **Referenze**

- 1) <http://physics.units.it/didattica03/orientamento/laboratori.php>
- 2) <http://www.laureescientifiche.units.it/>
- 3) <http://www.malignani2000.it/progetti/updir/radon/index.htm>
- 4) <http://www.ts.infn.it/eventi/ComunicareFisica/>

## SESSIONE OTTO

Incontri ravvicinati con la fisica  
& La Fisica che gioca.



# LA FISICA SI È FERMATA A BARI POP-ART, NUTELLA ED ASTRO-INCONTRI

→ Domenico Di Bari<sup>(a,b)</sup>, Franco Romano<sup>(b)</sup>, Maurizio Basile<sup>(c)</sup>, Lorenzo Bellagamba<sup>(c)</sup>,  
Fiorenzo Degli Esposti<sup>(c)</sup>, Paolo Pasini<sup>(c)</sup>, Giovanni Fiorentini<sup>(d)</sup>, Ferruccio Petrucci<sup>(d)</sup>,  
Ilaria Bosellini<sup>(e)</sup>, Josto Chinelli<sup>(f)</sup>, Halina Bilokon<sup>(g)</sup>, Franco Luigi Fabbri<sup>(g)</sup>,  
Claudio Federici<sup>(g)</sup>, Giuseppina Modestino<sup>(g)</sup>, Piero Patteri<sup>(g)</sup>, Andrea Salemmè<sup>(g)</sup>,  
Luisa Flora<sup>(h)</sup>, Nicoletta Nicolini<sup>(i)</sup>, Andrea Santini<sup>(h)</sup>, Franco Grancagnolo<sup>(j)</sup>, Luigi Martina<sup>(j)</sup>,  
Antonio Venturelli<sup>(k)</sup>, Fernando Cogli<sup>(k)</sup>, Anna Mangano<sup>(l,m)</sup>, Marco Paganoni<sup>(m)</sup>,  
Giuliana Piseri-Maccario<sup>(n)</sup>, Antonino Pullia<sup>(l,m)</sup>, Luca Trentadue<sup>(o)</sup>, Cristiano Viappiani<sup>(p)</sup>,  
Marina Ascari-Leone<sup>(q)</sup>, Andrea Fontana<sup>(r)</sup>, Sergio Ratti<sup>(r)</sup>, Francesco Rossella<sup>(r)</sup>,  
Attilio Alaimo<sup>(s)</sup>, Paolo Lariccia<sup>(s,t)</sup>, Gianfranco Chiocci<sup>(s)</sup>, Sauro Bizzaglia<sup>(s)</sup>, Rino Castaldi<sup>(u)</sup>,  
Gloria Spandre<sup>(u)</sup>, Maria Pia De Pascale<sup>(v)</sup>, Piergiorgio Picozza<sup>(v)</sup>, Francesco Longo<sup>(w)</sup>,  
Stefano Fantoni<sup>(x)</sup>, Roberto Iengo<sup>(x)</sup>, Nico Pitrelli<sup>(x)</sup>

<sup>(a)</sup> Dipartimento Interateneo di Fisica di Bari

<sup>(b)</sup> INFN - sezione di Bari

<sup>(c)</sup> INFN - sezione di Bologna

<sup>(d)</sup> INFN - sezione di Ferrara

<sup>(e)</sup> AMI, Ferrara

<sup>(f)</sup> Plastic Jumper, Ferrara

<sup>(g)</sup> INFN - Laboratori Nazionali di Frascati

<sup>(h)</sup> Festival della Scienza, Genova

<sup>(i)</sup> INFN - sezione di Genova

<sup>(j)</sup> INFN - sezione di Lecce

<sup>(k)</sup> Istituto "Aldo Moro" Maglie

<sup>(l)</sup> INFN - sezione di Milano

<sup>(m)</sup> Università di Milano-Bicocca

<sup>(n)</sup> AIF Lombardia

<sup>(o)</sup> CERN

<sup>(p)</sup> Università di Parma

<sup>(q)</sup> Istituto "Calvino-Rozzano" Pavia

<sup>(r)</sup> Università di Pavia

<sup>(s)</sup> INFN - sezione di Perugia

<sup>(t)</sup> Università di Perugia

<sup>(u)</sup> INFN - sezione di Pisa

<sup>(v)</sup> INFN e Università, Tor Vergata

<sup>(w)</sup> INFN e Università di Trieste

<sup>(x)</sup> SISSA

## Sommario

Molte sono state le iniziative realizzate per l'“Anno Internazionale della Fisica”. Molte, quasi tutte, si sono concluse con la fine del 2005 e solo alcune sono sopravvissute a quell'evento estemporaneo. Uno dei rari casi è costituito da “La Fisica si è fermata a Bari” maturata dall'evento nazionale “La fisica in autobus”, un progetto INFN-SISSA che per 6 mesi si è concretizzato nell'esposizione di poster dedicati a specifiche tematiche di fisica di frontiera nei mezzi pubblici di 12 città italiane. Le soluzioni comunicative grafiche e testuali in questa seconda fase hanno valorizzato in modo più intenso aspetti della pop-art e del linguaggio pubblicitario. Nel seguito si riporta l'evoluzione delle scelte comunicative maturate tra i partecipanti e un bilancio delle esposizioni realizzate, delle reazioni raccolte e della partecipazione. La cerimonia finale a Bari viene inoltre illustrata nei suoi momenti-metafora più significativi.

## 1 Motivazioni del progetto “Fisica in Autobus”

La comunità scientifica ha colto l'occasione del WYP05 (World Year of Physics 2005) per cercare di rendere le persone più consapevoli dell'utilità della Fisica e delle conseguenti scelte coinvolte, facendo uscire tale cruciale branca della scienza dalle torri d'avorio accademiche a spiegarsi ad un vasto pubblico senza un linguaggio e un tecnicismo da iniziati. L'intendimento sotteso è che il terreno sociale su cui si innesta ogni nuova conquista conoscitiva diventi sempre più fecondo così da agevolare l'accettazione e da consentirne un più appropriato e produttivo uso, fuggendo ingiustificate aprioristiche riluttanze e paralizzanti timori. La diffusione di una cultura scientifica più consapevole costituisce un beneficio per tutti: l'entusiasmo e la passione per le conquiste e le sfide della scienza rappresentano un investimento proficuo per il nostro futuro sistema economico sociale in particolare se coinvolge i più giovani, invitati ad accostarsi con solida motivazione ai relativi studi quantunque impegnativi essi siano. Apprendere che molti sviluppi conoscitivi e tecnologici determinanti per il miglioramento della qualità della vita sono a vario titolo connessi ai rami della fisica può incidere significativamente sulla percezione che la gente comune ha di questa disciplina. E l'orientamento dell'opinione pubblica influenza la considerazione ed il grado di autorevolezza culturale e sociale attribuito alla scienza.

La ricerca in Fisica è uno dei fattori dinamici principalmente responsabili dei rapidi cambiamenti della tecnica, dell'economia, della società. Ed i ricercatori sono stati pertanto chiamati a promuovere iniziative volte a far

comprendere ad un pubblico sempre più vasto che i concetti fisici non sono distanti e confinati nei laboratori, nelle scuole o nei libri. Anche i temi scientifici più complessi possono essere proposti, senza banalizzazioni o spettacolarizzazioni, per una percezione della disciplina più vicina alla quotidianità e al senso comune. Lo stile della comunicazione che si è inteso adottare è stato pertanto quello formale ed interattivo dell'intrattenimento di qualità per ottenere un impatto significativo ed insieme gradevole, alieno da ogni tecnicismo. L'utenza di destinazione è stata individuata nel pubblico generico ed in particolare le famiglie, i giovani, il mondo della scuola; l'intento di accattivare l'interesse e la curiosità di questi destinatari si è tradotto in molteplici attività di divulgazione a carattere multimediale.

## 2 Il progetto "Fisica in Autobus"

Con le motivazioni suddette è stato concepito il progetto "La fisica in autobus" con la finalità di attrarre l'attenzione del cittadino comune su temi della fisica di particolare rilevanza per le relative implicazioni sulla realtà culturale, tecnologica ed economica del mondo attuale e futuro.

Il progetto comunicativo è stato sviluppato dal novembre 2004 a giugno 2005 dai docenti e dagli studenti di Fisica del Master in Comunicazione della Scienza della SISSA Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste e la fase operativa si è svolta dalla fine del giugno 2005 per la durata di 12 mesi. (Il progetto vede coinvolti Società Italiana di Fisica (SIF), all'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), all'AIF e ad altre Istituzioni Scientifiche). Per l'attuazione del progetto sono state scelte due modalità di comunicazione: da una parte un'esposizione agile e sintetica di argomenti di fisica in spazi frequentati abitualmente dalla gente nella pratica della vita quotidiana, dall'altra l'istituzione di un sito internet per raggiungere un vasto pubblico di utenti della rete, sfruttando nel contempo le potenzialità grafiche del linguaggio multimediale per una trasmissione più agevole ed efficace dei contenuti scelti.

In primo luogo si è pensato di visualizzare in chiave ludica e divertente alcuni argomenti di fisica in poster (fig.1) da affiggere negli autobus delle linee pubbliche delle principali città italiane. Si è cercato di raccontare la Fisica con il linguaggio immediato, incisivo e d'effetto della pubblicità e della Pop Art, illustrandone i maggiori risultati degli ultimi cento anni in una serie di manifesti vivaci e giocosi. Da nord a sud, nelle città di FERRARA, LECCE, PAVIA, BARI, GENOVA, PISA, MAGLIE, MILANO, BOLOGNA, PARMA e PERUGIA una mostra itinerante di fondamentali conquiste della conoscenza ha seguito il cittadino comune nei suoi movimenti giornalieri alla stessa stregua delle usuali pubblicità dei prodotti di mercato con l'obiettivo di veicolare l'attenzione sulla portata che quelle conquiste hanno avuto sul nostro modo di essere e di vivere.



Figura 1: Il poster vincitore del "Pirelli International Award".

Ogni poster illustrava un evento oppure un interrogativo inerente la fisica o la storia della fisica (una scoperta, un personaggio, un evento, una curiosità, un detto, una frase famosa, un anniversario,...). Il progetto si è concretizzato nella realizzazione e nell'esposizione di 12 poster con il coinvolgimento corrispondente di 12 unità organizzatrici in altrettante città di estensione media e similare. Ogni mese i poster sono stati interscambiati tra le città partecipanti. Ciascun poster conteneva un quesito semplice relativo all'evento raffigurato, fornendo le indicazioni per iscriversi ad una competizione nazionale riguardante il quesito. La specificazione di un apposito indirizzo di posta elettronica e del numero verde di un call center consentiva infatti agli utenti interessati di acquisire un codice personale per partecipare al suddetto concorso attraverso il collegamento a siti web specifici (sito della SIF[1], sito della Sissa[2], sito "ScienzaperTutti"[3] dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, sito della Sessione INFN partecipante[4]), su cui poter ottenere peraltro informazioni sugli eventi dell'anno della fisica organizzati nelle città partecipanti al progetto.

I poster sono dunque diventati anche il ponte di collegamento tra la comunità dei fisici ed il vasto mondo

multimediale e digitale di internet, veicolo di trasmissione culturale di straordinaria efficacia. Il progetto ha infatti previsto la costruzione di un sito web apposito[5] che, sfruttando l'efficacia semantica del linguaggio visivo e della forma ipertestuale, ha guidato il pubblico internauta in un incontro insolitamente ludico con la Fisica, enfatizzando l'invito alla partecipazione alla gara di quesiti multipli. I poster riportavano il logo comune WYP2005 dell'anno della Fisica e i loghi specifici degli enti patrocinanti unitamente a quelli dell'unità locale di riferimento e di eventuali sponsor locali. Il progetto nel complesso si è articolato temporalmente nelle seguenti fasi: sviluppo dei contenuti comunicativi (nov04-giu06) ad opera della Sissa; organizzazione delle attività (gen05-mag05) e svolgimento di eventi pubblici (giu05-mag06). La struttura organizzativa delle fasi operative prevedeva due livelli: il Comitato Organizzatore Nazionale e i 12 Comitati Organizzatori Locali. Il Comitato Organizzatore Nazionale si è occupato di individuare i temi comunicativi dei poster (in connessione con le indicazioni del Master della Sissa), realizzare i medesimi, reperire gli sponsor nazionali e pubblicizzare il progetto, organizzare il call center dei siti web, organizzare e coordinare le cerimonie pubbliche nazionali e gli eventi previsti. I Comitati Organizzativi Locali hanno curato la gestione di tutte le fasi promozionali e organizzative del progetto sul territorio di competenza, il reperimento di sponsor locali e di finanziamenti, i contatti con le comunità locali ed in particolare con le scuole. Nel progetto sono stati difatti coinvolti docenti e studenti delle scuole medie inferiori e superiori. In talune città gli istituti scolastici hanno svolto appunto la funzione di Comitato Organizzatore Locale. Il coinvolgimento degli istituti scolastici ha fatto sì che questi "adottassero" il progetto nel loro quartiere, promuovendone la diffusione e impegnandosi nella divulgazione dei temi dell'Anno Mondiale della Fisica con la distribuzione di materiale informativo, lo svolgimento di lavori e temi attinenti e l'allestimento di incontri pubblici. Gli studenti con abilità grafiche hanno potuto partecipare alla realizzazione dei poster suggerendo soluzioni grafiche divertenti sui temi scientifici selezionati per l'esposizione sugli autobus. I docenti unitamente agli studenti di tutte le classi delle scuole medie superiori hanno potuto partecipare realizzando una serie di interviste ai viaggiatori sui trasporti pubblici nei quali i poster sono stati esposti. Le interviste sono state pubblicate sul sito web "Scienzapertutti" e sui siti della SISSA.

### 3 Manifestazione conclusiva

Alla fine del progetto il giorno 5 dicembre alle ore 10.00 nell'Aula Magna "Attilio Alto" del Politecnico di Bari si è svolta la cerimonia di premiazione dei vincitori della gara nazionale "La fisica in autobus" (fig.2). Al miglior poster è stato attribuito il premio più importante della serata, sponsorizzato dalla "Pirelli International Award". Alla cerimonia è intervenuto come ospite d'onore Roberto Vittori, Astronauta del Corpo Astronautico Europeo ESA (Aeronautica Militare Italiana), il quale ha trattato l'argomento "La Fisica e l'uomo nello Spazio". In occasione dell'intervento si è effettuato un collegamento online con Cape Canaveral.



Figura 2: Momenti (sinistra) durante la cerimonia conclusiva tenutasi a Bari. Ospite della cerimonia è stato l'astronauta Roberto Vittori (destra).

#### Referenze

- 1) <http://www.sif.it>
- 2) <http://www.sissa.it>
- 3) <http://scienzapertutti.lnf.infn.it>
- 4) <http://www.infn.it>
- 5) <http://www.giocaconalbert.it>

# PERCORSI INTERDISCIPLINARI ED ATTIVITÀ LABORATORIALI: LA FISICA INCONTRA LA CHIMICA E LA BIOLOGIA

→ **Assunta Bonanno**<sup>(a,c)</sup>, **Beatrice Bitonti**<sup>(b)</sup>, **Peppino Sapia**<sup>(a,c)</sup>

<sup>(a)</sup> Gruppo di Ricerca di Didattica e Storia della Fisica, Dipartimento di Fisica – Università della Calabria, Ponte Bucci, Arcavacata di Rende (CS)

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Ecologia – Università della Calabria, Ponte Bucci, Arcavacata di Rende (CS)

<sup>(c)</sup> Laboratorio per la Comunicazione Scientifica – Università della Calabria, Ponte Bucci, Arcavacata di Rende (CS)

## Sommario

In questo lavoro viene presentata una proposta didattica volta ad illustrare come attività laboratoriali, realizzate con materiale di facile reperibilità ed assistite da tecnologie multimediali, possano aiutare e motivare il discente nella comprensione di concetti solitamente ritenuti ostici, favorendone la generalizzazione in un contesto più ampio, immediatamente riconducibile alla esperienza quotidiana. In particolare, viene suggerito un percorso didattico che, partendo da concetti fondamentali della fisica come la pressione nei fluidi, ed esplorando le forze che intervengono all'interfaccia tra fluidi diversi, giunge a illustrare il meccanismo di trasporto dell'acqua nelle piante, dando giusto rilievo a fenomeni come l'osmosi e la capillarità, troppo frequentemente trascurati, in quanto ritenuti di scarso rilievo nel percorso formativo dello studente.

## 1 Introduzione

È ben noto come un deficit formativo di stampo tecnico-scientifico costituisca un serio ostacolo allo sviluppo socio-economico, nonché una potenziale barriera per il singolo studente al futuro inserimento nel mondo del lavoro. Per tale motivo, nell'ultimo decennio sono state sviluppate e proposte molteplici idee, iniziative e strategie didattiche finalizzate a fronteggiare tale problema. Molte di queste hanno in comune un aspetto metodologico: quello di cercare di rendere attraenti, attraverso un'adeguata contestualizzazione, delle tematiche che nella pratica didattica consueta rischiano di essere percepite dai discenti come aride ed ostiche. D'altra parte, la ricerca didattica ha chiarito che gli studenti che ricevono una formazione scientifica caratterizzata da una inadeguata attività laboratoriale spesso non apprezzano le tematiche acquisite, ed in particolare non sviluppano in maniera soddisfacente la capacità di comprenderne le applicazioni.

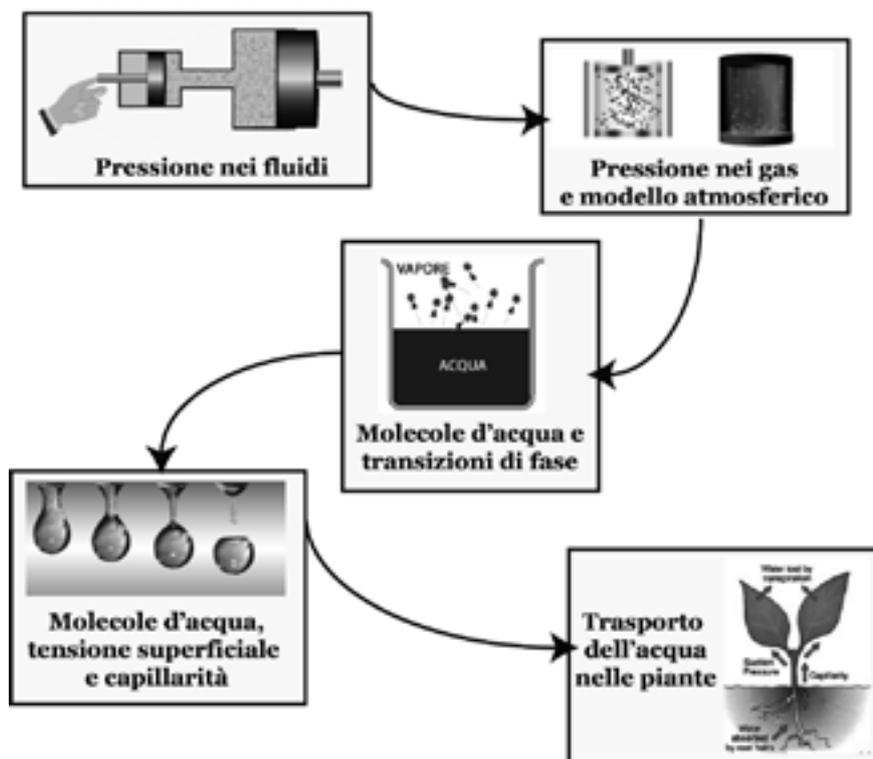


Figura 1: Schema del percorso didattico.

È stato inoltre suggerito che l'impiego di un approccio costruttivista ed interdisciplinare possa migliorare il processo di insegnamento/ apprendimento, soprattutto perché abbate le barriere usualmente ed artificialmente poste tra i diversi campi della conoscenza, recuperando così tutti i vantaggi di una visione unitaria del sapere. In tale contesto, un uso appropriato delle tecnologie multimediali può costituire un valido supporto per il raggiungimento degli obiettivi formativi e motivazionali.

In questo lavoro viene presentata una proposta di percorso didattico volta a mostrare come differenti discipline (biologia, chimica, fisica e matematica) possano integrarsi reciprocamente per favorire la comprensione di un fenomeno tanto comune quanto poco conosciuto: il trasporto dell'acqua nelle piante. L'esplorazione del fenomeno si svolge attraverso l'esame, sia con esperimenti reali che con simulazioni e filmati, di alcuni fenomeni legati alla pressione, alla tensione superficiale e all'osmosi.

## 2 Il percorso

Il percorso didattico proposto, il cui schema è riportato in Figura 1, si avvale di esperimenti reali significativi, condotti in modo piacevole ed allestiti con materiale di facile reperibilità. Tali esperimenti vengono supportati a livello visualizzativo e documentale da strumenti multimediali ampiamente disponibili in rete sia sui singoli fenomeni [1-3, 8-9] coinvolti nel processo di trasporto dell'acqua nelle piante, che sul processo nella sua interezza [4-7].

Una delle peculiarità della proposta didattica consiste nel fatto che essa, accanto agli esperimenti tradizionali sulla pressione nei fluidi (principio di Pascal, legge di Boyle, ecc.), dà speciale rilievo ad alcune tematiche, quali la tensione superficiale e l'osmosi, che nella pratica didattica non vengono abitualmente trattate, specie dal punto di vista sperimentale. A tal proposito vengono suggeriti alcuni semplici esperimenti, realizzabili con materiale di facile reperibilità.

A titolo di esempio ne viene illustrato qui uno sulla tensione superficiale.

Si prendono alcune monete piccole (1, 2, 5, 10 EURO CENT), dell'acqua pura, dell'acqua a cui è stata aggiunta qualche goccia di detersivo per piatti ed un contagocce. Si invitano gli studenti ad aggiungere progressivamente acqua con il contagocce su ciascuna moneta, contando il numero di gocce, fino a quando l'acqua trabocca. Si ripete quindi l'esperimento con l'acqua saponata (qualora si utilizzi prima l'acqua saponata occorre assicurarsi che tutti gli oggetti utilizzati – monete, contagocce, recipienti – siano stati accuratamente risciacquati). Si realizza quindi un istogramma a barre recante per ciascuna moneta il numero massimo di gocce da essa "contenute" nel caso dell'acqua pura e di quella saponata, discutendone le differenze. Durante il processo di "riempimento" della moneta si invitano gli studenti ad osservare attentamente da vicino la forma assunta dall'acqua sulle monete nei vari casi (Figura 2). Si guidano quindi i discenti alla descrizione ed interpretazione delle osservazioni, anche mediante il supporto di risorse multimediali disponibili on-line, tra le quali – a puro titolo di esempio – indichiamo i tutorial interattivi della University of Florida [8] e della Boise State University [9].



Figura 2: Forma assunta dall'acqua sopra una moneta.

### Referenze

- 1) <http://physics.uwstout.edu/physapplets/a-city/physengl/hydrostpr.htm>
- 2) [http://webphysics.davidson.edu/physlet\\_resources/bu\\_semester1/c23\\_pressure\\_pascal.html](http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester1/c23_pressure_pascal.html)
- 3) [http://webphysics.davidson.edu/physlet\\_resources/bu\\_semester1/c24\\_efflux.html](http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/bu_semester1/c24_efflux.html)
- 4) <http://www.sciencemag.org/sciext/vis2005/show/transpiration.swf>
- 5) <http://academic.kellogg.edu/herbrandsonc/bio111/animations/0031.swf>
- 6) <http://www.kscience.co.uk/animations/transpiration.swf>
- 7) [http://www.kscience.co.uk/animations/water\\_movement.htm](http://www.kscience.co.uk/animations/water_movement.htm)
- 8) [http://citt.ufl.edu/Marcela/Sepulveda/html/en\\_tension.htm](http://citt.ufl.edu/Marcela/Sepulveda/html/en_tension.htm)
- 9) [http://edtech.boisestate.edu/snelsonc/examples/surface\\_tension\\_plan.htm](http://edtech.boisestate.edu/snelsonc/examples/surface_tension_plan.htm)

# CAFFÈ-SCIENTIFICI: COMUNICARE LA FISICA IN UN CONTESTO INFORMALE

→ Marina Carpineti, Stefano Forte, Laura Perini

Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano; via Celoria 16; 20133 Milano

## Sommario

In ottobre 2006 il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano ha avviato i "caffè scientifici", un'iniziativa di divulgazione rivolta alla città. Si è voluto offrire uno spazio per la fisica, piacevole e informale, per affrontare tematiche scientifiche in compagnia di persone esperte ... e di un caffè. È con questo spirito, e sotto questo nome, che numerose iniziative in Italia e all'estero vogliono far incontrare il pubblico con la comunità scientifica, alimentando il dibattito sui tanti temi delle scienze.

## 1 Introduzione

Una delle intenzioni caratterizzanti del progetto "caffè scientifici" è stata di collocare la comunicazione della fisica in un contesto informale e aperto. Come sede degli incontri si è scelto lo spazio bar di una nota libreria cittadina (la Feltrinelli) e si sono proposti ogni anno due cicli, uno autunnale e uno primaverile, di tre incontri ciascuno. I temi proposti hanno spaziato da temi di ricerca di fisica sperimentale e teorica, a temi relativi alle ricadute della ricerca scientifica in campo sociale o tecnico. Ogni tema è stato sviluppato in una breve presentazione da un fisico esperto del campo ed è stato seguito da un dibattito con il pubblico.

Le esperienze finora realizzate hanno avuto un esito molto incoraggiante e testimoniano l'esistenza di un terreno doppiamente favorevole. Da una parte il pubblico risponde con interesse alla proposta di temi scientifici anche complessi proposti in un contesto che abbia anche le caratteristiche di un incontro sociale.

Dall'altra la comunità scientifica desidera trasmettere la propria esperienza professionale, per diffondere la conoscenza di temi specialistici e d'avanguardia e far maggiormente conoscere il mondo della ricerca.

L'iniziativa è stata inserita fin dall'inizio nel Progetto Lauree Scientifiche e nella nuova edizione del Progetto proseguirà in parte con le stesse modalità e in parte cercando di offrire al pubblico delle scuole superiori possibilità ancora più coinvolgenti di affrontare il dibattito nei caffè scientifici.

È stato infine stabilito un contatto con vari caffè scientifici in lingua italiana allo scopo di creare una rete di contatti e un sito nazionale su cui dare visibilità alle varie iniziative locali.

## 2 Il Progetto



In Italia e all'estero la modalità di comunicazione informale della scienza attraverso i caffè scientifici ha già preso piede da diversi anni. Modi luoghi e orari con cui viene messa in atto sono diversi a seconda delle località in cui si svolgono i caffè scientifici e degli enti che li organizzano. Lo schema più tipico è quello in cui l'argomento è introdotto da un esperto con una presentazione piuttosto breve e informale a cui segue un dibattito con il pubblico che propone domande e considerazioni. La buona riuscita del caffè scientifico dipende molto dall'atmosfera piacevole che si riesce a creare, magari grazie alla condivisione di un caffè o di un aperitivo.

Molto importante a questo scopo è la scelta del luogo che deve essere possibilmente il più diverso possibile da un'aula. Ecco dunque caffè scientifici che si svolgono in bar [1], in musei [2], o in librerie, come nel caso del progetto qui descritto [3].

È stato stabilito un contatto con vari caffè scientifici in lingua italiana (riportati in figura) ed è nato un coordinamento a Firenze ed un sito [www.caffescientifici.it](http://www.caffescientifici.it) che può servire per trovare il caffè scientifico più vicino, per segnalare un caffè scientifico, per chiedere informazioni su come avviarne uno nuovo e infine per chiedere finanziamenti per iniziative comuni da svolgersi in città diverse (p. es. notte europea dei ricercatori) e per scambi e suggerimenti tra caffè scientifici.

Il progetto del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano ha una caratteristica peculiare rispetto alle altre esperienze a noi note ed è quella di aver scommesso solo sulla fisica e di utilizzare, quando possibile, relatori dell'Università degli Studi di Milano.

Lo spazio scelto è stato il bar di una nota libreria milanese che ha la caratteristica di essere uno spazio informale ma legato alla cultura e di permettere di raggiungere persone di passaggio. Inoltre l'ufficio stampa della libreria e l'affissione di locandine all'interno della libreria, che si aggiungono alla comunicazione da parte dell'Università, permettono la buona circolazione dell'informazione.

I caffè scientifici si svolgono nel tardo pomeriggio: dalle 18 alle 20.

I relatori hanno a disposizione un tavolo, una sedia, un microfono, uno schermo per proiezioni (...oltre a un videoproiettore del Dipartimento di Fisica). Lo spazio del bar è attrezzato con sedie per il pubblico (circa 70), distribuite anche tra gli scaffali dei libri. La capienza massima del locale è di circa 100 persone e in più occasioni è stata sfruttata tutta. Il relatore effettua una presentazione della durata di circa mezz'ora, seguita da un dibattito con il pubblico che si articola in due fasi successive. La prima è organizzata e gestita da un moderatore, mentre la seconda, più informale e destrutturata, avviene intorno ad un tavolo di aperitivi.

I temi trattati sono stati vari e molto diversi tra loro (si veda l'elenco completo sul sito [3]) ed hanno in alcuni casi rappresentato una vera e propria sfida, come nel caso in cui si è trattato il tema "Superstringhe, buchi neri e cosmologia" (D. Klemm). In generale per ogni ciclo di incontri si sono scelti tre temi che toccassero un tema scientifico di attualità, un tema tecnologico ed un tema di ricerca pura.

### 3 Conclusioni

La formula fin qui sembra aver funzionato e si prevede di continuare l'attività. Si è notato che questa modalità di intervento riesce a raggiungere vari tipi di pubblico che comprende gli studenti universitari, gli insegnanti di scuola superiore, i pensionati o i clienti abituali della libreria, ma non è adatta per gli studenti di scuola superiore, i destinatari d'elezione delle attività del Progetto Lauree Scientifiche.

Si è elaborata pertanto una proposta rivolta alle scuole superiori ed inserita nel nuovo Progetto Lauree Scientifiche che si ispira ad un'esperienza già sperimentata in Francia sotto il nome di "caffè scientifici junior". L'idea è quella di lasciare agli studenti la totale responsabilità dell'organizzazione dell'incontro e della gestione del dibattito, offrendo loro diversi possibili relatori con competenze su argomenti specifici.

Si prevede di sfruttare l'esperienza accumulata nell'organizzazione dei caffè scientifici e di un'analoga esperienza svolta presso il Dipartimento di Geologia, fornendo alle scuole i titoli e gli abstract di tutti gli incontri fin qui svolti ed i profili dei relatori, con un'offerta interdisciplinare, particolarmente richiesta dalle scuole [4].

Gli studenti sono chiamati a scegliere i temi di loro interesse in questo elenco, a contattare i relatori e a preparare l'incontro cercando di individuare le questioni chiave e in particolare quelle soggette a maggior dibattito. La conduzione stessa del caffè scientifico junior dovrebbe essere assegnata agli studenti, perché questa modalità, che vede gli studenti parte attiva nell'organizzazione degli incontri, dovrebbe risultare più coinvolgente di una semplice conferenza.

#### Referenze

- 1) Esempio Science Café - Trieste presso Antico Caffè San Marco  
[http://www.area.trieste.it/opencms/opencms/area/it/attivita/divulgazione\\_scientifica/science\\_cafe.html](http://www.area.trieste.it/opencms/opencms/area/it/attivita/divulgazione_scientifica/science_cafe.html)
- 2) Esempio: "Happy hour evuzionistici" presso roof-garden caffetteria del Museo di Storia Naturale di Milano:  
<http://www.comune.milano.it/>
- 3) <http://www.caffescienza.fisica.unimi.it/>
- 4) <http://www.laureescientifiche.fisica.unimi.it>

# VISITE A URANIA CARSICA, SPECOLA PER IL PUBBLICO DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TRIESTE

→ **Giulia Iafrate<sup>(a, b)</sup>, Serena Gradari<sup>(b)</sup>**

<sup>(a)</sup> INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste, via Tiepolo 11, Trieste

<sup>(b)</sup> INFN sezione di Trieste, Laboratori Area di Ricerca, Padriciano 99, Trieste

## Sommario

Da ottobre 2006 a maggio 2007 abbiamo collaborato con l'Osservatorio Astronomico di Trieste nell'ambito delle visite alla sede osservativa di Basovizza. Si tratta di visite per il pubblico, in particolare per studenti delle scuole medie inferiori e superiori. Siamo due studentesse di astrofisica e questa è stata per noi la prima esperienza di divulgazione scientifica. La presenza in cupola di studenti universitari ha permesso, soprattutto ai visitatori più giovani, di sentirsi più liberi nel porre domande e nel chiedere consigli sull'eventuale proseguimento degli studi in campo scientifico, con il conseguente maggiore coinvolgimento del pubblico.

## 1 Motivazioni

Siamo due studentesse della laurea specialistica in Astrofisica: questa è stata per noi la prima esperienza di divulgazione scientifica. Ci siamo offerte di collaborare con l'Osservatorio Astronomico e affrontare questa avventura con la speranza, poi concretizzata, di riuscire a trasmettere la nostra passione per l'astronomia. L'aspetto che, forse ingenuamente, ci ha lasciato più soddisfatte è derivato proprio dal rapporto con il pubblico. Le visite degli studenti delle scuole superiori sono state le più appaganti: per noi che siamo riuscite a raggiungere un pubblico solitamente difficile, per loro che hanno trovato in cupola persone giovani con le quali instaurare un rapporto più diretto e sciolto. Questo ha portato non solo a un maggiore coinvolgimento dei ragazzi, ma ha anche dato loro l'occasione di chiederci informazioni sulla nostra scelta universitaria e su cosa significhi frequentare un corso di laurea in astrofisica oggi.

## 2 Urania Carsica

Urania Carsica è una specola dedicata alle visite del pubblico. Si trova presso la stazione osservativa di Basovizza (TS) dell'Osservatorio Astronomico di Trieste; è stata inaugurata il 12 novembre 1998.

All'interno della cupola di 8 metri di diametro trovano posto 3 strumenti principali: un telescopio riflettore Zeiss da 50 cm di diametro e due telescopi rifrattori Marcon da 15 cm. Questi strumenti sono accompagnati da un rifrattore solare, alcuni binocoli e una camera per ipovedenti.

Al piano inferiore della cupola è stata allestita una mostra che ripercorre, attraverso l'esposizione di libri e strumenti, gli oltre 250 anni di storia dell'astronomia triestina.



Figura 1: Telescopio riflettore Zeiss, strumento principale di Urania Carsica.

## 3 Svolgimento delle visite

Durante le serate prima illustriamo la cupola e i telescopi, poi osserviamo alcuni oggetti celesti (per esempio i pianeti del Sistema Solare, la Luna, galassie e ammassi stellari) e ne prendiamo spunto per spiegare, con un linguaggio semplice ma scientificamente corretto, le nozioni di base per un primo contatto con il mondo dell'astronomia e la comprensione delle osservazioni.

Il nostro scopo, infatti, non è impartire una lezione di astronomia, ma piuttosto incuriosire il pubblico e, soprattutto con gli studenti delle scuole superiori, promuovere l'interesse nelle materie scientifiche.

Ogni visita viene successivamente adattata alle curiosità e agli interessi dei visitatori, così questi ultimi si sentono partecipi e protagonisti della serata: gli eventuali approfondimenti partono dalle domande del pubblico e dall'interesse che dimostra per l'argomento.

Nella seconda parte della serata, dopo una breve esposizione della mostra sull'astronomia triestina, proponiamo una presentazione multimediale (solitamente in PowerPoint), con relativa discussione, di un argomento di interesse astrofisico. L'argomento varia in base agli astronomi che di volta in volta gestiscono la visita e che solitamente espongono i propri campi di ricerca.

In alcune serate, se la Luna e le condizioni meteorologiche lo permettono, proponiamo anche una "escursione celeste" tra stelle e pianeti, insegnando al pubblico a riconoscere le costellazioni principali e a orientarsi in cielo. Piccole nozioni che però hanno sempre dato ai visitatori massima soddisfazione, perché insegnano a leggere il cielo stellato e scoprire le meraviglie dell'Universo.

#### **4 Statistiche e informazioni**

Il numero medio di visitatori annui è di oltre 2800 persone, provenienti sia dall'Italia (60 % dalla regione Friuli Venezia Giulia e 35 % dalle altre regioni) che dall'estero (5 %).

Le visite sono gratuite e rivolte principalmente alle scuole (70 % del totale), si svolgono in sessioni diurne e notturne della durata di circa 90 minuti, in primavera e autunno.

Le visite vengono effettuate esclusivamente su appuntamento da richiedere alla segreteria dell'Osservatorio Astronomico (tel. 040.3199.241). Coordinatore: Massimo Ramella (ramella@oats.inaf.it); responsabile cupola: Conrad Böhm (boehm@oats.inaf.it). Ulteriori informazioni sulle attività di ricerca e divulgazione dell'Osservatorio Astronomico di Trieste possono essere trovate sul sito [www.ts.astro.it](http://www.ts.astro.it).

#### **5 Conclusioni**

Urania Carsica rappresenta meno dell'1 % della divulgazione astronomica italiana, svolta da istituti e osservatori INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), associazioni di astrofili, musei e planetari.

Tuttavia, il nostro punto di forza è l'offerta di una visione del cielo non mediata, in un contesto dove la maggior parte dell'informazione astronomica viene elaborata prima di essere presentata al pubblico.

I telescopi di Urania Carsica offrono l'esperienza diretta dell'osservazione del cielo: la soddisfazione, e talvolta lo stupore, del poter "vedere con i propri occhi" non deludono mai.

Inoltre, sottolineiamo come il rapporto con un pubblico giovane sia facilitato e molto più diretto se in cupola sono presenti degli studenti universitari.

#### **6 Ringraziamenti**

Ringraziamo Massimo Ramella e Conrad Böhm, dell'Osservatorio Astronomico di Trieste, per averci coinvolto nell'attività di visite guidate al pubblico permettendoci di avvicinarci e apprezzare la divulgazione scientifica.

Ringraziamo Francesco Longo per averci suggerito di presentare questa attività a ComunicareFisica.

# NOTTE EUROPEA DELLA RICERCA - 28 SETTEMBRE 2007 “RESEARCHERS’ NIGHT”

→ **Giovanni Mazzitelli**<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Via E. Fermi 40, 00044 Frascati Roma (1).

## Sommario

Per il secondo anno consecutivo l'INFN, in collaborazione con enti di ricerca e amministrazioni locali<sup>(1)</sup>, ha partecipato al bando europeo per la “Researchers’ Night”. L'evento, che si è svolto contemporaneamente in tutta Europa il 28 Settembre 2007, ha il fine di promuovere la ricerca e la figura del ricercatore. Il progetto di quest'anno ha trasformato Frascati, cittadina turistica alle porte di Roma, in una vera “Città Europea della Scienza”, in cui il sapere scientifico, le visite ai 5 enti coinvolti (INFN-LNF, ENEA, ESA-EASRIN, INAF-CNR, INAF-OAR), esperimenti, mostre, dibattiti e incontri scientifici si sono combinati con eventi culturali e di intrattenimento, in una grande festa in cui il “comunicare” fra ricercatori e cittadini è stato il vero motore.

## 1 Introduzione – Cos'è la Researchers’ Night?

Dal 2005 la Comunità Europea, nell'ambito dell'iniziativa “Ricercatori in Europa”, ha lanciato la Researchers’ Night, durante la quale, in contemporanea in tutta Europa, si aprono le porte di laboratori, università, centri ed istituzioni di ricerca, offrendo così al vasto pubblico l'opportunità di avvicinare i ricercatori nel loro mondo.

Ogni anno, dopo un'opportuna selezione, vengono ripartiti ed assegnati fra i vincitori europei, i finanziamenti per la realizzazione della Researchers’ Night. Per il secondo anno consecutivo, su 40 siti europei, sono stati 4 i siti italiani che hanno vinto la selezione Torino, Frascati, Napoli e la Regione Puglia, insieme è stato deciso di chiamare l'evento, a livello nazionale, Notte Europea della Ricerca. Per i centri di ricerca presenti sul territorio dei Castelli Romani questa avventura è dunque iniziata nel 2006, quando i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, in collaborazione con i centri di ricerca ENEA Frascati, ESA-ESRIN, e l'Osservatorio Astronomico di Roma, hanno aperto i propri laboratori ospitando oltre 4000 persone, unendo alle visite, performance di musica, spettacolo e arte, realizzate da professionisti e dai ricercatori stessi, con l'intento di rendere la ricerca più fruibile ed avvicinarla al comune cittadino, scardinando l'immagine stereotipata del ricercatore percepito come figura inaccessibile e alienata dalla realtà.

Il sito di Frascati, quest'anno ha visto assegnarsi il più alto contributo dalla Comunità Europea grazie al progetto vinto e coordinato dall'INFN, l'ente che promuove e coordina la ricerca italiana nel campo della Fisica Nucleare e Subnucleare nel nostro paese e nel mondo, e che in collaborazione con i principali enti di ricerca e Università presenti sul territorio romano (ENEA, ESA-ESRIN, INAF, CNR, Tor Vergata, La Sapienza) e con il contributo di numerose istituzioni ed associazioni del territorio, ha avuto il compito di trasformare, il 28 settembre 2007, la Città di Frascati in una vera “Città Europea della Scienza”. Frascati è ormai da anni l'epicentro attorno a quale satellitano numerosi centri di ricerca, una realtà territoriale importante che probabilmente vede nel Lazio la realizzazione del più ampio polo scientifico europeo, rappresentando più del 50% delle realtà di ricerca italiana. Inoltre sono circa 3000 i ricercatori che, lavorando tra Tor Vergata e i centri dell'INFN, ENEA, ESA-ESRIN, INAF e CNR, vivono a Frascati e nei comuni vicini, creando una fondamentale realtà di scambio tra ricercatori e società. Ecco perché AGORÀ, questo il nome del progetto europeo vinto dall'INFN nel 2007, che ha trasformato la Città, i suoi locali, i musei, le ville storiche, in una grande ed unica “Piazza”, dove ricercatori di varie discipline e appartenenti agli enti promotori hanno raccontato come nell'antica Grecia, l'interpretazione dei “Fenomeni della Natura”. Oltre a queste informali “presentazioni”, tutta Frascati è stata “contaminata” da eventi musicali e spettacoli che hanno visto coinvolti sia professionisti che ricercatori.

## 2 AGORA – Una Brevissima Presentazione...

La notte è iniziata alle 4 del pomeriggio, quando centinaia di bambini hanno iniziato a “giocare” con i ricercatori, al Parco della Scienza di villa Sciarra, negli stand del Globetto e in quelli della Città della Scienza di Napoli distribuiti nelle piazze di Frascati. Nello stesso tempo sono iniziate le visite ai centri di ricerca dove grandi e piccini, accolti da uno speciale programma, hanno potuto “toccare con mano” gli strumenti e discutere

---

<sup>1</sup> Per gli enti di ricerca: LNF-INFN, ENEA Frascati, ESA-ESRIN, INAF-CNR, INAF-OAR facoltà di S.M.F.N. di Tor Vergata e La Sapienza e in rappresentanza della Commissione Europea, Comune di Frascati - Assessorato alle Politiche Culturali - FrascatiScienza, Regione Lazio - Assessorato alla Cultura, Spettacolo e Sport e Assessorato allo Sviluppo economico e Ricerca, FILAS, Provincia di Roma - Il presidente e Assessorato ai Trasporti e Mobilità, TRENITALIA, XI Comunità Montana - Castelli Romani e Predestini. L'evento ha ricevuto l'Alto Patronato del Presidente della Repubblica e il Patrocinio del Ministero dell'Università e della Ricerca e degli Affari Esteri. Info: <http://www.infn.it/nottedellaricerca/>.

liberamente con i ricercatori. Più di 2000 visitatori sono giunti nei vari centri fra le 16 e le 24.

Nei vari bar, enoteche, locali e in palchi opportunamente attrezzati nelle piazze della città, dal primo pomeriggio fino a tarda notte, oltre 80 ricercatori si sono alternati, tra musica e spettacoli, parlando tra la gente, di vari argomenti riguardanti la fisica, la chimica, la medicina, l'astronomia, etc in modo assolutamente informale e colloquiale, attraverso temi "facili" e accessibili quali "il teletrasporto", "la chimica e il vino", "Galileo aveva ragione", "scienza a fumetti", "cucina molecolare", etc, etc.

Dalle 21 nel parco di villa Torlonia, nel cuore della città, si è affiancata all'osservazione stellare realizzata presso l'Osservatorio Astronomico di Roma, uno speciale programma tenuto da ricercatori dell'INAF e dalla Associazione Tuscolana Astrofili, dove fino a tarda notte si è potuto guardare le stelle, ascoltando musica e racconti fra scienza e mito.

Il Supercinema di Frascati ha ospitato la proiezione del documentario "L'universo elegante" e del film "L'orizzonte degli eventi" seguita da un dibattito sulla figura del ricercatore attraverso il cinema. Dopo le 21 uno speciale programma in collaborazione con gli altri siti italiani ha presentato la realtà virtuale di Second Life, evento realizzato in collaborazione con Scienza per Tutti.

La Galleria di Frascati ha ospitato una piccola fiera del libro scientifico dove alcune case editrici del settore (CODICE, BOLLATI BORINGHIERI, RCS, AVERBI, CORTINA, FN Editrice, Libreria Pannò) hanno presentato i loro testi e i loro autori.

Un programma più formativo si è svolto nel frattempo presso l'Auditorium delle Scuderie Aldobrandini che ha ospitato dalle 16 alle 02.00 delle Lectio Magistralis, tenute da personaggi illustri della ricerca italiana ed internazionale. Sempre nel corso del pomeriggio una tavola rotonda tra ricercatori e amministratori di Regione, Provincia e Comuni dell'area Tuscolana ha puntato il dito sul valore culturale e sociale della ricerca e dell'innovazione tecnologica in Italia e in Europa. Lo spazio museale delle Scuderie ha ospitato all'interno di una mostra sul tema; ricerca e territorio, gli enti di ricerca e la Regione Lazio con l'Assessorato alla Cultura Sport e Spettacolo e la FILAS. Anche nei giorni successivi alla "Notte" centinaia di studenti hanno potuto visitare la mostra e giocare con i piccoli esperimenti guidati dai ricercatori dei diversi enti. Spazi dedicati hanno invece ospitato gli hobby dei ricercatori, come la fotografia, il canto e la musica.

Filmati, foto, racconti, risultati del questionario, impressioni etc. sono presenti sul sito web. Si stima che circa 10.000 persone abbiano partecipato all'evento.

### **3 Ringraziamenti**

Si ringraziano i cittadini e i locali di Frascati per l'ospitalità, tutti i ricercatori e non e i volontari che in varie forme hanno collaborato e partecipato con entusiasmo, contribuendo alla realizzazione dell'evento<sup>[2]</sup>.

#### **Referenze**

[http://ec.europa.eu/research/researchersineurope/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/researchersineurope/index_en.htm);  
<http://www.infn.it/nottedellaricerca/>;  
<http://www.nottedellaricerca.eu>

---

<sup>2</sup> Dettagli al link: <http://www.infn.it/nottedellaricerca/2007/crediti.php>

# COMUNICARE CONCETTI DI FISICA AVANZATA NELLE SCUOLE PRIMARIE: RELATIVITÀ E COSMOLOGIA NEL PROGETTO “MAT+S.07”

→ **Mauro Messerotti**

INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste, Loc. Basovizza n. 302, 34012 Trieste  
Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, via A. Valerio 2, 34127 Trieste  
INFN Sezione di Trieste, via A. Valerio 2, 34127 Trieste

## Sommario

Nell'ambito del percorso di formazione “MAT+S.07” per le scuole primarie del Friuli-Venezia Giulia, si è tenuta una serie di incontri su argomenti di Astronomia nelle scuole elementari. Per spiegare concetti di Relatività e Cosmologia si è preferito un approccio di coinvolgimento diretto mediante alcuni giochi specifici ideati allo scopo. Dopo aver descritto questi giochi, si commenta l'impatto a livello cognitivo desunto dalle attività preparate dagli alunni alla fine degli incontri ed ispirate ai loro contenuti.

## 1 Introduzione

Nell'anno scolastico 2006-07 il percorso di formazione “MAT+S.07” (Musica, Arte, Teatro + Stellare 2007), parte del Progetto “Teatro & Scuola” promosso dall'Ente Regionale Teatrale (E.R.T.) del Friuli-Venezia Giulia per le scuole primarie, diretto dall'attrice Luisa Vermiglio, ha previsto una serie di incontri su argomenti di Astronomia con 340 alunni di 17 classi delle scuole elementari di Monfalcone. In particolare, per un gruppo di classi terze l'argomento prescelto dalle insegnanti verteva sull'origine e sull'evoluzione dell'Universo.

## 2 Difficoltà intrinseche ed approccio impiegato

L'illustrazione di tali argomenti, anche a livello elementare ed euristico, è basata su concetti di Relatività e di Cosmologia e presuppone una capacità di astrazione ed un bagaglio di conoscenze acquisite su spazio, tempo, luce, oggetti astrofisici, gravitazione, ecc. certamente non in possesso di alunni a questo livello di scolarità. Difficoltà intrinseche relative ai ragazzi sono perciò le conoscenze commisurate all'età ed il linguaggio ancora in formazione, mentre quelle relative alla materia sono i concetti complessi e non-intuitivi, la terminologia complicata, limiti nella conoscenza scientifica, difficoltà nel poter soddisfare adeguatamente le curiosità. Si è quindi preferito un approccio di coinvolgimento diretto, basato sull'illustrazione visuale ed il coinvolgimento ludico mediante alcuni giochi specifici ideati per spiegare rispettivamente: a. il tempo finito di percorrenza dello spazio da parte della luce; b. la nascita dello spazio e del tempo all'epoca del “Big Bang” ovvero il “dispiegamento” dello spazio e la sua espansione successiva; c. la curvatura dello spazio-tempo determinata dalla presenza di masse e quindi la conseguente natura geometrica della gravità e delle interazioni gravitazionali, cui è soggetta anche la luce.



Figura 1: I fotoni emessi dalle stelle arrivano in tempi diversi.

## 3 Il gioco delle stelle e dei fotoni

I concetti di luce, distanza e tempo nell'Universo sono stati spiegati con il “gioco delle stelle e dei fotoni”. Quattro ragazze poste a distanze diverse fungono da stelle e quattro ragazzi da fotoni. Inizialmente ciascun fotone si

trova vicino alla propria stella. Partendo allo stesso istante e camminando alla stessa velocità i fotoni arrivano all'osservatore in un tempo proporzionale alla distanza della stella che li ha emessi (fig. 1).

#### 4 Facciamo il Big-Bang

Il Big-Bang non fu un'esplosione "nello" spazio, ma un'esplosione "dello" spazio che ha dato origine anche al tempo. Un telo elastico consente di mostrare il dispiegamento dello spazio dall'istante di poco successivo al Big-Bang ( $t=0$  non è descrivibile). Nel gioco "Facciamo il Big-Bang" un gruppo di ragazzi tiene ciascuno un lembo di telo elastico, inizialmente appallottolato e poi progressivamente lo stira fino alla massima estensione (fig. 2).

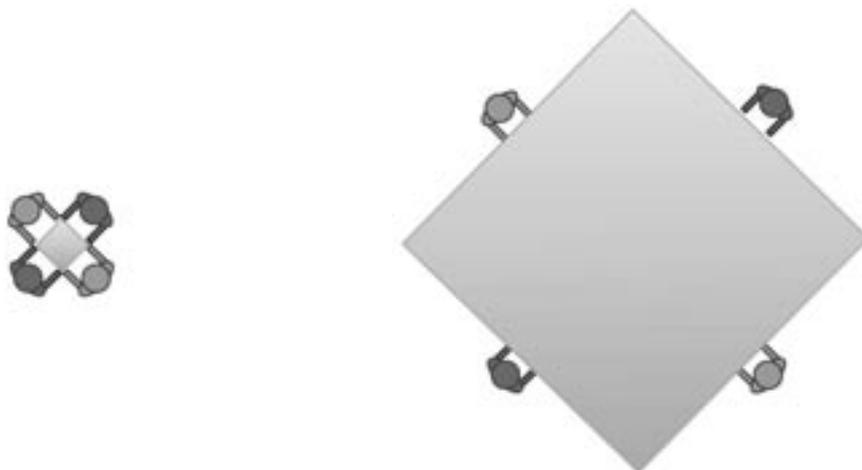


Figura 2: Lo spazio ripiegato (a sinistra) e dispiegato (a destra).

#### 5 Il gioco delle masse nello spazio-tempo

In presenza di una massa lo spazio-tempo si deforma proporzionalmente all'entità della massa. Ponendo perciò una pallina massiccia sul telo elastico si origina una concavità (fig. 3) ed una pallina meno massiccia lanciata verso di essa ricade nella concavità. Quest'ultima può rappresentare una piccola massa oppure un fotone, che, pur privo di massa, è costretto a seguire la concavità. Il "gioco delle masse nello spazio-tempo" mostra come la gravità sia determinata dalla geometria dello spazio-tempo ed agisca pertanto sia sulla materia, caratterizzata da una massa, che sulla luce, priva di massa.



Figura 3: Una pallina massiccia crea una concavità nel telo elastico.

#### 6 Conclusioni

Un'indicazione dell'efficacia dell'approccio impiegato deriva dall'analisi dei saggi conclusivi dei ragazzi. dove si legge ad esempio: "Tempo e spazio nacquero insieme: Nessuno sa esattamente cosa c'era prima del Big Bang. Dire che non c'era niente è qualcosa che non ci convince, anzi, forse ci spaventa perché non riusciamo davvero a capirlo. Ma qualcosa la sappiamo: sappiamo della nascita istantanea di spazio e tempo, sappiamo della sua espansione in ogni direzione,...". La potenziale assimilazione di una serie di concetti così astratti da parte di studenti delle scuole elementari è un'indicazione abbastanza significativa circa il metodo visuale e ludico.

# SISTEMA SOLARE 3D SIMULAZIONE IN TEMPO REALE

→ Edmondo Silvestri

## Sommario

Sistema Solare 3D è un programma che simula la dinamica del sistema solare rappresentandola in un ambiente tridimensionale. La parte grafica del software è basata su tecnologie sviluppate per i videogiochi, in modo da curare l'aspetto estetico e l'interattività. L'algoritmo di simulazione è stato studiato per raggiungere un compromesso tra accuratezza scientifica e velocità di calcolo.

## 1 La grafica

La computer grafica per la rappresentazione di modelli fisici è usata principalmente per realizzare i documentari televisivi, con risultati anche di grande valore estetico. Il documentario è però un filmato che non può essere modificato; non si può cioè *guardare dietro* gli oggetti. Esempi di modelli interattivi iniziano a diffondersi, ma hanno per la maggior parte una grafica essenziale (scarna), dovendo effettuare molti calcoli in tempo reale.

La differenza tra un filmato ed una simulazione in tempo reale è nel tempo necessario per disegnare un fotogramma. In un documentario (o in un cartone animato) si può impiegare quanto si vuole per realizzare i singoli fotogrammi, tanto poi si riprodurranno al ritmo di 25 al secondo. Al contrario, in una simulazione interattiva, la macchina disegna ogni fotogramma in tempo reale e deve poterne realizzare almeno 25 al secondo, per dare fluidità al movimento.

La tecnologia che permette di coniugare grafica accattivante ed interattività è quella dei videogiochi, il cui mercato fiorente ha portato allo sviluppo di prodotti hardware e software di altissimo livello.

La programmazione in ambiente 3D in tempo reale è accessibile al programmatore grazie a librerie software che implementano le principali funzioni di gestione delle schede video. Due librerie software, accessibili liberamente, sono le OpenGL e le DirectX®. Le prime hanno il pregio di essere open source ed indipendenti dalla piattaforma; le seconde, di proprietà della Microsoft®, permettono di lavorare solo in ambiente Windows. Nel programma "Sistema Solare 3D" sono state utilizzate le DirectX Microsoft, che sono le più diffuse nella realizzazione di videogiochi per personal computer e permettono di sfruttare al meglio le caratteristiche delle schede video più avanzate.

Per ottenere le migliori prestazioni è necessario che il lavoro sia distribuito fra il processore del computer e della scheda video. Sarà il processore della scheda video ad eseguire le routine grafiche, avendo un'architettura hardware ottimizzata per questo tipo di lavoro. La scheda video può essere programmata direttamente in assembler o in un linguaggio ad alto livello simile al C, l'High Level Shader Language (HLSL).

## 2 Interattività

Lo scopo principale del programma è quello di mostrare la dinamica del Sistema Solare. Il punto di vista è posto all'esterno del sistema ed orientato sempre verso l'origine del sistema di riferimento. L'utente può, utilizzando il mouse, spostare la posizione del punto di vista sulla superficie di una sfera centrata nell'origine del sistema di riferimento e variare il raggio di tale sfera per avvicinarsi o allontanarsi dall'oggetto centrato sullo schermo. È stato realizzato anche un semplice menù con pulsanti e barre a scorrimento che permette di modificare la velocità di simulazione, centrare il sistema di riferimento su un qualsiasi pianeta, attivare-disattivare ausili grafici come la rappresentazione delle traiettorie dei pianeti, che avranno forme ellittiche o a cicloide a seconda che il sistema di riferimento sia centrato sul Sole o meno.

## 3 La simulazione

Nell'algoritmo di simulazione sono state utilizzate le funzioni descritte da A. Vitagliano (1997) per il calcolo delle interazioni gravitazionali. Si tiene conto, in forma approssimata, delle correzioni relativistiche e, per il sistema Terra-Luna, degli effetti marea. Nell'integrazione numerica è stato utilizzato un *symmetric multistep method* (Quinlan e Tremaine 1990).

Le condizioni iniziali di posizione e velocità dei pianeti sono date dalle effemeridi DE405 dei JPL NASA. Le effemeridi NASA sono state anche utilizzate per verificare la bontà dell'algoritmo, il cui errore sulla posizione dei singoli pianeti è risultato dell'ordine dei 10-100 Km per secolo.

#### 4 Conclusioni

“Sistema Solare 3D” è proposto come uno strumento didattico-divulgativo che l’insegnante utilizzi per catturare l’attenzione degli studenti, con un linguaggio che molti giovani conoscono bene, quello dei videogiochi.

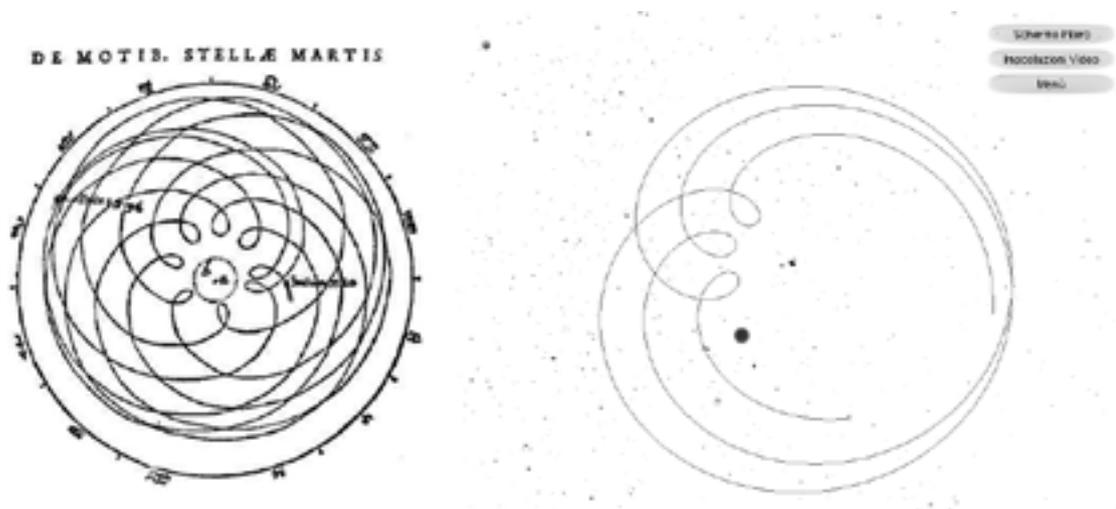


Figura 1: a sinistra un'illustrazione che rappresenta la traiettoria di Marte in un sistema di riferimento geocentrico (Keplero 1609), a destra la traiettoria di Marte disegnata dal programma.

L'accuratezza della simulazione permette di illustrare aspetti che sarebbero nascosti in un programma che disegni semplicemente delle ellissi.

Volendo fare un esempio, in una lezione sui modelli tolemaico e copernicano, si potrebbe confrontare la rappresentazione dell'orbita di Marte in un sistema geocentrico disegnata da Keplero nel 1609 e quella simulata dal programma. Il confronto fra i due disegni (molto simili) potrebbe essere uno spunto di discussione sulla domanda se la differenza tra teoria eliocentrica e geocentrica sia o meno esclusivamente un problema geometrico.

La risposta è lasciata come esercizio per il lettore.

#### Referenze

- 1) Johannes Keplero, *Astronomia nova*, Praga, 1609
- 2) Aldo Vitagliano, Numerical integration for the real time production of fundamental ephemerides over a wide time span, *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 66 [1997] 293-308[16]
- 3) G.D. Quinlan, S. Tremaine, Symmetric multistep methods for the numerical integration of planetary orbits, *Astronomical Journal* 100 [1990] 1694-1700.

# FISICA? NO PROBLEM

→ Franca Memoli

Liceo Scientifico Statale "L.da Vinci", Via Prignano 1 84100 Salerno.

## 1 Introduzione

Quando l'insegnante di matematica e fisica entra in aula c'è un silenzio speciale...

Gli allievi lo scrutano cercando una nota di stravaganza: magari i capelli arruffati o l'abito scucito ma se è proprio "normale" c'è sempre chi al suo ingresso in aula esclamerà sottovoce al compagno: "Sicuramente riempirà la lavagna di formule, noi subiremo passivi e comprenderanno solo i due seccioni del primo banco!". Ed è su questa osservazione che gli alunni vanno smentiti, sorprendendoli con una didattica non stereotipata ma ricca di creatività e colpi di scena che coinvolgerà anche i più restii.

Per fare ciò è necessario innanzitutto mettersi sulla loro lunghezza d'onda cercando di adoperare metodologie a loro gradite.

I nostri alunni navigano, chattano, ascoltano musica, reinventano la loro fisicità con piercing e tatuaggi, scrivono sms di un succinto da brivido, sognano di essere personaggi dello spettacolo. Come vogliamo che ascoltino la vecchia lezione frontale sul concetto di equilibrio o sulle leggi dei gas perfetti?

E se invece riducessimo alla concettualità l'argomento da trattare e dessimo loro la possibilità di ritrovarlo nel quotidiano e di reinventarlo a loro modo non solo per farlo proprio ma per renderlo accessibile anche agli altri per la serie "Vedi come è semplice la Fisica?"

## 2 I progetti e i siti

Esattamente questo è stato fatto nel progetto "La Fisica sale sugli autobus".

Concetti di fisica, computer, nozioni di grafica e colore, creatività a go go e gli alunni con grande interesse hanno risposto alla domanda ricorrente "Come possiamo spiegare in maniera semplice ed efficace ad un passeggero del bus il concetto di...?".

Di seguito i poster realizzati.



Figura 1: La bilancia (in alto da sinistra). Figura 2: la clessidra. Figura 3: il tempo.

Figura 4: il mondo (in basso da sinistra). Figura 5: palloni. Figura 6: Paperino. Figura 7: I Settenani.

Nel primo la bilancia, classico strumento laboratoriale ma anche simbolo di legge e di equità, diviene un modo simpatico di ironizzare sulla giustizia; nel secondo si osserva una clessidra su un fondo nero che a mano a mano diventa grigio e poi bianco: è la scienza che, avanzando nel tempo, dipana le tenebre dell'ignoranza!

In una società "fast" come la nostra, la grandezza "tempo" non può che essere rappresentata da un cronometro accompagnato da una amara considerazione: il de profundis alla lentezza.

Ma la fisica dove è? È solo oggetto di studio per pochi intimi rinchiusi in laboratori sotterranei? No! Risponde il quarto poster è la vita che ci circonda.

Non poteva mancare il desiderio di libertà: le mongolfiere si innalzano libere verso il cielo per un principio fisico, ma libero è anche lo scienziato quando, solo contro tutti, afferma le sue teorie. Infine due immagini tratte dal mondo dei cartoons: Paperino, il cui comportamento obbedisce alle leggi dei gas perfetti e i nani di Biancaneve che non cadono mai grazie ad una "libera" interpretazione del concetto di equilibrio.

Ma anche il computer può diventare un valido strumento di lavoro per una lezione piacevole. Agli internet-dipendenti può essere proposta una serie di simulazioni che stimolino la riflessione critica, evidenzino le capacità personali e l'intuizione individuale fornendo un patrimonio conoscitivo e formativo pure a coloro che in seguito non si occuperanno di scienza.

Risultano persino divertenti, ad esempio:

- "L'intervista tra il protone ed il neutrone", "l'Incredibile neutrino", "Le particelle subatomiche"... dal sito <http://www.scienzapertutti.net>
- "Alice e la zuppa di quark e gluoni", dal sito [http://www.lnf.infn.it/conference/ALICE07/Sxt\\_Alice.pdf](http://www.lnf.infn.it/conference/ALICE07/Sxt_Alice.pdf)
- "A Keyhole to the Birth of Time" dal sito <http://keyhole.web.cern.ch/keyhole/main/Main.html>
- "The Universe 2002"

Dal sito <http://public.web.cern.ch/Public/Content/Chapters/Education/OnlineResources/Games-en.html>

dove i concetti del Modello Standard sono introdotti in un modo nuovo ed appassionante, attraverso informazioni sulle forze, sulle particelle, sui dispositivi per crearle, accelerarle ed identificarle.

A chi, invece, intende approfondire, stile "sfida uomo-macchina", si possono proporre i validissimi quesiti di "Gioca con Albert". Gli alunni che prediligono l'attività laboratoriale possono affrontare i simpatici cimenti dei "Giochi di Anacleto", prima fase delle Olimpiadi di Fisica. E per chi ama la logica, o vuole cimentarsi in quesiti di matematica? Ci sono i "Giochi di Archimede", prima fase delle Olimpiadi di Matematica. Un mondo vario e variegato quello dei siti, ma sempre rigorosamente "ALTERNATIVO", in linea, cioè, con le esigenze dei nostri alunni.

## FISICA? NO PROBLEM 2

### → Amerigo Solari

I.S.I.S. 'P.Aldi' Sezione Liceo Scientifico 'G.Marconi'.P.zza Benci 58100 Grosseto.

#### 1 Introduzione

Gli studenti spesso hanno difficoltà a collocare i progressi della Fisica in un quadro adeguato. Alla base di queste difficoltà ci sono anche programmi d'insegnamento che rischiano di presentare un'immagine disorganica delle conoscenze fisiche in quanto non sempre dedicano spazio alla genesi dei concetti fondamentali e ai protagonisti del progresso scientifico. Credo sia opportuno portare i giovani alle soglie delle nuove conoscenze, metterli in grado di capire cosa si fa nei settori più avanzati, cercare per loro uno spazio per discutere e comprendere quali sono i problemi aperti in quel campo.

#### 2 Le Visite Guidate

Certe visite guidate portano gli studenti a conoscere metodologie di lavoro specifiche del mondo della ricerca: il Fermilab, il laboratorio sede del Tevatron-l'acceleratore di particelle tra i più potenti del mondo- o lo SLAC di Stanford



Fig 1. 16/3/ 2007 Alunni della 5C P.N.I.del Liceo Scientifico di Grosseto, allo SLAC con il Dr. F.Cervelli(INFN), il Dr. Dave Grossman e il Prof. A. Solari.

o il CERN di Ginevra ne costituiscono validissimi esempi. L'esigenza di recarsi di persona sui luoghi di ricerca può scaturire dall'interesse destato da iniziative tipo CRESCERE: "Scenziato per un giorno, scenziato per la vita"(Lisbona 7/12/2005). La strategia di CRESCERE, decisamente vincente, è stata quella di coinvolgere gli studenti delle varie scuole italiane che amano certe materie scientifiche, con una serie di iniziative rivolte alla partecipazione a seminari e a collaborazione via web, con ricercatori per effettuare determinati esperimenti.



Figura 2: Lisbona: Prof.ssa A. Majo (FCUL), Prof. F.L. Fabbri (INFN), Prof. P. Abreu (FCUL), Prof. A. Solari (Liceo Sc. Grosseto), alunni 5D P.N.I.

Da qui la curiosità di sapere di più sul metodo di lavoro proprio di un fisico sperimentale, sull'importanza della comunicazione in ambito scientifico e sugli aspetti fondamentali della ricerca. Conoscere dalla viva voce di chi partecipa alla ricerca, avere il privilegio e la curiosità di ascoltarli, vivere almeno per un giorno, a stretto contatto con la realtà lavorativa di un centro internazionale di ricerca, risulta molto stimolante. Un messaggio fondamentale da comunicare è che parte integrante della vita del ricercatore è la condivisione dei risultati e delle informazioni per migliorare la qualità del dato scientifico ma anche la divulgazione che coinvolga le giovani generazioni.



a sinistra Figura 3: Fermilab, Visita della 5D P.N.I. Liceo Sc. di Grosseto con il Prof. L.Ristori e Prof. A. Solari.

a destra Figura 4.: Dr. F. Happacher (I.N.F.N.) con alunni di 5D P.N.I. del Liceo Sc. di Grosseto a C.D.F.

Il polo dell'attività educativa e divulgativa del laboratorio visitato a Batavia, nell'Illinois, è Il Lederman Science Center, con programmi dedicati a studenti di ogni età, giovani ricercatori, docenti e pubblico generico.



Figura 5. Fermilab: alunni del Liceo Sc. di Grosseto al Lederman Science Center

Per concludere, la visita a questa struttura di eccellenza non solo ha rappresentato per il docente una ulteriore occasione di approfondimento ma ha confermato l'utilità di una didattica alternativa atta a sollecitare maggiore interesse per gli alunni fornendo loro la consapevolezza che l'attività di ricerca non è mai fine a se stessa.

Gli studenti infatti, sia che proseguano gli studi tecnico-scientifici (ma non solo) in specifici indirizzi universitari, sia che si orientino direttamente verso il mondo del lavoro, avranno già avuto occasione, fuori del ristretto mondo abituale (scuola-famiglia) e, non soltanto attraverso l'osservazione di realtà virtuali (internet, TV, programmi specifici tipo "Ulisse"...), di cogliere l'efficacia dell'interscambio teorico, dell'interazione pratica, del confronto e della critica metodologica; cose che possono favorire aspetti evoluti della personalità: essere determinati nell'impegno, saper attendere i risultati, saper collaborare, saper valutare con oggettività e rendersi conto che per raggiungere obiettivi validi talvolta sono necessarie scelte non facili.

Per quanto riguarda la didattica, la metodologia adottata è quella di assemblare il materiale accumulato durante le visite guidate e quello fornito dal Web (ad es. "I Misteri di Dafne") sotto forma di ipertesto. Esiste poi a San Francisco un museo sperimentale e hands-on, unico al mondo, l'"Exploratorium" che non si preoccupa dell'età o della familiarità con il mondo scientifico. Esso è un collage di centinaia di esibizioni interattive nei campi della scienza e dell'arte, strettamente legati alle percezioni sensoriali, che riguardano luce e colore, suono e musica, moto ed elettricità, onde e risonanza, calore e temperatura e comportamento animale.

Il museo è centrato sui fenomeni naturali e sulle loro connessioni dando la possibilità di sperimentare

direttamente così da suscitare interesse e coinvolgimento non sempre ottenibili dalle solite strutture. È un enorme spazio utilizzato su piani diversi, con esperienze distribuite in modo vario e rivolte a promuovere la migliore comprensione dei concetti scientifici attraverso attività ed applicazioni pratiche. Per specifici approfondimenti, nel sito di Lightsource.org a Berkeley, vengono spiegati i principi degli acceleratori, la radiazione di sincrotrone, il laser e l'interazione della radiazione di sincrotrone con la materia. Questo è il parere del Dr. Fernando Sannibale dell'ALS Accelerator Physics Group sulla nostra visita a Berkeley.



Figura 6: Copia della lettera del Dr. Fernando Sannibale ( A.L.S Division).

Il teorico del Fermilab Chris Quigg, ha affermato : "Siamo diventati fisici e non matematici perché affascinati dal mondo reale, un mondo che vogliamo esplorare e spiegare; col tempo, più lo si esplora più diventa semplice....", quindi dobbiamo guardare avanti, scoprire le regole dei fenomeni osservati e cercare le risposte migliori alle domande fondamentali che ci poniamo, per essere in grado di poter poi raccontare come è fatto il mondo.

# EPPUR SI MUOVE: PROGETTO SISMOGRAFO

→ Francesco de Sabata<sup>1</sup>

Dipartimento di Fisica, Università degli studi di Udine, via delle Scienze 208, Udine

INFN sezione di Trieste/Udine, via A. Valerio 2, Trieste

Liceo scientifico statale "G. Galilei", via s. Giacomo 11, Verona

## Sommario

Nell'ambito di un progetto interdisciplinare, gli studenti di una quarta liceo scientifico hanno costruito un sismografo, sviluppando gli aspetti legati alle varie discipline coinvolte, oltre che alle attività della Protezione Civile. La loro realizzazione è stata premiata alla mostra/concorso "Sperimentando 2005" organizzata dall'Università di Padova. Per la sua valenza didattica, il progetto ha ricevuto nel 2006 il primo premio nazionale indetto dall'A.I.F. (Associazione per l'Insegnamento della Fisica) in memoria di A. Bastai Prat. Il sismografo è stato presentato al pubblico in numerose occasioni, assumendo anche un ruolo divulgativo non previsto inizialmente.

## 1 Introduzione

Alla base del presente lavoro sta la volontà di trattare in ambito interdisciplinare un tema già presente nel curriculum didattico scientifico, sviluppandone i vari aspetti teorici, sperimentali e pratici con gli strumenti caratteristici delle discipline coinvolte, nell'intento di fornire agli studenti una forma di conoscenza integrata e più equilibrata dell'argomento, assieme ad un aggancio concreto alla realtà esterna alla scuola e ad una maggiore motivazione allo studio scientifico della natura.

La sismologia viene identificata come ambito di lavoro comune, il tema è proposto agli studenti con la formula: Misuriamo il "respiro" della Terra?

I diversi contributi disciplinari provengono dalle scienze naturali (geologia, sismologia), dalla matematica (funzioni periodiche, applicazioni geometriche)

In collaborazione con Laura Agostini, I. P. S. I. A. "E. Fermi", piazzale Gardini 2, Verona e dalla fisica. In particolare, quest'ultima entra con aspetti di carattere tecnologico (progettazione e realizzazione di uno strumento), sperimentale (presa dati, monitoraggio e ricostruzione segnali) e teorico (propagazione di onde, oscillazioni, elementi di elettromagnetismo legati alla strumentazione). Va infine sottolineato il contributo portato dal personale della Protezione Civile, con approfondimenti legislativi, teorici e pratici sul ruolo e l'importanza della prevenzione.

## 2 Il progetto

Per la progettazione meccanica del sismografo, ci si è ispirati a un modello "storico" (vedi fig. 1), realizzato da D. J. Lehman negli anni '70 [1,2], ottimizzato in alcune parti in seguito allo studio della stabilità e sensibilità delle oscillazioni orizzontali.

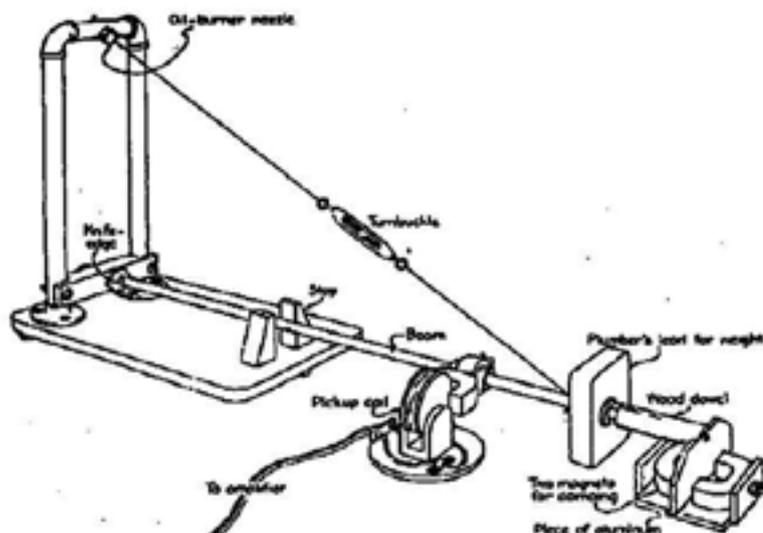


Figura 1: il progetto di D. J. Lehman

In vista dell'impiego nella rete di monitoraggio della Protezione Civile, lo strumento è stato quindi dotato di una scheda multicanale di amplificazione/filtro (SAMP10) comprensiva di trasformatore, e di una scheda analogico/digitale a 18 bits (SADC18), prodotte dalla ditta SARA snc di Perugia (3). I segnali vengono letti mediante il software 6MOWIN© da un computer dedicato. L'introduzione dell'amplificatore multicanale consente inoltre di integrare il sismografo con ulteriori sensori (ad esempio il geofono GS11D della SARA per oscillazioni verticali) e di impiegarlo così anche come centralina sismologica mobile indipendente.

### 3 La realizzazione

Volendo trasmettere agli studenti la convinzione che un'attività scientifica qualificata è alla portata di tutti e non richiede necessariamente attrezzature costose, nella scelta dei materiali per la parte meccanica si è optato per l'impiego di materiali di recupero o a basso costo: l'aspetto casereccio ed economico dello strumento è quindi voluto e non casuale (vedi fig. 2). Anche il computer attualmente collegato allo strumento è di recupero, grazie al fatto che il software di lettura e acquisizione per il monitoraggio sismico non richiede l'impiego di processori particolarmente sofisticati.



Figura 2: il sismografo in allestimento dimostrativo

Il lavoro può essere riassunto in tre fasi: un primo inquadramento teorico interdisciplinare, la progettazione e costruzione dello strumento, l'acquisizione dati e la loro interpretazione.

Il tempo dedicato al progetto durante due mesi di scuola è stimabile in 40 ore, di cui 20 di attività pomeridiane in presenza dei docenti, 10 all'interno del corso di fisica antimeridiano e 10 di attività autonoma di elaborazione.

### 4 Sviluppi

Il sismografo viene attualmente impiegato per scopi didattici nelle scuole e in corsi di aggiornamento per docenti; esso è stato esposto in diverse manifestazioni, riscuotendo interesse e lusinghieri riconoscimenti. È prevista la prosecuzione del progetto con la costituzione di una rete di monitoraggio sismico nelle scuole mediante la realizzazione di strumenti analoghi.

## 5 Conclusioni

- a) L'approccio costruttivo è insostituibile per trasmettere agli studenti il corretto ruolo degli strumenti e della tecnologia nell'ambito scientifico;
- b) I progetti interdisciplinari sono adeguati a sviluppare e valorizzare le capacità progettuali e trasversali degli studenti, spesso penalizzate nel curriculum scolastico;
- c) La realizzazione del sismografo è stata occasione di riflessione metodologica e trasmissione di strumenti concettuali e saperi difficilmente comunicabili con il solo insegnamento "ex cathedra";
- d) Lo strumento costruito dagli studenti si è rivelato efficace per illustrare l'approccio scientifico a un fenomeno naturale in contesti anche molto diversi tra loro, quali mostre scientifiche, attività "hands-on", corsi di aggiornamento per docenti, simposi sulla comunicazione scientifica.

## Referenze

- 1) Walker J., the Amateur scientist in: Scientific American 241, 1, 152 (1979), (trad. it. Scienza in Casa in Le Scienze, agosto 1979)
- 2) <http://psn.quake.net/lehman.txt> , <http://psn.quake.net/lehmnmod.html>
- 3) <http://www.sara.pg.it>

# COMUNICARE LA FISICA DELLE RELAZIONI SOLE-TERRA CON IL DISPOSITIVO TERRELLA

→ **Mauro Messerotti<sup>(a,b,c)</sup>, Roberto Baccomi<sup>(c)</sup>, Dario Iugovaz<sup>(c)</sup>, Jean Lilensten<sup>(d)</sup>**

<sup>(a)</sup> INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste, Loc. Basovizza n. 302, 34012 Trieste

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, via A. Valerio 2, 34127 Trieste

<sup>(c)</sup> INFN Sezione di Trieste, via A. Valerio 2, 34127 Trieste

<sup>(d)</sup> Laboratoire de Planétologie, Bâtiment de Physique D, BP 53, 38041 Grenoble Cedex, France

## Sommario

In questo lavoro si descrive brevemente la configurazione sperimentale di un dispositivo "Terrella" realizzato nei Laboratori INFN di Trieste nel 2006, evidenziandone gli aspetti didattici e divulgativi.

## 1 Introduzione

Nel 1600 il fisico inglese William Gilbert ideò la "Terrella" (piccola Terra), una sfera magnetizzata realizzata in magnetite, per simulare il magnetismo terrestre in laboratorio. Nel 1896, il fisico norvegese Kristian Birkeland mise a punto un dispositivo costituito da una Terrella sottoposta a scariche elettriche in una camera a vuoto per dimostrare perché le luci aurorali appaiono proprio in regioni di centro i poli magnetici della Terra.

Nel 2005 J. Lilensten ha sviluppato alcuni prototipi di dispositivo Terrella per sperimentazione in attività educative e divulgative. Ne ha quindi proposto la realizzazione per una serie di esercitazioni pratiche nell'ambito di una Scuola Internazionale Avanzata sulla Meteorologia dello Spazio (ICTP Centro Internazionale di Fisica Teorica Abdus Salam di Trieste, 2006) (Lilensten e Messerotti, 2008). Il prototipo utilizzato con successo durante la scuola è stato realizzato presso i Laboratori dell'INFN-Sezione di Trieste, con la collaborazione del Dipartimento di Fisica dell'Università di Trieste e dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste.

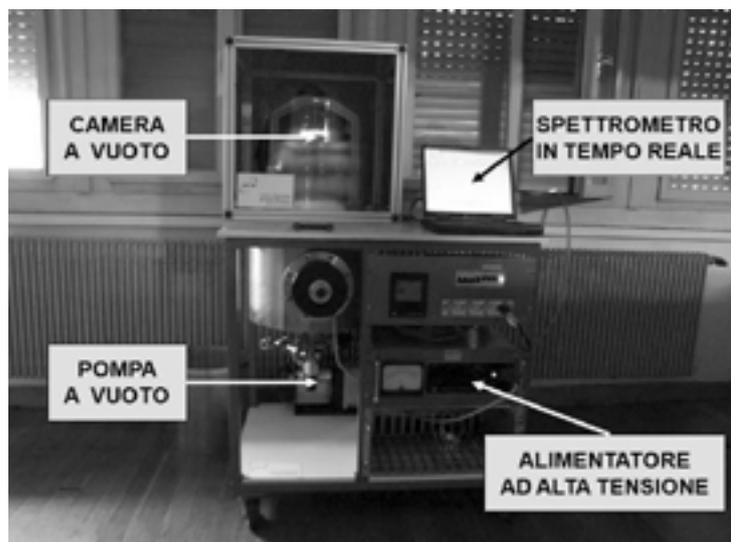


Figura 1: Componenti principali del dispositivo Terrella.

## 2 Struttura del dispositivo Terrella

Le principali componenti del dispositivo Terrella sono indicate in fig. 1, che mostra il prototipo collocato presso il Laboratorio Multidisciplinare (M-Lab) dell'ICTP. Una pompa a vuoto crea le condizioni richieste, cioè un basso vuoto dell'ordine di 10-1 mmHg affinché rimanga del gas residuo in una campana di vetro, dove è sospesa la Terrella magnetizzata. Un generatore di alta tensione consente di sottoporre la Terrella a scariche elettriche mediante un sistema di elettrodi secondo varie configurazioni che trasformano il gas residuo in un plasma luminoso dove il campo magnetico è più intenso. La radiazione emessa dal plasma viene analizzata in tempo reale con uno spettrometro. La fig. 2 mostra uno schema di dettaglio della Terrella, una sfera di alluminio sospesa alla sommità di un supporto di plexiglas mediante un filo conduttore. La sfera ospita al suo interno un magnete permanente ad alta magnetizzazione ( $B=1,21$  T), che simula il campo magnetico della Terra. Una serie di elettrodi di rame consente di realizzare diverse configurazioni operative, nelle quali la Terrella può fungere da anodo oppure da catodo con tensione 600-850 V e corrente 0,7-2,0 mA.

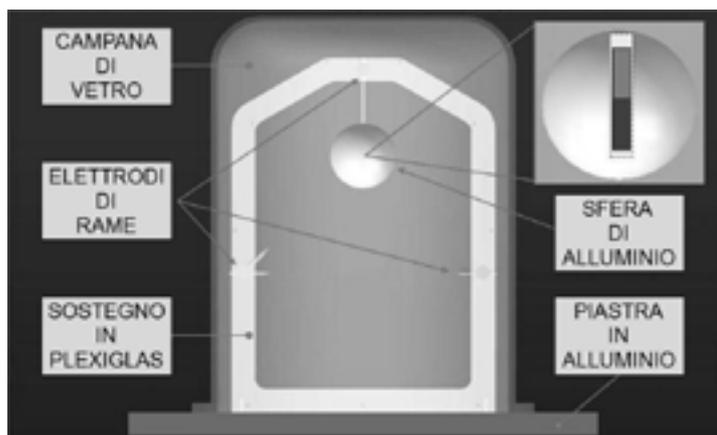


Figura 2: Schema della Terrella e del sistema di elettrodi.

### 3 Applicazioni

Il riquadro a sinistra della fig. 3 mostra un intenso anello luminoso equatoriale, che si ottiene con la Terrella in configurazione anodica, mentre il riquadro a destra mostra i due deboli anelli luminosi localizzati in prossimità dei poli del campo magnetico della Terrella in configurazione catodica. La ionizzazione del gas nella regione equatoriale e, rispettivamente, nelle regioni polari consente di introdurre la fisica della corrente ad anello e delle aurore polari terrestri e planetarie, come osservate su Giove e Saturno. Una serie di esercizi in tali ambiti è stata condotta durante la scuola all'ICTP.

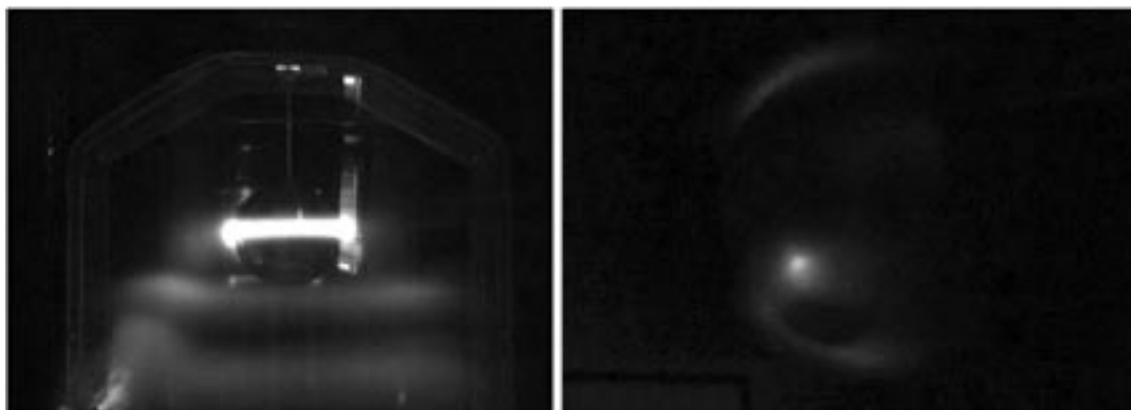


Figura 3: Intenso anello equatoriale (a sin.) e deboli anelli polari (a destra).

In seguito il dispositivo Terrella è stato impiegato con successo a Trieste nell'Open Day 2006 del Miramare Science Campus e nel corso del convegno Comunicare Fisica 2007 in attività per gli studenti e per il pubblico.

### 4 Conclusioni

Un dispositivo Terrella ha molte potenzialità per l'insegnamento della Fisica a tutti i livelli. Per queste applicazioni è richiesta la presenza di un operatore addestrato, mentre una versione non-assistita può essere realizzata per applicazioni museali, a scapito della flessibilità operativa. È allo studio una versione a basso costo per diffonderne l'uso a livello mondiale.

### 5 Ringraziamenti

Questo lavoro è stato portato a termine nell'ambito dell'Azione Europea COST 724 e del Sub-Task 02210 del progetto "Esplorazione del Sistema Solare" finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

#### Referenze

- 1) J. Liliensten and M. Messerotti, The Planeterrella, an outreach space weather experiment in COST 724, in Final Report (ed. J. Liliensten et al.) (Opocce, Bruxelles, 2008).

# FAR FARE FISICA: L'ESPERIENZA DEI LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DELL'INFN

→ Catalina Curceanu, Pasquale di Nezza, Franco Luigi Fabbri, Giovanni Mazzitelli

INFN Laboratori Nazionali di Frascati

## Sommario

I Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN hanno una lunga (più di 50 anni) tradizione nell'organizzare con successo varie attività per il largo pubblico, coinvolgendo i giovani e i meno giovani in azioni divertenti ed educative che aiutano a capire la ricerca, i suoi obiettivi, le sue modalità, orientando i ragazzi verso una carriera scientifica. Nella relazione sono brevemente presentate alcune di queste attività.

## 1 Introduzione

Ai LNF-INFN vengono ogni anno realizzate varie attività dedicate ai giovani e ai meno giovani, con l'intento di far capire gli obiettivi della ricerca fondamentale e le modalità, nonché le ricadute nella vita di tutti i giorni.

Fra queste attività menzioniamo quelle che vengono organizzate tutti gli anni, diventate tradizionali:

- Stages invernali ed estivi per ragazzi delle scuole superiori;
- Visite ai LNF-INFN per ragazzi provenienti da tutta l'Italia
- Corsi di formazione
- Matersclasses
- Attività dedicate ai più piccoli (progetto QUASAR)
- Open Day
- Concerto di Natale
- Incontri con autori
- Incontri di Fisica – per aggiornamento professionale degli insegnanti delle scuole superiori

Altre attività invece sono dedicate ad alcuni aspetti particolari della ricerca e vengono organizzate appositamente. Fra queste menzioniamo il progetto europeo CRESCERE, di cui parleremo brevemente in seguito.

Più informazioni sulle varie attività organizzate ai LNF-INFN, in tempo reale, si trovano sul sito web dedicato dei LNF: <http://www.lnf.infn.it/edu/>

curato e gestito dal SIS – Ufficio divulgazione e pubbliche relazioni.

## 2 Far' Fare Fisica: esempi di attività svolte ai LNF-INFN

### 2.1 Stages

Contribuiscono ad orientare i ragazzi verso una carriera scientifica e riscuotono grande successo. 40-50 studenti, provenienti dalle scuole dei Castelli Romani e Roma, ma anche da tutta l'Italia, selezionati dai loro docenti in base al curriculum scolastico, alle attitudini e motivazioni personali, vengono inseriti nelle attività di ricerca dei Laboratori.

Trascorrono un periodo con i gruppi sperimentali che hanno dato la propria disponibilità, imparando a conoscere le metodologie di lavoro proprie del mondo della ricerca ed ad usare tecniche e strumentazioni sotto la guida di ricercatori e tecnici.

Gli argomenti degli stages sono proposti in base al programma didattico svolto dai docenti scolastici che ne seguono l'andamento insieme ai tutori LNF.

Al termine degli stages, gli studenti elaborano e pubblicano sulla pagina WEB dei LNF, le loro relazioni negli argomenti scelti e i LNF rilasciano un attestato di frequenza con scheda di valutazione.

Indirizzi stages: Elettronica (Fig. 1), Informatica, Meccanica, Rivelatori e Fisica Ambientale. Indirizzi percorsi formativi: Particelle elementari, Teoria della Relatività, Le grandi idee della fisica moderna, Cosmologia e Radioprotezione.

### 2.2 Visite ai LNF-INFN

Ogni anno i LNF-INFN vengono visitati da più di 2500 ragazzi provenienti da tutta l'Italia e dall'estero (Olanda, Danimarca, Germania, Romania). Le varie attività vengono presentate, assieme ad una visita all'acceleratore DAΦNE, agli esperimenti KLOE, FINUDA e SIDDHARTA, nonché all'antenna gravitazionale NAUTILUS.



Figura 1: Ragazzi durante uno stage in elettronica presso i LNF-INFN.

### 2.3 Progetto QUASAR

Per i più piccoli (ragazzi di 10-12 anni di età) vengono organizzate visite dei ricercatori alle scuole, seguite dalla visita dei ragazzi, assieme ai loro professori ai LNF-INFN. Il linguaggio e le modalità sono adeguati a ragazzi della loro fascia di età – in modo tale da rendere il tutto più accattivante possibile.

### 2.4 Progetto CRESCERE (Cosmic Rays in an European School Environment: a Remote Experiment)

Rappresenta un progetto Europeo, finanziato nell'ambito del FP6; svoltosi nel 2006. Hanno partecipato più di 200 scuole di 3 paesi diversi: Italia, Romania e Portogallo; i ragazzi delle scuole hanno avuto la possibilità di effettuare in remote esperimenti sui raggi cosmici; il progetto è stato presentato in una presentazione dedicata a Comunicare Fisica.



Figura 2: Ragazzi del liceo "Mihai Viteazul" Sfintu Ghoerghe Romania, assieme alla loro professoressa, hanno partecipato a CRESCERE

## 3 Conclusioni

I LNF-INFN hanno una lunga e consolidata tradizione nell'organizzare attività per i ragazzi e per il largo pubblico; il successo è misurato, da una parte, dal numero di ragazzi che seguono – motivati anche da queste attività – una carriera scientifica, e dall'altra, dalla diffusione della cultura scientifica al largo pubblico.

# SPERIMENTANDO – MOSTRA SCIENTIFICA INTERATTIVA

## → Ariella Metellini

Segretaria Sezione di Padova dell'Associazione per l'Insegnamento della Fisica  
Presidente Comitato Tecnico Scientifico Mostra Sperimentando  
Curatrice Mostra Sperimentando

### Sommario

La mostra scientifica interattiva Sperimentando viene organizzata annualmente a Padova e nel 2008 vedrà la sua settima edizione. Pur seguendo proposte analoghe di esperimenti interattivi realizzati con materiale anche molto semplice presenta alcune caratteristiche di originalità: gli attori principali sono gli studenti e gli insegnanti che, con il sostegno di enti locali e istituzioni scientifiche, progettano ed allestiscono gli apparati in mostra sia attraverso una rete di scuole promotrici sia attraverso un concorso bandito annualmente tra gli studenti delle scuole del Veneto. Anche le scuole ad indirizzo artistico vengono coinvolte: sono chiamate, attraverso un altro concorso, a proporre una locandina significativa per la mostra. I visitatori sono prevalentemente studenti; studenti o neolaureati sono pure le guide così che la comunicazione avviene attraverso un linguaggio condiviso che favorisce la comprensione. Informazioni su <http://sperimentando.lnl.infn.it>

### 1 La mostra Sperimentando

La mostra Sperimentando nasce nel 2002 dalla convergenza di iniziative volte ad incrementare l'interesse delle nuove generazioni per gli studi scientifici.

Un gruppo di insegnanti, per stimolare i propri studenti allo studio delle materie scientifiche, aveva realizzato, con il sostegno del Comune di Padova, la mostra "Esperimenti e giochi per imparare" con esperimenti di scienze, fisica e chimica che annualmente proponeva anche agli studenti di altre scuole secondarie della Provincia di Padova. Università ed Enti di ricerca si ponevano il problema di promuovere attività per favorire le iscrizioni alle facoltà scientifiche ed invertire la tendenza negativa degli ultimi anni. Dall'incontro tra gli insegnanti, i Laboratori Nazionali di Legnaro dell'INFN e l'Università degli studi di Padova è nata l'idea di mettere insieme esperienze e risorse. Così parte la mostra scientifica interattiva Sperimentando che annualmente, per un periodo che si è dilatato sino alle attuali 4 settimane, viene proposta a Padova agli studenti di tutte le scuole del Veneto e alla popolazione.



Figura 1: Visitatori in uno stand di Scienze Naturali

Si tratta di una mostra realizzata prevalentemente da studenti e insegnanti per studenti e insegnanti che si va sempre più arricchendo per soddisfare anche le esigenze di cittadini curiosi di tutte le età: nel 2007 su 6.300 visitatori, 3.800 sono stati studenti portati dalle scuole, 2.500 pubblico eterogeneo.

È una mostra con esperimenti di scienze, chimica e fisica, preparati prevalentemente in maniera artigianale e con materiali di facile reperibilità, che possono facilmente essere riprodotti dagli studenti che visitano la mostra o dai loro insegnanti. Si cerca in tal maniera di stimolare l'interesse all'aspetto sperimentale nell'insegnamento della fisica e delle scienze in genere. Si tratta di circa 200 apparati che i visitatori vengono invitati a toccare per verificare i fenomeni illustrati. Non mancano alcuni pezzi più sofisticati forniti dal museo di Storia della Fisica di Padova, dall'INFM o dall'INFN per illustrare le attività di ricerca in fisica.

## 2 Aspetti originali di questa iniziativa

- Un quinto del materiale esposto è realizzato dagli studenti che partecipano all'allestimento della mostra attraverso il concorso "Sperimenta anche tu" che li stimola a realizzare e a sottoporre al vaglio dei visitatori un esperimento funzionante. Questo permette di avere ogni anno una sezione della mostra completamente nuova. *Accanto un lavoro presentato nel 2004 sulla conservazione dell'energia.*



- Anche il materiale di divulgazione è prodotto dagli studenti. Questi attraverso un secondo concorso "L'Arte sperimenta con la Fisica" vengono invitati a proporre una locandina per la presentazione della mostra in cui l'immagine logo sia significativa per *Sperimentando* o sia essa stessa un esperimento, per esempio sulla percezione visiva. *Accanto una delle proposte degli studenti per la locandina del 2003.*



- Il pubblico è assistito da numerose guide, che sono studenti universitari o neolaureati e in qualche caso studenti delle scuole promotrici, consentendo la formazione di piccoli gruppi di visitatori (~10 persone) che possono effettivamente interagire con gli apparati esposti.
- Pur essendo la sezione di fisica la più ricca, ci sono due sezioni di chimica e scienze molto articolate e ampie. Aspetti diversi di uno stesso fenomeno vengono spesso messi in evidenza dalle diverse discipline.
- Molti apparati sono semplici per invogliare i visitatori a riprodurli.



Figura 4: ragazzi sperimentano assistiti da una guida.

Le difficoltà di chi insegna spesso sono legate all'incapacità degli studenti di comprendere il linguaggio dell'insegnante. Guide giovani, studenti o neo laureati, utilizzano lo stesso linguaggio dei ragazzi che arrivano con i loro insegnanti per visitare la mostra e la comunicazione risulta più facile e favorisce la comprensione. Importante è anche la volontà delle giovani guide di mettersi in gioco e di sforzarsi ad essere coinvolgenti, chiare e stimolanti per i visitatori che accompagnano, adeguando la loro presentazione all'età di chi le ascolta.

### 3 Eventi collegati

Arricchiscono la mostra molti eventi particolari come

- ascensioni in mongolfiera,
- gare di razzi ad acqua,
- voli d'aquiloni,
- osservazioni al telescopio,
- conferenze-spettacolo del CICAP e del Club Sommozzatori di Padova
- dimostrazioni della Polizia Scientifica

### 4 Enti coinvolti

Negli anni Sperimentando ha coinvolto un numero sempre maggiore di enti:

il Comune di Padova - la Provincia di Padova - la Regione del Veneto

l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - l'Università di Padova

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche con l'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia

l'Associazione per l'Insegnamento della Fisica

sei Istituti Superiori Padovani

la Direzione Generale dell'Ufficio Scolastico Regionale del Veneto

la Camera di Commercio di Padova,

la Fondazione della Cassa di Risparmio di PD e RO e numerosi sponsor

### 5 Alcuni numeri di Sperimentando 2007

- 6.277 i visitatori,
- 319 gli studenti che hanno partecipato al concorso "Sperimenta anche tu" presentando 39 esperimenti,
- 11 gli studenti che hanno partecipato al concorso "L'Arte sperimenta con la Fisica" presentando 39 progetti grafici,
- 56 le persone, tra organizzatori e collaboratori, che hanno provveduto all'allestimento ed alla gestione dell'iniziativa,
- 30 le guide tra studenti e neolaureati che si sono alternate con alcuni docenti delle scuole promotrici nell'assistenza ai visitatori.



Figura 5: folla domenicale.

# LO SCIENZIATO DEVE COMUNICARE? DECALOGO BREVE AUTOREDATTO

→ Pasquale Di Nezza, Franco Luigi Fabbri

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Frascati, via E.Fermi 40, 00044 Frascati (Roma)

## Sommario

La condivisione della ricerca e dei risultati scientifici è parte integrante del mondo scientifico. Rimane la questione su chi può o chi è più idoneo a divulgare la scienza. Si cercherà di delineare dei punti che evidenzino il ruolo dello scienziato in questa prospettiva.

### 1 Necessità di comunicare la scienza

Negli ambienti scientifici e nella società tutta si sta affermando il concetto che la comunicazione è l'istituzione sociale della scienza. Sembra un concetto dettato dalle enormi e continue ricadute che la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica ha avuto negli ultimi decenni; al contrario trova la sua prima formulazione già con la percezione sociale della rivoluzione industriale quando cadono molti degli "obblighi di segretezza" riservati alla scienza che diventa oggetto pubblico. Per fortuna, dopo un recente periodo dove la parola "scienza" ha avuto un suono oscuro ed era sinonimo di dubbi o di pericolo, si percepisce un nuovo interesse nella divulgazione scientifica che diventa, o diventerà presto, una necessità sociale. Anche se le facoltà universitarie scientifiche mostrano ancora una stasi nel numero degli iscritti e i limitatissimi fondi per la ricerca<sup>1</sup> creano problemi di gestione e di fuga di cervelli, i musei della scienza richiamano sempre più visitatori, gli eventi scientifici o le trasmissioni televisive fanno registrare grande interesse da parte del pubblico.

Tale sperata necessità sociale può essere separata in due grandi linee: la necessità di "comunicare la scienza" e la necessità di "educare alla scienza". La prima può essere identificata nell'azione di raccogliere l'informazione scientifica e trasferirla, con un linguaggio non tecnico, al grande pubblico. Tale linea comunicativa può essere affidata al giornalista scientifico come allo scienziato e, non ultimo, all'insegnante scolastico. E' bene sottolineare subito che il concetto di "comunicare la scienza" non consiste solo nel tradurre il linguaggio tecnico mirando a colmare il divario di conoscenze dall'addetto ai lavori con la gente comune, deve invece creare un ponte tra le due entità sociali. Tale ponte non può e non deve essere solo unidirezionale perché, come si vedrà, la scienza ha finalmente imparato che il feedback che ottiene dalla comunicazione gioca un importante ruolo nella costruzione della ricerca scientifica e tecnologica. Il lavoro di educare alla scienza è invece più consono alla figura dello scienziato. Come si chiarirà nel prosieguo, quest'ultimo ha delle peculiarità che rendono la sua figura unica nel contesto comunicazione-scienza.

### 2 Perché lo scienziato

Sono molte le peculiarità che distinguono la persona che lavora fattivamente e in prima persona nel campo della ricerca che lo distinguono da colui che, a contatto con lo scienziato, ha il "solo" compito di divulgare la scienza. Innanzitutto lo scienziato ha una conoscenza dinamica della scienza che gli permette di inserire una certa scoperta all'interno di un contesto non solo spaziale ma temporale. A ciò si aggancia il concetto che lo scienziato è il primo anello della comunicazione e come tale possiede una quantità di informazioni non diluita.

Le ricadute della ricerca scientifica ma, ancora di più, le implicazioni a lungo termine del lavoro di ricerca sono più facilmente a disposizione, se non addirittura direttamente decise, dallo scienziato.

Dall'analisi delle impressioni che il pubblico riceve nel visitare i grandi laboratori di ricerca, uno degli aspetti che più colpiscono ed interessano il visitatore è il contatto personale con lo scienziato. In tale ottica sono stati sviluppati metodi di comunicazione interattivi<sup>3</sup> che trovano la loro naturale locazione in un laboratorio di ricerca<sup>2</sup> sotto la guida di un ricercatore. In tale panorama è molto più facile ed altamente efficiente introdurre un metodo tipo *scaffolding* dove si comunica spostando, almeno in parte, la responsabilità dell'apprendimento sull'audience. Un concetto che è stato ultimamente rivalutato ed è esplicitamente richiesto in molti progetti di finanziamento (p.es. progetti europei tipo "Programma Quadro") è il grado o la capacità di "disseminazione" dei risultati o, ancora, l'obbligo per gli enti di ricerca pubblici ad avere organi di comunicazione esterna. Se da un lato è importante che i cittadini conoscano ed apprezzino quello che si fa nei laboratori di ricerca onde fornire

---

<sup>1</sup> L'investimento dell'Italia nella ricerca è il più basso dei paesi sviluppati.

<sup>2</sup> Studio effettuato nei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN con un flusso di visitatori annuo che si aggira sulle 5000 unità.

<sup>3</sup> Alcune iniziative presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN: Apriamo la mente, Incontri di Fisica, Quasar, Scienza per Tutti, Scuola e Scienza, Students Stages.

sostegno e talenti per favorire lo sviluppo, dall'altro la capacità di rendere partecipe la comunità di una ricerca scientifica non è solo a beneficio della società, ma migliora e completa il processo lavorativo dello scienziato: la comunicazione identifica, legittima e crea consensi. Tale concetto è alla base della più importante idea di conoscenza globalizzata e che può meglio definirsi come: condivisione della responsabilità. Storicamente gli scienziati sono stati tacciati, a giusta o sbagliata ragione, di gravi responsabilità negli accadimenti della società. Se lo scienziato comunica i benefici ed i rischi della ricerca, rende la comunità corresponsabile nello sviluppo ed applicazione della ricerca stessa<sup>4</sup> oltre che a stabilire un rapporto di reciproca fiducia.

Nel comunicare si può cadere facilmente in molti errori che sminuiscono il ruolo della scienza dando, a volte, una visione falsata del ricercatore e del suo lavoro. Un primo aspetto che sta molto a cuore allo scienziato è di non dare un'impressione magica o fantastica della scienza. I risultati di una ricerca non devono mai apparire come estratti da un cilindro magico o provenienti da una comunità di supereroi. Nella comunicazione fatta dallo stesso scienziato si evince che il lavoro di ricerca si basa sull'impegno, la tenacia e la preparazione di persone normali; potrà sparire così l'inutile sovradosaggio di sacralità che molte persone percepiscono. Sarà inoltre cura del ricercatore evitare sensazionalismi a tutti i costi. In tale ottica, ma molto di più nell'ambito professionale di ricerca che di comunicazione, le capacità comunicative non devono prevalere sulle qualità scientifiche: non devono prevalere le ragioni di chi comunica meglio, ma di chi ha migliori argomenti, vale a dire risultati scientifici. Come è facile intuire, errori in questo senso minerebbero tutti gli aspetti positivi e distintivi qui illustrati che distinguono e caratterizzano lo scienziato. Lo stesso scienziato dovrebbe essere il garante di una eccessiva deriva populista, da un lato, o tecnocratica, dall'altro, nella gestione e nelle scelte della comunità scientifica di un paese.

### 3 Breve decalogo

Come una sorta di sommario delle considerazioni finora espresse, se può riassumere la necessità di vedere lo scienziato primo attore nella divulgazione scientifica con le seguenti dieci note. Lo scienziato

1. ha una conoscenza dinamica della scienza;
2. è il primo anello della catena della comunicazione;
3. conosce o è lui stesso l'autore delle implicazioni a lungo termine del lavoro di ricerca;
4. ha necessità che ci sia una condivisione della responsabilità dei risultati scientifici;
5. è fortemente richiesto per un contatto diretto con il pubblico;
6. è obbligato ad effettuare un'efficiente disseminazione dei risultati;
7. cura direttamente la comunicazione interattiva nei laboratori di ricerca;
8. si sente legittimato nel suo lavoro se la comunicazione porta ad una condivisione dei risultati con tutta la collettività;
9. è più propenso a minimizzare i "pericoli" insiti nella comunicazione;
10. è colui che crea la conoscenza scientifica ed ha il dovere di comunicare!

#### Referenze

- 1) Sito web della Ricerca Italiana: <http://www.ricercaitaliana.it/>
- 2) G.Corrada, Comunicare la scienza, I quaderni di MdS, Luglio 2005.
- 3) G.Quaranta, Conoscenza, responsabilità e cultura ..., Jcomm 6 (4), Dic 2007.
- 4) Y.Calstelfranchi, La scienza in piazza. ..., Jcomm, 2, Giu 2002.

---

<sup>4</sup> Tale tema è il filo conduttore del libro "I fisici" di Friedrich Dürrenmatt.

# FISICA PER LE MIE ORECCHIE

→ Carlo Andrea Rozzi

Centro di Ricerca Nazionale di CNR-INFM S3 (nanoStructures and bioSystems at Surfaces),  
Dipartimento di Fisica, Università di Modena e Reggio Emilia, via Campi 213/a, Modena

## Sommario

Sono descritti per punti essenziali gli obiettivi principali del sito web <http://fisicaondemusica.unimore.it>, e i metodi utilizzati per conseguirli. Il sito è stato creato negli anni 2006 e 2007 come parte delle attività svolte dal Dipartimento di Fisica dell'Università di Modena e Reggio Emilia nell'ambito del Progetto Lauree Scientifiche (PLS), con il supporto del centro di ricerca CNR-INFM S3 di Modena.

## 1 Obiettivi

Il progetto "Fisica, onde Musica" è nato dalla collaborazione di un gruppo di persone aventi preparazione e interessi incrociati nell'ambito della fisica e della musica<sup>1</sup>. In generale, concordemente alle finalità del PLS ci siamo proposti di attingere dal campo dell'acustica musicale e della fisica delle onde per stimolare l'interesse dei giovani allo studio della fisica, e, simultaneamente, fornire agli insegnanti una fonte di materiale multimediale per la didattica. I nostri obiettivi prevedono che l'utente sia messo in grado di: 1) visualizzare facilmente ed efficacemente i fenomeni ondulatori nel dominio del tempo; 2) collegare le nozioni elementari e i concetti presenti nei comuni libri di testo a situazioni ed esempi più realistici e attuali; 3) fare esperienza in prima persona dell'atteggiamento scientifico verso i fenomeni naturali, constatandone l'applicazione in casi semplici, e riconoscendone il potere unificante e predittivo; 4) riconoscere appieno la portata culturale, e non solo il contenuto tecnico della fisica.

## 2 Destinatari

Abbiamo organizzato l'ipertesto su due livelli. Il livello più elementare è particolarmente adatto a tutti coloro che, pur non possedendo una specifica preparazione scientifica, sono interessati ai fenomeni sonori, al mondo delle onde, sono curiosi di conoscere i collegamenti tra la scienza dei suoni e la musica, e cercano strumenti semplici e interattivi che permettano di "toccare con mano" i fenomeni ondulatori. Le pagine di questa sezione sostanzialmente non fanno uso di formule, e, oltre al testo, contengono disegni, animazioni, suoni, musiche, filmati, e *applet* interattivi<sup>2</sup>. Il livello più avanzato è dedicato invece a chi, pur possedendo già una preparazione scientifica di base, vuole approfondire o aggiornare le proprie nozioni, o "renderle vive" tramite la sperimentazione interattiva. Questo livello contiene, tra l'altro, percorsi didattici che possono essere impiegati dai docenti per guidare gli studenti attraverso il livello più semplice dell'opera, sfruttandone appieno le potenzialità<sup>3</sup>. Tutto il materiale è liberamente fruibile e adattabile alle esigenze dei docenti, in quanto è distribuito nei termini di una licenza Creative Commons<sup>4</sup>.

## 3 Metodi

1) *Espansione dello spettro dei collegamenti di ogni argomento.*

Per proporre l'immagine della fisica come di un'efficace descrizione della realtà nella sua complessità, e non come un semplicistico e artificioso insieme di regole, abbiamo cercato, anche per i concetti più elementari, di portare esempi provenienti da campi e discipline diverse, come si vede nell'articolato percorso<sup>5</sup> che dalla teoria generale della risonanza conduce al funzionamento delle antenne, all'analisi delle vibrazioni nei ponti, alla progettazione degli smorzatori sismici, alla risposta in frequenza degli strumenti musicali, ecc. Nelle pagine dedicate alla percezione del suono<sup>6</sup>, dalla pura meccanica fisiologica dell'orecchio si giunge all'esemplificazione degli effetti e delle illusioni acustiche attraverso esempi sonori appositamente creati e commentati.

2) *Collegamento delle nozioni elementari ad esempi tratti dal mondo reale.*

Spaziando dalle semplici curiosità alle applicazioni tecnologiche recenti si alimenta l'attitudine a non accettare la realtà così come appare, ma ad indagarne i fenomeni. In questo campo, particolarmente utile è l'analisi

---

<sup>1</sup> Luca Antignani, compositore; Brunella Brunatti e Andrea Spagni, insegnanti di fisica nella scuola media superiore; Luca Cattani, informatico; oltre allo scrivente.

<sup>2</sup> Per offrire un'immediata panoramica gli oltre 1200 file multimediali sono raccolti in gallerie, sempre presenti nella barra di navigazione.

<sup>3</sup> In [http://fisicaondemusica.unimore.it/Categoria\\_Percorsi.html](http://fisicaondemusica.unimore.it/Categoria_Percorsi.html) i percorsi didattici sono raccolti e classificati per comodità di consultazione, mentre sono citati individualmente nel testo, dove appropriato.

<sup>4</sup> Attribuzione, non commerciale, condividi allo stesso modo 3.0 - Italia; <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.it>

<sup>5</sup> Si veda <http://fisicaondemusica.unimore.it/Risonanza.html>.

<sup>6</sup> Si veda [http://fisicaondemusica.unimore.it/Percezione\\_del\\_suono.html](http://fisicaondemusica.unimore.it/Percezione_del_suono.html).

delle proprietà degli strumenti musicali. Nelle varie pagine ad essi dedicate<sup>7</sup> molti campioni sonori sono stati registrati dal vivo, e sono discussi e analizzati nel testo utilizzando software libero, o comunque scaricabile gratuitamente. L'esperienza dell'utente investe così due fasce sensoriali (udito e vista), e le integra nel processo di astrazione e modellizzazione dei fenomeni proprio della fisica.

### 3) *Dall'acustica fisica alla musica*

Il riferimento alla musica permette di ampliare il pubblico potenzialmente interessato a visitare il sito, perché evidenzia le connessioni profonde che intercorrono tra l'"hardware" della produzione musicale (come gli strumenti, la struttura e le caratteristiche fisiche e fisiologiche dell'orecchio, le modalità di propagazione del suono negli ambienti, ecc.), e il "software" interpretativo (che comprende la complessità della percezione umana, la teoria delle scale musicali, l'armonia, ecc.). In un'apposita sezione<sup>8</sup> abbiamo evidenziato, attraverso la proposta di esempi ragionati, le relazioni mai ovvie tra le qualità fisiche, quelle percettive, e quelle sintattiche e semantiche di svariati esempi musicali provenienti da ambiti del tutto differenti.

### 4) *Domande e risposte*

Abbiamo utilizzato la forma delle domande e risposte<sup>9</sup> per sfruttare la naturale curiosità degli studenti verso alcuni fenomeni e convogliarla verso un percorso più strutturato e non superficiale. La maggior parte delle domande è stata raccolta direttamente nelle aule scolastiche per mezzo di un questionario. Altre provengono dai forum scientifici, o sono state ispirate da materiale di pubblico dominio (per es. filmati di youtube) che riporta fenomeni curiosi, o particolari. Le risposte sono state curate in modo da fornire un'ampia scelta di collegamenti all'interno del sito.

### 5) *Interattività*

Come sarà ormai chiaro, ogni sezione dell'opera è illustrata attraverso l'abbondante utilizzo di materiale multimediale non interattivo. Si è preferito concentrare tutta l'interattività in due soli *applet java*<sup>10</sup> in cui è stato codificato un gran numero di esperienze sulla fisica ondulatoria, e sull'analisi e sintesi di Fourier. Accanto alla *modalità guidata*, in cui si può assistere allo svolgersi di una particolare esperienza, avendone in controllo i parametri di stato, entrambe le applicazioni offrono una *modalità libera* che permette all'utente di inventare e realizzare le proprie esperienze controllandone interattivamente i parametri e l'andamento.

---

<sup>7</sup> Si veda <http://fisicaondemusica.unimore.it/Violino.html>, e simili.

<sup>8</sup> Si veda in [http://fisicaondemusica.unimore.it/Pagina\\_principale.html](http://fisicaondemusica.unimore.it/Pagina_principale.html) la sezione "La musica e gli strumenti musicali".

<sup>9</sup> Raccolte in [http://fisicaondemusica.unimore.it/Domande\\_e\\_risposte.html](http://fisicaondemusica.unimore.it/Domande_e_risposte.html), pagina a sua volta suddivisa in dieci sotto-sezioni tematiche.

<sup>10</sup> Si veda [http://fisicaondemusica.unimore.it/Categoria\\_Applets.html](http://fisicaondemusica.unimore.it/Categoria_Applets.html).

# COMUNICARE FISICA ATTRAVERSO LO SPORT

→ Anna Gregorio<sup>(a,b)</sup>, Marco Budinich<sup>(a,b)</sup>, Mario Fabretto<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, Via Valerio 2, 34127 Trieste

<sup>(b)</sup> INFN sezione di Trieste, Padriciano 99, c/o Area Science Park, 34012 Trieste

<sup>(c)</sup> AMSI, Associazione Maestri di Sci e Snowboard del Friuli Venezia Giulia

## Sommario

Scopo dell'iniziativa è di far avvicinare i giovani alla scienza e in particolare alla Fisica tramite il naturale connubio della fisica con lo sport. L'abbinamento "Fisica e Sport" è dettato dalla consapevolezza che spesso trascuriamo il fatto che la Fisica è alla base di molte delle attività comuni di ogni giorno. Lo sport è solo una delle applicazioni pratiche della fisica che coinvolge tutta la popolazione.

## 1 Introduzione

L'abbinamento "Fisica e Sport" è dettato dalla consapevolezza che spesso trascuriamo che la Fisica è alla base di molte delle attività comuni di ogni giorno. Lo sport è solo una delle applicazioni pratiche della fisica che coinvolge tutta la popolazione, soprattutto in una città come Trieste.

Queste idee stanno alla base dell'evento organizzato dal Dipartimento di Fisica dell'Università di Trieste: "Fisica e Sport" il cui programma è disponibile in rete [2].

"Fisica e Sport" risulta per noi uno dei modi per comunicare ai giovani in particolare ma agli appassionati di sport in generale, come la fisica possa essere pensata in modo semplice e a disposizione di tutti.

Nell'ambito di "Comunicare Fisica" si è proposta una relazione che evidenzia come l'idea di parlare ai giovani di un'attività a loro molto vicina, abbinando un ricercatore ad uno sportivo professionista e poi coinvolgendoli in una attività pratica, possa aiutare ad avvicinare il mondo della fisica a quello della loro vita quotidiana.

Si descriveranno dapprima le motivazioni della scelta dell'argomento, di seguito l'organizzazione dell'evento e le modalità di coinvolgimento degli "appassionati". Infine verranno forniti i primi risultati del progetto.

## 2 Motivazione

"Fisica e sport" è un tema con doppia valenza: lo sport come mezzo per spiegare le leggi della fisica e la fisica per capire lo sport e per migliorare i risultati sportivi.

Molti fenomeni della vita di ogni giorno, inclusi quelli riguardanti gli sport più popolari, rientrano nel campo della fisica classica. Concetti come posizione, velocità, accelerazione, forza, energia, potenza, momento, principi e leggi fisiche come le leggi di Newton, il principio di Archimede, la meccanica e la dinamica del punto materiale come pure la più complessa meccanica dei corpi in rotazione, trovano applicazione in molti sport. Usando i principi della fisica si possono elaborare semplici modelli per descrivere in prima approssimazione la realtà nell'ambito di alcuni sport, in particolare dello sci alpino e della vela.

La fisica studia da un punto di vista teorico quello che gli sportivi sperimentano sul campo. Si può partire dall'esperienza personale per capire la fisica e attraverso lo sport possiamo cercare di trasferire i concetti fisici, tradizionalmente considerati difficili, in modo intuitivo e quindi più semplice. Con lo sport possiamo avvicinare il mondo di tutti i giorni alla fisica.

## 3 Organizzazione dell'Evento "Fisica e Sport"

In una prima fase il progetto, diretto agli studenti delle scuole superiori e in generale a tutti gli interessati all'argomento, coinvolge due sport, la vela e lo sci alpino, e si svolge in due fasi distinte, una parte dedicata a seminari ed una parte pratica.

Per ciascuno sport, i seminari sono tenuti in sintonia fra uno sportivo del settore da una parte e un ricercatore di fisica dell'Università dall'altra.

### 3.1 Partecipanti

#### 3.1.1 Istituti Scolastici

Gli istituti scolastici sono stati contattati tramite l'utilizzo delle liste *e-mail* dei docenti, già in possesso del servizio "orientamento" del Corso di Laurea in Fisica, e tramite comunicazione a tutte le società sportive (sci e vela) in regione. Il coinvolgimento delle società sportive si è rivelato molto efficace e ha permesso di riunire molti interessati.

### 3.1.2 Oratori

In questa prima fase del progetto sono stati proposti due sport, lo sci alpino e la vela.

Per lo sci alpino il seminario a carattere scientifico è stato proposto dall'autore MF, presidente dell'Associazione Maestri di Sci del Friuli Venezia Giulia e laureato in Fisica presso la nostra Università. Durante il seminario è stato co-adiuvato da Andrea Giordano, atleta azzurro di sci alpino e allenatore.

Per la vela, il seminario è stato tenuto in collaborazione fra l'autore AG (ricercatore di fisica presso questa Università) e Massimo Giorgianni, allenatore nazionale classe Optimist.

I seminari erano improntati a spiegare in maniera semplice ed intuitiva la fisica alla base dei due sport. In fig. 1 alcune foto scattate durante i seminari.



Figura 1: Fotografie scattate durante i seminari

Con l'aiuto dello sportivo si è cercato di mettere in evidenza l'esperienza personale sul campo che può essere poi percepita a livello dello sportivo anche non professionista. Inoltre per facilitare la comprensione della fisica alla base, abbiamo cercato di proporre analogie e differenze nei vari sport, come mostrato ad esempio in fig. 2.

LIVELLO	ASPETTI DOMINANTI	LIVELLO	ASPETTI DOMINANTI
<b>CORPO UMANO</b> caratteristiche atletiche	<b>MOVIMENTI</b> Biomeccanica: abilità individuali	<b>AMBIENTE</b> caratteristiche ambientali	<b>GRAVITÀ, SPINTA DI ARCHIMEDE, ATTRITI</b> forze naturali (uguali per tutti)
<b>ATTREZZO</b> caratteristiche specifiche	<b>GEOMETRIE - PROPRIETÀ MECCANICHE</b> tecnologie costruttive: variabili da attrezzo ad attrezzo		<b>INTENSITÀ DEL VENTO</b> forza naturale (uguale per tutti), strategia e tattica (abilità individuale)
<b>AMBIENTE</b> caratteristiche ambientali	<b>GRAVITÀ - ATTRITI</b> forze naturali: uguali per tutti	<b>ATTREZZO</b> caratteristiche specifiche	<b>GEOMETRIE E PROPRIETÀ MECCANICHE</b> tecnologie costruttive: distribuzione dei pesi, forma della barca, forma e materiale delle vele (variabili)
		<b>CORPO UMANO</b> caratteristiche "atletiche"	<b>MOVIMENTI</b> Biomeccanica (abilità individuale), massa

Figura 2: Esempio di analogie fra i due sport: sci (a sinistra) e vela (a destra)

## 4 Risultati Preliminari e Conclusioni

Agli studenti è stato proposto un questionario per identificare i partecipanti, capire l'efficacia delle lezioni tramite semplici domande di fisica sportiva, capire l'interesse e l'utilità del progetto. Purtroppo al momento del convegno il programma era appena iniziato per cui la statistica era limitata a poche decine di risposte.

I primi risultati sono stati comunque molto incoraggianti, con una notevole partecipazione di studenti e docenti. Di recente il programma è stato esteso a "Scienza&Sport", nell'ambito del Progetto Lauree Scientifiche [3].

## 8 Ringraziamenti

Ringraziamo tutti i partecipanti al Progetto "Fisica e Sport" e coloro che hanno coadiuvato nella sua organizzazione, in particolare Nadia ed Erica.

### Referenze

- 1) D. Lind, S.P. Sanders, Skiing at the triple point. AIP Press Springer 1996
- 2) <http://physics.units.it/didattica03/orientamento/fisicaesport.php>
- 3) <http://www.laureescientifiche.units.it/>

# MAGIC, UNA FINESTRA SULL'UNIVERSO

## → Francesco de Sabata

Dipartimento di Fisica, Università degli studi di Udine, via delle Scienze 208, Udine  
INFN sezione di Trieste/Udine, via A. Valerio 2, Trieste  
Liceo scientifico statale "G. Galilei", via s. Giacomo 11, Verona

### Sommario

Il telescopio MAGIC per lo studio delle sorgenti astrofisiche gamma da Terra impiega lo specchio ottico più grande attualmente in funzione; dall'autunno 2008, un secondo telescopio gemello permetterà di realizzare osservazioni stereoscopiche di precisione e sensibilità ancora maggiori (MAGIC II). Per l'interesse scientifico dei risultati ottenuti e le peculiarità tecnologiche nella sua realizzazione, l'esperimento MAGIC è stato presentato anche in diverse manifestazioni non specialistiche e in alcune scuole. La necessità di suscitare interesse e rendere comunque efficace la comunicazione degli aspetti fondamentali dell'esperimento anche a un pubblico con diversi livelli di preparazione ha suggerito lo sviluppo di alcuni poster, come quelli esposti in questo convegno.

### 1 Introduzione

L'astrofisica è un campo di indagine scientifica in rapidissima espansione e sicuramente uno di quelli che fornisce i risultati più eclatanti e di presa immediata anche sul grande pubblico.

L'opportunità riconosciuta per le ricerche in astrofisica è legata alle questioni fondamentali sottostanti, quali la struttura e l'evoluzione dell'Universo, l'esistenza di nuove forme di materia, la possibilità di diverse forme di vita; tra gli strumenti di frontiera per tali studi vi sono i telescopi gamma, sensibili alle sorgenti astrofisiche più energetiche.

Il conseguimento di risultati concreti richiede peraltro un notevole sforzo economico e tecnologico per la realizzazione di strumenti con prestazioni sempre più sofisticate.

Per mantenere il consenso e l'attenzione della società su questo tipo di investimenti, è necessario che la comunicazione degli intenti, delle realizzazioni e dei risultati sia efficace e condivisa dalla popolazione nella massima misura possibile.

### 2 MAGIC e l'astrofisica gamma

La rivelazione dei raggi gamma, quanti di luce di altissima energia prodotti da fenomeni quali i collassi gravitazionali di stelle e galassie e capaci di coprire distanze immense nell'Universo, permette ai ricercatori di raccogliere informazioni sulle sorgenti più lontane nello spazio e nel tempo.

L'atmosfera terrestre assorbe efficacemente tale radiazione, consentendo l'esistenza degli esseri viventi sul pianeta; allo stesso tempo, però, questo schermo ne rende molto difficile l'osservazione.

MAGIC (Major Atmosphere Gamma Imaging Čerenkov) studia i raggi gamma mediante la tecnica indiretta IACT (Imaging Atmosphere Čerenkov Technique), raccogliendo la radiazione caratteristica emessa dalle particelle cariche che attraversano l'atmosfera a velocità superiore a quella della luce, in questo caso gli sciame atmosferici prodotti dai raggi gamma cosmici.

Il rivelatore MAGIC (1) si trova sull'isola di La Palma (Canarie) ed è attivo dal 2004. Con i suoi 17 metri di diametro è attualmente il telescopio dotato del più grande specchio al mondo. Tale ampia superficie serve per raccogliere la debole luce Čerenkov prodotta dallo sciame e focalizzarla su una matrice di fotomoltiplicatori (camera) posta nel piano focale dello specchio. Il segnale così ottenuto, della durata di qualche nanosecondo appena, viene registrato ed analizzato, permettendo di ricostruire una "fotografia" che identifica il raggio gamma (o di altro tipo) all'origine dello sciame.

Un ulteriore successo tecnologico di MAGIC è la sua struttura leggera in fibra di carbonio che, unita al sistema di controllo attivo degli specchi, permette di riposizionare il telescopio in pochi secondi, osservando così anche fenomeni di breve durata come i GRB (Gamma Ray Burst).

### 3 I poster

Per risultare efficace, una presentazione deve tener conto almeno delle conoscenze pregresse e delle capacità interpretative del pubblico: i poster esposti al convegno sono diretti specificamente ad un pubblico adulto (vedi fig. 1) e a studenti delle scuole superiori (vedi fig. 2).

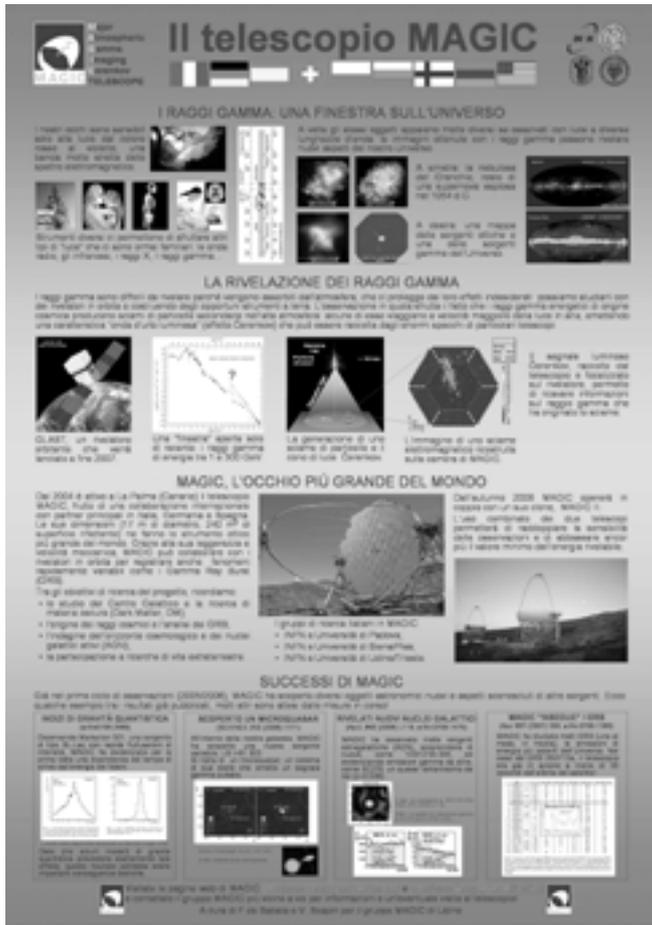


figura 1: il poster realizzato per il pubblico adulto

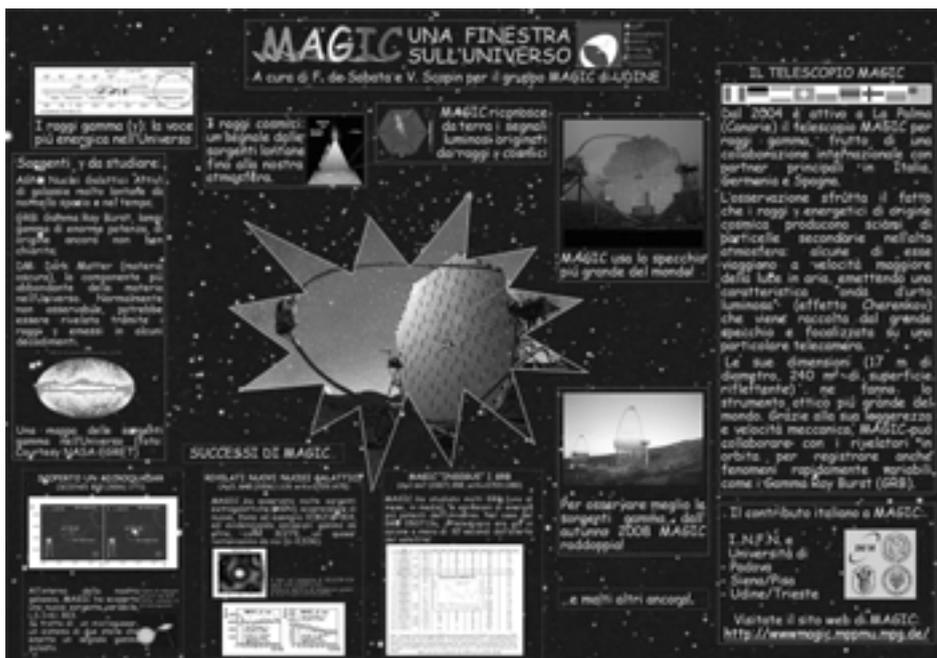


figura 2: il poster indirizzato agli studenti

Il primo poster è strutturato secondo un percorso lineare per argomenti (i raggi gamma; la rivelazione dei segnali; il telescopio MAGIC; risultati delle osservazioni), che permette al pubblico di acquisire gradualmente le informazioni necessarie alla comprensione del lavoro, dalla teoria ai risultati.

In quello diretto agli studenti si è preferito puntare immediatamente, anche dal punto di vista grafico, sulle nuove prospettive introdotte dallo strumento nello studio dell'Universo, ponendo in due "finestre" laterali gli elementi eventualmente necessari alla sistematizzazione delle conoscenze.

In entrambi i casi il percorso si conclude con un invito all'approfondimento scientifico sui siti di riferimento (2).

### **Referenze**

- 1) De Angelis A., Peruzzo L., Le Magie del telescopio MAGIC in: "Le Scienze", Aprile 2007
- 2) <http://www.fisica.uniud.it/MAGIC/> , <http://www.magic.mppmu.mpg.de/>

## REAL TIME LABORATORY: ESPERIMENTI DI FISICA ON LINE

→ Anna Rambelli

Liceo Scientifico "G.Galilei", via Mameli 4, Trieste

### Sommario

Un gruppo di studenti ha presentato nella sezione riservata agli incontri con il pubblico, alcune esperienze di meccanica realizzate con un sistema di acquisizione dati on line.

Per la sezione ESPERIMENTI PER SPERIMENTARE, gli studenti Carlo Bigaglia, Daniele Sorini e Marco Turchetto, allievi della V A sperimentale (Piano Nazionale di Informatica) del Liceo Scientifico G.Galilei di Trieste, hanno presentato alcune attività di laboratorio eseguite con un sistema di acquisizione dati on line.

Il laboratorio con le nuove tecnologie è stato introdotto nella didattica del Liceo Galilei nel 1998, come ulteriore risposta all'esigenza di innovazione dell'insegnamento della fisica che fin dagli anni '60 ha caratterizzato questo istituto; l'impegno profuso dai docenti in tale ambito, si fonda sulla convinzione che saper "comunicare la scienza" sia innanzitutto un dovere della scuola, chiamata a riconoscere i modi e gli strumenti più adeguati per diffondere gli elementi di base della cultura scientifica.

Il sistema prescelto mette in luce come i metodi di indagine specifici della fisica si basino sull'individuazione di aspetti problematici e sull'uso di appropriati strumenti di misura e di rappresentazione dei dati sperimentali; la rappresentazione grafica, infatti, costituisce uno strumento fondamentale per l'analisi dei fenomeni fisici analizzati con queste modalità.

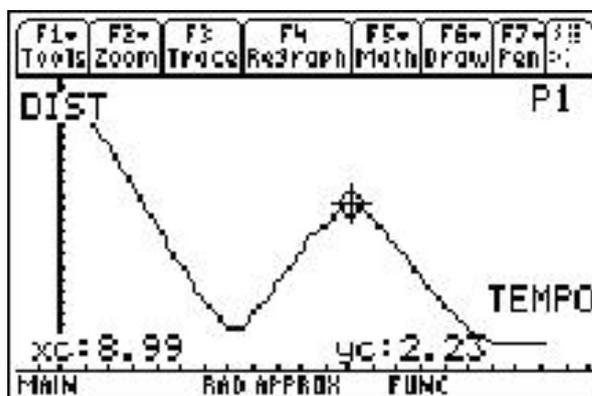
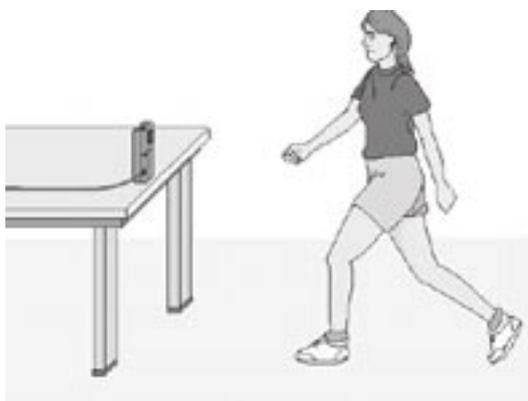
L'utilizzo dei sensori, inoltre, rendendo praticabile lo studio di fenomeni comuni, incuriosisce gli studenti più attenti e viene percepito come un mezzo per "guardare" con occhi diversi la realtà di ogni giorno.

Nell'ambito di COMUNICARE FISICA.07 sono stati analizzati alcuni moti mediante i sensori di posizione, forza e accelerazione; gli studenti hanno programmato l'acquisizione, la rappresentazione grafica e l'analisi dei dati mediante un software installato su una calcolatrice grafica, collegata ai sensori tramite un CBL.

Questa modalità di lavoro coinvolge lo studente in prima persona nell'osservazione del fenomeno e gli consente di svolgere un ruolo attivo che può riguardare anche la modifica dell'esperimento proposto dall'insegnante o la progettazione di un nuovo esperimento; nell'attuazione di questo percorso lo studente consolida, applicandole in situazioni diverse, le competenze acquisite (conoscenze disciplinari e capacità relative all'analisi dei dati tramite interpolazioni, confronti e trasformazioni matematiche) e sviluppa abilità riguardanti la messa a punto dell'apparato sperimentale operando un continuo confronto tra fenomeno riprodotto in laboratorio e modello teorico di riferimento.

Nel corso del workshop sono state presentate le seguenti attività:

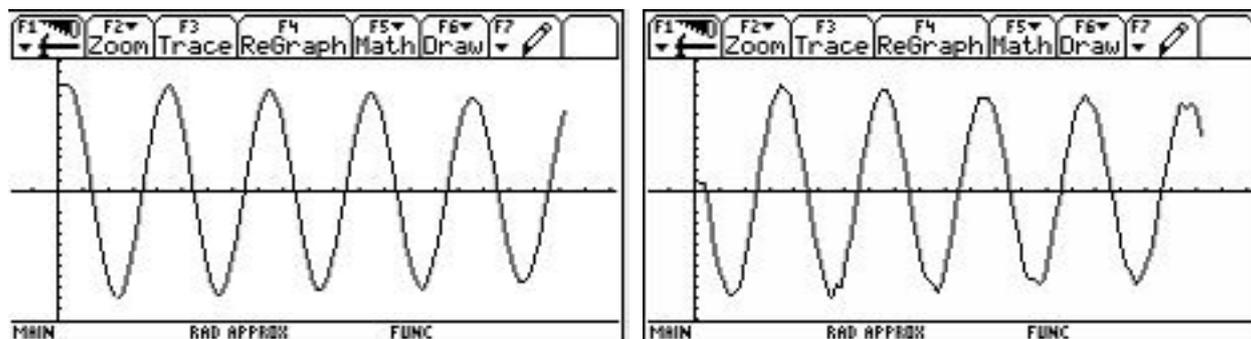
a) Riproduzione di un grafico orario assegnato, camminando avanti e indietro, su una linea retta, davanti al sensore di posizione<sup>1</sup> (Fig.1). L'obiettivo è quello di collegare le rappresentazioni grafiche al significato di termini quali: *veloce*, *lento*, *allontanarsi da*, *avvicinarsi a*, con la evidente finalità di tradurre i termini di uso comune in un linguaggio più formalizzato e simbolico



<sup>1</sup> La figura 1 è tratta da: G.Pezzi, M.Rafanelli, A.Rambelli, M.R.Rizzo, B.Pecori, G.Torzo, Laboratorio di Fisica R.T.L. con le tecnologie portatili – Esperimenti di Meccanica, Quaderni ADT – T<sup>3</sup>EUROPE, ottobre 2005

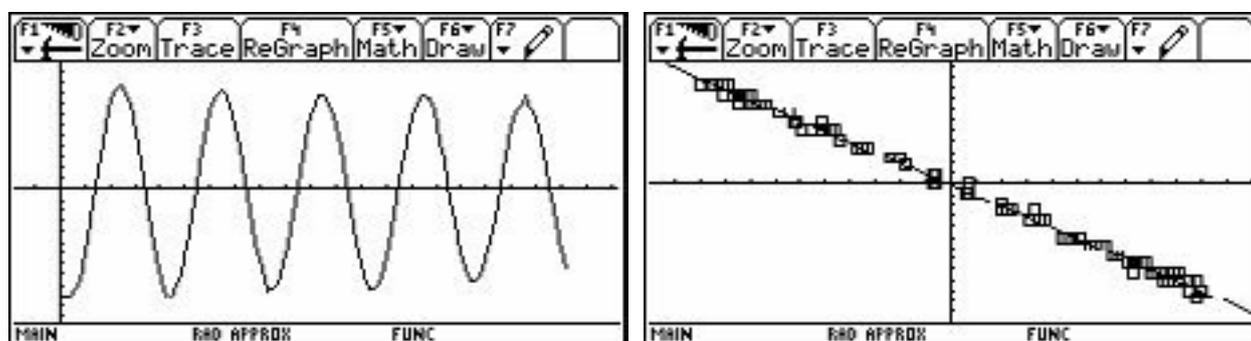
Figura 1

b) Studio del moto di un oscillatore armonico verticale con i sensori di posizione e accelerazione: analisi dei grafici che rappresentano la variazione di posizione, velocità e accelerazione in funzione tempo. Determinazione del periodo di oscillazione e analisi del grafico accelerazione vs posizione.



x vs t

v vs t



a vs t

a vs x

c) Confronto tra le accelerazioni subite da un carrello in moto su una rotaia a cuscino d'aria, in un urto elastico e in un urto anelastico contro un ostacolo fisso. L'esperienza è stata progettata dallo studente Marco Turchetto con l'intento di spiegare dal punto di vista della fisica, gli effetti dell'urto di un veicolo contro un ostacolo fisso in relazione alla deformabilità del veicolo stesso.

# LA FIAMMA, LA SUA OMBRA E IL SUO FUMO. SPETTACOLO SULLA CANDELA ISPIRATO DA FARADAY E DA LEONARDO

→ **Pietro Cerreta**

Associazione ScienzaViva – I.I.S. “A.M. Maffucci” – Calitri (Av)

## Sommario

Ho allestito uno spettacolo di scienza e di storia della scienza seguendo le indicazioni scritte e grafiche contenute nel libro «La storia chimica di una candela» di Faraday, quelle del *Codice Atlantico* di Leonardo e i resoconti di alcune attività hands-on dei moderni science center.

## 1 La scenografia

Nell'introduzione a «La storia chimica di una candela», Faraday afferma che non c'è nulla di più istruttivo dei fenomeni di una candela che arde, perché le leggi che governano quei fenomeni sono le stesse che regolano l'intero universo. Dopo cento cinquanta anni, la tesi di Faraday può essere considerata ancora valida, se lo scopo è di mostrare ai ragazzi e al pubblico comune quante e disparate leggi della natura entrano in gioco nella fiamma di una candela. L'ho verificata in decine di presentazioni in Italia e ne ho avuto conferma anche all'estero, durante *Science on Stage 2*, il festival europeo della scienza svoltosi a Grenoble nell'aprile 2007 alla presenza di numerosi insegnanti stranieri.

Adopero perciò lo stesso schema introduttivo del famoso scienziato inglese, con l'identica successione di domande e di risposte, e lo interpreto con tecniche moderne. Me ne distacco per accogliere altri contributi, in particolare quelli di Leonardo il quale, tuttavia, rivela sorprendenti coincidenze sperimentali con Faraday.

Eccone gli argomenti:

- 1) Una candela di cera, la sua fiamma e la sua ciotola; un rapido confronto con una semplice lampada ad olio. Il sego antico e la stearina e la paraffina delle candele moderne.
- 2) Lo stoppino intrecciato della candela e la capillarità, con la simulazione del fazzoletto di carta imbevuto di acqua colorata e dell'asciugamano.
- 3) Perché i bordi della candela sono più freddi della sua parte interna? Come osservare l'aria calda ascendente, mediante la rifrazione dei fenomeni convettivi dell'aria con la luce del sole o quella di un videoproiettore.



Figura 1: L'ombra scura della fiamma luminosa come la vediamo ai nostri giorni e come la descrivevano Faraday e Leonardo

- 4) L'ombra scura della fiamma luminosa: un rapido confronto tra le spiegazioni di Faraday e quelle di Leonardo.
- 5) La fiamma è cava: come vederlo con una rete *spargi-fiamma* di metallo o con due piccole forchette metalliche.
- 6) Dalla fiamma esce fumo bianco e fumo nero: un rapido cambiamento di colore con una semplice azione della mano.
- 7) Come prendere il nerofumo della candela con una carezza della mano e con il trucco del sughero: i "baffi di nerofumo". Il nerofumo nella tecnologia dei pneumatici.

- 8) Due odori caratteristici: quello di "chiesa" e quello del tubo di scappamento di una vecchia auto.
- 9) Tre effetti della fiamma: produzione di acqua *sopra*, nerofumo *in mezzo*; e vapore di cera *sotto*.
- 10) L'azione della gravità, quale forma assume la fiamma in una navicella spaziale?
- 11) L'anidride carbonica spegne progressivamente le fiamme di tre candele a diverse altezze.
- 12) Azione attrattiva e repulsiva (magnetica e meccanica) sulla fiamma di una candela.
- 13) Puntando la luce rossa di un laser nel mezzo della fiamma : le particelle di nerofumo della fiamma non producono scattering.
- 14) Puntando la luce rossa di un laser nella cera : si osservano fenomeni di diffusione e d'interferenza (*speckles*) nel cilindro di cera.

I primi quattro punti ricalcano fedelmente l'impostazione originale di Faraday. I seguenti, dal quinto al nono, se ne staccano quel tanto da inglobare sia risultati di mie ricerche, sia indicazioni di altri autori. Gli ultimi derivano dalle attività di Paul Doherty dell'Exploratorium Teacher Institute di San Francisco.

## 2 Lo spettacolo

Ho adottato lo stile dello spettacolo scientifico perché è la forma di divulgazione che coinvolge meglio la gente comune. Non lo faccio durare oltre un'ora o un quarto, per non stancare il pubblico. Faraday raccomandava di far così e io trovo che il suo suggerimento sia giusto. Ripetendolo in diversi ambienti: Scuole, Università, Festival della Scienza, Science Center, mi sono reso conto che la sua attrazione principale sono i particolari della fiamma, dal blu al giallo delle sue varie zone intorno allo stoppino intrecciato. Li riprendo con la telecamera e li mostro ingranditi sullo schermo, mediante un videoproiettore. Nello stesso tempo, metto una candela accesa davanti a fascio di luce proveniente dal videoproiettore. Così facendo, i moti convettivi dell'aria calda, che circondano la candela e che non si vedono ad occhio nudo, appaiono visibili sullo schermo. La corrente convettiva sale dritta ben oltre la punta estrema della fiamma fin quasi al soffitto della stanza, mescolandosi progressivamente con l'aria fredda. Appare ben evidente anche l'ombra scura della fiamma, il fenomeno particolare sul quale Faraday richiamava l'attenzione dei suoi spettatori. Devo dire che la luce del videoproiettore sostituisce molto appropriatamente quella della lampada ad arco da lui usata nell'ottocento e quella del sole. L'ombra della fiamma era per Faraday il clou dello spettacolo, infatti egli scriveva: « È veramente sorprendente constatare come un oggetto tanto luminoso da creare ombre di altri corpi possa a sua volta gettare la propria ombra su un foglio di carta o di cartone<sup>1</sup>». Altra meraviglia sortisce la dimostrazione che la candela è cava. La fiamma, che di norma appare come un oggetto tubolare pieno, può essere interrotta da uno spargi-fiamma il quale, nel *rubarle* il calore, la seziona e ne mostra la forma reale. Spostandolo lungo la fiamma, attraverso la reticella metallica fuoriesce prima "fumo" bianco e subito dopo "fumo" nero. In realtà il primo è vapore di cera fusa, mentre l'altro è fuliggine. Evidenziate bene dall'azione dello spargi-fiamma, si dimostra così che in pochi millimetri cubici di volume avvengono profonde trasformazioni della materia.

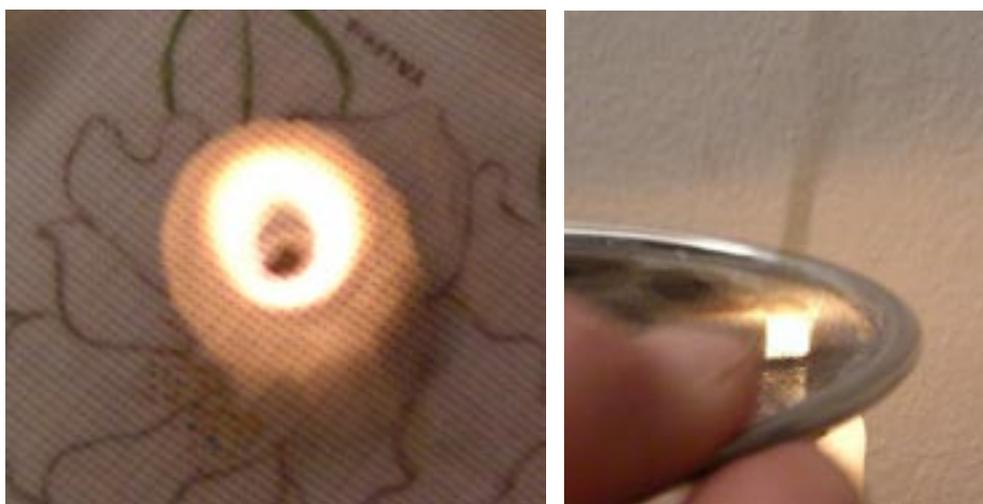


Figura 2: A sinistra, la fiamma è cava; a destra, dalla cavità esce nerofumo

### Referenze

- 1) M. Faraday, *La storia chimica di una candela*, Istituto dell'Enciclopedia Italiana fondata da G. Treccani, 1982
- 2) P. Galluzzi, *La mente di Leonardo. Nel laboratorio del Genio Universale*, Giunti, 2006
- 3) Murphy P., Doherty P., *Fantasy and science fiction*, <http://www.sfsite.com/fsf/2000/pmpd0008.htm>

<sup>1</sup> M. Faraday, *La storia chimica di una candela*, Istituto dell'Enciclopedia Italiana fondata da G. Treccani, 1982, 23

## FISICA IN BARCA

→ Paola Catapano<sup>(a)</sup>, Fabrizio Fabbri<sup>(b,c)</sup>, Anna Gregorio<sup>(d,e)</sup>,  
Patrizio Roversi<sup>(f)</sup>, Gian Piero Siroli<sup>(b,c)</sup>

<sup>(a)</sup> CERN, Meyrin, CH - 1211 Geneve 23, Svizzera

<sup>(b)</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Bologna, Viale Berti Pichat 6/2, 40127 Bologna

<sup>(c)</sup> INFN sezione di Bologna, Viale Berti Pichat 6/2, 40127 Bologna

<sup>(d)</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Trieste, via Valerio 2, 34127 Trieste

<sup>(e)</sup> INFN sezione di Trieste, via Valerio 2, 34127 Trieste

<sup>(f)</sup> Velisti per Caso, Bologna

Nell'autunno 2005 e poi di nuovo nel 2007 e 2008 "Fisica in Barca", l'iniziativa di divulgazione della fisica attraverso la pratica della vela, ha coinvolto varie migliaia di studenti di decine di scuole superiori di tutta Italia. Adriatica, il veliero televisivamente noto per le sue circumnavigazioni attorno al mondo, si è trasformato in un laboratorio galleggiante che ha permesso di indagare ed approfondire molti aspetti scientifici che sono alla base della navigazione a vela.

L'iniziativa si è sviluppata in una serie di porti dove la barca ormeggiava per qualche giorno lungo il suo viaggio intorno alle coste italiane; durante queste soste sono state organizzate presentazioni ed approfondimenti da parte di ricercatori, in particolare INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), e docenti universitari su svariati temi connessi alla navigazione.

Gli argomenti di fisica che è possibile trattare su un veliero permettono uno spettro di scelte estremamente ampio: si va dall'idrostatica all'idrodinamica e aerodinamica, dalla meteorologia ai fenomeni elettromagnetici quali il magnetismo terrestre e la propagazione delle onde elettromagnetiche, ad alcuni concetti matematici quali campi scalari e vettoriali, a temi di astronomia, dalla cinematica alla dinamica, fino a fenomeni di fisica avanzata quali la teoria della relatività ristretta e generale applicata al sistema di localizzazione GPS.

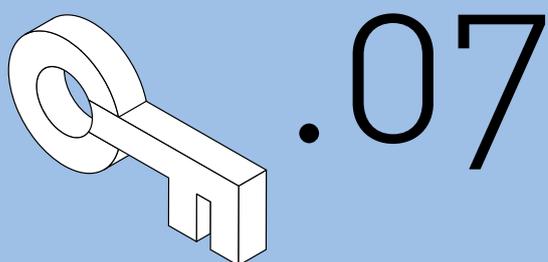
Oltre a sintetiche e dinamiche presentazioni, la visita a bordo della barca, inclusa nel programma delle attività, ha permesso agli studenti di osservare in dettaglio gli strumenti elettronici di navigazione, e di sperimentare il loro uso durante le uscite in mare (anche se per un numero necessariamente limitato di partecipanti). Tali uscite in mare hanno consentito anche di attribuire significato concreto ad alcuni dei concetti illustrati durante le presentazioni a terra.

L'iniziativa ha permesso non solo di interessare i numerosissimi studenti, oltre ai docenti, che hanno partecipato alle tre edizioni, ma anche di coinvolgere mezzi di comunicazione diversificati, quali giornali, radio e televisione, sia a livello locale sia a livello nazionale, raggiungendo un pubblico più ampio.

In estrema sintesi, questa esperienza ha mostrato che la vela rappresenta un perfetto laboratorio interattivo, informale, in un contesto ampiamente interdisciplinare, di molti aspetti della fisica considerata, spesso a torto, una disciplina astratta. È possibile descrivere nozioni teoriche ed associarle immediatamente alla realtà, ma anche sviluppare il processo inverso di astrazione partendo da fenomeni particolari. Questo ambiente stimola in modo naturale la partecipazione e la sperimentazione personale degli studenti e favorisce l'osservazione diretta di fenomeni e la loro "elaborazione", coinvolgendo contemporaneamente aspetti teorici e sperimentali, in un contesto indubbiamente suggestivo come quello di una barca a vela.

## SESSIONE NOVE

Conclusioni.



## COMUNICARE LA FISICA NELLA SOCIETÀ DELLA CONOSCENZA

→ **Pietro Greco**

MCS, Sissa, Trieste

Il 12 marzo 1610 Tommaso Baglioni fece uscire dalla sua tipografia a Venezia 550 copie di un libretto intitolato *Sidereus Nuncius* e scritto da un professore di origine fiorentina in forze all'università di Padova, Galileo Galilei. Quel libro, dalla veste editoriale essenziale «per le angustie del tempo», segna non solo l'inizio di «una svolta in cui le epoche si dividono», come afferma Ernst Cassirer; ma costituisce anche il prototipo, come scrive Andrea Battistini, di «un genere letterario nuovo che in seguito avrebbe goduto di una fortuna ininterrotta, il rendiconto scientifico con cui si comunicava (trasparente il significato di *Nuncius*) il riassunto di fenomeni fino allora ignoti, esposti con quella prosa incisiva, agile nel ragionamento ed economica nell'argomentazione, che tanto è piaciuta al Calvino delle *Lezioni americane*».

Insomma quel giorno a Venezia per mano di un fisico italiano inizia non solo la stagione della «nuova scienza», ma anche la stagione di un nuovo modo di comunicare la scienza.

In entrambi i casi le vette raggiunte da Galileo restano ineguagliate. Ma i fisici italiani hanno continuato ad avere consuetudine sia con la buona scienza sia con la buona comunicazione della scienza. Non è un caso, dunque, se in tempi recentissimi i musei scientifici di nuova generazione, quelli cosiddetti *hands on* per la loro spiccata interattività, sono stati inaugurati in Italia da due fisici: Paolo Budinich a Trieste e Vittorio Silvestrini a Napoli. E non è un caso che è sempre in ambiente fisico – la Sissa di Trieste – e sempre a opera di fisici – Daniele Amati, Stefano Fantoni, Roberto Iengo – che è nata la prima scuola di formazione alla comunicazione della scienza in Italia. E fisici sono i direttori di molte riviste generaliste di divulgazione scientifica: da *Le Scienze* (Enrico Bellone) a *Sapere* (Carlo Bernardini).

Perché i fisici e non altri (se non molto più raramente) si sono presi carico di comunicare la scienza al grande pubblico?

Non è affatto scontato che debbano essere loro. E, infatti, in altre epoche sono stati altri. All'inizio del XX secolo, per esempio, erano i matematici i più propensi alla comunicazione pubblica (Federigo Enriques con *Scientia*).

Perché, dunque, i fisici ora? Alcune ragioni possono essere casuali, mere fluttuazioni della storia. Per esempio, la presenza negli anni del dopoguerra in Italia di personaggi come Edoardo Amaldi, con una forte propensione a farsi carico di “problemi generali” non solo della fisica italiana, ma anche dei rapporti tra “fisica e società”.

Altre sono ragioni più strutturali. Dopo la Seconda guerra mondiale i fisici – in Usa e in Europa – hanno capito per primi che il rapporto tra scienza e società era cambiato. Anche perché la fisica è emersa come la disciplina protagonista di questi mutamenti.

Ed è a questa evoluzione strutturale che dobbiamo prestare attenzione se vogliamo tentare di capire come comunicare fisica, oggi. Vi propongo, pertanto, di fare qualche passo indietro nel tempo e di risalire fino alla prima estate del 1945, quando la guerra in Europa è ormai finita mentre nel Pacifico ancora continua. In quei giorni Vannevar Bush, il consigliere scientifico di Franklin D. Roosevelt, consegna un rapporto al suo nuovo presidente, Harry S. Truman, dal titolo *Science: The Endless Frontier*. La scienza, sostiene il matematico e ingegnere di Bostrom che dirige il *Progetto Manhattan*, culminato nella costruzione delle bombe atomiche che stanno per essere lanciate su Hiroshima e Nagasaki, è il fulcro su cui per leva per assicurare la sicurezza – non solo militare, ma anche economica e persino sanitaria – degli Stati Uniti d'America dopo la guerra.

Il rapporto di Vannevar Bush può essere considerato un po' come l'atto di nascita di quella che oggi chiamiamo la *società della conoscenza*. Perché sull'onda di quel rapporto, prima lentamente poi (dopo il lancio dello Sputnik da parte dell'Unione Sovietica nell'ottobre 1957) sempre più velocemente, cambia il rapporto tra scienza e società: negli Usa e in tutto il mondo cosiddetto avanzato. Infatti gli stati iniziano a investire una quantità di risorse sempre più grande nella ricerca scientifica e nello sviluppo tecnologico (R&S). E si trasformano da mecenati, più o meno generosi, dell'impresa scientifica in veri e propri committenti. A partire dagli anni '80, poi, negli Usa e poi anche in Europa (con l'eccezione dell'Italia) gli investimenti privati in R&S iniziano prima a eguagliare, poi a superare gli investimenti pubblici. Contribuendo, peraltro, a modificare le antiche griglie valoriali di riferimento degli scienziati.

Il risultato di questo processo – in realtà molto più articolato, di come l'abbiamo descritto – è per lo meno duplice: da un lato, infatti, le conoscenze scientifiche e le nuove tecnologie che ne discendono irrompono sempre più copiose nella nostra vita, individuale e sociale; nel contempo la società (attraverso la politica, l'economia, la cultura) penetra sempre più profondamente nel mondo della scienza, fino ad abbattere del tutto le mura di quella che una volta si chiamava la *torre d'avorio*.

Il fisico e sociologo della scienza John Ziman ha definito *post-accademica* questa complessa transizione.

Caratterizzata sia dal fatto che un numero crescente di decisioni rilevanti per lo sviluppo della scienza vengono prese in compartecipazione tra le comunità scientifiche e una serie di gruppi sociali di *non esperti* (politici,

manager, tecnici, semplici cittadini), sia dal fatto che un numero crescente di questioni economiche, sociali, culturali, politiche primarie sono informate dalle nuove conoscenze scientifiche.

Di conseguenza, cambia lo statuto, per così dire, ontologico della comunicazione pubblica della scienza. Se prima della seconda guerra mondiale questo tipo di comunicazione era ritenuta non direttamente rilevante per lo sviluppo della scienza, proprio perché gli scienziati vivevano in una *torre d'avorio* e lì, in splendido isolamento, assumevano la gran parte delle decisioni rilevanti per le proprie ricerche; ora la gran parte di quelle decisioni vengono prese in compartecipazione coi diversi pubblici di *non esperti* e quindi dipendono, non poco, dai canali di comunicazione che le comunità scientifiche stabiliscono con quei variegati gruppi sociali. Il bisogno di compartecipazione alle scelte è tale che, come è avvenuto con la *Human Fertilisation and Embryology Authority* nel Regno Unito, sono spesso gli scienziati e le autorità tecno-scientifiche a chiedere esplicitamente che i cittadini partecipino a decisioni che riguardano nuove e delicate ricerche.

In maniera del tutto speculare, la comunicazione pubblica della scienza assume un ruolo nuovo e significativo nelle dinamiche dell'intera società. Proprio perché la scienza entra sempre più nella nostra vita, individuale e sociale, noi – cittadini non esperti – abbiamo bisogno di “saperne di più” sulla scienza, per poter assumere decisioni sempre più consapevoli. In altri termini, la comunicazione pubblica della scienza è diventato un fattore decisivo per lo sviluppo nella società della conoscenza. Sia in termini di quantità (senza un ambiente con una forte e diffusa vocazione all'innovazione l'economia della conoscenza non decolla) che di qualità (senza una cultura scientifica diffusa e critica, la qualità della democrazia nella società della conoscenza perde colpi e la scienza diventa essa stessa fattore di esclusione, invece che di inclusione sociale).

Non si tratta di astrazioni. Al contrario. Il *digital divide* e le *health inequalities*, ovvero le differenze nell'accesso alle tecnologie informatiche e alle migliori tecniche mediche, sono tra i problemi sociali più urgenti nel *villaggio globale*. Mentre le questioni bioetiche e le questioni ambientali sono in testa all'agenda politica in quasi tutti i paesi del mondo. Ne deriva che, nella società della conoscenza, la qualità della comunicazione pubblica della scienza è una dei fattori primari dello sviluppo e della democrazia.

Ma nella complessa società della conoscenza, il sistema di comunicazione della scienza è a sua volta un sistema complesso. Costituito com'è da un numero esteso e non ben definito di elementi: a comunicare scienza e a creare immagini scientifiche del mondo non è solo il gruppo sociale che produce la scienza (i ricercatori), ma un'intera costellazione di attori (giornalisti, politici, manager, membri di organizzazioni non governative, religiosi, cittadini tutti), ciascuno portatore di interessi (e linguaggi) diversi. E le connessioni comunicative tra questi gruppi sono oltremodo complesse. Poche sono mediate dagli scienziati o da comunicatori professionali di scienza. La gran parte avviene “sopra la testa” degli scienziati. Basti pensare al contributo non banale che la pubblicità ha nella costruzione del nostro immaginario scientifico. E i pubblicitari parlano, a loro modo, di scienza al pubblico dei comunicatori senza la mediazione dei ricercatori e con interessi (legittimi) molto diversi da quelli degli scienziati.

Non esistono studi sistematici – non in Italia, almeno – che ci consentano di verificare con sufficiente definizione di dettaglio come si sia modificata nel tempo la comunicazione della scienza. Quello che, però, constatiamo è che negli ultimi anni sono aumentate, in Italia, le modalità attraverso si comunica la scienza.

Ci sono i nuovi strumenti di comunicazione usati dagli stessi scienziati. Si pensi alla nascita dei *science centres* che, a partire dall'*Exploratorium* di San Francisco, costituiscono un'evoluzione del museo scientifico. Si pensi anche alla nascita e alla rapida affermazione (anche e per certi versi soprattutto in Italia) del *festival scientifico*, che consente ai ricercatori di esplorare forme nuove di comunicazione diretta col pubblico dei non esperti.

Ma, naturalmente, ci sono anche gli strumenti classici della comunicazione di massa (giornali, radio, televisione), dove la scienza ha una presenza notevole. Un'indagine condotta nel 2002 ha dimostrato, per esempio, che la scienza occupa circa il 4% del tempo-notizia dei principali telegiornali; circa l'1,5% dello spazio-notizia offerto dai principali quotidiani italiani e, addirittura oltre l'11% dello spazio-notizia dei principali news-magazine. A questa offerta mediatica occorre aggiungere internet e, poi, i libri. In Italia il numero di lettori che ne usufruisce non è eccezionale, ma la diversità dei titoli scientifici offerti dagli editori è davvero notevole.

Quello dei media non è, tuttavia, un panorama statico. In realtà il rapporto tra media e pubblico è piuttosto complesso. Lo dimostrano, per esempio, le indagini che periodicamente realizza negli Stati Uniti la *National Science Foundation*. La fonte primaria di informazione generica per il grande pubblico nell'anno 2004 è risultata la televisione: è da questo *medium* che il 51% degli americani riceve in prima battuta le notizie. Seguono, col 22%, i quotidiani. Se tuttavia ci si riferisce alle notizie scientifiche e tecnologiche, il quadro cambia leggermente: la fonte primaria resta la televisione (41%), ma ecco che al secondo posto si affaccia internet (18%).

Tutt'altro discorso è quando il pubblico cessa di essere un recettore passivo e diventa protagonista attivo.

Quando, cioè, ha una propria esigenza e va a cercare le notizie di scienza. Allora la fonte primaria diventa internet (52%), seguita a grande distanza dalla carta stampata (15%), dalla televisione (13%) e dai libri (12%).

Ma anche in questo caso, siamo in presenza di un quadro in rapida evoluzione. La stessa indagine effettuata solo tre anni prima (nel 2001), mostrava che internet era già la fonte primaria per il pubblico attivamente in cerca di notizie scientifiche, ma in modo meno netto (44%); che al secondo posto c'erano i libri (col 24%), al terzo la

carta stampata (14%), mentre la televisione risultava al quarto posto (6%). In soli tre il panorama dei media di riferimento per il "pubblico attivo" è stato nettamente modificato: internet ha aumentato di ben 8 punti la sua penetrazione; è cresciuta anche la televisione, mentre la penetrazione dei libri si è dimezzata e quella della carta stampata è rimasta costante.

E tutto questo senza considerare i canali meno espliciti, ma non meno potenti di comunicazione. Un'indagine condotta in Italia nel 2005, per esempio, mostra che almeno il 15% dei messaggi pubblicitari proposti dai principali quotidiani e dalle principali riviste contiene un qualche elemento esplicito di carattere scientifico.

Alcuni di questi messaggi – si pensi alle recenti fotografie della ragazza anoressica proposte da Oliviero Toscano in una campagna pubblicitaria per Nolita o a quelle, vecchie di almeno vent'anni, dello stesso Toscano sul malato di Aids in una campagna pubblicitaria per Benetton – hanno una forte capacità evocativa. E contribuiscono in maniera significativa a costruire il nostro immaginario medico e scientifico.

Proprio i messaggi pubblicitari dimostrano quanto articolato e complesso sia diventato, oggi, l'universo della comunicazione pubblica rilevante della scienza. Perché il messaggio pubblicitario viene creato da un gruppo di non esperti (i pubblicitari, appunto) che attraverso un messaggio a contenuto scientifico dialogano con il grande pubblico senza la mediazione né degli scienziati né dei professionisti della comunicazione della scienza.

Ma la pubblicità non è che uno dei canali – forse il più popolare – che consente una comunicazione pubblica della scienza attraverso l'arte. E l'arte non è che una delle modalità di comunicazione pubblica della scienza che avviene in maniera non formale e senza la mediazione degli esperti. In definitiva, le foto di Oliviero Toscano – così come i romanzi di Ian McEwan o i fumetti dei Simpson – appartengono a un'intera costellazione di elementi che costituiscono la comunicazione pubblica rilevante della scienza.

Alcuni di questi elementi – come la scuola o i libri di divulgazione – propongono una comunicazione abbastanza formale. Altri – come il teatro di piazza o i fumetti – propongono una comunicazione informale.

Ancora. In alcuni casi – come le conferenze pubbliche o gli articoli sui giornali – vedono come protagonisti diretti della comunicazione pubblica della scienza gli scienziati stessi. La gran parte – dalle campagne pubblicitarie delle aziende alle campagne dei movimenti ambientalisti, dai talk show televisivi ai passa parola tra vicini di casa o colleghi di lavoro – avviene direttamente tra non esperti, senza la partecipazione diretta degli scienziati o di comunicatori professionali specializzati.

La costellazione dei gruppi sociali che si comunicano scienza in maniera rilevante (sia per lo sviluppo della scienza stessa, sia per lo sviluppo della società nel suo complesso) costituisce, dunque, un vero e proprio sistema dinamico complesso, con un numero enorme di componenti, con un numero ancora maggiore di connessioni e con *feedback* sia positivi che negativi.

Non aver compreso la complessità del sistema di comunicazione pubblica della scienza ha portato molti scienziati – per esempio quelli che hanno dato vita, soprattutto in Gran Bretagna e Stati Uniti, al cosiddetto *Public Understanding of Science* (PUS) – a sentirsi frustrati dopo anni di impegno nell'"alfabetizzazione scientifica" del pubblico.

In realtà, bisogna capire che in questo complesso sistema di comunicazione non esistono pallottole d'argento. Non esistono evoluzioni deterministiche, prevedibili apriori. E non esiste neppure la possibilità di stabilire un flusso monodirezionale significativo di comunicazione tra chi sa e chi non sa. Il flusso tra i diversi pubblici è sempre bidirezionale, anche se nell'andata e nel ritorno può assumere forme diverse.

È alla luce di queste considerazioni che molti uomini di scienza e molti comunicatori di professione hanno assunto un'attitudine diversa e dal PUS stanno passando al PEST (*Public Engagement in Science and Technology*), ovvero dal monologo per l'alfabetizzazione al dialogo per la costruzione di una più matura cittadinanza scientifica dei cittadini (ricercatori compresi).

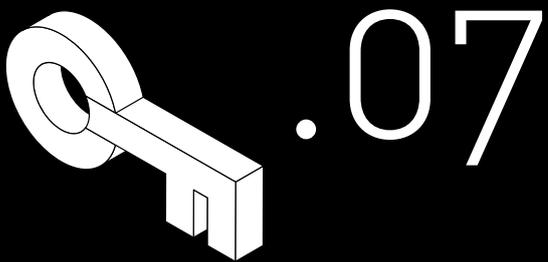
Un'evoluzione che va nella direzione giusta, se si tiene conto però che una comunicazione pubblica rilevante della scienza avviene anche fuori dal contesto in cui operano direttamente gli scienziati. Che anche gli scienziati sono parte, ancorché significativa, di un sistema e non protagonisti assoluti.

La complessità del sistema di comunicazione pubblica della scienza non esime nessuno, tuttavia, dal dovere di cercare la qualità. Perché è interesse non solo dei ricercatori di professione, ma dell'intera società che la qualità della comunicazione scientifica, in ogni ambito e dimensione, raggiunga il livello più alto possibile. E tutti siamo, dunque, chiamati – ciascuno nel proprio ambito e con le proprie capacità – a comunicare scienza nel modo migliore possibile.

Gli scienziati devono capire come funziona il sistema di comunicazione. I giornalisti devono studiare la scienza, la sua portata culturale, i suoi effetti sociali. Gli artisti devono, forse, imparare a costruire, come diceva Italo Calvino, mappe del mondo più precise per aiutarci tutti a comprendere l'era della conoscenza in cui viviamo. La società intera deve capire che la costruzione di una cittadinanza scientifica consapevole è parte sempre più importante della democrazia stessa.

Certo, imparare tutti – ciascuno nel suo ambito – a comunicare scienza nel modo migliore è un'impresa difficile e faticosa. Da perseguire, con pazienza e determinazione, per prova ed errore. Ma ne vale la pena. Ne va del nostro stesso futuro.

INDICE



**“UN UOMO SI METTE IN MARCIA PER RAGGIUNGERE,  
PASSO A PASSO, LA SAGGEZZA. NON È ANCORA ARRIVATO.”** 3  
Andrea Vacchi

**COMUNICARE FISICA 2007** 4  
Francesco Longo, Erica Novacco

**SESSIONE ZERO** 7  
Apertura.

**MATEMATICA AL CINEMA: CHE PASSIONE** 8  
Michele Emmer

**SESSIONE UNO** 12  
Perché comunicare scienza. Chi comunica e a chi si comunica.

**SOCIETÀ DEMOCRATICA ED EDUCAZIONE ALLA SCIENZA** 13  
Alessandro Pascolini

**LA FISICA PUÒ TORNARE DI MODA?** 18  
Romeo Bassoli

**LE DIFFICILI SCELTE DELLA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA** 20  
Edoardo Milotti

**LA FISICA PER PINOCCHIO** 23  
Susanna Tessaro

**THE (THEMATIC HUMAN INTERFACE AND EXPLAINERS) GROUP.  
LA RETE EUROPEA PER LA CRESCITA PROFESSIONALE  
DEGLI ANIMATORI** 25  
Paola Rodari, Matteo Merzagora

**DIVULGAZIONE & FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI** 27  
Luciana Zuccheri, Consolato Pellegrino

**I PERCHÉ E I COME DELLA DIVULGAZIONE SCIENTIFICA  
DALLE LEZIONI PUBBLICHE DI FARADAY ALLA IMMERSIVITÀ  
DEI SCIENCE CENTRE** 29  
Vincenzo Lipardi, Luigi Amodio

**IL RICERCATORE COMUNICATORE, UNO SKILL PER IL FUTURO  
L'ESPERIENZA DEL SEMINARIO NAZIONALE DI FISICA DI OTRANTO  
E DEL NASCENTE DISTRETTO DELL'INFORMAZIONE SCIENTIFICA** 34  
Elisabetta Durante

**ABBIAMO UN SOGNO...** 35  
Andrea De Bortoli, Isabella Susa, Enrico Predazzi

**DIVULGARE LA RICERCA TEEN TO TEEN** 38  
Eliana Camacho

<b>CIELO VS UNIVERSO. VECCHI E NUOVI MITI PER LA COMUNICAZIONE DELL'ASTRONOMIA</b> Stefano Giovanardi, Giangiacomo Gandolfi, Gabriele Catanzaro, Gianluca Masi	40
<b>COMUNICAZIONE TRA SCIENZIATI: TRENT'ANNI DI NEWS&amp;VIEWS SUI GRB</b> Francesco Longo	44
<b>FENOMENOLOGIA DEL TARGET CERCATO E DEL TARGET RAGGIUNTO: IL CASO GIOCACONALBERT</b> Elisabetta Durante, Franco Luigi Fabbri, Piero Patteri	46
<b>UN MARE DI SUONI</b> Giorgio Riccobene	49
<b>SESSIONE DUE</b> Linguaggi e strumenti della comunicazione verso il pubblico.	52
<b>COMUNICARE FISICA IN MANIERA POPOLARE</b> Enrico Bernieri, Elena Gamba	53
<b>VEDERE LA SCIENZA – FESTIVAL DEL FILM, DEL DOCUMENTARIO E DEL VIDEO SCIENTIFICO</b> Antonella Testa	55
<b>ASIMMETRIE</b> <b>UN FILO DIRETTO TRA RICERCATORI E SCUOLE SUPERIORI</b> Danilo Babusci, Vincenzo Napolano, Catia Peduto, Piera Sapienza, Crisostomo Sciacca, Francesca Scianitti, Amedeo Staiano, Andrea Vacchi, Antonella Varaschin	57
<b>FAR DI CONTO. FAR DI RACCONTO</b> Daniele Gouthier	59
<b>DISEGNO, IMMAGINI E METAFORE NELLA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA.</b> Federico Brunetti	63
<b>LA COMUNICAZIONE (FANTA)SCIENTIFICA NEI FUMETTI</b> Piero Patteri	65
<b>ENGINES OF CREATION: COSTRUZIONE DI UN IMMAGINARIO DELLE NANOTECNOLOGIE CONDIVISO DA SCIENZIATI E GRANDE PUBBLICO</b> Danilo Cinti, Nico Pitrelli	68
<b>COME COLLEGARE MONDO DELLA SCIENZA CON I CITTADINI ATTRAVERSO I MEDIA (E VICEVERSA)</b> Giovanni Anzidei	70
<b>TEATRO E SCIENZA: APPRENDERE ATTRAVERSO LE EMOZIONI</b> Salvatore Fruguglietti, Enrico de Capoa	72
<b>“FACCIAMO LUCE SULLA MATERIA”</b> <b>UNO SPETTACOLO DI FISICA PER LA SCUOLA</b> Marina Carpineti, Graziano Cavallini, Marco Giliberti, Cristina Mazza, Nicola Ludwig, Laura Perini	74
<b>TEATRO E FISICA: DA GALILEO AD ARLECCHINO...</b> Maria Rosa Menzio, Marco Monteno	76
<b>IMPARARE SPERIMENTANDO - 2° EDIZIONE</b> <b>MOSTRA INTERATTIVA DI ESPERIMENTI DI FISICA E SCIENZE</b> Isidoro Sciaratta	78
<b>URTI MAGNETICI ED ALTRI ESPERIMENTI</b> Pietro Cerreta	80
<b>IL RELATIVISMO NELLA SCIENZA: DALLE GEOMETRIE NON-EUCLIDEE ALLA TEORIA SOGGETTIVA DELLE PROBABILITÀ</b> Luca Nicotra	83
<b>LABORATORI COGNITIVI IN CONTESTO INFORMALE</b> Mario Colombo, Alessandra Mossenta, Rossana Viola	84

<b>IL LABORATORIO DI SPETTROSCOPIA STELLARE</b> Davide Cenadelli, Mauro Zeni	89
<b>«LE RUOTE QUADRATE», UN CARRO DI TESPI DEI NOSTRI GIORNI</b> Pietro Cerreta	91

## SESSIONE TRE 94

Grandi progetti della comunicazione scientifica.

<b>LABORATORI DI MATEMATICA IN CLASSE.</b> <b>L'ESPERIENZA DEL PROGETTO "LAUREE SCIENTIFICHE" A TRIESTE</b> Emilia Mezzetti	95
<b>PROGETTO LAUREE SCIENTIFICHE-FISICA.</b> <b>DUE ANNI DI SPERIMENTAZIONE</b> Josette Immé	97
<b>MASTER SULLA INNOVAZIONE DIDATTICA IN FISICA E ORIENTAMENTO (IDIFO) DALLE RICERCHE DI FIS21</b> Marisa Michelini	103
<b>IL PROGETTO EEE: LA SCIENZA NELLE SCUOLE. STATO DELL'ARTE</b> M. Abbrescia, S. An, A. Badalà, R. Baldini Ferroli, G. Bencivenni, F. Blanco, E. Bressan, A. Chiavassa, C. Chiri, L. Cifarelli, F. Cindolo, E. Coccia, S. De Pasquale, M. D'Incecco, F.L. Fabbri, V. Frolov, M. Garbini, C. Gustavino, D. Hatzifotiadou, G. Imponente, J. Kim, P. La Rocca, F. Librizzi, A. Maggiora, H. Menghetti, S. Miozzi, R. Moro, M. Panareo, G.S. Pappalardo, G. Piragino, F. Riggi, F. Romano, G. Sartorelli, C. Sbarra, M. Selvi, S. Serci, C. Williams, A. Zichichi, R. Zuyenski	105
<b>L'ESPERIENZA DELLE MASTERCLASS IN FISICA DELLE PARTICELLE</b> M. Cobal, S. Leone	108
<b>EDUCATION &amp; PUBLIC OUTREACH NEL PROGETTO GLAST</b> Francesco Longo	110

## SESSIONE QUATTRO 112

Comunicazione e scuola.

<b>COSTRUIRE CON LA SCUOLA E PER LA SCUOLA</b> <b>LA DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA</b> Lorenzo Santi, Marisa Michelini	113
<b>LA MOSTRA GIOCHI ESPERIMENTI IDEE (GEI):</b> <b>UN PONTE TRA SCUOLA E RICERCA</b> Marisa Michelini, Alberto Stefanel	115
<b>L'OCCHIO DEL FISICO</b> Francesco de Sabata	117
<b>UNA ESPERIENZA DIDATTICA REALIZZATA CON UN GRUPPO</b> <b>DI STUDENTI DI ECCELLENZA RIGUARDANTE LA STORIA</b> <b>DEI METODI MATEMATICI PER LO STUDIO DI AREE E VOLUMI</b> Paola Gallopin, Luciana Zuccheri	119
<b>ESPERIENZE SIGNIFICATIVE DEL PROGETTO</b> <b>LAUREE SCIENTIFICHE DI SIENA</b> Antonella Porri, Roberto Benedetti, Emilio Mariotti, Vincenzo Millucci, Vera Montalbano	121
<b>INTRODUZIONE ALL'ASTROFISICA NELLE SCUOLE</b> Pietro Leonardo Cerchiara	123

## SESSIONE CINQUE 125

La comunicazione nell'era di internet.

<b>COMUNICARE LE GEOSCIENZE CON GLI OSSERVATORI VIRTUALI:</b> <b>IL RUOLO DELL'ANNO GEOFISICO ELETTRONICO (eGY)</b> Mauro Messerotti	126
--	-----

<b>COMUNICARE LA SIMULAZIONE NUMERICA E LE SUE ORIGINI AL LARGO PUBBLICO: TRA SCENARI NARRATIVI E IDEE SCIENTIFICHE</b> Francesca Riccioni, Nico Pitrelli	128
<b>UN VIDEO PER VISUALIZZARE LA RELATIVITÀ SPECIALE</b> Marcella Giulia Lorenzi, Lorenzo Fatibene, Mauro Francaviglia	130
<b>LA CHIMICA: DALLA VITA QUOTIDIANA ALLA NUOVE TECNOLOGIE</b> T. Polimei, C.C. Lombardi, S. Coletti	132
<b>LE STELLE VANNO A SCUOLA OSSERVAZIONI REMOTE PER L'INSEGNAMENTO DELL'ASTRONOMIA E DEI SUOI METODI OSSERVATIVI</b> Paolo Santin	135
<b>COMUNICARE LE ENERGIE RINNOVABILI ATTRAVERSO LA SPERIMENTAZIONE DIRETTA E LE IMMAGINI</b> Andrea Mameli , Bruno D'Aguzzo	137
<b>AMBIENTI VIRTUALI E COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA. SUCCESSI E SCONFITTE DAI PRIMORDI DEL WEB A 3D-INTERNET ED OLTRE</b> Arnaldo Maccarone	140
<b>SECOND LIFE: UN NUOVO SCENARIO DI E-SIMULATION PER LA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA</b> S. Coletti , A. Vacchi, F. Fabbri	144

<b>SESSIONE SEI</b> Musei, festival e fiere.	146
---	-----

<b>ERA – ESPOSIZIONE DI RICERCA AVANZATA: UN BALZO NEL FUTURO</b> Fulvio Belsasso	147
<b>TRA FESTIVAL E FIERE... LA SCIENZA SI FA BELLA</b> Manuela Arata	151
<b>SCIENCE CENTRE IMMAGINARIO SCIENTIFICO, IL MUSEO DELLA SCIENZA INTERATTIVO E MULTIMEDIALE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA</b> Raffaella Orzan	153
<b>FAR FARE FISICA: LA BILANCIA DI CAVENDISH</b> Giorgio Dragoni	158
<b>EVENTI RIVOLTI AL GRANDE PUBBLICO: UN'OCCASIONE PRIVILEGIATA PER COMUNICARE LA SCIENZA</b> Alba Zanini, Paola Antolini	161
<b>LA PROMOZIONE ALLA LETTURA DI LIBRI DI FISICA PER BAMBINI: RISULTATI DI UN'ESPERIENZA SUL CAMPO</b> Fabia (Fabiola) Bellese	164

<b>SESSIONE SETTE</b> Progetto Lauree Scientifiche.	167
--	-----

<b>QUANDO LA METAFORA DIVIENE CONOSCENZA CONDIVISA</b> Luigi Benussi, Halina Bilokon, Franco Fabbri, Piero Patteri, Catalina Petrascu, Diana Sirghi	168
<b>DIFFUSIONE SCIENTIFICA ATTRAVERSO MISURE DI RADON</b> Daniela Morelli, Josette Immè, Giorgio Bellia, Silvia Cammisa, Concetto Gianino, Salvatore Lo Nigro, Gabriella Mangano, Alessia Rosselli Tazzer, Andrea Saija	171
<b>DA UN ESPERIMENTO SULLA RADIOATTIVITÀ QUALCHE SPUNTO PER INSEGNARE MEGLIO LA FISICA</b> Filomena De Cicco, Emilio Balzano, Mariagabriella Pugliese, Carlo Sabbarese, Vincenzo Roca, Gennaro Venoso	173

<b>PROGETTO DRAGO</b> "IL NUCLEO ATOMICO DALLA SUA SCOPERTA AD OGGI"	176
C. Gianino, J. Immè, C. Distefano, N. Cutuli, D. Morelli, G. Mangano, R. Occhipinti, G. Garofano, E. Strano, A. Pagano, S. Lo Nigro, A. Paparo, A. Budello, G. Di Falco	
<b>LA RADIOATTIVITÀ... QUESTA SCONSCIUTA!</b> <b>LABORATORIO RADON PER LA SCUOLA SECONDARIA</b>	178
Flavia Groppi, Marta Novati, Elisa Persico, Simone Manenti, L. Gini, Anna Bazzocchi, Fabio Giovanetti, Paolo Maggioli, Patrizia Bozzola	
<b>FISICA NON FORMALE</b>	180
Enrico Bernieri, Aldo Altamore, Eugenio Bertozzi	
<b>ENVIAD-SPLASH: CONSOLIDAMENTO DI UN'ESPERIENZA</b>	182
Vincenzo Roca	
<b>MISURE DI RADON NELLE SCUOLE SUPERIORI</b> <b>DEL FRIULI VENEZIA GIULIA: IL PROGETTO RSS RADON</b>	184
Massimo Vascotto	
<b>SESSIONE OTTO</b>	186
Incontri ravvicinati con la fisica & La Fisica che gioca.	
<b>LA FISICA SI È FERMATA A BARI POP-ART,</b> <b>NUTELLA ED ASTRO-INCONTRI</b>	187
Domenico Di Bari, Franco Romano, Maurizio Basile, Lorenzo Bellagamba, Fiorenzo Degli Esposti, Paolo Pasini, Giovanni Fiorentini, Ferruccio Petrucci, Ilaria Bosellini, Josto Chinelli, Halina Bilokon, Franco Luigi Fabbri, Claudio Federici, Giuseppina Modestino, Piero Patteri, Andrea Salemme, Luisa Flora, Nicoletta Nicolini, Andrea Santini, Franco Grancagnolo, Luigi Martina, Antonio Venturelli, Fernando Cogli, Anna Mangano, Marco Paganoni, Giuliana Piseri-Maccario, Antonino Pullia, Luca Trentadue, Cristiano Viappiani, Marina Ascari-Leone, Andrea Fontana, Sergio Ratti, Francesco Rossella, Attilio Alaimo, Paolo Lariccia, Gianfranco Chiocci, Sauro Bizzaglia, Rino Castaldi, Gloria Spandre, Maria Pia De Pascale, Piergiorgio Picozza, Francesco Longo, Stefano Fantoni, Roberto Iengo, Nico Pitrelli	
<b>PERCORSI INTERDISCIPLINARI ED ATTIVITÀ</b> <b>LABORATORIALI: LA FISICA INCONTRA</b> <b>LA CHIMICA E LA BIOLOGIA</b>	190
Assunta Bonanno, Beatrice Bitonti, Peppino Sapia	
<b>CAFFÈ-SCIENTIFICI: COMUNICARE LA FISICA</b> <b>IN UN CONTESTO INFORMALE</b>	192
Marina Carpineti, Stefano Forte, Laura Perini	
<b>VISITE A URANIA CARSICA, SPECOLA PER IL PUBBLICO</b> <b>DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TRIESTE</b>	194
Giulia Iafrate, Serena Gradari	
<b>NOTTE EUROPEA DELLA RICERCA - 28 SETTEMBRE 2007</b> <b>"RESEARCHERS' NIGHT"</b>	196
Giovanni Mazzitelli	
<b>COMUNICARE CONCETTI DI FISICA AVANZATA</b> <b>NELLE SCUOLE PRIMARIE: RELATIVITÀ E COSMOLOGIA</b> <b>NEL PROGETTO "MAT+S.07"</b>	198
Mauro Messerotti	
<b>SISTEMA SOLARE 3D SIMULAZIONE IN TEMPO REALE</b>	200
Edmondo Silvestri	
<b>FISICA? NO PROBLEM</b>	202
Franca Memoli	
<b>FISICA? NO PROBLEM 2</b>	204
Amerigo Solari	

<b>EPPUR SI MUOVE: PROGETTO SISMOGRAFO</b> Francesco de Sabata	207
<b>COMUNICARE LA FISICA DELLE RELAZIONI SOLE-TERRA CON IL DISPOSITIVO TERRELLA</b> Mauro Messerotti, Roberto Baccomi, Dario Iugovaz, Jean Lilensten	210
<b>FAR FARE FISICA: L'ESPERIENZA DEI LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DELL'INFN</b> Catalina Curceanu, Pasquale di Nezza, Franco Luigi Fabbri, Giovanni Mazzitelli	212
<b>SPERIMENTANDO – MOSTRA SCIENTIFICA INTERATTIVA</b> Ariella Metellini	214
<b>LO SCIENZIATO DEVE COMUNICARE? DECALOGO BREVE AUTOREDATTO</b> Pasquale Di Nezza, Franco Luigi Fabbri	217
<b>FISICA PER LE MIE ORECCHIE</b> Carlo Andrea Rozzi	219
<b>COMUNICARE FISICA ATTRAVERSO LO SPORT</b> Anna Gregorio, Marco Budinich, Mario Fabretto	221
<b>MAGIC, UNA FINESTRA SULL'UNIVERSO</b> Francesco de Sabata	223
<b>REAL TIME LABORATORY: ESPERIMENTI DI FISICA ON LINE</b> Anna Rambelli	226
<b>LA FIAMMA, LA SUA OMBRA E IL SUO FUMO. SPETTACOLO SULLA CANDELA ISPIRATO DA FARADAY E DA LEONARDO</b> Pietro Cerreta	228
<b>FISICA IN BARCA</b> Paola Catapano, Fabrizio Fabbri, Anna Gregorio, Patrizio Roversi, Gian Piero Siroli	230
<b>SESSIONE NOVE</b> Conclusioni.	231
<b>COMUNICARE LA FISICA NELLA SOCIETÀ DELLA CONOSCENZA</b> Pietro Greco	232

organizzazione COMUNICARE FISICA.07

**INFN Sezione di Trieste**

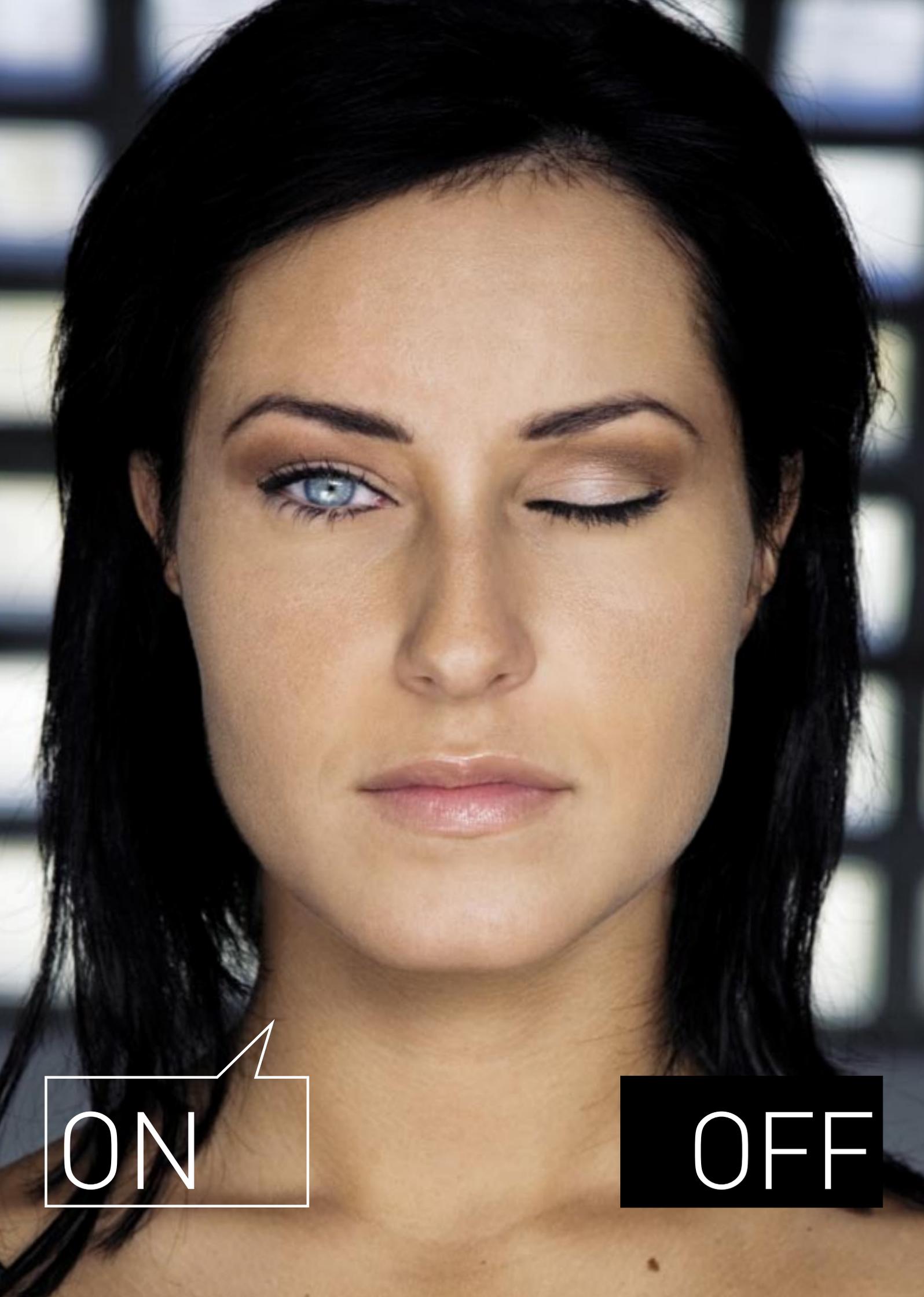
[www.ts.infn.it](http://www.ts.infn.it)

[www.ts.infn.it/ComunicareFisica](http://www.ts.infn.it/ComunicareFisica)

identità visiva

**Marco Stulle e Sara Stulle / S lab**

[www.studioslab.it](http://www.studioslab.it)



ON

OFF