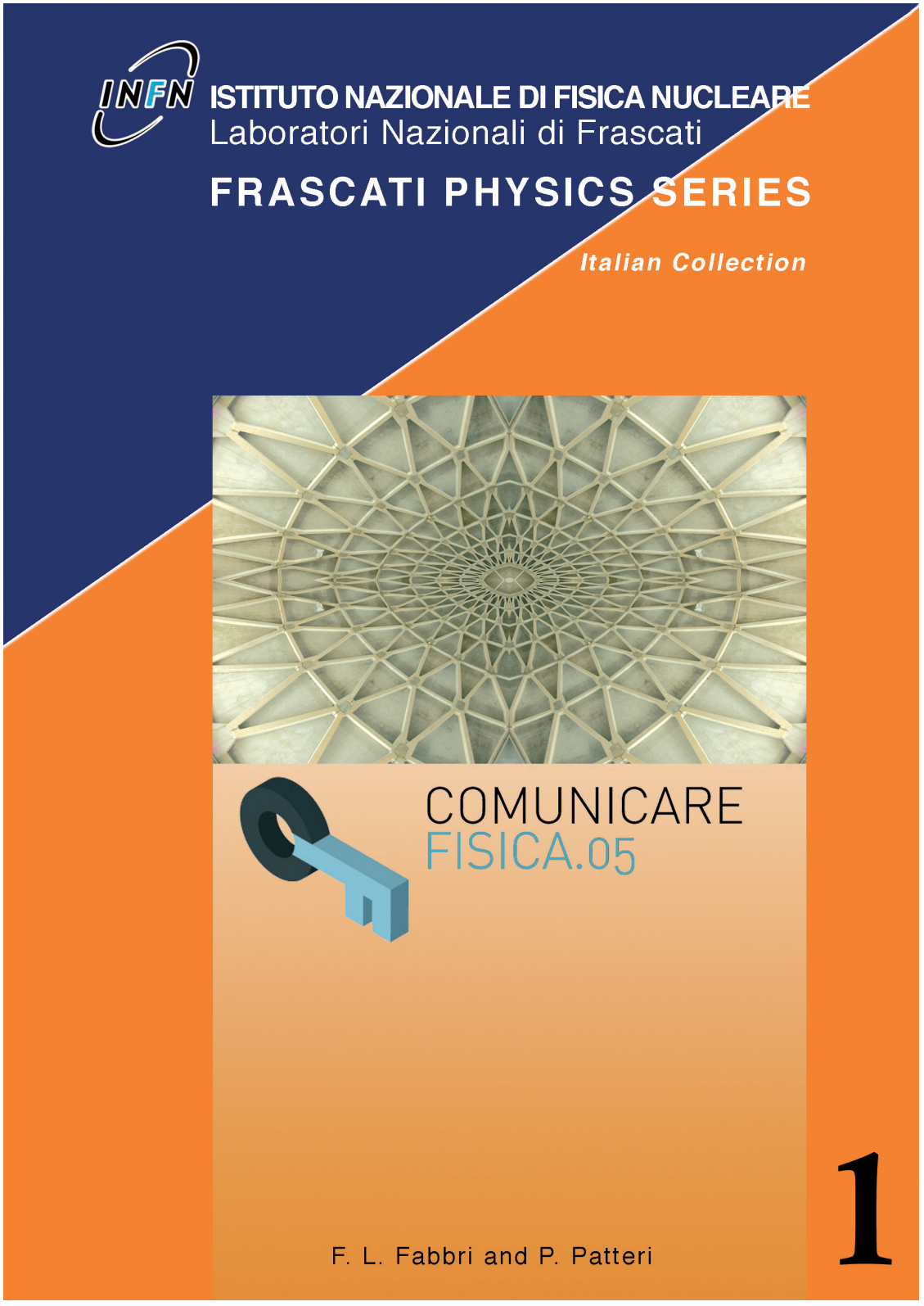

INFN
ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati
FRASCATI PHYSICS SERIES
Italian Collection
COMUNICARE
FISICA.05
F. L. Fabbri and P. Patteri
1

Artwork

Claudio Federici

FRASCATI PHYSICS SERIES – Italian Collection

Collana Scienza Aperta

FRASCATI PHYSICS SERIES – Italian Collection
Collana Scienza Aperta

Italian Collection Editor
Franco Luigi Fabbri

Thecnical Editor
Luigina Invidia

Volume I

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Laboratori Nazionali di Frascati
Divisione Ricerca – SIS – Ufficio Pubblicazioni
P.O. Box 13, I–00044 Frascati (Roma) Italy
email: sis.publications@lnf.infn.it

Italian Collection volumes are available only in electronic versions.
The complete catalog is reacheable:
http://www.lnf.infn.it/sis/frascatiseries/italiancollection/index_ita.php

Presentazione

Nel 1993 nasceva la Collana "Frascati Physics Series" con l'ambizioso intento di mettere ordine e dare consistenza ed autorità bibliografica alle pubblicazioni scientifiche dei Laboratori Nazionali di Frascati fino ad allora inserite in note interne non referenziabili o sotto vari loghi editoriali occasionali. Da allora sono stati pubblicati 46 volumi di raccolte tematiche, atti congressuali, workshop e corsi svolti non solo a Frascati, ma in tutte le parti del mondo, raggiungendo compiutamente gli obbiettivi prefissati. La collana ha infatti ormai conquistato un posto fisso nelle biblioteche di tutte le maggiori istituzioni scientifiche e di ricerca internazionali.

Già allora si discusse, con Vincenzo Valente, primo direttore editoriale della Frascati Series, l'idea di affiancare ai lavori propriamente scientifici anche una collana dedicata alla comunicazione della scienza, della fisica in particolare, indirizzata al pubblico non specializzato. Oggi, durate la direzione editoriale di Stefano Bianco della Frascati Series, quel progetto trova un suo naturale esito nell'inaugurazione di Scienza Aperta, collana di testi dedicati alla diffusione della cultura scientifica.

In questi 15 anni sono maturate nuove condizioni che hanno posto la problematica della comunicazione della scienza al centro dell'attenzione, non solo dei mass media ma anche degli istituti scientifici e degli stessi uomini di scienza. Questa attenzione nasce da due due esigenze. Una pragmatica: far acquisire ai cittadini la consapevolezza che solo assicurando un continuo impegno di finanziamenti alla ricerca, irriducibile anche nei momenti di crisi economica, sviluppo e progresso possono essere consolidati e trasmessi alle prossime generazioni. La seconda, molto più radicalmente culturale, è quelle di edificare una società del domani che risponda agli obbiettivi di Lisbona e possa definirsi compiutamente società della conoscenza. Queste esigenze motivano – finalmente anche in Italia molto più che nel passato – gli uomini di scienza a lavorare in comunicazione e divulgazione, e gli enti a sostenere queste attività.

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare "si è sempre costantemente impegnato – come ha recentemente ricordato il suo Presidente Prof. Roberto Petronzio – nella comunicazione di obbiettivi e risultati scientifici al pubblico, destinando risorse e competente alle iniziative di out-reach e divulgazione". E' quindi naturale che questa collana trovi le sue radici culturali nell' Istituto e la sua articolazione organizzativa nel Servizio di Informazione Scientifica dei Laboratori di Frascati.

Una collana la cui missione è contribuire a portare la scienza nella società civile e – possibilmente – nel cuore dei giovani, deve necessariamente evitare ogni ostacolo che potrebbe ridurne la fruizione. Da questo nasce l'abbandono dell'inglese proprio dei testi scientifici, a vantaggio dell' italiano che consente la diffusione, non solo a comunicatori, giornalisti ed agenti culturali, ma a tutto il mondo della scuola, agli studenti, agli insegnanti e alle loro famiglie. Inoltre, in una fase culturale e sociologica nella quale la società dei mass-media lascia sempre più spazio a quella dei personal–media e della condivisione di dati e informazioni, è stato anche naturale adottare la pubblicazione digitale dei testi che garantisce accessibilità, conservazione e possibilità di continui aggiornamenti oltre alla potenzialità degli inter-link e delle referenze incrociate.

Ci auguriamo che la nuova collana possa avere lo stesso successo della Frascati Physics Serie da cui trae origine.

Ottobre 2007 Franco Luigi Fabbri

FRASCATI PHYSICS SERIES – Italian Collection
Collana Scienza Aperta — Volume I

ComunicareFisica2005
ISBN — 88–86409–48–6

La versione elettronica del volume è scaricabile da:
http://www.lnf.infn.it/sis/frascatiseries/italiancollection/download.php?fn=Volume1.pdf

Elaborazione grafica della copertina: Claudio Federici
Il motivo ornamentale è un elaborato grafico di un particolare della volta dell'edificio nel quale sono state ospitate le macchine acceleratrici Adone e Daφne.

Ideazione marchio grafico "CF"ComunicareFisica: Marco Stulle

Foto della Conferenza: Roberto Baldini

Realizzazione pagine web: Francesco Serafini, Emanuele Turella

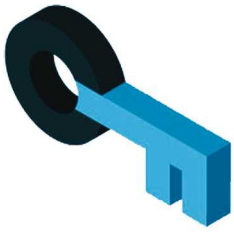
Copyright © 2007, by INFN Laboratori Nazionali di Frascati
SIS – Ufficio Pubblicazioni

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, immagazzinata in un sistema di ricerca dell'informazione o essere trasmessa, in qualunque forma o attraverso qualunque mezzo, elettronico, meccanico, fotocopiando, registrando o in qualunque altra forma, senza l'esplicito consenso del proprietario di copyright.

FRASCATI PHYSICS SERIES
Italian Collection
Scienza Aperta Volume I

ComunicareFisica2005

Atti 1° Convegno Comunicare Fisica e altre Scienze



Editori
Franco L. Fabbri and Piero Patteri

Frascati, 24-27 Oottobre 2005

Comitato Esecutivo

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

Comitato Organizzatore Locale

Danilo Babusci
Maurizio Benfatto
Luigi Benussi
Sergio Bertolucci
Stefano Bianco
Halina Bilokon
Franco L. Fabbri
Paola Gianotti
Giuseppina Modestino
Piero Patteri
Catalina Petrascu
Barbara Sciascia

Segreteria

S. Colasanti
A. Pelagalli

ComunicareFisica2005
Una conferenza per tutti

Introduzione degli editori

Come inaugurare una nuova collana editoriale, se non con gli atti di una nuova serie di conferenze? Cosa di meglio per una collana sulla comunicazione della scienza rivolta al vasto pubblico di un primo volume dedicato alla comunicazione della fisica, scienza maestra? Verrebbe da pensare che la collana sia nata per fornire una vetrina espositiva alla nuova serie di conferenze ComunicareFisica e altre Scienze o che, viceversa, il convegno tenuto a Frascati, nei Laboratori Nazionali dell'INFN nell'ottobre del 2005 sia stato solo un pretesto, un'occasione creata per dare contenuto alla copertina del primo titolo di questa Italian collection. Non è così e in altro spazio di questo volume si illustra come il progetto di una collana sulla comunicazione scientifica da affiancare ai prestigiosi resoconti scientifici della Frascati Physics Series, abbia radici profonde e lontane. E' vero che l'avvio delle due iniziative, l'Italian Collection dedicata alla disseminazione della Cultura Scientifica e la serie di Conferenze "ComunicareFisica e altre Scienze", instaura una virtuosa sinergia.

Malgrado siano passati cinquanta anni dall' appello lanciato da Charles Percy Snow per il superamento delle due culture[1] l'incomunicabilità tra scienziati ed umanisti appare ancora invalicabile quale che sia l'entourage culturale, geografico od ideologico, considerato. In Italia i danni di questa separazione sono stati acuiti dalla negazione del valore culturale della scienza proprio della dottrina crociana e dalle sue influenze nella struttura della scuola italiana attuata da Gentile. Solo nell'ultimo decennio la necessità di una disseminazione della cultura scientifica nella società è stata assunta come priorità comunicativa delle

1 C.P.Snow –*The Two Cultures,* "New Statesman", 6 Ottobre 1956. C.P. Snow, *Le due culture*, tr. it. di Adriano Cargo, Feltrinelli, Milano 1964.

accademie e delle istituzioni scientifiche. Malgrado ciò nel nostro paese, gli uomini di scienza, a parte pochi casi esemplari, sono rimasti arroccati nelle alcove accademiche senza impegnarsi direttamente in iniziative divulgative significative. Il formidabile ritmo, con cui avanza la scienza, impedisce ai cittadini - anche a quelli attrezzati di una buona cultura di base - di tenere il passo, e lo strumento stesso della comunicazione, il linguaggio - divenuto sempre più specialistico - ostacola il dialogo e contribuisce ad aumentare le distanze tra chi produce e chi consuma scienza[2] in un momento in cui si richiede una sempre maggiore partecipazione del cittadino alle scelte di destinazione delle risorse per lo sviluppo.

Negli ultimi anni la comunicazione della scienza rivolta al pubblico generico ha tuttavia subito, nel nostro paese, una deriva tanto inattesa quanto virtuosa. È infatti cresciuta la disponibilità ad affrontare questo problema e sono nate iniziative che tentano di ricomporre questa frattura attraverso "il racconto" dell'impresa scientifica, dei suoi uomini, delle sue macchine Molti ricercatori, nelle università e negli enti di ricerca si sono impegnati direttamente nella comunicazione della scienza creando festival, fiere, musei interattivi, città della scienza, attività di ricerca portate negli istituti scolastici o accessibili in via remota tramite la rete, laboratori aperti al pubblico, caffé della scienza ed anche proposte contaminate e contaminanti come la fisica in barca, il turismo scientifico, la fisica sugli autobus e la scienza in arte. Queste iniziative stanno producendo un cambiamento nella comunicazione scientifica (comunicare con e non più comunicare a) in grado di suscitare l'attenzione dei giovani e di catturarne l'interesse. Esse sono generalmente caratterizzate da una grande rilevanza degli aspetti interattivi. Se comunicare è una scienza cosa sarà la comunicazione della scienza?[3] Alla notizia scientifica di grande importanza usata come "strillo" per veicolare ad un pubblico distratto improbabili pillole di

[2] Da: *Motivazione – ScienzaPerTutti* – http://scienzapertutti.lnf.lnf.it
[3] G. Modestino, Comunicare Fisica, VivaVoce *Quelli che la fisica …* – N. 63.

cultura scientifica, si sostituisce l'offerta di iniziative, occasioni, azioni, da svolgere insieme in contatto diretto tra lo scienziato e chi risponde a questa sollecitazione di condivisione. Una provocazione galileiana: come l'arte, la scienza sembra non avere necessità di sviluppare specifiche metafore comunicative. Come l'arte, la scienza si dimostra in grado di attivare un processo di reale comunicazione tramite un coinvolgimento attivo , semplicemente offrendo ed esercitando i suoi stessi paradigmi. Come nel gioco di un bimbo che apra una matrioska, il logo comunicativo si ripresenta, sempre lo stesso ai diversi livelli di esplorazione: fare per capire e andare oltre.

In questo ambiente in fermento si inserisce la proposta di avviare con ComunicareFisica2005 una serie di convegni sulla problematica aperta negli ultimi anni dall'ormai generale convincimento che l'attività di comunicazione della scienza sia dovere istituzionale, non solo delle strutture di ricerca ma anche, e soprattutto, dei ricercatori stessi. Nella prima di queste conferenze sono state discusse e confrontate le motivazioni e le finalità, le ragioni storiche e quelle strategiche della comunicazione diretta tra scienziati e grande pubblico, la forma e contenuti dei progetti operativi, i possibili linguaggi, i criteri di valutazione dell'impatto e i consuntivi delle iniziative inerenti la fisica e le altre scienze. Alla conferenza hanno partecipato scienziati, ricercatori, giornalisti, insegnanti, comunicatori e quanti interessati ad una più ampia diffusione della cultura scientifica. La completezza delle relazioni generali su invito, così come la ricchezza dei contributi presentati evidenziano come questo il tema attraversi oggi, in Italia, una fase di grande interesse sospinto da esigenza concrete come la destinazione delle risorse, ovvero ideali come il superamento delle due culture, non più posticipabili in una società che vorremmo della conoscenza e della condivisione.

ComunicareFisica2005 si è svolta con successo a Frascati, presso i Laboratori Nazionali dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare dal 24 al 27 ottobre 2005. I partecipanti sono stati 132. Il Servizio dell'Informazione Scientifica dei Laboratori Nazionali di Frascati ha assicurato con la consueta professionale abilità lo svolgimento agile e

fluido della conferenza. Andrea Salemme e Silvia Colasanti hanno gestito con cura, disponibilità e intelligenza la segreteria scientifica, l'accoglienza e la raccolta dei contenuti backstage. Luigina Invidia ha assicurato con costante motivazione, impegno e tenace dedizione per la realizzazione di questo volume superando ostacoli e difficoltà inattese. Il Direttore dei Laboratori Prof. Mario Calvetti è stato appassionato e solerte sostenitore dell'iniziativa in tutte le sue fasi. L'appuntamento per la prossima conferenza della serie è a Trieste nell'autunnno 2007.

Franco L. Fabbri Piero Patteri

Ottobre 2007

SESSIONE I – PERCHÉ COMUNICARE SCIENZA

Stefano Fantoni	Perché, come e a chi comunicare scienza
Carlo Bernardini	La comunicazione scientifica
Giovanni Carrada	Un kit di sopravvivenza per i ricercatori
Giorgio Giacomelli	L' importanza della comunicazione diretta da scienziato a pubblico per aiutare la scienza a farsi comprendere
Pietro Greco	Comunicare scienza: professione liberale o complemento alla ricerca?
Renato Musto	Cultura, Scienza e Comunicazione
Guido Goldoni	Professione Fisica: i mille mestieri del fisico comunicati per esempi
Francesca Rosati	Scienza e media: uno studio sulle preconoscenze di ragazzi in età scolare
Samuele Straulino	OpenLab, un'occasione di divulgazione scientifica verso le scuole secondarie

Stefano Fantoni

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

PERCHÉ, COME E A CHI COMUNICARE SCIENZA

Stefano Fantoni
SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati), Via Beirut 2/4, Trieste

Sommario

La crisi del rapporto fra scienza e società lancia nuove sfide comunicative ai ricercatori. Se la scienza non vuole perdere la propria autonomia deve accettare di interagire alla pari con una pluralità di attori sociali che chiedono dalla scienza e alla politica partecipazione e trasparenza nei processi decisionali. La ricerca di un equilibrio fra la comprensione delle nuove pressioni sociali e la rivendicazione di una legittima autonomia si gioca sul piano della comunicazione: sulla capacità degli scienziati di comprendere quanta e quale scienza bisogna offrire nei diversi contesti in cui si svolgono le controversie pubbliche.

1 Introduzione

Il rapporto tra scienza e società si trova in una evidente fase di crisi. Gli interrogativi posti dalle biotecnologie, dalle questioni energetiche, dai problemi legati alla sicurezza alimentare o da quelli delle scienze della vita, solo per citare alcuni esempi, non lasciano spazi a dubbi: è inimmaginabile figurarsi qualunque scenario di sviluppo scientifico e tecnologico senza affrontare i nodi irrisolti della relazione tra ricercatori, cittadini, politici. Problemi che ruotano tutti attorno al concetto di dialogo, inteso come un contesto nel quale la società (inclusi gli scienziati) può, anzi deve interrogarsi per affrontare questioni politiche e di strategia connesse agli sviluppi scientifici e tecnologici. Molti commentatori hanno sottolineato a più riprese che per migliorare il dialogo tra ricercatori e cittadini, da una parte gli

scienziati devono comunicare meglio, dall'altra gli operatori della comunicazione devono diventare più critici, più informati sulla scienza e sui suoi meccanismi. Sembra finito defintivamente per gli scienziati il periodo in cui si poteva teorizzare, come suggeriva Paul Dirac, di stare alla larga dai giornalisti. Oggi comunicare la scienza è diventata una assoluta necessità. Gli scienziati, volenti o nolenti, nel loro lavoro quotidiano, a differenza di un passato non troppo lontano, sono costretti a interagire con una pluralità di gruppi e persone che si aspettano e inviano messaggi differenti dal e sul sistema scientifico. Non si può più neanche credere di delegare a una classe di comunicatori schierati al fianco della comunità scientifica il compito di semplificare al meglio i risultati della ricerca per un pubblico percepito perlopiù come ignorante e indifferenziato.

Più facile a dirsi che a farsi ! Come dimostrano, per rimanere nel contesto italiano, il caso delle scorie radioattive di Scanzano Jonico o il più recente referendum sulla procreazione assistita la strada della partecipazione e della trasparenza è lunga da percorrere. E non si tratta di casi isolati: la crescente pervasività della scienza e tecnologia impone di attribuire alla parola dialogo un significato concreto se si vogliano evitare incomprensioni irriducibili con l'opinione pubblica ed eccessive politicizzazioni della scienza, entrambi fattori che rischiano di minare pesantemente l'autonomia epistemologica della scienza stessa.

Uno degli stimoli, se non una vera e propria lezione che si può apprendere dai casi citati, è che la ricerca di soluzioni ai problemi fra scienza e società esige la comprensione dei luoghi reali in cui prendono forma le interazioni fra scienziati e cittadini, in altre parole i contesti in cui la scienza viene comunicata a pubblici diversi.

2 Le ragioni della comunicazione della scienza

Negli anni, si sono susseguite e sovrapposte diverse motivazioni per giustificare la comunicazione della scienza. Ragioni illumistiche (educazione, alfabetizzazione, piena democraticità) sono andate di pari passo con giustificazioni strumentali (per avere risorse per la ricerca, per aumentare le iscrizioni alle facoltà scientifiche, per il

benessere nazionale ed economico) e culturali (per piacere, per posizionare il ruolo della scienza nella società).
Scienziati, giornalisti, curatori museali insieme a programmi radiofonici e televisivi, siti web, festival della scienza hanno testimoniato e testimoniano in differenti parti del mondo l'ampia gamma di attività di comunicazione pubblica della scienza. Sul loro volume nessuno nutre dubbi. Più incertezze ci sono invece sui risultati: qual è il successo della comunicazione pubblica della scienza? Funzionano tali attività? In parte? Pienamente? In che senso si può parlare di successo o insuccesso?
Ogni paese che ha legato il suo sviluppo in modo significativo a scienza e tecnologia ha cercato di dare una risposta a queste domade con differenze che variano col significato attribuito alla scienza e al suo rapporto con la società. Nelle pragmatiche società anglossassoni si è puntato su concetti quali l'alfabetizzazione scientifica o il *Public Understanding of Science* (Stati Uniti, Gran Bretagna); in Francia si è promossa maggiormente la *culture scientifique*, finalizzata più a una familiarizzazione con la scienza piuttosto che alla comprensione dei concetti; in Germania la scienza è tutto ciò che si riferisce alla sistematica indagine della natura e della società, per cui la divisione tra scienze dure, scienze morbide, discipline umanistiche è diversamente applicata. Ha prevalso però a livello internazionale senza ombra di dubbio l'impostazione britannica e americana, anche se elementi di modelli diversi si sovrappongono e coesistono tra di loro.

3 Public Understanding of Science

La stragrande maggioranza delle attività esplicite di comunicazione pubblica della scienza sono state orientate a migliorare quello che gli inglesi chiamano *Public Understanding of Science* (PUS), che in italiano suona più o meno come la comprensione pubblica della scienza. A partire dalla metà degli anni'80, la nozione di PUS viene introdotta nel contesto britannico, si istituzionalizza e si traduce in un movimento che si diffonde in mezzo mondo con l'obiettivo di far apprezzare, far ammirare e far sostenere la scienza da parte del pubblico. Sulla base della preoccupazione della mancanza di sostegno pubblico necessario al finanziamento della ricerca e sulla base della paura di un distacco nei confronti della scienza

testimoniato anche dal calo di iscrizioni alle facoltà scientifiche, il pubblico di non-esperti acquista un ruolo cruciale nella posizione che la scienza deve avere nella società. Il rapporto fra scienza e pubblico viene concettualizzato secondo un modello lineare. Gli scienziati sono produttori di una conoscenza genuina che va "tradotta", semplificata per il pubblico, considerato come un ricettacolo passivo, ignorante e indifferenziato, un contenitore vuoto caratterizzato da deficit cognitivi.
Le gerarchie sono chiare: la conoscenza scientifica è superiore per la sua specifica forma di razionalità. Di conseguenza lo scienziato è il solo a poter rivendicare il ruolo dell'esperto su temi controversi che riguardano l'impatto della scienza sulla società. In questo modello l'importanza e il valore della conoscenza scientifica possono essere trasmesse attraverso campagne informative/educative il cui scopo fondamentale è quello di colmare il gap: la comprensione della scienza può essere raggiunta aumentando il livello di alfabetizzazione scientifica del pubblico. L'ignoranza è infatti il maggior imputato, la causa del distacco e della paura: se si conosce il significato di genoma o di DNA, allora non si potrà, ad esempio, che essere a favore delle biotecnologie. La comunicazione della scienza ha quindi la funzione di tradurre al meglio le conoscenze scientifiche e di raggiungere il più ampio pubblico possibile.
Seguendo le prescrizioni di questo modello sono stati investiti ingenti risorse (Gran Bretagna in prima fila), su scala locale, nazionale e internazionale, tanto che si è parlato di una vera e propria "industria" del PUS. Con quali risultati dopo quasi trent'anni di attività?

4 Più scienza per tutti?

Nessuno obietta che nell'ambito delle attività PUS sia stato prodotto un eccellente materiale educativo, ma sul piano dell'alfabetizzazione scientifica i dati sembrano molto meno confortanti. A partire dagli anni '70 sono stati costruiti degli strumenti d'indagine su ampi strati di popolazione per misurare l'evoluzione del livello di alfabetizzazione scientifica in risposta alle campagne di comunicazione della scienza. Le indagini sono iniziate prima in USA e in Gran Bretagna, per poi diffondersi in

Europa e in generale nel mondo industrializzato e più recentemente anche in paesi emergenti come il Brasile e la Cina.
Secondo queste inchieste l'alfabetizzazione scientifica, un concetto peraltro nebuloso sulla cui validità gli studiosi continuano a dibattere, non è affatto aumentata. Inoltre, le indagini hanno messo in luce un'altra ingenuità dell'impostazione pedagogica-educativa della comunicazione scientifica: l'idea che una maggiore alfabetizzazione scientifica corrisponda necessariamente a un maggiore apprezzamento e sostegno nei confronti della scienza e della tecnologia. In ambito europeo, lo strumento d'inchiesta sociale per eccellenza, l'Eurobarometro, ha mostrato quest'anno che i paesi nordeuropei sono i più alfabettizzati ma anche i più cauti nei confronti della scienza e della tecnologia, mentre gli italiani sono tra i più favorevoli in Europa all'uso della genetica. Un risultato che potrebbe offrire fra l'altro diverse chiavi d'interpretazioni sull'esito del referendum sulla procreazione assistita.
La storia, la filosofia, la sociologia della scienza e le altre discipline dei cosiddetti science studies hanno insomma portato a chiare dimostrazioni di quanto il rapporto fra scienza e pubblici e il ruolo della comunicazione sia più complicato di quanto potessero immaginare gli scienziati e i politici. Non è un caso che la comunicazione della scienza sia diventata ormai un campo di studi autonomo, se non proprio una nuova disciplina accademica, in cui confluiscono teorie, concetti e pratiche di ricerca provenienti da aree scientifiche che vanno dall'antropologia agli studi sulla comunicazione, dall'economia alla fisica, dalla chimica alla biologia.

5 La scienza nel contesto

Come già ricordato, gli analisti del rapporto tra scienza e società hanno messo in forte discussione il legame tra conoscenza e sostegno della scienza. I critici del modello deficitario hanno inoltre sottolineato la scarsa attenzione riservata ai luoghi concreti in cui le persone incontrano scienza e tecnologia e al contesto in cui sono costrette a prendere decisioni su temi a esse legate. La critica all'impostazione della prim'ora del PUS riconosce infine che gli individui non rispondono alla comunicazione scientifica come dei contenitori vuoti, ma anzi elaborano l'informazione scientifica, come qualunque altro tipo d'informazione, secondo gli

schemi sociali e psicologici costruiti nelle proprie esperienze personali e nella cornice culturale di appartenenza.

Bisogna tuttavia anche dire che gran parte della ricerca rivolta alla critica dell'impostazione deficitaria non ha portato a modifiche significative alle pratiche della comunicazione scientifica e che comunque il PUS degli anni '80 ha avuto il merito per la prima volta di concettualizzare il rapporto tra scienza e pubblico facendo assumere a quest'ultimo un ruolo chiave.

Si è però compreso che le barriere di comunicazioni fra scienziati e cittadini sono di una complessità molto maggiore di quanto presupposto dai fautori del modello lineare *top-down* in quanto dipendono da fattori educativi, sociali, pratici, culturali. La complessità aumenta ulteriormente quando la scienza entra nella sfera pubblica, nell'ambito delle controversie. È in questi casi che risulta evidente l'esistenza di differenti modelli di spiegazione e di interpretazione dei dati rispetto a quelli scientifici. Le persone vivono e sperimentano infatti la scienza attraverso relazioni sociali e si capisce che il nodo del problema del rapporto tra scienza e società non è solo la mancanza di conoscenza, ma anche quello della fiducia nei confronti del sistema scientifico e degli scienziati. Fiducia che si conquista attraverso il dialogo, la partecipazione, la cooperazione, parole queste che sono diventate uno slogan anche nelle strategia politica comunitaria se è vero ad esempio che l' Unione Europea considera il "Dialogo fra Scienza e Società" uno dei punti imprenscindibili per la costruzione della spazio europeo della ricerca.

Questo dialogo deve ovviamente coinvolgere tutti gli attori sociali chiamati a risolvere i problemi legati allo sviluppo e all'impatto sociale della scienza. Tra questi gli scienziati, che, se vogliono conservare il loro ruolo nella società e la loro legittima autonomia, non possono che partecipare attivamente al dibattito e alla contestazione confrontandosi nelle arene pubbliche alla pari degli altri interlocutori. In altre parole una maggiore consapevolezza pubblica dell'importanza della scienza e tecnologia non si raggiunge solo con la promozione e l'informazione. Il modello che prevede un semplice trasferimento di informazioni con gerarchie chiare, dall'alto vero il basso, non funziona. Un semplice aumento della quantità di informazione o una migliore distribuzione della conoscenza scientifica non sono la soluzione. Al

contrario, ogni miglioramento del rapporto tra scienza e società passa attraverso una maggiore sensibilità nei confronti delle legittime preoccupazioni dei pubblici.

6 Conclusioni

I temi legati alla comunicazione pubblica devono diventare parte integrante della formazione dei giovani ricercatori e del patrimonio degli scienziati nella convinzione che non esiste un legame deterministico fra le attività di comunicazione e il ruolo che la scienza riveste nella società. È chiaro ormai infatti che non esistono *best practices* comunicative universali ed esportabili. Uno dei grossi errori dei modelli lineari della comunicazione scientifica è stato quello di pensare che ci fossero degli standard validi ovunque, negli Stati Uniti, in Italia, in India, in Cina. Alla prova dei fatti non è così. Se ci si chiede a chi comunicare la scienza, si ottengono tante risposte quanti sono gli interessi, le aspettative, le sensibilità, le contingenze, le culture professionali, i percorsi biografici degli attori coinvolti. Proprio perché la scienza è diventata pervasiva e dominante nella vita quotidiana dei cittadini, gli scienziati devono scoprire e accettare la sfida della complessità della comunicazione.

7 Ringraziamenti

Desidero ringraziare i componenti del gruppo ICS della SISSA, ed in particolare Pietro Greco e Nico Pitrelli per le illuminanti discussioni che ho potuto fare con loro e per la lettura critica di questo articolo.

Referenze

1) Bodmer, W. (1985) “The Public Understanding of Science”, London, Report-Council of Royal Society.
2) House of Lords, *Science and Society* (London: Her Majesty’s Stationary Office, 2000).
3) Miller, S. (2001) “Public understanding of science at the croassroads,” Public Understanding of Science 10: 115-120.
4) Special Eurobarometer 224 / Wave 63. 1 (2005) Europeans, Science and Technology. Brussels: European Commission DG Research.

5) Wynne, B. (1995) “Public Understanding of Science”, in S. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Petersen, and T. Pinch (eds) Handbook of Science and Technology Studies, pp. 361-88. Thousand Oaks, London, New Delhi: SAGE Publications.

Carlo Bernardini

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

LA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA

Carlo Bernardini
Università di Roma, la Sapienza, Dipartimento di Fisica

Sommario[*]

La comunicazione scientifica, anche se rivolta a un pubblico non specialista, appare troppo spesso sbilanciata verso un sensazionalismo mediatica, o all' opposto verso un rigorismo ostinato. Si propone la ricerca della "virtù mediana" della comunicazione mettendo in primo piano lo sviluppo storico delle idee. Questa impostazione avrebbe un benefico effetto anche per i ricercatori aiutandoli a comprendere l' evoluzione, talvolta tortuosa o ignorata, che ha condotto alle concezioni attuali.

La comunicazione scientifica è un problema annoso e mai risolto, che ritorna periodicamente nel dibattito pubblico. Innanzitutto, conviene fissare, per intendersi, qual è il suo obiettivo: a mio parere, un obiettivo condivisibile è quello di raggiungere l'opinione pubblica non specializzata con informazioni riguardanti alcuni problemi non risolti e la possibilità di risolverli nell'ambito di concezioni consolidate come quelle delle scienze contemporanee. Naturalmente, i problemi non risolti devono avere una misura di interesse, anch'essa non strettamente specialistica, che li identifichi come elementi importanti di una cultura in grado di sollecitare anche la curiosità. Questo punto, che si riferisce alla curiosità, è molto

---

[*] Sommario Redazionale

delicato per il confronto tra i criteri, assai distanti, peculiari dell'ambiente giornalistico e quelli dell'ambiente scientifico. I criteri giornalistici fanno spesso leva, purtroppo, su coloriture indebite e metafore gratuite che dirottano la comprensione verso suggestioni improprie; i criteri scientifici sono anch'essi spesso opinabili per l'eccentricità del linguaggio e i rimandi a nozioni di uso non corrente e consolidato. Meglio di queste "definizioni" può forse valere qualche esempio concreto e attuale facilmente reperibile nella letteratura quotidiana; suggerisco perciò all'aspirante comunicatore di analizzare, per gli aspetti giornalistici, l'articolo di Sylvie Coyaud, *Alla ricerca della particella sconosciuta*, sul supplemento "Nóva" del Sole 24 Ore del 22 dicembre 2005; ma anche il paginone dal titolo *Grandezza e miseria della Fisica*, di Vittorino Andreoli sul quotidiano Avvenire del 19 febbraio 2006. Entrambi questi contributi, di due personaggi noti in ambito giornalistico, spiegano meglio di ogni discorso che cosa *non* si deve fare nella comunicazione scientifica. Ma anche modalità più accettabili nell'ottica scientifica possono non esserlo in quella della comunicazione: posso citare, a titolo di esempio, proprio le tematiche affrontate in alcune tesi di studenti che hanno conseguito un titolo di dottorato, come quelle recensite sul numero di ottobre 2005 del periodico "SissaNews" (*Dai tachioni alle superfici di Riemann*, pg 15). Probabilmente quei sunti si riferiscono solo a tesi "vere" del dottorato, ma vengono elencati ingannevolmente come possibili argomenti per il master in comunicazione, il che è assolutamente inverosimile. Conosco bene le obiezioni dei giornalisti, che sono obbligati a dare la caccia allo scoop colorito; e anche quelle dei colleghi, che vogliono che gli autori possiedano una solida competenza. Ma proprio questi due tipi di obiezioni fanno pensare che non c'è una via di mezzo, ma qualcos'altro non ancora ben identificato che non è né colore né dottrina.

Per incoraggiare alla ricerca ragionata di questa "virtù mediana" voglio usare un argomento molto semplice. La scienza, prima di diventare ciò che è adesso, è stata un insieme di tentativi di interpretazione della realtà naturale che ha finito sempre con il superare il senso comune, inizialmente poco più del livello della percezione

diretta. E' divenuta astratta, grazie allo sviluppo delle matematiche, assorbendo e stimolando un linguaggio che è lontanissimo dal linguaggio comune. Il profano è molto più vicino all'interpretazione primitiva cha a quella di oggi: il solo che lo abbia capito bene è stato Galilei. L'unico modo per comunicare è quello che rifà la storia delle trasformazioni concettuali che portano dall'origine all'oggi. Ma noi fisici, specie in Italia, trattiamo male la storia: viviamo nel presente e buttiamo nella spazzatura anche la storia recente. Come possiamo pretendere che il profano si cali nelle conoscenze a cui siamo arrivati?

Eppure, vi è un patrimonio di personaggi invidiabili da ogni ambiente scientifico evoluto che, per nostra incuria, sta andando in archivio precocemente, nei ripostigli; e che la storiografia americana, interessata a successi spendibili sul mercato, sta mettendo deliberatamente in sordina. Per i fisici, penso a quanto poco si è ancora fatto per onorare debitamente Giovannino Gentile, Giulio Racah, Bruno Rossi, Giuseppe Occhialini, Bruno Pontecorvo, Oreste Piccioni, e lo stesso Edoardo Amaldi.

Ma poi, vorrei fare presente che, anche per fisici già affermati, la storia della produzione di idee e risultati è molto istruttiva. Imparerebbero che l'ambiente non è esente da abbagli o errori, (suggerisco di rivedere tutta l'accurata ricostruzione delle frodi che ha prodotto Allan Franklin, reperibile in rete), che c'è stato addirittura qualche imbroglione smaccato; e come e perché gli imbroglioni non la fanno franca grazie a un efficiente autocontrollo della comunità, che possono nascere difficoltà da situazioni politiche difficili, che bisogna imparare a dialogare con filosofi, letterati, manager, artisti e altri diversi; e così via. Tutte queste cose non si possono lasciare né al cronista mondano né allo scienziato troppo rigido e formale: richiedono una capacità di valutare che è fatta di competenza mescolata a qualità umane che configurano un'etica assai particolare. Se penso allo scempio che è stato fatto del personaggio Ettore Majorana, alle diffidenze che da 60 anni a questa parte circondano la parola "nucleare", alla noncuranza con cui si è lasciato crescere un astioso quanto improprio "antiscientismo", mi viene di chiedere, soprattutto, qual è la vera origine

di questi comportamenti della società in cui viviamo. Enrico Bellone ha fatto la fatica di raccogliere i brandelli delle polemiche, sino alle più insulse, in un libro, *La scienza negata*, pubblicato nel 2004 da Codice; lo ammiro per la forza d'animo che ha avuto nel leggere tante autorevoli sciocchezze per poterle registrare a futura memoria. Ma nessuno ha analizzato ancora con sufficiente spregiudicatezza le concezioni devianti che hanno tenuto banco per alcuni anni in tempi relativamente recenti: la fusione fredda, la fenomenologia dei processi di scattering degli anni 50-60, la caccia al *breakdown dell'elettrodinamica* e la costruzione degli inutili colliders tangenti elettrone-elettrone, l'idea delle macchine FFAG, ecc.

Insomma, voglio insistere sull'importanza di "inventare la comunicazione scientifica". Il fatto che un po' di giovani ci si mettano, mi lascia bene sperare per un risultato positivo; intanto, però, per consolarmi rileggo il buon vecchio Abraham Pais che, con *Sottile è il Signore* e con *Inward Bound* (non a caso improponibile in versione italiana) ha mostrato che si possono fare opere grandiose non meno utili dei migliori trattati specialistici.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

UN KIT DI SOPRAVVIVENZA PER I RICERCATORI [1]

Giovanni Carrada
Collaboratore RAI e Divulgatore Scientifica

Sommario

Lo scopo del contributo è aiutare chi lavora nel mondo della ricerca a comunicare i contenuti e l'importanza del proprio lavoro o del proprio settore, fornendogli i concetti e gli strumenti di base della comunicazione pubblica della scienza e della tecnologia. Sia che voglia farlo in prima persona, sia che si rivolga ai media o si affidi a dei professionisti. In quest'ultimo caso si rischia facilmente di preoccuparsi esclusivamente della correttezza dei contenuti, perdendo opportunitˆ preziose o peggio imponendo scelte sbagliate.

1 Un nuovo mestiere da imparare

Nel 1992, l'astronomo Carl Sagan, protagonista di innumerevoli interventi pubblici e autore di 20 libri tradotti in tutto il mondo, di una serie televisiva di enorme successo oltre che di un film per Hollywood, si vide rifiutare l'ingresso nella National Academy of Sciences. Non riuscì infatti a raccogliere il voto favorevole di almeno due terzi dei suoi membri. Direttore del Laboratory of Planetary Studies della Cornell University, Sagan si era distinto per il calcolo dell'effetto serra su Venere, per i suoi studi sulla superficie di Marte e sugli oceani di Titano, la grande luna di Saturno. Troppi colleghi storsero però il naso di fronte alla sua instancabile

---

[1] Il testo di questo contributo è una rielaborazione redazionale di alcune pagine dell' introduzione al libro di Giovanni Carrada 'Un kit di sopravvivenza per i ricercatori'.

attività di divulgatore, che ne aveva fatto forse lo scienziato più famoso degli Stati Uniti e uno dei più agguerriti difensori della causa della scienza a livello mondiale.
Due anni più tardi la National Academy of Sciences ci ripensò, onorandolo anzi con la Public Welfare Medal. Sagan aveva infatti brillantemente smentito due grandi pregiudizi che circondano gli scienziati che scelgono di comunicare con il grande pubblico: l'idea che chi lo fa sottrae energie al suo "vero" compito - la ricerca - e l'idea che il ricercatore non sa mai farsi capire. Come se il suo universo mentale fosse così lontano da quello dell'uomo comune da aver almeno bisogno di un "traduttore".

1.1 Aperture e chiusure

In realtà, alcuni ricercatori si sono sempre dedicati alla divulgazione del proprio lavoro. A cominciare da Galileo, al quale la Chiesa non perdonò proprio il fatto di aver scritto in volgare anziché nel più oscuro latino. Ma la disponibilità a farlo è cambiata nel corso del tempo. L'Ottocento è stato un secolo molto favorevole, soprattutto in Inghilterra. A partire dal 1826, per oltre vent'anni, Michael Faraday raccontò gli ultimi sviluppi della scienza ogni venerdì sera nel corso di conferenze affollatissime tenute alla Royal Institution.
L'entusiasmo degli scienziati si era molto intiepidito già nei primi decenni del Novecento. Nel 1938 Lancelot Hogben, per non pregiudicare la sua prossima nomina a Fellow della Royal Society, preferì chiedere al collega Hyman Levy di fingere di essere l'autore del suo libro *Mathematics for the Million*, che divenne un best seller internazionale. Solo negli anni Ottanta del Novecento ci fu un ritorno in grande stile alla divulgazione. Non a caso, come vedremo nel prossimo capitolo.
Oggi, invece, gran parte della migliore divulgazione scientifica internazionale non fatta da "traduttori", ma da scienziati. Basti pensare a Richard Dawkins, Antonio Damasio, Stephen Hawking, Edward O. Wilson, e in Italia a Edoardo Boncinelli, Margherita Hack o Luigi Luca Cavalli Sforza.
Anche al di fuori dello "star system", sono sempre di più i ricercatori che hanno deciso di misurarsi con questo nuovo mestiere. In misura e con ruoli diversi, infatti, a tutti può essere richiesto di raccontare o commentare le proprie ricerche o quelle

del suo settore. I motivi possono essere tanti: rispondere alla richiesta di un giornalista, intervenire su una questione dibattuta, collaborare a una mostra o a un programma televisivo, presentare un corso di laurea, discutere con gruppi di pressione o portatori di interessi, presentare le proprie attività a imprese, istituzioni locali o altri possibili finanziatori, o semplicemente collaborare in modo efficace con l'ufficio stampa della propria istituzione.

1.2 Un clima nuovo

Non molti anni dopo il rifiuto opposto a Carl Sagan, la situazione è cambiata. Oggi sono infatti le stesse istituzioni scientifiche, dalla Royal Society inglese all'Academie des Sciences francese, dalla CSIRO australiana all'American Association for the Advancement of Science, a invitare i propri membri a raccontare il loro lavoro. Anziché essere bollata come una perdita di tempo, in qualche caso la divulgazione viene ora indicata addirittura come un "dovere". Alcune di queste istituzioni, come la National Science Foundation americana e i Research Council inglesi hanno prodotto linee guida sulla comunicazione, e moltissime hanno creato uffici stampa o si sono dotate di un responsabile della comunicazione, promuovendo iniziative di ogni tipo, dai siti web educativi ai documentari, dalle mostre al volontariato nella ricerca. C'è persino chi, come la Society for Neuroscience americana, ha radunato uno staff di professionisti dedicato ad assistere i ricercatori nella comunicazione al grande pubblico. Anche in Italia, da qualche anno, le cose si stanno muovendo.

In generale, una formazione di base in comunicazione è sempre più spesso considerata necessaria per chi lavora o sta per intraprendere una carriera nella ricerca. In Gran Bretagna, ad esempio, la maggior parte dei Research Council offre ai dottorandi alcuni giorni di formazione su comunicazione e media, mentre veri e propri corsi vengono proposti dalle università, ad esempio lo University College di Londra. A provvedere negli Stati Uniti sono per lo più l'American Association for the Advancement of Science e il Scientists' Institute for Public Information.

Perché tanto rinnovato entusiasmo?

Oggi la comunicazione viene considerata una funzione strategica dalla maggioranza delle organizzazioni che interagiscono nel nostro sistema sociale.

Le identifica, le legittima, permette loro di guadagnarsi consenso e di operare per conseguire gli obiettivi che hanno tutti i sistemi: sopravvivere, proteggersi, procurarsi risorse, espandersi. (Annamaria Testa)

2 A cosa serve comunicare la scienza?

2.1 La soddisfazione, innanzitutto

Il desiderio di far conoscere i risultati delle proprie ricerche, o più in generale del proprio campo di studi, è un'esigenza assolutamente naturale, che anche se taciuta accomuna la stragrande maggioranza dei ricercatori. E' bello uscire dai confini (anche umani) della propria specializzazione e condividere con gli altri la passione della propria vita, e riuscire a farlo può essere una fonte di grandi soddisfazioni personali.
Qualunque sia lo scopo per il quale si decide di comunicare, se non si è capaci di trasmettere qualcosa della propria passione è molto difficile ottenere dei buoni risultati. A rendere così popolare Konrad Lorenz fu la sua straordinaria capacità di coinvolgere i lettori nell'avventura dell'etologia, e lo stesso è accaduto con tutti i grandi scienziati-comunicatori.
Oltre a diffondere delle conoscenze, raccontare la scienza aiuta a far conoscere il valore del pensare scientifico e della razionalità nell'affrontare i problemi, anche quelli che con la scienza non hanno nulla a che fare. Storicamente, uno dei grandi contributi culturali della scienza è stato quello di offrire un esempio di "palestra di democrazia". E' infatti anche attraverso la scienza che l'Occidente ha imparato la difesa delle proprie ragioni con la razionalità e il confronto con la realtà, la diffidenza verso le autorità morali e culturali costituite, la tolleranza per le idee altrui, l'idea che tutti possano contribuire al progresso delle conoscenze.

2.2 Comunicare con gli altri ricercatori

Paradossalmente, la comunicazione pubblica può aiutare anche a informare gli altri ricercatori delle proprie attività, superando le barriere che separano ambiti disciplinari diversi. I progressi in campo scientifico e tecnologico sono infatti così

rapidi e numerosi che in genere un ricercatore riesce a mantenersi aggiornato solo su una nicchia di sapere molto specializzata. Ogni ricercatore, in altre parole, fa parte del "pubblico" quando si parla di qualcosa che esula dalla sua "fetta".

Negli Stati Uniti la competizione per essere presenti sulla pagine di grandi giornali, come il New York Times, è molto forte da quando si è scoperto che serve per essere conosciuti dai propri stessi colleghi. Alcuni dati preliminari citati da Nature indicano addirittura come i lavori scientifici che hanno avuto una copertura giornalistica abbiano successivamente ricevuto un maggior numero di citazioni nella letteratura specialistica.

E' accaduto anche che campi nuovi siano stati annunciati e in qualche modo anche delimitati rispetto agli altri proprio attraverso la pubblicazione di libri destinati a un largo pubblico, come accaduto ad esempio agli studi sulla coscienza a metà degli anni Novanta, e prima alla cosmologia.

Acquisire familiarità con le tecniche della comunicazione pubblica della scienza può infine risultare utile nell'insegnamento. Non c'è infatti ragione per rendere più ostica del necessario la propria materia. Anche se (al contrario di quanto avviene nella comunicazione pubblica) gli studenti hanno scelto di volerla conoscere e hanno un motivo preciso per applicarsi, la capacità di interessarli e mantenerne viva l'attenzione e la capacità di far loro "risparmiare energie cognitive" possono diventare preziose in qualsiasi tipo di lezione o presentazione.

Spesso, però, la comunicazione della scienza ha anche altri scopi, forse meno nobili ma non per questo meno importanti. Più che un fine, in questi casi la diffusione di cultura scientifica diventa un mezzo. L'efficacia nel farsi capire diventa anche efficacia nel convincere, nel lanciare messaggi in vista di obiettivi precisi.

2.3 Serve soprattutto alla scienza

Se tanti ricercatori finiscono per appassionarsi alla divulgazione della scienza, è anche perché hanno dovuto fare di necessità virtù.

Il grande paradosso che vive oggi la scienza è infatti quello di essere una cultura di fatto egemone, perché poche altre cose sono capaci di cambiare così a fondo e

rapidamente il nostro modo di vivere, di produrre, di lavorare e di pensare, ma tra le meno diffuse e condivise.

Con poche eccezioni, come la Corea del Sud e la Finlandia, le indagini internazionali sono quasi unanimi nel denunciare la carenza di cultura scientifica dei cittadini, anche nei paesi più avanzati. Una carenza resa peraltro sempre più grave dal continuo aumento delle conoscenze e delle loro applicazioni pratiche. Dalla Conferenza di Lisbona del 2000, nel corso della quale i capi di governo europei si impegnarono a fare dell'Unione "la società e l'economia basate sulla conoscenza più competitive" entro il 2010, la preoccupazione per la scarsa preparazione dei giovani nelle materie scientifiche è diventata in Europa argomento di pubblico dibattito. In passato ignorati, i risultati delle indagini internazionali sulla preparazione degli studenti, come quelli del PISA (*Programme for International Student Assessment* dell'Ocse), vengono oggi pubblicati con rilievo dai grandi quotidiani.

A questo si aggiunga il fatto che le occasioni di attrito fra scienza e società non fanno che aumentare, sia per le conseguenze dell'introduzione di nuove tecnologie, sia per le scelte cui ci costringono le nuove possibilità che ci vengono offerte, sia per l'impatto delle nuove conoscenze su credenze e valori sui quali si basano identità, culture e modi di pensare.

La nuova necessità di comunicare al pubblico misura in realtà il successo della scienza: più sa e sa fare, più frequenti sono le occasioni di incontro (e qualche volta anche di scontro) con diversi soggetti sociali o diversi punti di vista.

Così, se fino a poco tempo fa comunicare con la società era un optional, perché per ottenere i finanziamenti per la ricerca bastava mantenere i rapporti con qualche referente politico, oggi è diventato una necessità. E nessuno, nel mondo scientifico, può più permettersi di ignorarla. Non ci si può infatti più aspettare che sia qualcun altro, come ad esempio un politico "illuminato", a difendere gli interessi della scienza.

Negli ultimi anni i rapporti fra scienza e società stanno infatti cambiando radicalmente. Qualcuno ha parlato a questo proposito di transizione da una scienza "accademica" a una scienza "postaccademica".

Le decisioni importanti che riguardano il lavoro degli scienziati non vengono più prese nell'ambito della sola comunità scientifica o di qualche ufficio di un ministero, ma sono sempre più spesso il frutto di una complessa negoziazione con una serie di soggetti sociali: i politici nazionali e locali, le imprese e le loro associazioni, i gruppi di interesse o di pressione, "autorità morali" e media. Spesso sono anche sottoposte all'attenzione del grande pubblico, le cui opinioni si riflettono poi sul comportamento dei media e dei politici. Basti pensare alla ricerca sul cancro o sull'Aids, alle missioni spaziali umane, alle biotecnologie o ai grandi screening genetici per rendersi conto del peso crescente (nel bene e nel male) di considerazioni extrascientifiche sulle decisioni che riguardano le priorità della ricerca.
Dal momento che la ricerca scientifica è sempre più spesso il vero motore delle dinamiche culturali, sociali ed economiche, la qualità della comunicazione della scienza diventa un fattore essenziale di democrazia e di progresso. Da una parte occorre quindi evitare una deriva tecnocratica, che consiste nel sottrarre le decisioni vere al vaglio della pubblica opinione, al riparo di una "cortina fumogena" mediatica, operazione peraltro probabilmente destinata a effetti boomerang in tempi brevi, come già avvenuto in stagioni passate. Dall'altra parte, occorre evitare la deriva opposta, quella populista, in cui il peso dell'opinione esperta diventa minoritario rispetto al gioco politico e alle inevitabili irrazionalità dei mass media.
Non solo. Occorre anche evitare il formarsi di una "sottoclasse", dal punto di vista scientifico, formata da quella fetta di popolazione che è completamente all'oscuro della continua avanzata delle tecnoscienze, incapace di capire il funzionamento del mondo moderno e quindi di partecipare alla vita di una società tecnologica.

> *Obiettivo generale di una efficace politica di comunicazione della scienza è (ri-)costruire un clima di reciproca conoscenza e fiducia fra scienza e società, stabilendo un dialogo nel quale l'atteggiamento di apertura verso il pubblico sia autentico e non "cosmetico".*

2.4 Visibilità, consenso, fiducia

Il primo obiettivo, da questo punto di vista, è ottenere visibilità. E' infatti difficile far sentire le proprie ragioni se non si è "visibili", ovvero se non si è riconosciuti

come soggetti importanti e titolati a parlare. Dal grande pubblico, oppure da soggetti sociali specifici.
La visibilità, naturalmente, deve essere positiva, cioè essere associata a un consenso sociale sulla propria esistenza e sulle proprie attività, che può far leva su un intero spettro di motivi, dall'utilità delle proprie ricerche a ragioni di orgoglio nazionale. A questo consenso è sempre più legata anche la possibilità di ottenere o proteggere i propri finanziamenti. L'appoggio sociale è infatti un presupposto di quello politico. Si pensi ad esempio a quanto ha contato in Italia il diverso livello di mobilitazione pubblica sull'entità dei finanziamenti per la ricerca e la cura di due malattie importanti, ma di incidenza molto diversa, come l'Aids e il tumore del seno, oppure fra la ricerca sul cancro e quella sulle malattie cardiovascolari, sebbene siano queste ultime la prima causa di morte nel nostro paese. E si potrebbero citare anche altri esempi.

> *Il consenso sociale non si crea da solo, in base alla obiettiva bont˜ della causa, ma va attivamente perseguito grazie a una comunicazione efficace.*

Non è un caso se per "vendere" il Progetto Genoma Umano fu necessario qualche anno di un'intensa campagna comunicativa, partita dalle riviste rivolte alla comunità scientifica e approdata gradualmente anche ai periodici popolari, per i quali il genoma umano diventò "il libro della vita". Quando, nella prima metà degli anni Novanta, il governo finlandese diede il via a un aumento della spesa per la ricerca del 13,5% all'anno, impegno che ha poi mantenuto per un decennio, la decisione fu resa possibile dalla costruzione di un vasto e profondo consenso sociale del paese. L'esempio estremo è il contributo al finanziamento per la ricerca sulle malattie genetiche rare da parte di Telethon, una *charity* gestita con grande professionalità, che con un solo evento televisivo è in grado di raccogliere donazioni per qualcosa come 25 milioni di euro l'anno.
In assenza di consenso sociale, non c'è invece lobbying che tenga: come insegna la vicenda Ogm, la politica non ha altra scelta che seguire l'orientamento degli elettori, per quanto irragionevole possa essere. Il consenso, non necessariamente quello dell'intero corpo sociale, è infatti tanto più importante quanto più difficile è

l'obiettivo da raggiungere. Quando una decisione è controversa, e lo può essere per diversi ordini di motivi, la decisione finale è sempre di tipo politico. E le decisioni politiche non sono sempre razionali.
Il caso più frequente è quello dei progetti di ricerca particolarmente costosi.
In questo tipo di questioni, che si potrebbero definire "ideologiche", può essere messa in discussione la stessa libertà di ricerca. Ma non sono necessariamente cause perse. Un difficile referendum che intendeva vietare qualsiasi tipo di ricerca in campo biotecnologico fu sconfitto in Svizzera, nel 1998, grazie alla mobilitazione pubblica dei ricercatori, che per l'occasione impararono a usare gli stessi strumenti della comunicazione pubblica dei loro avversari.
Ci sono infine tutte quelle situazioni nelle quali è essenziale poter far sentire molto forte una voce scientificamente fondata in momenti a forte di rischio di esplosioni di irrazionalità, da un'epidemia di Sars a un'emergenza terremoto, all'ennesima nuova "cura" per il cancro.
L'obiettivo di fondo è tuttavia quello di stabilire con la società, o con settori chiave di essa, un rapporto più profondo e più solido, basato sulla fiducia. Solo su questa base, testata nel corso del tempo, si può superare l'inevitabile divario che in qualche misura resterà sempre fra chi detiene conoscenze molto complesse e tutti gli altri.

"Nothing shocks me. I'm a scientist". (Indiana Jones)

3 Il vantaggio di essere un ricercatore

Certo, tra la pressione a pubblicare sempre di più e la fatica per procurarsi le risorse per le proprie ricerche, la vita del ricercatore non è facile. Anche senza il carico aggiuntivo di un nuovo mestiere da imparare.
Molti possono non sentirsi particolarmente portati al ruolo di comunicatori. E forse non lo sono. In fondo, hanno scelto tutt'altro mestiere. A molti altri questo ruolo può non piacere, magari perché hanno la sensazione di doversi in qualche modo "sporcare le mani". Come può non piacere l'idea di aggiungere il proprio personale contributo all'overdose informativa che già ci circonda.
La comunicazione al pubblico non è peraltro priva di rischi, come vedremo più avanti quando ne esamineremo gli aspetti etici. C'è il banale ma fondato rischio che

anche nelle scelte importanti prevalgano le ragioni di chi comunica meglio e non di chi ha i migliori argomenti, o che il valore di un ricercatore finisca per essere misurato in base alla sua telegenicità, anziché all'*impact factor* delle sue pubblicazioni. Almeno in certi ambiti, naturalmente.

La necessità della comunicazione pubblica, tuttavia, rimane.

> *I meccanismi che hanno creato l'escalation di volume e di iperboli comunicative in ogni settore della società valgono ormai anche per la scienza. E il prezzo di non comunicare, o di farlo male, diventa sempre più alto. Oggi chi non è (ben) rappresentato nell'arena pubblica rischia di perdere voce, risorse, fiducia e a volte anche libert'.*

Non c'è nulla di eccezionale in questo. Tutti i grandi soggetti sociali hanno dovuto percorrere questa stessa strada, e la scienza comincia a farlo con almeno una generazione di ritardo rispetto ad esempio al settore privato. Ed è una strada dalla quale non si torna indietro. Perché allora non delegare la comunicazione pubblica a dei professionisti?

Come in tutte le organizzazioni, anche nella scienza la comunicazione si sta inevitabilmente professionalizzando, ed è un bene che sia così. Ma il coinvolgimento attivo dei ricercatori resta indispensabile, perché sono sempre loro il primo anello della catena della comunicazione. Ogni scelta fatta all'inizio della catena condizionerà tutto quello che verrà dopo, nel bene e nel male. Anche i professionisti, ad esempio l'addetto stampa del proprio ateneo, devono comunque essere informati e in genere anche guidati.

Spesso, inoltre, proprio per la natura molto particolare della scienza rispetto ad altri settori, è difficile che un non esperto riesca a padroneggiare il tema con una profondità paragonabile a quella del ricercatore che ci lavora, o che riesca a vederne tutte le implicazioni, anche di lungo periodo.

Il ricercatore, in altre parole, è la persona più attrezzata per impostare correttamente la comunicazione, e a volte anche per farla in prima persona. Molte inchieste internazionali hanno peraltro sottolineato come agli occhi del pubblico il grande *asset* del ricercatore, rispetto al giornalista, sia la credibilità che deriva dall'essere proprio colui che crea la conoscenza e non qualcuno che la racconta "di seconda mano".

Se è vero che le conseguenze della scienza e della tecnologia sono troppo importanti per lasciarle nelle mani dei soli scienziati, è anche vero che i rapporti fra la scienza e la societ^ sono troppo importanti per lasciarli solo nelle mani di chi non è uno scienziato.

A volte, per parlare con uno straniero è meglio impararne la lingua piuttosto che servirsi di un interprete, e poi magari lamentarsi se non ci si capisce.

Il miglior effetto di qualsiasi libro è incitare il lettore a darsi da fare. (Thomas Carlyle)

Giorgio Giacomelli

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

L'IMPORTANZA DELLA COMUNICAZIONE DIRETTA DA SCIENZIATO A PUBBLICO PER AIUTARE LA SCIENZA A FARSI COMPRENDERE

Giorgio Giacomelli*
Università di Bologna, INFN Sez. di Bologna
Viale Berti Pichat 6/2, 40127 Bologna

Sommario

Vengono illustrati alcuni problemi connessi alla comunicazione scientifica nella prospettiva di programmi di divulgazione sia individuali che di Istituzioni.

1 Cosa si intende per comunicazione diretta

Quasi tutti gli scienziati tengono ed hanno tenuto conferenze divulgative sia per un pubblico selezionato, come studenti di scuole medie superiori, studenti universitari, ecc…, sia per un pubblico "non selezionato", come quello presente a manifestazioni civiche o presso circoli culturali, o altri. Molti hanno scritto articoli su quotidiani, riviste e libri.
Recentemente si è aperta ed affermata la comunicazione via Internet e pagine web, con la possibilità di utilizzare ottima grafica e molte animazioni. L'uso di tecnologie moderne permette una divulgazione più accattivante. Occorre però una migliore impostazione della comunicazione e un miglior coordinamento rispetto alla tradizionale divulgazione scientifica specialistica. E' una grande opportunità da

---
* S. Cecchini, INAF/IASF-Bologna e INFN, Sez. di Bologna

sfruttare poiché senza divulgazione la ricerca può inaridirsi. In questa azione bisogna pensare di rivolgersi non solo"…alla media degli studenti, alla gran massa da cui il Paese deve trarre i suoi ingegneri, i suoi professori, i fisici dei laboratori industriali che occorreranno in numero sempre maggiore nei prossimi anni" ma "..anche, e soprattutto, a coloro che, uscendo dal Liceo, non si iscrivono nella Facoltà di Scienze, ma diverranno avvocati o giornalisti o uomini politici, e non avranno mai più occasione di sentirsi spiegare cosa è la Fisica. Essi formeranno la classe dirigente di un mondo sempre più dominato dalle applicazioni della Fisica, ma conserveranno di questa scienza un'idea stramba e nebulosa, non disgiunta da una certa avversione, spesso vantata con aria di superiorità". Cosi Enrico Persico scriveva nelle sue considerazioni circa "lo strano atteggiamento di tanti nostri studenti nei riguardi della Fisica" [1)].

E' necessario quindi stabilire un vero e proprio dialogo fra scienza e società in modo che i bisogni e le attese di quest'ultima siano percepite e valorizzate dall'ambiente scientifico.

2 Perché uno scienziato?

Lo scienziato dà più garanzia di un'informazione corretta, ma deve evitare di essere pedante, formale, noioso, … Non è solo l'informazione scientifica tout court, quella riportata dai manuali, che deve essere trasmessa al pubblico, ma anche lo spirito che guida la ricerca attualmente in corso.

Uno scienziato può generare entusiasmo, in particolare tutti quelli che fanno ricerca avanzata e amano trasmetterla in modo interessante, consapevoli che l'eccessiva specializzazione aumenta il divario tra ricercatori e non scienziati. Un buon espositore potrà aiutare chi ascolta o legge a superare le difficoltà, ma non si può prescindere da una preparazione specifica e da un certo impegno per cogliere l'essenziale. Spesso viene chiesta la spiegazione di una teoria (i quanti, la relatività, cos'è un monopolo) in poche parole, in 5 minuti, senza formule. Ma questa è la richiesta di chi crede che la scienza si possa tradurre nel linguaggio comune senza pensare ai concetti fondamentali che richiedono una preparazione specifica[2)] (Fig. 1).

La "figura" (il "fascino") dello scienziato esiste ancora nell'immaginario collettivo, in particolare in quello dei giovani e può rappresentare un punto d'attrazione. Non bisogna, tuttavia, abbandonarsi all'esaltazione del singolo la cui autorità e libertà non devono essere messe in discussione. La scienza è un continuo progredire in cui le conquiste vengono impiegate da tanti per estendere ancora di più le conoscenze. Il rischio è di trasmettere al pubblico l'idea di una scienza che, in quanto autonoma e per i più incomprensibile, non è controllabile.

Figura 1: Mia zia dopo una mia spiegazione nel campo delle particelle elementari (P. Valoschek).

Vi è un altro pericolo che può nascere da una mancata "comunicazione" tra scienziati e pubblico: l'insorgere di un atteggiamento "antiscientifico". Alle radici di tale atteggiamento vi sono ragioni diverse, prima tra queste: la scienza ha modificato la società; a loro volta gli scienziati devono comprendere il nuovo mondo in cui vivono e devono quindi farsi carico dell'immagine della scienza e del ruolo sociale di questa. La fruizione entuasiasta ma ignorante delle tecnologie alimenta lo spirito magico non l'interesse scientifico (le biotecnologie riducono l'uomo ad una macchina; la scienza e la tecnica distruggono la natura, ….).
La cosa diventa più grave quando i diversi argomenti antiscientifici sono incorporati in movimenti politici o vengono usati con funzione politica[3)]. In quest'ultimo caso i

suoi esiti possono essere: limiti alla libertà di ricerca, riduzione dei finanziamenti, ripudio esplicito dei valori della scienza.
Negli ultimi anni gli scienziati si sono dedicati con maggiore attenzione alla comunicazione scientifica. Come già detto le motivazioni sono principalmente di carattere sociale, cioè legate alle richieste della società. Ma sono anche legate ad altre cause, quali la diminuzione di studenti nelle discipline scientifiche. Ciò ha spinto le Università e gli Istituti di Ricerca a puntare sulla divulgazione scientifica per cercare di recuperare interesse.

Figura 2: Per esplorare dimensioni sempre più piccole e per cercare nuove particelle occorrono acceleratori sempre più grandi. Gli acceleratori localizzati nel tunnel di 27 km di circonferenza di Ginevra, prima il LEP e nel futuro LHC, ci permettono di esplorare dimensioni piccolissime e di ricreare artificialmente su piccole scale alcuni attimi che si sono verificati subito dopo il Big Bang.

Ci sono però difficoltà nel mettere in pratica i buoni propositi, come per esempio, la mancanza di preparazione specifica sull'"arte di comunicare". Per questo ci si deve muovere in varie direzioni: utilizzare esperti della comunicazione, capaci di sfruttare quegli elementi (grafica, linguaggio, immagini,….) che possono aiutare il non specialista nella comprensione dei concetti. Spesso le immagini rappresentano la connessione più immediata e influente tra scienziati e pubblico. In una cultura dove il pubblico acquisisce la maggior parte delle notizie dalla TV e da WorldWideWeb, una storia senza immagini vivide e stimolanti spesso "non è" una storia.

Inoltre, dato che gli studiosi impegnati nella ricerca tendono a sottovalutare la comunicazione rispetto all'attività di ricerca, sarebbe auspicabile, soprattutto per le manifestazioni in cui vi è forte partecipazione di pubblico (musei, istituzioni pubbliche, mostre…) creare squadre di persone dedicate, "animatori scientifici", con preparazione specifica adeguata che facciano da interfaccia tra cittadini e ambienti scientifici. Le esperienze dal contatto con il pubblico, la percezione di quello che la gente si attende, le loro domande sui problemi di grande impatto sociale (fecondazione artificiale, energia nucleare, nuove tecnologie,…) potranno essere di stimolo per aggiornare ed indirizzare meglio il messaggio.

3 Scienza e tecnologia

Ricordiamo che la scienza è interessata a capire le leggi della natura. La tecnologia, invece, cerca di sfruttare le scoperte scientifiche per creare nuovi strumenti e, in generale, per migliorare il "dominio" sulle cose.
E' chiaro che senza ricerca scientifica non ci sarebbe progresso tecnologico, e che senza tecnologia non avremmo nuovi strumenti sempre più sofisticati indispensabili per la ricerca fondamentale.
Storicamemnte le grandi rivoluzioni tecnologiche sono spesso scaturite dalla ricerca fondamentale. Si pensi all'elettromagnetismo e a tutte le applicazioni pratiche sia in campo tecnico che medico. Un esempio è la PET (Positron Emission Tomography). I positroni (anti-particelle dell'elettrone) furono concepiti e previsti da una teoria quantistica innovativa, basata su concetti astratti di "simmetria", da P.A.M. Dirac nel 1928. Tutte le proprietà di questa possibile anti-particella erano controintuitive. Essa rimase una particella solo teorica finchè non fu "osservata" da C. D. Anderson nel 1933 nei raggi cosmici ed è ora utilizzata in dignostica medica per lo studio e la mappatura delle aree funzionali del cervello umano (Fig. 3).
E' poi da sottolineare l'uso esplosivo di Internet e di WWW (la chiave che apre ogni porta di Internet, il prefisso più digitato del web). WWW è un ottimo esempio di una ricaduta dalla ricerca fondamentale. WWW è nato da sviluppi tecnologici connessi con la ricerca in fisica fondamentale al CERN di Ginevra. Si stanno ora

sviluppando ulteriormentel reti di calcolatori, TV, telefonia, …, con una profonda interazione fra loro.

Lo scienziato, tuttavia, è chiamato ad illustrare ai cittadini come e perché si fa ricerca a prescindere dai benefici materiali, anche per evitare che i risultati della scienza siano considerati solo come apportatori di valore in quanto beni di consumo, e si eviterà che politici e imprese considerino la scienza solo in quanto produttrice di ricchezza materiale.

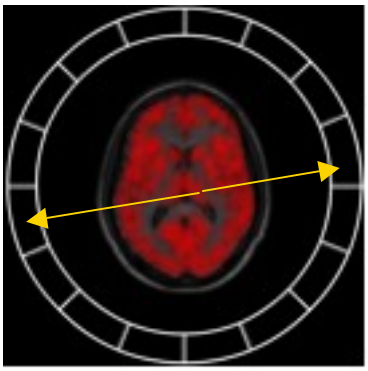


Fig. 3. PET. Un radiofarmaco emette un positrone, che rallenta ed interagisce con un elettrone producendo due fotoni di uguale energia emessi in direzioni opposte I due fotoni sono rivelati contemporaneamente cosi da localizzare il radiofarmaco nel corpo in esame. In questo modo si possono osservare le zone del cervello in cui avvengono operazioni di memorizzazione od altro.

4 Aggiornamento delle conoscenze

Per stare al passo con i rapidi e grandi cambiamenti scientifici occorre un aggiornamento continuo delle conoscenze. Ciò è particolarmente importante per gli insegnanti delle scuole dell'obligo. Questo è vero anche per l'uomo comune che vorrebbe capire l'evoluzione delle conoscenze scientifiche e tecnologiche.

Si sente dire spesso che c'è un calo d'interesse per la scienza, ma in realtà la curiosità aumenta. Per compiere tale aggiornamento scientifico è necessario avvicinare la scienza alla gente in modo appropriato e occorre tener presente che spesso i mezzi di comunicazione la stravolgono. Per esempio i giornali parlano

spesso dell'economia all'idrogeno, dimenticando di dire che non esistono giacimenti d'idrogeno, oppure che le vaccinazioni hanno salvato milioni di persone, poiché fa più notizia qualche caso negativo.
A tale scopo si possono organizzare piccole mostre ed interventi presso le singole scuole, coordinati tra scienziati e insegnanti (vedi ad es. il progetto ASTRO[3)]) per potere interagire con gli studenti e trasmettere loro l'entusiamo nell'afferrare la bellezza e la creatività della ricerca. Altrettanto importante è la creazione di siti Internet[4,5)], oramai accessibili da tutte le scuole di ogni livello, contenenti argomenti scientifici sempre nuovi e con grafica attraente.

5 Alcuni temi scientifici di grande interesse

Per le celebrazioni dell'Anno Mondiale della Fisica si possono identificare alcuni argomenti di fisica fondamentale, oltre alla relatività, che sembrano suscitare interesse e sono alla frontiera dell'attuale ricerca.

5.1 La struttura della materia e i costituenti ultimi

La motivazione per studiare questo campo è la stessa che spingeva gli antichi greci a dire che tutta la materia è formata da 4 sostanze: terra, acqua, aria e fuoco. Era quella una bella teoria che sappiamo essere sbagliata; la struttura della materia è molto più complessa e più interessante. L'antimateria ad esempio, è un argomento pieno di suggestione: perché vengono prodotte tante particelle quante antiparticelle nelle collisioni di alta energia, mentre nel nostro mondo ordinario non vi è antimateria? Il concetto di "materia oscura", materia che non riusciamo a vedere ma che costituisce circa il 30% del cosmo, è di pochi. Conosciamo già tutti i costituenti ultimi del nostro mondo?

5.2 La struttura e i primi istanti dell'Universo

La curiosità sulla struttura ed origine dell'Universo c'è sempre stata, dalla semplice osservazione del cielo notturno, del sole, alla struttura del nostro sistema planetario e dell'intero cosmo. I grandi telescopi ottici ci mostrano sempre nuove strutture a

distanze sempre maggiori. Radiotelescopi, telescopi a raggi-X e γ ci fanno "vedere" altri aspetti degli oggetti che popolano l'Universo. E' ora possibile "intuire" come queste strutture si sono sviluppate e come doveva essere l'Universo subito dopo il Big Bang. E' possibile parlare di epoca di formazione degli atomi, di quando si sono formati i nuclei leggeri, di quando si sono "annichilati" positroni ed elettroni, quarks and anti-quarks lasciando solo materia, cioè elettroni, protoni e nuclei leggeri.

5.3 Le connessioni tra microcosmo e macrocosmo

Esse rappresentano forse una delle eredità più importanti del secolo scorso: si sono capite come sono fatte le atmosfere stellari solo dopo avere capito la fisica atomica (l'elemento Elio è stato scoperto osservando il Sole). E solo dopo avere capito la fisica nucleare" si è riusciti a capire la sorgente dell'energia solare: c'è un "grande reattore nucleare" al centro del sole. Le teorie dell'unificazione delle forze fondamentali, la scoperta di particelle sempre più piccole ci hanno permesso di capire come doveva essere l'Universo subito dopo il Big Bang.

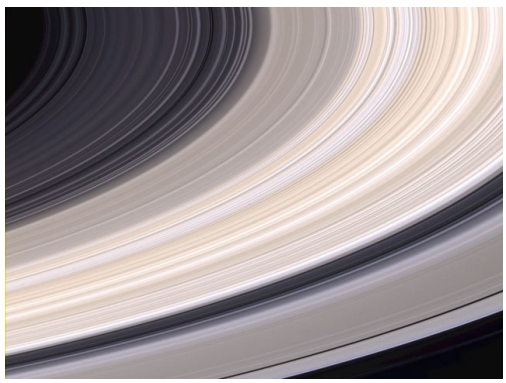


Figura 4: Telescopi sempre pià grandi posti al di fuori delle perturbazioni atmosferiche hanno permesso di studiare meravigliosi dettagli, come in questa foto degli anelli di Saturno ripresa dal telescopio spaziale Hubble. Da queste osservazioni sarà forse possibile comprendere meglio la formazione dei pianeti e del nostro sistema solare.

5.4 L'unificazione delle forze

Per tenere insieme i piccoli "mattoni base" della materia occorrono "forze": noi ne conosciamo 4 e sembrerebbe che solo alcune siano sufficienti a spiegare il mondo che noi osserviamo. Ma potrebbero essere tutte manifestazioni di una "unica" forza (…il sogno di Einstein), un'approssimazione di una teoria più completa, più profonda. La scienza "procede per passi" migliorando o sostituendo teorie con altre man mano che si aggiungono nuovi dettagli più precisi.

6 Energia, ambiente, salute

Nel presente la gente appare più interessata ai quattro grandi problemi dell'umanità: alimenti, salute, ambiente ed energia. Su questi argomenti, che generano insicurezza nel pubblico perché percepiti come minaccia per l'esistenza stessa, occorre essere precisi e quantitativi per dare ai cittadini la capacità di scegliere o partecipare alle scelte proposte da politici, spesso troppo interessati. Lo stesso dicasi nei confronti dei politici, coloro che devono prendere le decisioni. Essi si aspettano risposte precise: l'ambiente si riscalda? E' in aumento la desertificazione nella mia regione? Aumenteranno i disastri in conseguenza delle piogge? Come smaltire i rifiuti nucleari? Come produrre energia per il futuro senza degradare l'ambiente?
E' in questi settori che bisogna intervenire per rendere i cittadini più consapevoli delle scelte che incidono sul benessere comune. Solo se essi percepiranno che la risposta degli scienziati non discende da un principio di autorità infallibile, che il modo di procedere della scienza è per conclusioni parziali e per bilanci fra rischi e benefici. Solo conoscendo le "quantità in gioco" (per produrre 1 kg di carne in europa occorrono ≈7 kg di petrolio, per costruire un computer occorrono circa 200 litri di petrolio…) si potrà accettare la difficile sfida delle risorse energetiche: risparmiare energia, necessità di ridurre i consumi dei combustibili fossili e sviluppare altre fonti energetiche.

7 Conclusioni

Il secolo passato ha portato un grande progresso scientifico e tecnologico: ora si conosce molto di più in tutti i campi, in particolare sulla struttura del microcosmo e sull'Universo a distanze grandissime. Ma c'è ancora molto, molto da capire! Ai giovani resta, quindi, molto da fare e da scoprire. La gente è curiosa; nella divulgazione è importante lasciare spazio alle domande, anche alle più strampalate. L'opinione pubblica, in particolare quella italiana, sembra avere paura della tecnologia, degli elettrodotti, delle onde elettromagnetiche, delle centrali elettriche di ogni tipo,…(anche a biomassa); e ha anche paura di treni veloci, di tunnel autostradali e ferroviari da perforare. Come si fa a ridurre queste paure? E' opportuno fare un'informazione scientifica che faccia comprendere come molte di queste paure siano ingiustificate rispetto a tante con cui conviviamo senza preoccuparcene.
I fisici hanno la "materia prima" e possiedono nuovi potenti mezzi di comunicazione. Devono ora cercare di sviluppare il modo, il linguaggio ed hanno bisogno di esperti nella comunicazione e di interfacce dedicate. Non bisogna pensare però ad una divulgazione mirata solo a rispondere alle richieste immediate del pubblico, ad un ritorno delle applicazioni per soddisfare le esigenze. Le grandi trasformazioni sono avvenute quando la scienza ha mantenuto il suo ruolo di pura ricerca speculativa e curiosità. Il successo può verificarsi solo se alla necessaria Divulgazione si accompagnerà una vera e diffusa informazione dove la scienza è una parte irrinunciabile[7)]. Solo in questo modo si creeranno cittadini consapevoli e in grado di decidere sulle sfide future che li coinvolgono. Queste interessano più propriamente la sfera dell'umano, cioè energia, biotecnologia, ambiente, clima, salute,…..

8 Ringraziamenti

Ringraziamo numerosi colleghi per discussioni e suggerimenti. Si ringraziano le Dottsse A. Casoni ed E. Grandi per la loro collaborazione.

Referenze

1) E. Persico, Il Giornale di Fisica 1 (1956) 64-67.

2) P. Valoschek, in Proceedings of the Workshop "*30 Years of Bubble Chamber Physics*" disponibile nel sito
http://www.bo.infn.it/antares/bolle_proc/proceeedings.htm

3) G. Holton, La responsabilità della scienza, Editore Laterza, 1993.

4) C. Barban e H. Dole, physics/0508146.

5) http://www.scienzagiovane.unibo.it

6) http://www.scienzapertutti.lnf.infn.it

7) C. Quigg, Comunicare Fisica all'Americana, questo Convegno.

Pietro Greco

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

COMUNICARE SCIENZA
PROFESSIONE LIBERALE O COMPLEMENTO ALLA RICERCA?

Pietro Greco
SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati), Via Beirut 2/4, Trieste

Sommario[*]

La comunicazione dei propri risultati alla comunità scientifica è stato un elemento caratterizzante la scienza moderna fin dal sec. XVII. La rilevanza acquisita nel XX ecolo della ricerca scientifica tra i fattori che determinano l' evoluzione della società ha determinato l' apertura di nuovi "ponti di comunicazione della scienza" tra le varie parti della società civile e la comunità scientifica. È interesse di tutti elevare la qualità di questa comunicazione, anche quando non implichi un diretto coinvolgimento delle proprie attività..

Ci sono almeno quattro modi per guardare a quell'«insieme di conoscenze ordinate e coerenti, organizzate logicamente a partire da principî fissati univocamente e ottenute con metodologie rigorose, secondo criteri propri delle diverse epoche storiche»[1)], che chiamiamo scienza. C'è il modo del filosofo, che guarda ai processi logici e metodologici attraverso cui le conoscenze scientifiche si sviluppano e si organizzano. C'è il modo dello storico, che guarda alla successione dei processi attraverso cui le conoscenze scientifiche si sono organizzate e sviluppate nel tempo. C'è il modo dello psicologo, che guarda ai processi mentali con cui i singoli

---

[*] Sommario Redazionale

scienziati producono nuova conoscenza scientifica. E c'è, infine, il modo del sociologo, che guarda ai processi sociali con cui gli scienziati, come comunità, producono e organizzano le loro conoscenze.

È quest'ultima prospettiva la più interessante ai nostri fini. Perché se la comunicazione della scienza è un aspetto di grande interesse per il filosofo, per lo storico e per lo psicologo della scienza, è solo nella prospettiva del sociologo che essa assume una centralità assoluta. Infatti, da un punto di vista sociologico la scienza può essere definita come: «un'istituzione sociale dedita alla costruzione di un consenso razionale d'opinione sul più vasto campo possibile»[1)].

E, in effetti, ogni processo scientifico può essere schematizzato in due soli stadi fondamentali: lo scienziato che osserva la natura e lo scienziato che comunica i risultati delle sue osservazioni. Questi due stadi possono avere forme diverse e anche piuttosto articolate. Tuttavia non è possibile fare scienza se non passando attraverso il processo che prevede entrambi gli stadi: quello privato della osservazione e quello pubblico della comunicazione. In altri termini, non esiste scienza senza comunicazione. Come scrive John Ziman: «Il principio basilare della scienza è che i risultati della ricerca devono essere resi *pubblici*. Qualsiasi cosa gli scienziati pensino o dicano individualmente, le loro scoperte non possono essere considerate come appartenenti alla conoscenza scientifica finché non sono state riferite e registrate in modo permanente»[1)].

Non è un caso che la scienza moderna sia nata dopo l'invenzione della stampa e, quindi, dopo che si è creata la possibilità tecnica di una comunicazione pubblica e rapida, che consente di riferire, registrare e discutere i risultati dell'osservazione della natura. Avrebbero avuto lo stesso dirompente impatto, scientifico e culturale, le prime osservazioni del cielo col cannocchiale nel 1609, se Galileo Galilei non le avesse rese pubbliche immediatamente mandando alle stampe e facendo circolare il suo *Sidereus Nuncius*? La domanda è del tutto retorica. Senza la rapida pubblicazione e diffusione in tutta Europa di quel libro, sia pure stampato in poche centinaia di copie, le rugosità della Luna e la scoperta delle lune di Giove non avrebbero superato il muro dell'attenzione, non sarebbero state immediatamente ripetute e sarebbero affondate nell'oceano delle lente e dotte discussioni scolastiche.

D'altra parte sociologi e storici sono in accordo sul fatto che uno dei valori fondanti della «nuova scienza» nel XVII secolo sia stato il comunitarismo[2)]: ovvero di abbattare il «paradigma della segretezza» per rendere noto «tutto a tutti»[3)].
In definitiva: possiamo dire che non c'è scienza se non c'è comunicazione pubblica della scienza. E che, anzi: «il sistema di comunicazione è l'istituzione sociale fondamentale della scienza»[1)].
Ma, in cosa consiste questo sistema di comunicazione? In una costellazione di forme di comunicazione che (si veda la tabella 1) utilizza vari *media* e che è possibile dividere in due grandi tipologie: la comunicazione interna alla comunità scientifica (formale e informale) e la comunicazione al pubblico dei non esperti (per brevità, comunicazione pubblica).

Tabella 1: La comunicazione della scienza.

	Comunicazione formale	Comunicazione informale	Comunicazione pubblica
Scritta	Letteratura primaria E secondaria	Lettere, quaderni di laboratorio	Divulgazione (libri, giornali)
Orale	Congressi, conferenze	Discussioni in laboratorio o "al bar"	Insegnamento Conferenze Radio, TV
e-communication	Riviste specializzate In rete	e-mail, scambio di dati e di informazioni via Internet, chat line	Divulgazione in rete, e-mail, chat line

Per gran parte della storia della scienza, l'unica comunicazione rilevante, almeno in linea diretta, per lo sviluppo della scienza stessa è stata la comunicazione interna. E questo perché nella fase in cui la scienza si è istituzionalizzata (entrando a pieno nelle università), la comunità scientifica ha assunto essenzialmente al suo interno le decisioni rilevanti per il suo stesso sviluppo. Gli scienziati, è stato detto, vivevano in una «torre d'avorio».
Tuttavia il modo di lavorare degli scienziati evolve. E, dopo la seconda guerra mondiale, è iniziato un processo in cui le porte e le finestre della torre sono state

aperte e molte mura sono crollate. Fuor di metafora, è iniziato una fase di transizione caratterizzata dal fatto che la scienza accademica è diventata sempre più una leva (in alcuni casi la leva) per lo sviluppo di quella che Adam Smith chiamava «la ricchezza delle nazioni». Ciò ha comportato maggiori risorse per gli scienziati (i finanziamenti sono aumentati nei paesi industrializzati di due o tre ordini di grandezza rispetto alla prima parte del Nocecento); un modo diverso di lavorare (è nata la *big science*); un diverso rapporto tra scienza e società (lo stato da generoso mecenate è diventato esigente committente; le aziende private hanno iniziato a investire in ricerca scientifica e sviluppo tecnologico somme paragonabili e spesso superiori a quelle degli stati).

Non è questa la sede per analizzare nei dettagli la transizione dall'era accademica all'era post-accademica della scienza. Possiamo, tuttavia, sintetizzarne in una frase la complessità: nella nuova era post-accademica le decisioni rilevanti per lo sviluppo della scienza non vengono più prese esclusivamente nell'ambito delle comunità scientifiche, ma vengono assunte sempre più dagli scienziati in compartecipazione con una costellazione di gruppi sociali di «non esperti»[4)].

L'evoluzione dall'era accademica all'era post-accademica della scienza ha comportato (sta comportando) un'evoluzione non meno radicale nell'istituzione sociale fondamentale della scienza, il sistema di comunicazione[5)]. In tutte le componenti che abbiamo individuato.

Il sistema della comunicazione formale da qualche tempo vacilla. E da più parti vengono messi in discussioni i protocolli della *peer-review*.

Al sistema della comunicazione informale, al contrario, viene riconosciuto un ruolo sempre più importante. Tanto che aumenta la richiesta di istituzionalizzare in qualche modo la comunicazione informale. Grandi organizzazioni scientifiche, per esempio, stanno facendo nascere luoghi ove è possibile rendere noti direttamente, in tempo reale, i risultati della ricerca e discuterli senza passare attraverso le procedure della *peer-review* (si pensi alle varie tipologie di *open archives*). Sono luoghi, questi, in cui di fatto viene istituzionalizzata la comunicazione informale della scienza.

Ma il salto di qualità maggiore prodotto nella comunicazione della scienza dalla transizione nell'era post-accademica riguarda la comunicazione pubblica, ovvero la comunicazione al pubblico dei non esperti.

Nell'era accademica della scienza questa comunicazione non era direttamente rilevante per lo sviluppo della scienza ed era vissuta dagli scienziati come un'attività facoltativa, sostanzialmente estranea alla propria professione. Certo, nell'era accademica vi erano scienziati che si ponevano il problema della diffusione del sapere scientifico e comunicavano al pubblico dei non esperti, essenzialmente attraverso libri, articoli e conferenze di divulgazione. Ma lo facevano su base volontaria. Sulla spinta di esigenze personali. Così per un Albert Einstein che sentiva il bisogno di divulgare i difficili concetti della relatività, c'era un Paul Dirac che teorizzava l'opportunità di stare alla larga dai giornalisti.

Insomma nell'era accademica la comunicazione al pubblico dei non esperti era per lo scienziato una sorta di missione personale, non un'esigenza sociale. Infatti la gran parte degli scienziati, seguendo nei fatti l'invito di Paul Dirac, non faceva comunicazione pubblica.

Nell'era post-accademica della scienza, la comunicazione dello scienziato con il pubblico (con i pubblici) dei non esperti è diventata un'esigenza inderogabile. Lo scienziato – che lo voglia o no; che lo percepisca o no – deve comunicare, nella pratica quotidiana della sua attività, con una vasta gamma di interlocutori non esperti: dal politico nazionale, al burocrate di Bruxelles, dal manager della multinazionale interessata a finanziare la sua ricerca, ai cittadini tutti.

Alcuni anni fa i rappresentanti dei fisici inglesi delle alte energie restarono sorpresi dalla perentoria richiesta del Ministro della ricerca scientifica di Sua Maestà: spiegatemi in una paginetta di trenta righe perché il contribuente britannico deve investire una parte cospicua delle sue risorse nella ricerca del bosone di Higgs.

Negli ultimi 15 anni i biologi svizzeri si sono dovuti trasformare almeno 5 volte in appassionati militanti politici, con tanto di manifestazioni di piazza, per partecipare a 5 diversi referendum in cui la posta in gioco era la possibilità stessa di continuare a fare ricerca nel settore delle moderne biotecnologie.

Anche in Italia negli ultimi anni – dal caso Di Bella al referendum sulla Procreazione medicalmente assistita – medici e biologi hanno dovuto accettare più volte un serrato confronto pubblico sulla libertà e persino sul metodo della ricerca scientifica in campo biomedico.

Né i fisici inglesi delle alte energie, né i biologi svizzeri, né i biomedici italiani avevano molta scelta. Non potevano in alcun modo sottrarsi alla sfida della comunicazione. E non lo hanno fatto. Per inciso, gli scienziati italiani e, per certi versi, i fisici inglesi delle alte energie hanno sostanzialmente perso la loro sfida. Ai biologi svizzeri sembrava essere andata meglio: per quattro volte hanno vinto il referendum perché hanno convinto l'opinione pubblica. Ma l'ultima volta sono usciti sconfitti dalle urne.

Questi esempi clamorosi dimostrano che nell'era post-accademica della scienza la comunicazione al pubblico dei non esperti da orpello che era è diventata una necessità. Una parte, non banale, del lavoro dello scienziato. Ne consegue che lo scienziato ha il dovere professionale non solo di comunicare al grande pubblico dei non esperti. Ma di conoscere i meccanismi e di acquisire le tecniche della comunicazione di massa.

A questo dovere lo scienziato non sempre adempie. Probabilmente perché la percezione dei suoi rapporti con il pubblico dei non esperti resta quella tipica dell'era accademica della scienza. È molto probabile che quando anche la transizione psicologica dall'era accademica all'era post-accademica si sarà finalmente compiuta, le attitudini comunicative degli scienziati si modificheranno.

Nella nuova era post-accademica della scienza, tuttavia, il flusso della comunicazione tra comunità scientifica e società è più che mai bidirezionale. La società, nelle sue diverse articolazioni (politica, economia, cultura), comunica le sue aspettative alla comunità scientifica. Lo ha fatto il Ministro inglese coi fisici delle alte energie, lo hanno fatto i cittadini in Svizzera partecipando al referendum e al dibattito referendario, lo hanno fatto i cittadini italiani lasciandosi coinvolgere e dividendosi sulla vicenda di Di Bella o al referendum sulla Procreazione medicalmente assistita. E lo hanno fatto tutti per necessità, non per mera curiosità.

Bene, se la comunicazione della scienza da parte dei non esperti verso gli esperti è diventato un bisogno sociale diffuso, allora anche i non esperti hanno dei doveri. Il dovere di acquisire il massimo di conoscenze in merito ai problemi scientifici che sono «obbligati» a dibattere e a risolvere.

Questo dovere è, in realtà, un diritto. Un diritto democratico fondamentale. Perché la scienza, lo ha dimostrato in tutto il Novecento, ha la capacità di modificare in profondità non solo la nostra vita quotidiana, ma anche la percezione che abbiamo dell'universo che ci circonda e di noi stessi.

In definitiva: la comunicazione pubblica della scienza ha modificato il suo statuto, per così dire, ontologico. Da orpello è diventata una necessità (sia per gli scienziati, sia per la società nel suo complesso. Ciò modifica profondamente il quadro della comunicazione della scienza. Che da sistema relativamente semplice (definito da due soli pubblici – gli esperti e i non esperti – e da un'unica connessione, il passaggio di informazione da chi sa a chi non sa) è diventato un sistema estremamente complesso (un sistema con un numero enorme di agenti diversi che agiscono attraverso una miriade di connessioni diverse.

Volendo utilizzare una metafora, possiamo dire che il sistema di comunicazione pubblica della scienza non può essere più rappresentato come un fiume che trasporta le sue limpide acque dalla cima innevata dei monti (gli scienziati) verso l'oceano dell'ignoranza (i non esperti), ma deve essere rappresentato come la città di Venezia: una costellazione di diverse isole collegate tra loro da svariati ponti.

Certo a Venezia c'è l'isola principale, quella di San Marco, dove è il cuore della città (nella nostra metafora è l'isola degli scienziati dove si produce nuova conoscenza). Quest'isola è collegata ad altre mediante diversi ponti, ciascuno con un suo flusso caratteristico e bidirezionale di comunicazione. Ma nell'arcipelago esistono altre isole rilevanti: quella dei politici, quella dei tecnici, quella dei burocrati; quella dei manager, quella delle Ong; quella dei mass media; quella degli artisti; quella del grande pubblico.

Ciascuna di queste isole non solo ha ponti specifici che la mettono in contatto con l'isola di San Marco. Ma è collegata ad altre isole indipendentemente da San Marco. Fuor di metafora: i pubblicitari, gli artisti, i giornalisti, i movimenti ambientalisti, i

politici, i tecnici parlano di scienza (in maniera più o meno corretta, ma sempre "legittima" – tranne che nei casi patologigi) tra di loro e col grande pubblico senza la mediazione degli scienziati. Cosicchè nel "sistema Venezia" la comunicazione di contenuti scientifici a opera degli scienziati è solo una parte – una piccola parte – della comunicazione di contenuti scientifici che quotidianamente spazza l'arcipelago.
Se la metafora dell'arcipelago veneziano è significativa, allora esistono certo isole più importanti (San Marco) e ponti più importanti (Rialto), eppure ciascun ponte è unico ed essenziale nel panorama complessivo. Su ciascun ponte «si fa» comunicazione della scienza. Eppure solo uno sguardo d'insieme ci offre la visione della città.
Ciò significa che:

a) non esiste alcun modello universale di comunicazione pubblica della scienza. Un modello va bene per connettere l'isola A all'isola B, ma non va più bene per connettere A a C o B a C.
b) è importante tener conto di (e studiare) ogni singolo ponte. Ovvero ogni segmento della comunicazione pubblica della scienza è significativo. Anche se la qualità e l'intensità della comunicazione variano da ponte a ponte, tra isola e isola.
c) è necessario avere sia una visione analitica che una visione sintetica dell'aricpelago. Perché il sistema della comunicazione della scienza è un sistema complesso con fenomeni imprevisti, imprevedibili ed emergenti.

Questa ipotesi dell'arcipelago consente di rispondere alla domanda iniziale. Comunicare scienza può essere, insieme, professione liberale e complemento alla ricerca. E tante altre cose ancora. Tuttavia non si presta ad alcuna forma di relativismo. Per due motivi. Uno inerente alla «forza» della comunicazione: siamo consapevoli, lo ribadiamo, che c'è un gradiente nella intensità con cui i singoli gruppi partecipano allo sviluppo della scienza e un diverso gradiente nella intensità con cui i vari gruppi partecipano allo sviluppo accelerato dalla conoscenza scientifica dell'intera società.
Un secondo motivo risiede nella consapevolezza che esiste un vincolo imprescindibile alla comunicazione della scienza. Questo vincolo deriva dal fatto che

l'impresa scientifica è caratterizzata dall'acquisizione di conoscenze "oggettive" (su cui è possibile, cioè, realizzare il massimo consenso razionale d'opinione); che si è sviluppata con un processo di costante allontanamento dal senso comune (più le scienze fisico-matematiche, che quelle biologiche o sociali) e con il ricorso a un linguaggio preferenzialmente di tipo logico-formale lontano dal linguaggio comune. Tutto questo fa sì che nell'ambito della comunicazione della scienza valga una sorta di principio di indeterminazione:

$$\Delta r \, \Delta c \geq K$$

Il principio di indeterminazione della comunicazione della scienza

Dove Δr è l'errore associato al rigore, Δc l'errore associato alla comunicabilità e K è una costante che varia al variare dei soggetti che comunicano scienza. In una discussione di fisica nucleare tra due fisici nucleari, la costante K è piuttosto piccola. In una discussione di fisica nucleare tra un medico e un letterato, K è piuttosto garnde.

Il principio ci dice che non posso esprimere un concetto scientifico, contemporaneamente, con il massimo della comunicabilità e il massimo del rigore. Se aumento la comunicabilità, perdo un po' di rigore. E viceversa.

Il principio di indeterminazione è un vincolo formidabile alla comunicazione della scienza tra due qualsivoglia pubblici. È questo vincolo che rende la comunicazione pubblica della scienza non impossibile, ma certo sostanzialmente diversa da altri tipi di comunicazione pubblica.

È questo principio di indeterminazione che rende il sistema della comunicazione della scienza più simile a Venezia che non a un arcipelago del Pacifico. Dove certo c'è una costellazione di isole, ma i collegamenti sono difficile e, in ogni caso, non c'è né l'isola di San Marco né il ponte di Rialto.

Ma questo principio – se ci toglie ogni illusione lineare e deterministica – ci indica un percorso da seguire: è, infatti, possibile cercare e forse trovere, per ogni ponte

comunicativo, il K minimo. Ovvero il migliore equilibrio tra rigore e comunicabilità. In altri termini, è possibile cercare – in ogni ambito dei rapporti tra scienza e società – il modo di elevare la qualità della comunicazione.

A tutti noi, sebbene con ruoli e compiti diversi, conviene (sottolineo questo termine, perché sottrae il discorso a ogni tentazione moralistica) cercare di elevare il livello di questa comunicazione. Perché se il livello della comunicazione pubblica della scienza è basso sia lo sviluppo della scienza sia lo sviluppo democratico della società ne risentono.

Referenze

1) John Ziman, *Il lavoro dello scienziato*, Laterza, 1987.

2) Robert K. Merton, *La sociologia della scienza*, Franco Angeli, 1981.

3) Paolo Rossi, *La nascita della scienza in Europa*, Laterza, 1997.

4) John Ziman, *La vera scienza*, Dedalo, 2002.

5) Pietro Greco, *Valorizzazione della divulgazione scientifico-naturalistica con riferimento all'educazione ambientale,* in: *Memorie di Scienze Fisiche e Naturali,* «Rendiconti della Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL», serie V, vol. XXIII, parte II, tomo I, 1999.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

CULTURA, SCIENZA E COMUNICAZIONE

Renato Musto
Dipartimento di Scienze Fisiche
Master in Divulgazione e Comunicazione Scientifica
Università di Napoli Federico II

Sommario

L'analisi dei rapporti tra scienza e cultura aiuta a rispondere alla domanda "*Perché comunicare la scienza?*". Specificamente, considerando l'influenza di Newton sulla cultura illuministica, la svolta culturale del Romanticismo e le radicali trasformazioni del primo novecento, si illustra come la scienza risulti un elemento centrale per capire le dinamiche culturali del passato. Inoltre si mostra come la comunicazione scientifica sia essenziale per affrontare i problemi del presente.

1 La scienza come comunicazione

E' importante ricordare che la scienza stessa si pone come un sistema di comunicazione. Già le più comuni frasi della retorica scientifica parlano della ricerca come di una comunicazione con la natura: "La Natura parla se saggiamente interrogata…", "Il gran libro della Natura è scritto…" Più spesso il colloquio non è cosi semplice ed immediato: seguendo il famoso invito di Bacone a "torcere la coda del leone" i ricercatori creano condizioni ed equilibri di Natura, lontani dalle condizioni quotidiane, per accedere ai suoi più nascosti e complessi segreti. Ma l'attività della scienza non si riduce a questo incontro, diretto o mediato, con la Natura. Il processo di indagine scientifica è impensabile senza la continua

comunicazione dei risultati, la loro diffusione ed analisi. Da questo punto di vista si può dire che attraverso un esperimento un dato di natura entra nel *medium* della comunicazione.

La scienza presuppone quindi la libertà di comunicazione ed il libero accesso alla conoscenza. Per questo le società scientifiche hanno costituito nel '700 il modello per la nascente democrazia e per le sue forme di rappresentanza. Comunicare la scienza è, quindi, l'occasione di ridiscutere questo rapporto per il presente ed analizzare l'attualità dell'idea di tolleranza e di società aperta che ad esso si lega. Il primo passo è mostrare in modo realistico l'organizzazione della produzione scientifica che ha immediate conseguenze sull'accessibilità dell'informazione e della conoscenza, condizioni della vita democratica. Ad esempio la rete, con il suo enorme potenziale di circolazione delle idee, ha esteso a tutti non solo la più avanzata tecnica di comunicazione interna al mondo della scienza ma anche il suo spirito di libertà. D'altra parte la stessa organizzazione della produzione scientifica, con i suoi alti costi e le crescenti applicazioni, introduce limiti sulla libera circolazione dei risultati, mediante brevetti e copyright.

Nei casi più semplici, in genere nelle fasi iniziali dello sviluppo di una disciplina, la comunicazione dei risultati è diretta a tutto il pubblico colto ed entra direttamente nel dibattito culturale dell' epoca. Il caso di Galileo, in cui la scelta del dialogo come forma espositiva esalta la novità del suo metodo attraverso il confronto serrato con le concezioni filosofiche del tempo, è insieme emblematico ed eccezionale. Ma, progressivamente, la comunicazione scientifica si struttura in forme sempre più finalizzate all'efficienza dell' attività di ricerca, seguendone la logica di una crescente specializzazione. La comunicazione ai non specialisti diventa un'attività separata, con finalità diverse, dalla divulgazione, alla comunicazione istituzionale al trasferimento tecnologico, richiedendo l'intervento di nuove figure professionali. Come nel famoso esempio della presentazione in Francia della filosofia di Newton anche i non scienziati possono avere un ruolo centrale.

2 Newton e la cultura dell'Illuminismo

Voltaire aveva solo conoscenze amatoriali di matematica e di fisica ma la sua popolarizzazione delle idee di Newton rimane uno dei più brillanti ed influenti lavori di divulgazione. Basta leggere anche poche pagine ad esempio quelle sul contrasto tra Londra e Parigi (cioè tra Newton e Cartesio) sulle maree o sulla forma dei pianeti per percepire che non si tratta di problemi scientifici astratti e lontani ma di prospettive intellettuali differenti che possono cambiare la realtà e sconvolgere il mondo. La leggerezza dell'esposizione è opera del genio letterario dell'autore, ma l'impresa sarebbe stata impossibile senza quello che oggi chiameremmo un lavoro interdisciplinare. Oltre i consigli di Maupertuis vi è il contributo di quella che Voltaire considera una co-autrice, la marchesa du Châtelt, con le sue profonde conoscenze di matematica e la sua familiarità con l'opera di Newton di cui avrebbe tradotto i Principia.

Da questo classico della comunicazione possiamo anche imparare la divulgazione scientifica può diventare un'operazione di mediazione culturale. Voltaire, da vero illuminista, fa intravedere un mondo pienamente conoscibile attraverso tecniche matematiche i cui risultati possono essere empiricamente controllati. Di più egli riconosce le profonde implicazioni dell'idea che i moti celesti avvengono nello spazio vuoto. Anche la storia umana, osserva a commento del catastrofico terremoto di Lisbona, diventa comprensibile quando si isolino i fatti significativi da quelli irrilevanti e si pongano relazioni causali tra essi. Eliminata l'assoluta continuità della catena indefinita degli esseri, per cui nessun atomo può venir sostituito e nessun evento trascurato senza distruggere l'ordine universale, il mondo diventa accessibile all'intervento razionale dell'uomo.

Non tutta la trasparenza e conoscibilità empirica del mondo, propria dell'illuminismo, può essere riportata a Newton, ma la sua influenza è difficilmente circoscrivibile. L'idea di una razionalità matematica si impone nella vita quotidiana, dall'introduzione del nuovo sistema di misura alla fallita riforma del calendario, fino alle concezioni di un'architettura ideale che fa degli edifici emblemi pubblici della Ragione, come nel Cenotafio progettato (ma non realizzato) da Boullée in memoria

di Newton. La spiegazione scientifica dei fenomeni, modellata sulla causalità classica della meccanica, impone nei campi più diversi una visione deterministica del reale, espressa in modo estremo nel Système du monde di Laplace.
Partendo da qui una divulgazione scientifica attenta alla storia della cultura potrebbe portarci, attraverso il racconto del problema della stabilità del sistema solare, dall'ideale del determinismo assoluto alle moderne teorie del caos.

3 Il Romanticismo e la scienza

"Ritter è Rittere noi siamo solo suoi valletti". Giocando con il significato del cognome, cavaliere, Novalis poneva il geniale ed irrequieto fisico a modello della prima generazione romantica. La vicenda di Ritter, scopritore dell'ultravioletto e fondatore dell'elettrochimica, che con i suoi errori e le sue fantasie ha fatto dimenticare gli importanti risultati ottenutim può essere presa a simbolo del rapporto tra ilRomanticismo e la scienza. L'aura di irrazionalità e di mistero, di cui il movimento romantico si è circondato ha spesso nascosto il ruolo che esso ha avuto nell'impetuoso sviluppo di nuove tendenze scientifiche nell'ottocento. L'esempio dell'elettromagnetismo è illuminante. Non solo Oersted è giunto alla scoperta dell'effetto che ne segna la nascita seguendo la filosofia romantica della natura, con la sua idea di una fondamentale unità di tutte le forze. Ma la stessa struttura della teoria implica una visione del mondo antitetica a quella illuminista, impensabile senza la svolta del Romanticismo. La meccanica non è più il modello da seguire. Diversamente dalle forze newtoniane a distanza, il campo elettromagnetico si propaga per contiguità, secondo una dinamica locale, strutturando con le sue linee di forza lo spazio una volta pensato come vuoto. L'idea di trasformazione si impone, portando alla conservazione dell'energia.
La nascita dell'elettromagnetismo si accompagna ad una nuova percezione della natura. Comunicare la scienza significa quindi mostrare i cambiamenti nella attrezzatura mentale dei ricercatori che rendono possibili nuove scoperte e nuove teorie. Ma la storia di questa disciplina ci dice molto di più come esempio della fusione di scienze classich e scienze baconiane, indicata da Kuhn. I fenomeni elettromagnetici sono presenti dappertutto, dagli atomi alle stelle, ma per formularne

le leggi è stato necessario costruire una realtà artificiale, fatta di condensatori, resistenze, induttanze etc., che ha poi modellato il mondo in cui oggi viviamo. Comunicare la scienza significa anche mostrare i processi attraverso cui essa opera, alterando gli equilibri di natura per studiarne le risposte e costruendo nuovi equilibri secondo le leggi già scoperte. La storia della scienza è anche la storia dell'uomo che viene dotato di nuovi strumenti, quasi nuoviorgani, capaci di percepire realtà inaccessibili ai suoi sensi e di nuove strutture mentali per affrontare la nuova situazione che ha creato.

4 Le rivoluzioni del '900

I primi decenni del secolo scorso sono segnati da profonde rivoluzioni non solo politiche e sociali ma anche concettuali. Nella scienza si compiono scoperte così radicali da essere state appena escluse dalle prospettive avanzate per il nuovo secolo. E questi progressi sono resi possibili da una messa in discussione delle forme stesse attraverso cui veniva fino allora analizzata la realtà. Vengono affrontati nodi centrali relativi alla descrizione ed alla percezione spazio-temporale degli eventi, al loro carattere discreto o continuo, ai loro nessi causali, al rapporto tra la loro natura oggettiva e l'intervento del soggetto. Nè l'ansia di ridefinire il reale e sperimentare il nuovo è limitata alla scienza. La letteratura, l'arte e la filosofia affrontano le stesse questioni.

È stato sottolineato come la Relatività Ristretta (a differenza di quella Generale) sia una teoria matura, nel senso che corona gli sforzi di diversi fisici. Inoltre essa appare in un momento di estrema attenzione alla problematica dello spazio e del tempo. Come è evidente dal dibattito tra Einstein e Bergson le impostazioni e le tradizioni culturali, per non parlare delle risposte, possono essere diversissime. Ma comunque testimoniano tutte di una sensibilità diffusa, che va ben oltre gli aspetti conoscitivi e si manifesta con maggiore evidenza nei fenomeni artistici e letterari. Il cubismo, offrendo di un'immagine una molteplicità di percezioni e di punti di vista contemporaneamente possibili, permette l'inedita esperienza di vederla svolgersi nel tempo, annullando il tradizionale precetto di Lessing, che vede le arti plastiche legate allo spazio ed escluse dalla dimensione temporale propria della letteratura.

Proust sfida l'immediatezza della percezione visiva narrando le le immagini dei campanili di Martinville viste in moto, da una carrozza nella Recherch, da un'auto nella realtà. O gela, con la fascinosa ricchezza della scrittura, l'ordinario scorrere del tempo, come fa l'abitudine nella vita quotidiana, per vederlo condensare in un ricordo prodotto da una sensazione corporea satura di memorie.

Difficile spiegare perché in quegli anni vi sia stata una così acuta attenzione ai problemi dello spazio e del tempo. Forse, per avanzare un ipotesi, occorre parlare di uno sforzo di adattamento all'impatto delle trasformazioni tecnologiche, specie dei mezzi di comunicazione di massa. Le ferrovie sincronizzano gli orologi, eliminando le ore locali lungo le linee. Telegrafo e telefono congiungono luoghi lontani ed ore diverse. Si accelera il processo di standardizzazione dell'ora celebrato nel 1912 a Parigi con la Conferenza Internazionale sul Tempo. La fotografia fissa il tempo e scompone il movimento in istantanee. Il cinema rallenta, accelera, inverte combina i decorsi temporali degli eventi. In breve, la tecnologia, trasformando i mezzi di comunicazione, altera la percezione della realtà, portando all'elaborazione di nuovi modelli e nuovi usi culturali dello spazio-tempo.

Questo processo, che appare chiaro nel passato, è in atto oggi in forme accelerate e la comunicazione scientifica può renderlo più trasparente al pubblico, riportando le trasformazioni tecnologiche alla fonte che le alimenta e rinnova di continuo, la scienza. La ricerca scientifica, anche quella più astratta modifica di continuo la realtà. Innanzitutto trasforma l'ambiente in cui viviamo rendendolo saturo di strumenti derivati dalle apparecchiature usate ancora poco fa solo nei laboratori; plasma i nostri corpi, esaltandone le potenzialità e permettendone la sopravvivenza oltre i limiti posti dalle precedenti fasi evolutive; modifica la mente umana, non solo con nuove conoscenze astratte ma anche con la creazione di nuovi ausili epistemici che ricordano, elaborano e comunicano dati insieme, ai nostri cervelli individuali, o al loro posto. Non vi è dunque sfera della vita umana che non venga toccata dalla scienza e non vi è problema del presente che non contenga un intreccio difficile da sciogliere di aspetti economici, politici, etici e scientifici. Una conoscenza scientifica diffusa diventa condizione per scelte consapevoli relative non solo alla presenza ed

all'uso della tecnologia nel mondo d'oggi ma soprattutto alle scelte di fondo sulla scienza decisive per il futuro.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

PROFESSIONE FISICA: I MILLE MESTIERI DEL FISICO COMUNICATI PER ESEMPI

Guido Goldoni *
CNR-INFM S3 e Università di Modena e Reggio Emilia
Via Campi 213/a, 41100 Modena

Sommario

Gli studi in fisica soffrono di una scarsa o scorretta identità professionale e sono erroneamente percepiti come funzionali solamente alla ricerca fondamentale o all'insegnamento. In questo contributo presento il format di un appuntamento annuale indirizzato a studenti e docenti di scuola superiore, finalizzato ad un più efficace orientamento alla scelta del corso di studi. La caratteristica fondamentale dell'evento è la presentazione per esempi, esposti in prima persona da alcuni laureati in fisica del proprio percorso formativo e professionale.

La formazione in fisica, più che in altri settori scientifici o tecnologici, soffre di una scarsa identità professionale. Mentre il pubblico ha una idea relativamente definita di quali siano i possibili settori di impiego di chimici, ingegneri, biologi, ecc. gli studi in fisica sono generalmente percepiti come funzionali solo alla ricerca fondamentale o all'insegnamento nella scuola. La ricerca dei fisici, peraltro, è avvertita come complessa e lontana dalla vita quotidiana, identificata spesso con la

---

* Co-Autori: Valentina De Renzi e Franca Manghi, CNR-INFM S3 e Università di Modena e Reggio Emilia

fisica delle alte energie o l'astrofisica; in ogni caso una strada difficoltosa, poco remunerativa e che, nell'immaginario collettivo del contesto italiano, richiede probabilmente l'emigrazione. Anche l'insegnamento nella scuola media è percepito come professionalmente, socialmente ed economicamente poco appetibile, considerato una scelta di basso profilo e rinunciataria da parte di chi non ha potuto o voluto affrontare una carriera nella ricerca. Questa identità professionale, perciò, può essere una concausa della diminuzione delle vocazioni agli studi in fisica.

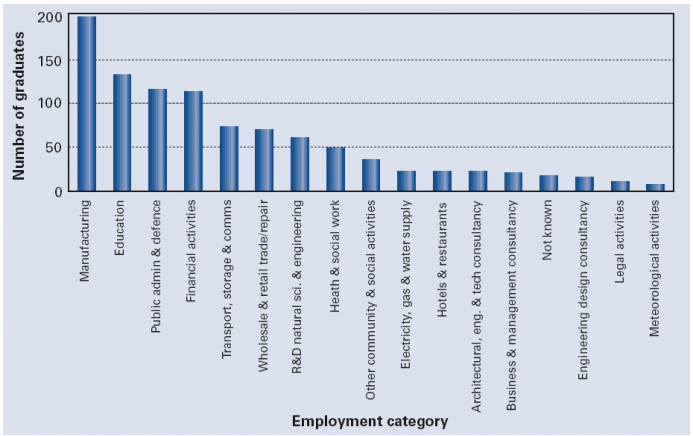


Figura 1: Distribuzione dei laureati in fisica per settore lavorativo [1)].

Una tale percezione, se ha probabilmente motivi storici, non trova riscontro nell'attuale mercato del lavoro. Le analisi statistiche disponibili sono limitate alla metà degli anni '90 per il nostro paese[1)]. L'IOP ha pubblicato recentemente una analisi che si estende al 1998 per il mercato UK [2)]. Queste analisi indicano concordemente che la maggioranza dei laureati in fisica sono collocati nell'industria (Figura 1); solo una percentuale attorno al 27% è impiegata nel settore Università e Ricerca, e circa 11% nell'insegnamento nel mercato italiano[1)]. Non solo ricerca ed insegnamento non costituiscono i settori preponderanti dal punto di vista lavorativo, ma i laureati in fisica trovano impiego in uno spettro sempre più ampio di settori

non tradizionali, come quello finanziario, con professionalità che non esistevano solo pochi anni fa. Sebbene le statistiche viste non siano riferite agli ultimi anni, è ragionevole pensare che il rapido mutare del mercato del lavoro, anche, ma non solo in relazione allo sviluppo di nuove tecnologie, abbia aumentato questa tendenza. Le statistiche disponibili confermano inoltre che i laureati in fisica trovano posizioni lavorative stabili già all'inizio del proprio percorso professionale e, nonostante l'ampio spettro di professionalità di cui si è detto, considerano la formazione ricevuta rilevante per la propria professione.

Le motivazioni della richiesta di laureati in fisica nel mondo del lavoro sono molteplici e complesse. Esse vanno ricercate nella flessibilità e versatilità nell'affrontare nuovi problemi in modo analitico e quantitativo; abilità nel problem solving, unita a conoscenze analitiche e nella IT; abilità nel lavoro di squadra e nella comunicazione[2)]. Ai fini di un corretto orientamento agli studi universitari e, più in generale, dello sviluppo di una corretta visione del ruolo degli studi in fisica nella nostra società, è dunque necessario veicolare un messaggio complesso, fatto di dati statistici e di abilità non ovvie che rendono i fisici appetibili sul mercato del lavoro. E' probabile che una comunicazione diretta ed analitica di questi elementi a chi non ha esperienza diretta del mercato del lavoro, come gli studenti delle scuole superiori, non sia il metodo più efficace.

Si pone dunque il problema di come e a chi veicolare tali messaggi. Crediamo che i soggetti più importanti a cui dare una corretta e comprensibile comunicazione siano gli insegnanti di scuola media superiore. Essi sono infatti i primi in contatto con gli studenti in grado di dare una valida indicazione riguardo alla scelta del corso di studi universitari. E' cruciale perciò che essi abbiano una conoscenza il più possibile puntuale del tema: probabilmente, proprio la appetibilità dei laureati in fisica nel mondo del lavoro porta ad una scarsità di insegnanti sufficientemente specializzati e a conoscenza delle possibilità lavorative, innescando un circolo vizioso[2)]. Presso il Dipartimento di Fisica di Modena abbiamo perciò pensato ad una iniziativa nella forma di workshop, con valenza di corso di aggiornamento, rivolto direttamente agli insegnanti di materie scientifiche ed ai responsabili per l'orientamento. Questo workshop è stato pensato come una iniziativa in due giornate: nella prima alcuni

laureati in fisica con collocazioni stabili e diverse nel mondo del lavoro presentano la propria esperienza e le caratteristiche della propria attività. La seconda giornata è dedicata ad aspetti disciplinari e/o metodologici dell'insegnamento della Fisica.
L'iniziativa ha cadenza annuale ed ha avuto inizio nel 2001. La tabella I riporta un elenco delle professioni presentate. Esse coprono uno spettro molto ampio di ambiti lavorativi, nell'industria, nei servizi all'impresa, nella finanza, oltre che nella ricerca e nell'insegnamento.

Tabella 1: Settori di impiego dei relatori.

Compagnia	**Settore di impiego del relatore**
Gambro Dasco SpA (Modena)	R&D nel settore biomedicale
Accenture (Milano)	Servizi all'imprese
Azienda USL di Modena	Fisica Sanitaria e imaging
Servizio Meteo Regionale di Bologna	Servizi Meteorologici
INFM. e Univ. di Modena e Reggio E.	Ricerca in fisica delle basse temperature
Agenzia Spaziale Europea (Noordwijk)	Tecnologie nelle scienze spaziali
INFM (Modena)	Ricerca in biofisica
ABAXBANK (Milano)	Finanza e gestione del rischio
Corriere Del Ticino (Lugano)	Giornalismo scientifico
ST Microelectronics (Milano)	R&D nell'industria elettronica
Worgas Bruciatori (Modena)	R&D nell'Industria metalmeccanica
Liceo Tassoni (Modena)	Insegnamento superiore
STAR (Modena)	Trasferimento tecnologico
CINECA (Bologna)	Supercalcolatori al servizio della ricerca
Ufficio Brevetti Europeo (L'Aja)	Valutazione di brevetti
LASER sistemi elettronici, Modena	Controllo di qualità
Arcispedale S.Maria Nuova (Reggio E.)	Fisica sanitaria e radioterapia

Ai relatori, tutti laureati e spesso dottori di ricerca in fisica, abbiamo chiesto di descrivere, in un breve seminario: il percorso formativo, ovvero se hanno svolto una

tesi a carattere teorico o sperimentale, se hanno fatto il dottorato di ricerca o altri tipi di formazione post-laurea; il percorso professionale, ovvero se hanno fatto altre esperienze di lavoro prima della posizione attuale; le caratteristiche del lavoro attuale, il tipo di posizione, ecc.; il ruolo della formazione ricevuta nella propria attività lavorativa; il tipo di competenze e le abilità, anche non disciplinari, necessarie e di quelle ottenuta attraverso gli studi in fisica; infine, il proprio contesto lavorativo, in relazione alla presenza di altri fisici, ai rapporti con altri professionisti quali ingegneri, economisti, ecc.

Gli oratori sono stati scelti tra persone giovani ma stabilmente nel mondo del lavoro, principalmente nella fascia di età 35-40 anni. Si è cercato un equilibrio tra il numero di donne e uomini, tra laureati nella sede modenese e altrove, tra professionisti che lavorano lontano dalla residenza e nel territorio, e tra professioni particolarmente prestigiose o impegnative e lavori 'normali'. I seminari sono intervallati da coffe-break che permettono a insegnanti e a studenti interessati di prendere contatto direttamente con i relatori durante le pause.

Come si è detto, il format dell'iniziativa è stato pensato specificamente per un pubblico di insegnanti A coloro che hanno dichiarato la propria intenzione a partecipare abbiamo chiesto di invitare gli studenti delle classi terminali potenzialmente interessati ad una formazione scientifica nel campo delle scienze fisiche. Per favorire la partecipazione, perciò, l'iniziativa ha luogo attualmente in due pomeriggi nella prima metà di novembre, lontano cioè da periodi impegnativi dal punto di vista scolastico. La collocazione pomeridiana rende ovviamente possibile la partecipazione di più insegnanti e, spesso con l'accordo dei consigli di classe per quanto riguarda gli impegni scolastici, di tutti gli studenti interessati. Evita in altre parole la partecipazione di gruppi-classe con studenti non interessati.

Si è pubblicizzata l'iniziativa tramite materiale stampato presso le scuole superiori, Università e singoli insegnanti. L'iniziativa inoltre viene segnalata ad una serie di servizi istituzionali per le scuole (comune, regione), ed a riviste on-line di settore abitualmente consultati dagli insegnanti. In un contesto locale costituito da circa 50 scuole superiori nelle due provincie in cui l'iniziativa è pubblicizzata, il numero di partecipanti ogni anno è di circa 20 docenti in servizio e un centinaio di studenti,

oltre agli allievi delle Scuole di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario. E' da sottolineare anche la partecipazione di studenti e docenti universitari; non è infrequente il caso, infatti, che anche i fisici che hanno speso la maggior parte della propria vita professionale in università non abbiamo una visione chiara di quali siano le attuali prospettive lavorative dei laureati in fisica.

Nel 2005 l'iniziativa si inserisce pienamente nelle celebrazioni per l'anno mondiale della fisica. Questa concomitanza, che ha assicurato una disponibilità di finanziamento maggiore rispetto alle precedenti edizioni, ha suggerito di sperimentare un cambiamento nel format dell'iniziativa. Mentre una prima giornata è ancora dedicata a seminari tenuti da professionisti sulla propria esperienza lavorativa, un secondo pomeriggio è dedicato a stage guidati dagli esperti stessi e riservati agli studenti delle scuole superiori. Questi consistono in una breve attività di gruppo, proposta e guidata dall'esperto, che simula l'attività quotidiana dei fisici nel mondo del lavoro. Il nuovo format ha avuto notevole successo, con un numero di prenotazioni elevato molto superiore alla disponibilità di posti.

L'iniziativa è affiancata ad una pagina sul sito Web del dipartimento di fisica3) che dispone di una sezione dedicata alle iniziative divulgative. Il visitatore vi trova una breve descrizione dell'iniziativa, il programma aggiornato, i programmi delle precedenti edizioni con la possibilità di rivedere on-line le slide dei seminari. Oltre a questo, il sito contiene una galleria di carriere di successo: i relatori vengono infatti invitati a fornire un breve curriculum e un paragrafo di descrizione della propria attività dal tono informale. Questi profili, assieme ad una foto, costituiscono una galleria di esempi sempre consultabile on-line

Referenze

1) R. Anni e A. Rossi, Indagine nazionale sui laureati in fisica nel quadriennio 1993-96, il Nuovo Saggiatore, 15, 11 (1999).
2) Physics – building a flourishing future, Report of the Inquiry into Undergraduate Physics, Institute of Physics (2001).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

SCIENZA E MEDIA: UNO STUDIO SULLE PRECONOSCENZE DEI RAGAZZI IN ETA' SCOLARE

Francesca Rosati*
Dipartimento di Fisica, Università di Padova, via Mrazolo 8, 35131 Padova

Sommario

Vengono riportati i risultati preliminari di un'ampia indagine che è stata condotta a Padova nei mesi di aprile e maggio 2005 allo scopo di verificare in maniera quantitativa a quali agenzie informative esterne alla scuola si rivolgono i ragazzi in età scolare. Sono state inoltre raccolte le opinioni e le sensazioni dei ragazzi in relazione ad alcuni termini scientifici legati all'attualità.

1 Motivazioni e obiettivi

Il moltiplicarsi delle agenzie informative a cui hanno accesso i ragazzi in età scolare impone una riflessione sul rapporto tra l'offerta formativa proposta dalla scuola e le informazioni che essi comunque assorbono attraverso i mezzi di comunicazione di massa. In particolare, non appare più attuale una visione monolitica in cui la formazione culturale dei ragazzi è di pertinenza quasi esclusiva nella scuola. Piuttosto, la varietà e la ricchezza delle fonti informative a cui i ragazzi in età scolare hanno oggi accesso richiede un ripensamento del processo formativo nella sua globalità e complessità ed uno studio attento di come le diverse fonti (scuola

---

* Co-Autori: Barbara Montolli e Sabrina Sartori.

compresa) contribuiscono alla formazione delle opinioni e delle conoscenze di base dei giovani. Nell'ambito di questo quadro concettuale, la nostra ricerca si è posta, in particolare, i seguenti obiettivi:

- verificare l'effettivo interesse di bambini e ragazzi per alcuni ambiti scientifici;
- capire a quali agenzie informative extrascolastiche essi fanno riferimento;
- capire come essi formano le loro opinioni sui temi proposti.

2 L'indagine

La ricerca è stata condotta a Padova nei mesi di aprile e maggio 2005 e consiste in una indagine tramite un questionario proposto alle classi (provenienti da scuole di Padova e provincia) in visita alla mostra "Sperimentando 2005" [1)]. La proposta era libera, per cui solo una parte delle classi in visita alla mostra ha risposto al questionario. Complessivamente abbiamo raccolto un campione di 385 questionari compilati, così composti: 141 ragazzi delle scuole medie (di cui il 52,5% maschi) e 244 ragazzi delle scuole superiori (di cui il 62,3% maschi), provenienti sia dai licei (117) che dagli istituti professionali e tecnici (127).

Nel questionario sono stati proposti quattro termini di biologia (cellule staminali, DNA, clonazione, OGM) e quattro di fisica (nucleo atomico, Spirit e Opportunity, nanotecnologie, campi elettromagnetici) per ognuno dei quali sono state poste alcune semplici domande: *Hai già sentito questa espressione? Se sì, dove? Quale sensazione ti suscita? Pensi che nel futuro le ricerche su questo argomento porteranno….* (quesiti a risposta multipla) *Sapresti spiegare cosa significa?* (quesito a risposta aperta). Al momento sono state esaminate tutte le risposte attinenti la fisica, mentre l'analisi di quelle di biologia è ancora in corso.

4 Risultati più significativi

Complessivamente è emerso un buon interesse da parte dei ragazzi nei confronti dei temi proposti e una molteplicità delle fonti informative a cui essi fanno riferimento.

Il 63% dei ragazzi ha dichiarato di aver sentito la parola "nucleo atomico", il 28% "spirit e opportunity"[1], il 63% "nanotecnologie", l'84% "campi elettromagnetici".
Quanto all'origine delle informazioni (erano possibili più risposte) si nota una differenza tra i termini di maggiore e minore pertinenza scolastica. Per "nucleo atomico" e "campi elettromagnetici" il 43% e il 51% rispettivamente del campione[2] ha dichiarato di aver trattato l'argomento a scuola, mentre le agenzie esterne (amici, famiglia, tv, giornali, libri) totalizzano il 62% e il 104%. Essendo possibili risposte multiple, appare chiaro che la maggior parte di coloro che hanno affrontato l'argomento a scuola ha recepito informazioni anche da uno o più canali esterni. Passando a "spirit e opportunity" la scuola totalizza solo il 6%, a fronte del 42% delle altre agenzie; le "nanotecnologie" sono di pertinenza della scuola nel 24% delle risposte e delle agenzie esterne nell'86%. In questi ultimi due casi emerge chiaramente come anche per un argomento che non viene trattato a scuola, i ragazzi siano comunque ricettivi delle informazione provenienti da altre fonti e spesso da più di una. L'importanza dei mass media è ancora più significativa per la biologia, dove per tutti e quattro i termini proposti oltre l'80% degli intervistati ha dichiarato di averne sentito parlare, ma solo percentuali tra il 25% e il 35% hanno affrontato l'argomento a scuola, mentre la quasi totalità di coloro che hanno risposto affermativamente fa riferimento ad una o più agenzie esterne.
Proseguendo nell'analisi, il 50% del campione esprime interesse/curiosità per i "campi elettromagnetici", il 51% per le "nanotecnologie", il 38% per il "nucleo atomico" e il 28% per "spirit e opportunity". Quanto alle prospettive per il futuro, la stragrande maggioranza degli intervistati ritiene che gli studi in questi campi porteranno progresso o nuove conoscenze. Alcuni, soprattutto nelle scuole superiori, abbinano una valenza positiva ad elementi di preoccupazione (pericoli per l'ambiente

---

Ricordiamo che la copertura mediatica dello sbarco su Marte precede di oltre un anno il questionario.

[2] Le percentuali si riferiscono alla totalità del campione e non solo a quelli che hanno risposto sì alla domanda precedente.

o per l'uomo, problemi etici) dimostrando una visione non superficiale dei temi proposti.
Molto pochi (meno del 20% per tutte le risposte di fisica) tentano di definire il termine proposto, forse per una formulazione troppo "diretta" della domanda nel questionario.
Nell'analisi preliminare non sono emerse significative differenze tra le risposte date dai maschi e dalle femmine. È emersa invece una significativa differenza tra scuole medie e superiori: mentre alle superiori generalmente le informazioni attinte dalle agenzie esterne vanno ad aggiungersi a quelle date dalla scuola, alle medie invece il ruolo dei massa media risulta proporzionalmente molto più rilevante rispetto alla scuola.

7 Conclusioni e ringraziamenti

Il dato che emerge più chiaramente è che la scienza interessa i ragazzi in età scolare, concordemente con le conclusioni anche di altri studi[2),3)]. I ragazzi, inoltre, acquisiscono informazioni dai mass media e si formano opinioni, anche prima che gli argomenti vengano trattati a scuola. Alla luce di questi risultati, appare indispensabile ripensare il rapporto tra la scuola e le altre agenzie informative.
Si ringraziano gli organizzatori della mostra "Sperimentando 2005", in particolare nella persona del presidente Ariella Metellini per averci concesso la possibilità di distribuire i questionari all'uscita della mostra.

Referenze

1) http://sperimentando.lnl.infn.it/2005/index2005.html.
2) Adriana Valente, Come i giovani vedono la scienza, in questo volume (2005).
3) http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

OPENLAB, UN'OCCASIONE DI DIVULGAZIONE SCIENTIFICA VERSO LE SCUOLE SECONDARIE

Samuele Straulino*
Dipartimento di Fisica, Università di Firenze

Sommario

Già da alcuni anni il Dipartimento di Fisica di Firenze è attivamente impegnato nel progetto OpenLab [1)] che afferisce alla Facoltà di Scienze: si tratta di un'iniziativa di divulgazione scientifica che intende coinvolgere le classi di scuole elementari, medie inferiori e superiori in attività di laboratorio inerenti le leggi fondamentali della Fisica. In un tipico incontro, dopo una breve introduzione all'argomento, si passa alla realizzazione di una o più esperienze. Per i ragazzi più piccoli gli esperimenti sono presentati con lo scopo di suscitare curiosità nei confronti dei fenomeni naturali, mentre per le classi delle scuole superiori si fanno esperienze quantitative con calcolo degli errori di misura. Il linguaggio utilizzato nella presentazione viene scrupolosamente commisurato al livello di apprendimento degli alunni. Il successo dell'attività è testimoniato dal numero di alunni, oltre 3000, che hanno partecipato nell'ultimo anno scolastico. Gli esperimenti sono condotti da dottorandi o assegnisti del Dipartimento e costituiscono dunque un'importante occasione didattica per i giovani neolaureati.

1 Introduzione

Da circa tre anni al Polo Scientifico dell'Università di Firenze è nato il progetto OpenLab, a seguito della proposta iniziale del prof. Paolo Blasi, con l'obiettivo di

---

* Co-Autori: Annamaria Cartacci e Cecilia M.C. Gambi

creare una struttura formativa permanente che promuova attività indirizzate alla divulgazione e diffusione della cultura scientifica. In particolare lo scopo è di:

1. agevolare le attività di aggiornamento per i docenti in servizio nelle scuole secondarie, con la disponibilità di un laboratorio didattico in cui potersi esercitare;
2. fornire un laboratorio permanente per studenti di scuole di ogni ordine e grado;
3. favorire un orientamento universitario consapevole aumentando l'interesse e la curiosità verso la Scienza;
4. dare l'opportunità di ampliare e approfondire le proprie conoscenze in ambito scientifico a chiunque voglia farlo.

La partecipazione a OpenLab del Dipartimento di Fisica è nata come estensione dell'attività per la SSIS, già presente da diversi anni, per rispondere alle esigenze della formazione in servizio degli insegnanti dell'indirizzo FIM. Si è poi rapidamente ampliata in una azione di divulgazione della Fisica, tesa a coinvolgere gli studenti delle scuole e il pubblico in generale. Con questo scopo è stata promossa la realizzazione di un laboratorio didattico con esperimenti che illustrano i principi fondamentali della Fisica. Il laboratorio è attualmente ospitato nel laboratorio SSIS del Dipartimento di Fisica, ma è prevista la realizzazione di un edificio apposito (chiamato esploratorio) all'interno del Polo Scientifico. Le esperienze sono diversificate per complessità e modo di presentazione, così da adattarsi ai diversi interessi e alla diversa preparazione dei visitatori.

2 Attività per gli insegnanti

Per quanto riguarda l'attività di aggiornamento dei docenti, è stato attivato negli ultimi tre anni il Corso di Familiarizzazione col Laboratorio di Fisica dedicato a insegnanti già inseriti nella scuola; il corso consiste in alcune lezioni introduttive alle esperienze e nella frequenza del laboratorio da parte degli insegnanti. In laboratorio gli insegnanti sono seguiti in modo da poter mettere a punto, essi stessi, la strumentazione per realizzare le misure, elaborare i dati e valutare gli errori di misura. Dopo aver frequentato il corso, la strumentazione utilizzata viene messa a disposizione degli insegnanti in orari concordati, in modo da costituire per loro un

luogo di esercitazione permanente e di scelta della soluzione più appropriata per il loro programma didattico. Gli insegnanti possono inoltre condurre gli allievi nel Laboratorio del Dipartimento di Fisica, come sta già avvenendo, per realizzare con loro le esperienze di laboratorio, completando poi in classe il lavoro con l'analisi-dati delle esperienze e i commenti finali. Gli esperimenti messi a disposizione, che sono stati perfezionati e aumentati di numero negli anni, sono in parte quelli utilizzati per il corso di Laboratorio del secondo anno della SSIS indirizzo FIM. Nell'ultimo anno 2004-2005 hanno riguardato in particolare:

- misure della velocità della luce (all'1% di precisione);
- misure dell'indice di rifrazione dell'aria in funzione dalla pressione utilizzando un metodo interferometrico (con precisione fino alla quinta cifra decimale);
- misure di diffrazione da fenditura o reticolo, con laser di diverse lunghezze d'onda (misura della larghezza della fenditura e del passo del reticolo all'1%);
- misure di battimenti acustici, utilizzando due diapason e un sistema di acquisizione per visualizzare e misurare il fenomeno con l'aiuto di un calcolatore;
- misure dell'equivalente meccanico della caloria (fino al 5% di precisione);
- misure in corrente alternata sul comportamento di circuiti con resistenza, capacità e induttanza e studio del transitorio in presenza di tensioni rapidamente variabili;
- misure su un ciclo termodinamico utilizzando una macchina di Stirling con visualizzazione su computer del diagramma pressione-volume;
- misure di densità di un liquido con la bilancia di Mohr (con precisione fino alla quarta cifra decimale).

I risultati ottenuti nei tre corsi svolti sono incoraggianti: hanno rivelato una grande disponibilità dei frequentanti al lavoro di laboratorio e hanno evidenziato l'importanza degli esperimenti nella comprensione della Fisica.

3 Attività per gli alunni

Particolarmente rilevante è poi il programma svolto con gli studenti delle scuole. All'inizio dell'anno scolastico gli insegnanti delle scuole elementari, medie inferiori

e superiori vengono invitati a prenotarsi per attività di laboratorio da svolgersi presso il Dipartimento di Fisica, sulla base di un elenco di nostre proposte fatte loro pervenire attraverso le direzioni scolastiche. L'insegnante sceglie l'argomento o gli argomenti che è ragionevole inserire nel percorso didattico previsto per la classe e concorda con i docenti e gli operatori di OpenLab il livello della presentazione. Quando è possibile l'insegnante introduce l'argomento in classe prima dell'incontro concordato in modo da inserirlo nel programma. Se questo non può essere fatto, sarà un operatore di OpenLab a introdurre l'argomento a scuola, illustrando le leggi e le verifiche sperimentali che possono esser realizzate in laboratorio e che saranno eseguite al Dipartimento di Fisica. Sono stati per questo scopo predisposti esperimenti di vario tipo e difficoltà riguardanti gli aspetti fondamentali della Fisica: le forze e il movimento, il suono, il comportamento di liquidi e gas, i concetti di calore e temperatura, l'elettricità e il magnetismo, l'ottica geometrica e ondulatoria. Gli esperimenti vengono adattati al livello scolastico degli allievi: ai più piccoli vengono presentati in modo da suscitare in loro l'interesse e la curiosità verso le discipline scientifiche, mentre per gli studenti delle scuole superiori sono proposti in modo più rigoroso, con misura delle grandezze in gioco e valutazione degli errori. Gli allievi vengono divisi in gruppi; ogni gruppo si dispone intorno al banco dove inizialmente l'operatore esegue l'esperimento, che spesso può essere poi ripetuto dagli allievi; ovviamente allievi e insegnanti partecipano attivamente anche con domande, discussioni e scambi di idee con gli operatori di OpenLab. Il percorso didattico, iniziato in classe con l'introduzione dell'argomento, si conclude in classe dove l'insegnante discute con gli allievi gli esperimenti fatti e spesso richiede una relazione scritta per favorire il consolidamento dei concetti acquisiti. Questi elaborati permettono di capire cosa è stato recepito aiutandoci a organizzare il lavoro futuro. Riportiamo qui di seguito una breve descrizione di alcuni esperimenti, di diverso livello di difficoltà, che sono stati seguiti con particolare interesse.

3.1 Le forze e il moto

Gli esperimenti sulle forze iniziano con lo studio della forza di gravità. Viene mostrato come la caduta dei corpi sia influenzata dall'esistenza dell'aria che frena gli

oggetti in caduta in modo diverso a seconda della loro forma e densità. Facendo il vuoto con una pompa a membrana in un tubo del diametro di circa 10 centimetri e lungo circa due metri, si mostra che, mentre la pressione nel tubo diviene sempre più bassa fino ad arrivare al massimo delle possibilità della pompa (qualche millimetro di mercurio), le differenze fra i tempi di caduta di corpi molto diversi fra loro diventano visibilmente sempre più piccole. Per esempio nelle misure fatte il tempo di caduta di una piuma è stato ridotto di oltre un fattore quattro dopo il pompaggio dell'aria dal tubo. Si può dedurre quindi che, nel limite di assenza di aria, una piuma o una biglia metallica impiegano lo stesso tempo a cadere sul fondo del tubo, se partono da ferme dal punto più alto. Si passa poi allo studio del moto di una pallina su un piano inclinato con misure dei tempi di caduta, facendola partire da altezze diverse sul piano e cercando di mettere in relazione l'altezza di partenza della pallina con il tempo di caduta. Quindi viene mostrato il moto di un proiettile lanciato da un cannoncino con inclinazione variabile, fotografandone la traiettoria (parabolica) per mezzo di una videocamera (Fig. 1).

Si possono così studiare gli effetti della forza di gravità per differenti condizioni iniziali. Un esperimento interessante e divertente per verificare le leggi del moto si può realizzare studiando gli urti su un piano "privo di attrito". Questa condizione ideale viene ben approssimata utilizzando un piano orizzontale sul quale sono praticati dei piccoli fori a distanza di qualche centimetro l'uno dall'altro; con un compressore si spinge l'aria in una camera posta al di sotto del piano cosicchè questa sia costretta a uscire dai fori sovrastanti. Alcuni oggetti, a forma di disco di altezza di circa un centimetro e del diametro di 4-7 centimetri, si possono così muovere su un "cuscino d'aria" con attrito trascurabile rispetto all'entità delle forze che governano il moto (Fig. 2, a sinistra). In queste condizioni si possono fare osservazioni qualitative e quantitative sulle leggi dell'urto, e in particolare si può verificare la conservazione della quantità di moto, cioè del prodotto della massa per la velocità di ciascun corpo coinvolto (Fig. 2, a destra).

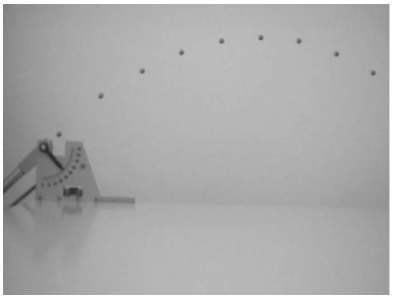


Figura 1: Immagine fotografica della traiettoria parabolica di un proiettile, ottenuta sovrapponendo fotogrammi successivi acquisiti a 1/25 di secondo l'uno dall'altro.

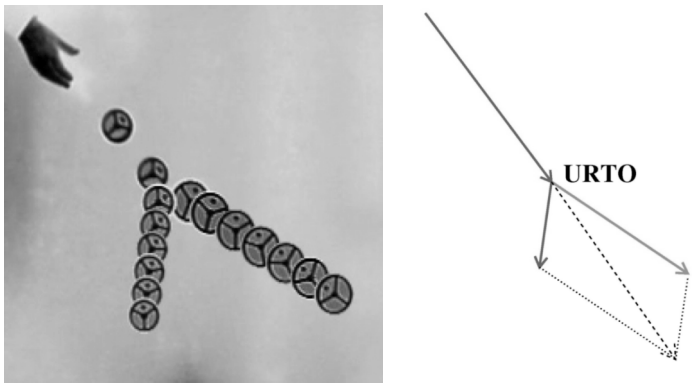


Figura 2: Urto fra due dischi su un tavolo a cuscino d'aria, visualizzato sovrapponendo fotogrammi successivi (a sinistra) e (a destra) corrispondente verifica del la conservazione del la quantità di moto cioè del prodotto del la massa per la velocità di ciascun corpo.

3.2 Il suono e la sua propagazione

L'uso di un tubo di polietilene o di una forassite consente di “toccare” le vibrazioni prodotte con la voce. è sufficiente emettere un suono, vicino a una estremità del tubo, e chiudere con la mano l'altra estremità: il tubo indirizza le onde sonore, che si

propagano attraverso compressione e rarefazione dell'aria. Questa esperienza "tattile", che ognuno può fare anche a casa, è un gioco divertente soprattutto per i più piccoli. Una volta illustrato questo aspetto della propagazione del suono, la dimostrazione continua collocando un campanello elettrico sotto una campana di vetro, dalla quale viene tolta l'aria con la pompa a membrana. Il suono si attenua fino a scomparire completamente. è facile dedurre che senza un mezzo materiale (nel caso specifico l'aria) il suono non si trasmette. Per capire le differenze fra suoni diversi, un microfono viene collegato a un oscilloscopio, che consente di visualizzare sullo schermo dello strumento il suono prodotto per esempio da un diapason, dalla voce o da strumenti musicali. Si osserveranno segnali diversi (Fig. 3).

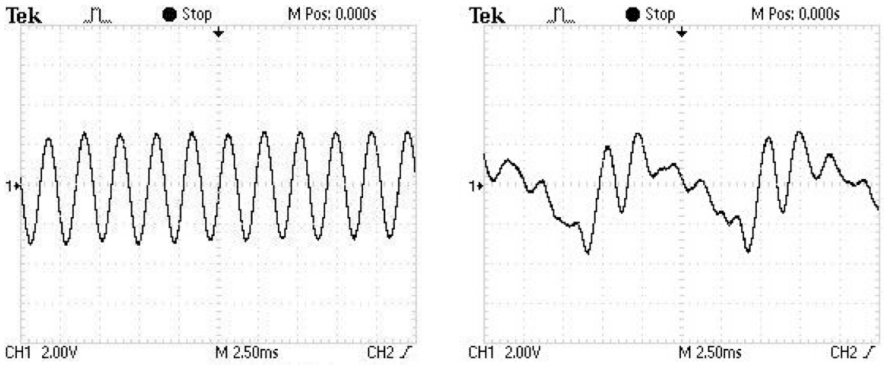


Figura 3: Osservazione sull'oscilloscopio di un onda sonora prodotta da un diapason (a sinistra) e dalla voce umana durante la pronuncia della vocale o (a destra). L'oscilloscopio visualizza l'intensità del suono in funzione del tempo.

Specialmente per i visitatori più piccoli diventa un gioco interessante produrre e vedere suoni differenti. Per i più grandi questo esperimento consente di introdurre il concetto fisico di onda e di imparare che un'onda è caratterizzata da ampiezza (altezza del segnale) e frequenza (numero di oscillazioni al secondo) (Fig.3, immagine a sinistra). Tutti i suoni si possono rappresentare come sovrapposizioni di onde elementari con ampiezza e frequenza diverse: così è anche per il suono visualizzato

nella Fig. 3 a destra, in cui è riprodotta la voce umana mentre viene pronunciata la vocale o.

3.3 Liquidi e gas

Con semplici oggetti si possono dimostrare diverse proprietà dei materiali liquidi e gassosi. Si pesano con una bilancia uguali volumi di liquidi diversi: per esempio olio, acqua e glicerina. Otteniamo masse diverse: l'olio ha massa minore dell'acqua, che a sua volta ha massa minore della glicerina. Volume e massa sono proprietà distinte. Possiamo così introdurre il concetto di densità, come rapporto fra massa e volume, e possiamo dire che la densità dell'olio è minore di quella dell'acqua ed entrambe sono più piccole di quella della glicerina. Se mettiamo in un bicchiere l'olio sopra l'acqua, i due liquidi non si mescolano; se mettiamo invece l'acqua sopra l'olio si mescolano fino a che l'acqua, più densa, va sul fondo. Siamo dunque pronti per fare esperimenti sul galleggiamento. Se una pallina di gomma scende dentro l'acqua ma resta ferma all'interno della glicerina possiamo concludere che ha la stessa densità della glicerina. Possiamo anche verificare questo risultato determinando direttamente la densità della pallina; per questo occorrerà misurarne la massa con la bilancia e quindi ricavare il volume dalla misura del suo diametro; la densità si otterrà come rapporto tra massa e volume. Un altro fenomeno di notevole importanza nello studio dei liquidi riguarda gli effetti di superficie. Se immergiamo un tubicino di vetro, del diametro interno dell'ordine del millimetro (capillare), dentro un bicchiere di acqua, l'acqua all'interno del tubicino sale a un livello più alto dell'acqua circostante nel bicchiere. Perché? Un telaio di filo di ferro viene immerso in una soluzione di acqua, sapone e glicerina: una sottile lamina liquida aderisce al contorno. Sul telaio è legato un filo di cotone che è annodato a formare un cappio all'estremità libera: se si rompe la lamina liquida nella parte racchiusa dal cappio, si osserva (Fig. 4) che il filo di cotone si distende formando un cerchio (massima superficie a perimetro fissato, e, di conseguenza, minima superficie per la lamina rimanente). Per capire questi fenomeni e ricondurli a un'unica causa, occorre dire agli alunni che tutta la materia è fatta di atomi e molecole invisibili a occhio nudo e che,

nel caso di liquidi e gas, atomi e molecole sono in continuo movimento: si scontrano a vicenda e si attirano anche fra loro.

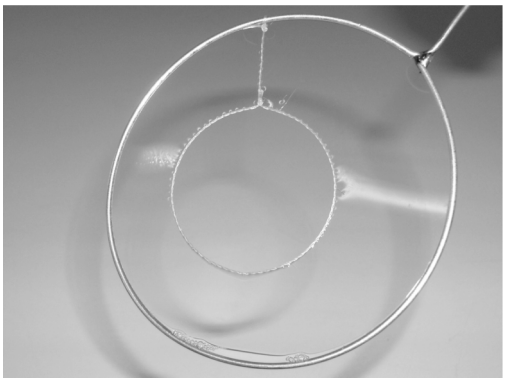


Figura 4: Telaio metallico, con un sottile filo di cotone legato al contorno, immerso in una soluzione di sapone e glicerina in acqua. è visibile la lamina liquida che si estende fra il telaio metal lico esterno e il cerchio interno.

Nel liquido questa attrazione fra molecole è più intensa rispetto al gas perché le molecole sono più vicine fra loro. Quindi le molecole di acqua sulla superficie vengono attratte di più dalle altre molecole di acqua rispetto a quanto vengano attratte da quelle di aria; per questo motivo sulla superficie dell'acqua compare una forza, detta di tensione superficiale, che agisce su uno strato di spessore pari a una frazione di millimetro. Questa fa sì che la superficie libera di un liquido tenda a contrarsi. L'aggiunta di sapone e glicerina all'acqua serve per abbassare il valore della tensione superficiale realizzando così una pellicola liquida che può permanere a lungo senza rompersi. Anche la salita dell'acqua nel capillare è la manifestazione di forze di superficie che si esercitano sia alla superficie di contatto aria-liquido che alla superficie di contatto vetro-liquido: sono poi queste forze che compensano il peso della colonna d'acqua che risale nel capillare. L'estrema semplicità di questi esperimenti permette agli studenti di riprodurli per proprio conto impadronendosi, così, delle relazioni esistenti in natura tra le varie grandezze fisiche coinvolte, e preparandosi a una comprensione fisica dei fenomeni osservati.

3.4 Osservazione di moti molecolari in una soluzione di latte diluito in acqua.

Un fascio laser viene inviato su una cella di vetro contenente il campione; una lente forma un'immagine ingrandita di una porzione del campione su uno schermo. Si osservano macchie luminose in movimento dovute alla diffrazione della luce da parte delle particelle contenute nel latte, la cui agitazione caotica è nota come moto browniano (Fig. 5a e 5b).

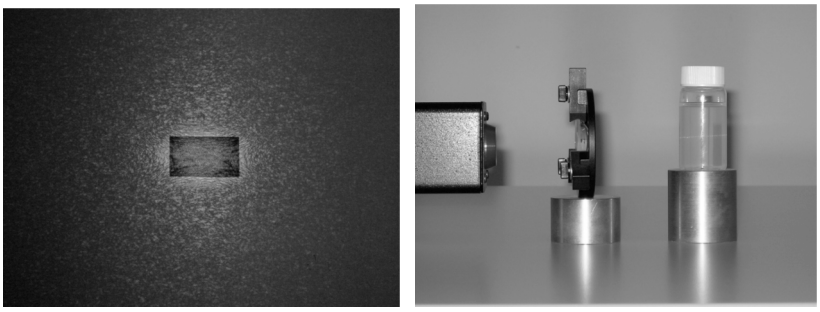


Figura 5: (a sinistra 5a) Esperimento sul moto browniano. Da sinistra: il laser, la lente e la cella. (a destra 5b): Osservazione dei fenomeni di diffusione, da parte delle molecole del latte, della luce laser. Nella figura il fascio trasmesso è stato attenuato da un assorbitore.

Questo esperimento ci mette in contatto con il mondo microscopico; infatti le particelle di grasso e le proteine contenute nel latte sono tenute in movimento continuo dalle molecole di acqua dove sono in sospensione. Il moto delle molecole d'acqua però non è osservabile perchè le loro dimensioni (0.3 millesimi di micron, che sono a loro volta millesimi di millimetro) sono troppo più piccole della lunghezza d'onda della luce, che è circa 0.5 micron. Le particelle di grasso e le proteine contenute nel latte, invece, hanno dimensioni dell'ordine del decimo di micron; sono quindi confrontabili con la lunghezza d'onda della luce e producono fenomeni visibili. Quello che si vede è perciò un'immagine, mediata nel tempo, del moto caotico delle molecole di acqua che urtano continuamente contro le grosse particelle contenute nel latte.

3.5 Osservazione della propagazione di raggi di luce attraverso riflessioni e rifrazioni

Un dispositivo fornisce cinque fasci laser paralleli, che possono essere indirizzati su vari elementi ottici (lenti, specchi, prismi) per verificare agevolmente le leggi elementari dell'ottica geometrica attraverso la misura degli angoli di riflessione e rifrazione (Fig. 6). Nel caso mostrato in figura l'effetto della lente divergente, per il fenomeno della rifrazione, è quello di far allontanare fra loro i fasci di luce paralleli, mentre gli specchi riflettono la luce, cioè la rimandano indietro con un angolo uguale a quello formato dalla luce incidente rispetto alla perpendicolare alla superficie dello specchio nel punto di incidenza.

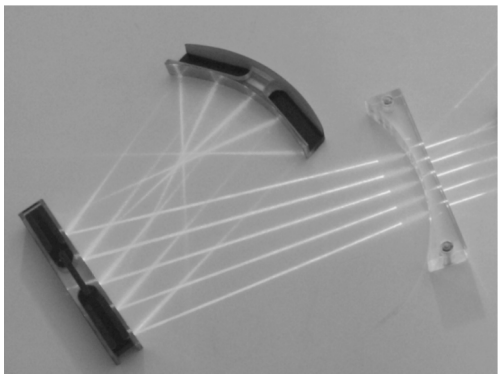


Figura 6: I cinque raggi luminosi, provenienti da destra, incontrano una lente divergente e vengono riflessi in sequenza da uno specchio piano e da uno specchio curvo.

3.6 Produzione e deviazione di un fascio di elettroni.

Un tubo a raggi catodici produce, per effetto termoionico, un fascio di elettroni che viene accelerato con un'alta differenza di potenziale (circa 5000 Volt). Un gas rarefatto, contenuto nell'ampolla, rende visibili gli elettroni in movimento, che, negli urti con gli atomi del gas, provocano l'eccitazione degli stessi con conseguente emissione di luce. Un magnete permanente avvicinato all'ampolla causa la

deviazione del fascio elettronico, consentendo di mettere in evidenza l'interazione fra correnti elettriche e campi magnetici (Fig. 7).

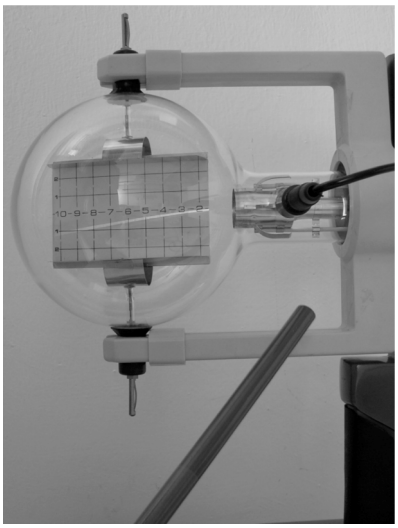


Figura 7: Tubo a raggi catodici con deflessione verso il basso del fascio, prodotta da un magnete permanente di forma cilindrica (in basso).

L'apparato si presta anche a spiegare agli studenti il funzionamento del televisore di casa, le cui immagini vengono prodotte con un meccanismo del tutto analogo. Gli esperimenti proposti sono scelti in modo da illustrare preferibilmente un solo concetto in modo semplice e una serie di vari esperimenti costituisce un percorso didattico per sviluppare i concetti di base su un dato argomento. Quando possibile, vengono usati materiali della vita quotidiana per incoraggiare gli insegnanti e gli stessi allievi a ripetere le esperienze in classe e anche a casa. Lo scopo principale è quello di aiutare i ragazzi a osservare il mondo naturale collegando causa ed effetto, cercando le leggi che governano il fenomeno attraverso la schematizzazione e l'estrazione di grandezze fisiche fondamentali, dandone poi, ove possibile, una rappresentazione matematica; in altre parole questo percorso costituisce il modo di avvicinarsi agli esperimenti che sta alla base del metodo scientifico di indagine della

Fisica. Come nel caso dell'attività per gli insegnanti, anche questa iniziativa didattica rivolta alle scuole ha avuto un notevole successo; iniziata già nell'anno scolastico 2003-2004 ospitando una ventina di classi elementari, medie inferiori e superiori, nell'anno 2004-2005 ha coinvolto più di tremila studenti. Per la realizzazione di questa attività ci siamo avvalsi dell'aiuto di giovani neolaureati, dottorandi e assegnisti, data l'impossibilità di seguire un così grande numero di studenti solo sulla base del volontariato di docenti universitari. Ciò ha consentito a questi giovani di cimentarsi nell'insegnamento della Fisica a vari livelli scolastici, rappresentando un utile allenamento per un'attività che molti di loro svolgeranno in futuro. Va inoltre sottolineato che, attraverso la conoscenza dei laboratori scientifici e didattici del Dipartimento di Fisica, gli studenti delle scuole superiori usufruiscono di una opportunità di orientamento per la scelta universitaria.

4 Attività di divulgazione rivolta al pubblico

Quanto alla parte di attività OpenLab rivolta alla divulgazione scientifica, rivolta cioè a fornire al pubblico la possibilità di ampliare e approfondire le proprie conoscenze in ambito scientifico, sono state organizzate varie manifestazioni tra le quali ricordiamo la settimana di Pianeta Galileo nel novembre 2004 e le serate di ScienzEstate che si sono tenute nel Luglio 2004 e nel Giugno 2005, durante le quali il pubblico ha avuto libero accesso al Dipartimento di Fisica e ai suoi laboratori didattici e scientifici. In queste occasioni sono stati eseguiti esperimenti interagendo con i visitatori. Di fronte agli esperimenti anche le persone più timide sono spinte dalla curiosità a chiedere chiarimenti. Ciò è facilitato anche dal fatto che non c'è "cattedra" ma siamo tutti insieme intorno al tavolo dell'esperimento e i visitatori sono incoraggiati a partecipare sia ripetendo essi stessi gli esperimenti sia aiutando a fare le misure. In molti esperimenti infatti servono più persone per osservare l'andamento di più variabili insieme. Nelle stesse giornate il Dipartimento di Astronomia ha organizzato conferenze e "serate al telescopio" con osservazioni del cielo all'aperto negli spazi del Polo Scientifico di Sesto Fiorentino riscuotendo sempre un grande successo di un pubblico attento e interessato che è intervenuto spesso con domande e osservazioni pertinenti. Sono state infine organizzate, nei

locali del Polo Scientifico Universitario, alcune mostre su vari aspetti della Fisica, aperte gratuitamente al pubblico. In particolare sono state ospitate al Polo Scientifico di Firenze due mostre dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare: La Fisica su ruote e I microscopi della Fisica. Anche in questo caso il gradimento da parte del pubblico è apparso molto alto ed è stato apprezzato lo stile semplice ed efficace di presentazione di strumenti ed esperimenti per la comprensione delle leggi fondamentali della Fisica. Vogliamo concludere osservando che l'attività finora svolta ha avuto un riscontro positivo da parte di tutti quelli che sono stati coinvolti, studenti, insegnanti, pubblico in generale. è nostra intenzione continuare e ampliare il lavoro fatto finora, se le risorse future a nostra disposizione lo consentiranno.

5 Ringraziamenti

Si ringrazia il Direttore del Dipartimento di Fisica prof. Marcello Colocci per l'interesse con cui ha seguito il progetto e per aver messo a disposizione di OpenLab fondi per l'acquisto di materiale e, soprattutto, spazi all'interno del Dipartimento, rendendo così possibile lo sviluppo di questa attività. Ringraziamo inoltre il prof. Enrico Iacopini, Direttore della Sezione di Firenze dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, per l'incoraggiamento e il supporto economico all'iniziativa. Si ringrazia il prof. Roberto Falciani per i preziosi consigli e gli ottimi suggerimenti durante tutte le fasi del progetto: dalla scelta degli argomenti, all'allestimento del laboratorio, alla gestione del suo funzionamento e alla pubblicizzazione del lavoro fatto. Un ringraziamento particolare alla dott.ssa Rosita Chiostri dell'Ufficio di Coordinamento del Polo Scientifico per la passione e la competenza con cui si dedica all'organizzazione del progetto OpenLab. Si ringraziano infine gli operatori di OpenLab che con entusiasmo e competenza si sono dedicati a questa opera di divulgazione della Fisica impegnandosi nel non facile lavoro di comunicazione con gli studenti delle scuole e di collaborazione con gli insegnanti.

Referenze

1) Pagina web http://www.openlab.unifi.it

SESSIONE II – LA SCIENZA NELLA CULTURA ITALIANA

Paola Govoni	Divulgare o comunicare la scienza? Degli studi della storia
Paola De Paoli	La divulgazione scientifica nella cultura italiana ed europea
Cesare Predazzi	I giovani e la scienza in una prospettiva internazionale
Manuela Arata	Educare alla diffusione della conoscenza: dal Festival della Scienza alla Scuola Europea per gli Animatori
Maura Misiti	Come i giovani vedono la scienza e il sistema scientifico italiano
Marie C. Cantone	La radioprotezione, orientata ad un maggior coinvolgimento del pubblico e la comunicazione
Giorgio Dragoni	Far fare fisica: un'esperienza in progress
Stefano Sandrelli	Il signore degli anelli: il misterioso caso degli anelli scomparsi
Maria L. Bargellini	La Scienza esce dai laboratori: dialogo aperto con la comunità sociale
Graziana Boccuzzi	Studio di un modulo didattico in e-learning sull'effetto fotoelettrico

Paola Govoni

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

DIVULGARE O COMUNICARE LA SCIENZA? DEGLI USI DELLA STORIA

Paola Govoni
CIS – Dipartimento di Filosofia, Università di Bologna

Sommario

Se un obiettivo della storia è la comprensione del presente, la storia dei rapporti tra gli scienziati e il pubblico può aiutare a capire in quale modo e per quali ragioni oggi, in alcuni paesi, i 89
rapporti tra la scienza e il pubblico dei non scienziati sono più assidui e costruttivi che in Italia, con concrete ripercussioni in campo economico e sociale.

1 Una storia molto antica

Per comprendere le modalità di azione di funzionamento della comunicazione della scienza, magari per comparare ciò che accade in Italia con quanto avviene in altri paesi, è importante ricordare che la storia di questo genere è molto antica.
Quando si parla delle origini della divulgazione, si è portati a pensare alle tavole dell'*Encyclopédie*, ai divertimenti scientifici da salotto allestiti da filosofi naturali come Nollet, oppure alle immagini vittoriane delle esposizioni internazionali. Eppure, andando a ritroso nel tempo, ci si accorge che la divulgazione non è nata nell'Ottocento, con la specializzazione disciplinare, il sorgere dei progetti di ricerca nazionali e al loro bisogno di raccogliere consenso su grandi investimenti; né dalla necessità di istruire e controllare le masse popolari emergenti con l'industrializzazione. La divulgazione scientifica non è nata nemmeno nel terreno

fertile dell'illuminismo e dall'importanza data dai suoi sostenitori all'istruzione e alla scienza di "pubblica utilità".

La divulgazione scientifica in età moderna nasce piuttosto dall'incontro tra il bisogno dei sapienti di comunicare, con quello dei non sapienti di sapere: un dialogo che fu reso possibile da un'innovazione tecnologica, la stampa a caratteri mobili, che abbatteva costi e tempi della produzione dei libri, aumentandone clamorosamente il numero. A partire dal Cinquecento il desiderio di astronomi e filosofi naturali di diffondere al di là dei confini del loro dominio le nuove conoscenze scientifiche e le conseguenti nuove cosmologie, trovarono nella stampa un alleato formidabile. Lo stesso telescopio andò a rafforzare una tradizione di letteratura scientifica popolare che era già ben collaudata quando Galileo iniziò ad usare il nuovo strumento e a diffonderlo anche tra i non esperti: una tradizione rappresentata soprattutto dagli almanacchi, la cui origine si perdeva nei millenni[1)].

La storia dei rapporti tra il pubblico e la scienza è dunque molto antica e soltanto ripercorrendola è possibile comprendere comportamenti sociali a noi contemporanei che, spesso per comodità, attribuiamo alle scelte di questa o quella parte politica. Le cose sono forse più complicate.

In Italia, in particolare nell'ultimo decennio, non soltanto a scuola e all'università, ma anche grazie ai giornali, ai siti Internet o alle trasmissioni televisive, i cittadini possono conoscere ciò di cui si occupano gli scienziati; scienziati che raggiungono il pubblico nelle piazze e nei caffè. Eppure, nonostante la quantità e, spesso, buona qualità di informazioni non specialistiche disponibili, per la maggior parte degli italiani il mondo della scienza rimane un'entità verso la quale i sentimenti oscillano tra l'attesa fideistica e il profondo sospetto[2)]. Per quali ragioni questo accade?

Io mi occupo di storia della scienza ed è in una prospettiva storica che mi propongo di capire come si è formato nel corso del tempo questo groviglio di aspettative e di timori nei confronti degli esperti. La storia dei rapporti tra l'opinione pubblica e il mondo della scienza ci può aiutare a capire in quale modo e per quali ragioni oggi in alcuni paesi i rapporti tra scienza e società sono più assidui e costruttivi che in Italia, con concrete ripercussioni in campo economico e sociale.

2 Divulgare o comunicare la scienza?

Qualche precisazione circa l'uso dei termini divulgazione e comunicazione aiuterà a chiarire il contributo che la storia della scienza può dare al dibattito sui rapporti tra scienza e società.

Nell'ultimo decennio in Italia si è verificato un clima nuovamente favorevole nei confronti di una "scienza per tutti" di ottocentesca memoria. Sono nati centri della scienza, si sono moltiplicate le testate divulgative, sono stati attivati master in comunicazione della scienza. Questa rinnovata attenzione nei confronti dei rapporti tra gli scienziati e il pubblico dei non esperti affonda le sue radici, com'è noto, nel programma di Public Understanding of Science (Pus).

Nel corso degli anni ottanta con l'indebolirsi e poi la fine della guerra fredda, il mondo cosiddetto occidentale ha assistito all'imporsi delle economie di paesi come la Corea, la Malesia, la Cina. Quei fenomeni, di portata straordinaria nella storia della cultura umana, hanno costretto Europa e America del nord a rilanciare nuovi piani di sviluppo. Partendo dalla consapevolezza del legame tra scienza e sviluppo, nelle aree culturali di tradizione protestante, in primo luogo l'Inghilterra e gli Stati Uniti, la ricetta applicata è stata quella classica: rivedere i piani didattici con particolare attenzione ai curricula scientifici e coinvolgere i cittadini per rilanciare quel legame tra scienza e pubblico ritenuto così importante ai fini dello sviluppo.

Si tratta in quei paesi di una tradizione antica. In Inghilterra fu così nel Settecento, durante l'illuminismo e la rivoluzione industriale che diedero vita alla stagione della "public science"[3]. Fu così nell'Ottocento, in età vittoriana, con il colonialismo e la seconda rivoluzione industriale, quando fiorì la "science for all", un fenomeno che ha raggiunto i cittadini piccolo e medio borghesi, gli operai e gli artigiani[4]. Il fenomeno si è ripetuto con la guerra fredda e la contrapposizione Occidente – Unione Sovietica con l'epopea, ancora una volta scientifica e politica insieme, della scienza nello spazio. È stato così con l'incrinarsi e poi il crollo del muro di Berlino quando fu lanciato il programma di Pus.

A lanciare quei progetti di Pus, infatti, sono state le stesse istituzioni che da secoli in Inghilterra sono i luoghi d'incontro tra mondo politico, industriale, della ricerca

scientifica e il pubblico colto: la Royal Society (1660), la Royal Institution (1799) e la British Association for the Advancement of Science (1831).

Il Pus, nonostante il fallimento di alcune delle sue istanze originali[5)], ha avuto l'importante merito di rilanciare un dibattito internazionale sul tema dei rapporti tra scienza e società. In Italia una realizzazione concreta di quel dibattito fu la legge del 1991 sulla Diffusione della cultura scientifica, voluta da Antonio Ruberti, che mise a disposizione fondi per attività divulgative, istituzionalizzato la Settimana della cultura scientifica e tecnologica, un'iniziativa che ha favorito il successivo fiorire di attività dedicate alla scienza per il pubblico. L'organizzazione di ComunicareFisica2005 da parte dell'INFN di Frascati è un esempio in questa direzione. Se i fisici hanno investito in un convegno importante e aperto a scienziati, comunicatori, sociologi, insegnanti, studenti e perfino storiche come me, significa davvero che i rapporti tra il pubblico e gli esperti, con il loro impatto sui media, hanno delle ripercussioni sulla ricerca, in termini di consenso, accesso alle risorse e capacità di attirare studenti alle facoltà scientifiche.

È in questa prospettiva, dunque, di un rinnovato rapporto tra esperti e pubblico, che ha finito per essere abbandonata l'etichetta "divulgazione". La di*vulga*zione, infatti, richiama un tipo di comunicazione dall'esperto verso il non esperto, rifiutata da chi intende coinvolgere attivamente il pubblico.

Tuttavia, per chi si occupa di storia, la terminologia contemporanea può non essere sempre la più adatta. Questa la ragione per cui ogni volta che mi capita di riferirmi all'Ottocento io dovrei usare l'espressione del tempo, che era "scienza popolare". Ma nel contesto italiano, al contrario che in quello anglosassone, l'aggettivo "popolare" rischia di generare degli equivoci. Con la cultura popolare in quanto tale, infatti, la divulgazione degli scienziati ottocenteschi non aveva molto a che fare e l'aggettivo *popolare* è da intendersi come *per il* popolo. La divulgazione in Italia nell'Ottocento, così com'era stato nel Settecento, ingaggiò una battaglia a favore della scienza che aveva come intento principale, semmai, quello di dissipare ogni retaggio di cultura *popolare* in senso proprio. Per queste ragioni quando come storica mi riferisco al passato parlo di *divulgazione scientifica*. Si tratta di un uso spero accettabile per indicare quella letteratura – di vari livelli e con molteplici scopi

– che ha messo in comunicazione la scienza e il pubblico tra la prima età moderna e l'avvento del Pus.

3 Gli obiettivi della divulgazione e della comunicazione della scienza

La divulgazione scientifica ottocentesca, d'altra parte, sembra avere avuto obiettivi non molto diversi da quelli della comunicazione della scienza di oggi.

Un primo obiettivo, il più vicino alle esigenze degli scienziati, era nell'Ottocento e resta oggi, quello di consentire una comunicazione tra specialisti di discipline diverse. Già intorno alla metà dell'Ottocento la crescente specializzazione aveva reso necessari luoghi dove i ricercatori potessero comunicare i risultati del loro lavoro a colleghi di settori confinanti. Un modello di questo ideale di comunicazione è il settimanale inglese *Nature*, fondato nel 1869. L'importanza di *Nature*, così come dell'americano *Science*, è ancora oggi nella loro visibilità, assicurata da rubriche rivolte al pubblico, alla stampa non specialistica e ai funzionari delle agenzie governative e private.

Un secondo obiettivo della divulgazione ottocentesca era di dare ai nuovi ceti della borghesia, così come a artigiani e operai e perfino alle donne, gli strumenti adatti a un'istruzione "pratica" e "utile" al processo industriale e al miglioramento della vita degli individui e della comunità. Intento principale, era quello di fornire una formazione alternativa, quando non in esplicito antagonismo, con quella religiosa.

Anche oggi, com'è ovvio, gli scopi della comunicazione sono spesso di natura pragmatica. Per quanto concerne poi le questioni legate alla contrapposizione scienza–fede non si tratta oggi di temi meno coinvolgenti – oltre che straordinariamente remunerativi per editori e autori – di quanto non fossero nell'Ottocento. Basti pensare al dibattito evoluzionismo–antievoluzionismo, un settore che dal 1859 non conosce crisi.

Infine, nel corso dell'Ottocento la divulgazione aveva come scopo quello di far riconoscere lo scienziato, così come già il prelato, l'industriale, il politico o l'insegnante, come uno dei protagonisti della scena sociale. Questo processo di

formazione dell'immagine pubblica dello scienziato ebbe nella divulgazione scientifica uno strumento di straordinaria efficacia.
Oggi la figura dello scienziato non ha certo bisogno di promozione. Eppure, le polemiche che spesso coinvolgono la comunità degli esperti (energia atomica, OGM, fecondazione in vitro e così via) fanno sì che la comunicazione sia uno degli strumenti usati dagli scienziati per chiarire la propria posizione, oppure sondare le reazioni del pubblico su temi scottanti e, eventualmente, orientare di conseguenza, se non i progetti di ricerca, certamente il modo in cui presentarli ai media.
La divulgazione in passato e la comunicazione oggi, dunque, non sono servite e non servono soltanto per istruirci, convincerci dell'utilità di certe ricerche o aiutarci a trovare soluzioni pratiche ai problemi. Si tratta di strumenti utili agli esperti per aggiornarsi, trovare spunti d'ispirazione e nuove collaborazioni con colleghi di altre parti del mondo, aprendo così la strada a nuove risorse, intellettuali e economiche.
La storia della divulgazione e della comunicazione scientifica ci può aiutare a capire qualcosa non solo dei rapporti tra esperti e pubblico, ma anche dei rapporti tra esperti e istituzioni, tra esperti e potere politico e economico. In quest'impresa la storia della scienza ci può dare una mano, impegnata com'è a capire i ruoli da protagoniste che scienza e tecnologia hanno nelle società industriali almeno dal Cinquecento.

4 A che cosa serve la storia della scienza?

La storia della scienza ha l'ambizione di proporsi come un ponte in grado di far dialogare le cosiddette due culture: quella scientifica da un lato, quella umanistica dall'altro. Negli ultimi venti anni, grazie alla vitale contaminazione con la sociologia della scienza, la storia della scienza ha saputo porre alle sue fonti domande che hanno messo in primo piano anche l'analisi dei contesti – economici, sociali, politici – in cui le idee e i fatti scientifici si sono sviluppati, evoluti e diffusi. Questo tipo di esplorazione storica del territorio scienza porta a scoprire che si tratta di un mondo dove non esistono leggi, metodi, certezze, definizioni e confini precisi, ma piuttosto dubbi e negoziati continui tra dimensioni intellettuali e

sperimentali, ma anche sociali, culturali, politiche, economiche e, certamente, anche personali[6)].

Il caso Italia e il ruolo della cultura scientifica nella storia e nella realtà presente della penisola, offrono un esempio di come sia possibile impiegare una storia della scienza aperta a studiare i contesti sociali e economici.

L'analisi che uno dei protagonisti dell'Italia tra Ottocento e Novecento, Luigi Luzzatti, fece nel 1909 dei "progressi della scienza in Italia", ci aiuta a gettare uno sguardo d'insieme alla situazione italiana nel momento in cui la straordinaria stagione della "scienza per tutti", nella seconda metà dell'Ottocento, volgeva al termine. Luzzatti, studioso di economia tra i più lucidi e più volte ministro, si trovava nelle condizioni di dare un giudizio su quanto era stato fatto in merito alla scuola da dopo l'unità: "La nostra è una delle più magre scuole d'Europa, mentre a pochi passi dal confine del Trentino, dell'Istria e della Svizzera hanno spento l'analfabetismo […]. La scuola primaria italiana, scarsamente aiutata dalle istituzioni sussidiarie (scuole serali, domenicali, biblioteche popolari, società per l'acquisto di libri e pei primi aiuti agli alunni poveri, mutualità scolastica ecc., ecc.), non lascia una impronta efficace negli animi degli alunni, i quali, più che negli altri paesi, disimparano a leggere, a scrivere e a far di conto". Questo fallimento nel campo dell'istruzione di base era avvenuto nei decenni in cui gli scienziati divulgatori erano stati i protagonisti della vita culturale e politica del paese. I problemi segnalati da Luzzatti, divenuti terreno di conflitto tra cattolici e laici, non avevano trovato in tanti anni la soluzione radicale auspicata dopo l'unità. In un continuo alternarsi di scontri, spesso durissimi, e tentativi di accordo, le élite liberali, che pure per un certo tempo ebbero la possibilità di imporre delle decisioni autonomamente in merito ai problemi dell'istruzione, non seppero approfittarne. Gli scarsi risultati ottenuti sul fronte dell'istruzione, e questo da parte di chiunque si succedesse al governo del Regno, rivelarono delle élite italiane, anche intellettuali e più avanzate, prima ancora che un'incapacità politica e organizzativa, l'incapacità (con poche eccezioni) di credere davvero che alla base di una nazione civile ci fosse l'istruzione di tutti i cittadini. Così, mentre nel 1900 in Francia l'analfabetismo era sceso al 5% e in Inghilterra al 3%, nel 1901 in Italia soltanto Lombardia e Piemonte avevano un

analfabetismo inferiore al 25%, Liguria, Veneto, Emilia, Toscana e Lazio non superavano la soglia del 50% degli alfabetizzati e nel resto d'Italia, ovunque, l'analfabetismo era superiore al 50%7). Come ci si poteva aspettare una seria diffusione della cultura scientifica in un simile contesto sociale?
Le conclusioni di Luzzatti erano semplici: non c'è sviluppo senza istruzione, così come non ci può essere un'industria vitale senza investimenti in ricerca.

5 E oggi?

Spesso in Italia si lamenta la scarsa consapevolezza dell'opinione pubblica, dei suoi rappresentanti e delle nuove generazioni nei confronti della scienza. Forse sarebbe utile provare a comprendere come e perché questo accade da lungo tempo nella penisola. Ci si renderebbe conto che c'è più di un elemento di continuità tra le denuncie di un divulgatore di Newton come Algarotti (1712-1764), quelle di Carlo Cattaneo (1801-1869), di Luigi Luzzati o quelle di uno scienziato come Adriano Buzzati-Traverso (1913-1983) che nel 1969 scriveva: "*[in Italia] La gente, anche le persone colte, che coprono posizioni di grande responsabilità, con pochissime eccezioni, non ha ancora capito che il livello della ricerca scientifica e tecnica è il più sicuro metro per valutare l'importanza di un paese nel mondo moderno*". A giudicare dalle inchieste condotte sulla formazione scientifica dei cittadini della Comunità europea, questo resta vero ancora oggi.
La storia della scienza nella penisola, comparata a quella di altri paesi, può aiutarci a capire le ragioni antiche e profonde – non quelle occasionali spesso invocate – di questo insieme di circostanze, in cui cultura e credenze individuali e private contano quanto e più dei "vizi" pubblici di questa o quella parte politica.
Ciò che soprattutto colpisce quando si confronta la situazione italiana con quella di altri paesi, è che nella penisola quel poco che veniva e viene investito in istruzione e ricerca, ai tempi di Luzzatti così come oggi, proviene soprattutto "dall'alto", da fonti governative. In Italia la scienza ha sempre avuto enormi difficoltà a trovare tra i cittadini la sensibilità e le risorse per tenere in vita istituzioni di ricerca e d'istruzione popolare, finalizzate all'eccellenza oppure alla diffusione del sapere.

Vorrei chiudere richiamando i dati Eurostat 2002– 2003 in materia di investimenti in ricerca scientifica. Le cifre mettono a confronto la provenienza dei denari investiti in ricerca nel 2001 da parte dei quindici dell'Unione con quelli di altri paesi nel mondo. La ricerca scientifica italiana ottiene da finanziamenti pubblici il 50,8% dei fondi destinati alla ricerca, contro il 34,8% della media europea; da fonti private la ricerca in Italia riceve il 43% dei fondi, contro una media europea del 56,1%. Si noti che nella social democratica Svezia i fondi privati alla ricerca sono il 71,9%[8)].
Evidentemente c'è ancora molto da fare perché i festival della scienza, i giornali divulgativi, le trasmissioni televisive e radiofoniche e tutte le meravigliose testimonianze di un ritrovato interesse anche in Italia per la vita della scienza, mettano in crisi i luoghi comuni e producano negli investitori privati una sensibilità per la ricerca scientifica che già da tempo dimostrano per l'arte e per la vela.

Referenze

1) P. Govoni, Un pubblico per la scienza. La divulgazione in italia nell'età del positivismo, Roma, Carocci, 2002.
2) P.Borgna, Immagini pubbliche della scienza. Gli italiani e la ricerca scientifica e tecnologica, Torino, Edizioni di Comunità, 2001.
3) L. Stewart, The rise of public science, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1992.
4) D. Knight, D., The age of science. The scientific world-view in the Nineteenth century, Oxford, Basil Blackwell, 1986; W.H. Brock, Science for all, Aldershot, Variorum, 1996; R. MacLeod, The «Creed of Science» in Victorian England, Aldershot, 2000; J.A. Secord, Victorian sensation, Chicago, The Univ. of Chicago Press 2000.
5) S. Miller, "Public Understanding of Science at the crossroad" in Public Understanding of Science, 10, 2001, 115 e N. Pitrelli, "La crisi del Public Understanding of Science in Gran Bretagna", in Jekyll.comm, 4, 2003, http://jekyll.comm.sissa.it/commenti/foc04_01.htm.
6) P. Govoni, Che cos'è la storia della scienza, Roma, Carocci, 2004.
7) T. De Mauro, Storia linguistica dell'Italia unita, Roma, Laterza, 2001.
8) Snapshots "Key figures 2003/2004" in http://europa.eu.int/comm/research/era/pdf/indicators/snap1.pdf

Paola De Paoli

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

LA DIVULGAZIONE SCIENTIFICA NELLA CULTURA ITALIANA ED EUROPEA

Paola De Paoli
UGIS, Corso Sempione 39 20145 Milano

Sommario

La scienza e in particolare la conoscenza scientifica si basa su fatti, non è costituita da assoluti, è sempre in via di affinamento e alla ricerca di una migliore comprensione della realtà. La tecnologia si afferma ed è accettata quando le conoscenze scientifiche acquisite diventano applicabili. Il successo di una tecnologia sta nella sua capacità di rispondere ad alcune esigenze in modo più appropriato di quanto non sia possibile fino all'approfondimento delle ultime conoscenze acquisite. Solo una valutazione che tenga conto del rapporto costi/benefici di una specifica tecnologia può favorire la società a comprenderne gli aspetti positivi e gli eventuali rischi. L'approfondimento delle conoscenze disponibili condiziona il trasferimento dell'informazione corretta al grande pubblico, con implicazioni che gravano sulla responsabilità professionale del giornalista. Tale approfondimento comporta per il comunicatore attività continue di aggiornamento professionale, dalle fonti scientifico-culturali allo sviluppo tecnologico e innovativo Al termine "divulgazione" vorrei sostituire quello di "informazione" o ancora di "comunicazione", intese come processo di concetti, fatti, conoscenze prima acquisiti dal comunicatore e successivamente trasferiti alla società attraverso ogni genere di media.

1 Il ruolo del giornalista "scientifico"

Nel divario fra l'evoluzione della scienza e lo sviluppo tecnologico - che si concretizzano sovente sul lungo periodo - e le esigenze che caratterizzano i mezzi di comunicazione di massa dominati dall'impatto della notizia, è possibile trovare un

elemento moderatore a superamento delle difficoltà esistenti nel binomio mass media e scienza e tecnologia?
L'interrogativo non è certo nuovo, è dibattuto da decenni a livello di istituzioni pubbliche e private in Italia e all'estero. Perché si tratta appunto di riuscire ad integrare le competenze del comunicatore attraverso un aggiornamento continuo del suo bagaglio professionale. Un interrogativo che permane denso più di ombre che non di luci e che potrebbe indurre a riflessioni pessimistiche.

In questo contesto, ritengo che esistano non pochi segnali, anche recenti, che si possono interpretare come elementi precursori di iniziative concrete volte a quella integrazione del ruolo che la comunicazione scientifica riveste nei confronti della società.

2 La comunicazione scientifica in Italia

Non risalgo a Galileo, pioniere nel mondo per l'adozione del linguaggio indirizzato al grande pubblico, e non è questa la sede per riandare su percorsi lungo i secoli passati solcati di numerosi esempi di scienziati che con le loro opere hanno largamente contribuito alla diffusione delle conoscenze.

Il Nobel per la Fisica Emilio Segrè, scomparso nel 1989, amava ricordare che fin da ragazzo sui 10 anni aveva avvertito un richiamo alle conoscenze scientifiche grazie ad una rivista di "popularizing science" che gli era quasi per caso capitata tra le mani. Il Nobel per la Medicina Renato Dulbecco ricorda l'attrazione per le discipline scientifiche fin dalla sua adolescenza, con predilezioni ingegneristiche che poi si sono orientate alla biologia. Un altro Nobel più recente per la Chimica (1993), Kary Mullis, padre di un processo che ha enormemente accelerato l'iter del progetto Genoma, era stato attratto in gioventù dall'Astronomia, pubblicandone il suo primo articolo su Nature.
Una eterogeneità delle discipline scientifiche che in Italia - a cominciare dagli anni '60 del secolo scorso – ha trovato spazio prima sui quotidiani, alla radio e alla televisione dando in seguito inizio ad un vero e proprio fiorire di mensili di

divulgazione. Una fioritura destinata in vari casi ad appassire o ad estinguersi, più per implicazioni economico-editoriali che per scarsi interessi da parte del pubblico.
Nel mondo editoriale attuale non sono molte le riviste di "informazione scientifica" che seguitano a vivere, da "Le Scienze" a "Sapere" (quest'ultima di non facile reperibilità nelle edicole); di nascita più recente, abbiamo ad esempio "Newton", "Quark",o un "Focus" mirato ad un pubblico di giovani rivelatosi un successo di tiratura. Altre ancora sono di nicchia, come ad esempio "Media Duemila" o per lettori direi di élite, come è il caso di "Mente e cervello". Altre ancora sono una sorta di "house organ", come ad esempio "Technology Review" voce degli ex-alunni del MIT, o testate sporadiche promosse da istituzioni pubbliche o fondazioni.

Permane per contro, con tempestività sempre più aggressiva, l'informazione scientifica svolta dai quotidiani con pagine giornaliere a livello nazionale e regionale e inserti settimanali (è il caso di "Tuttoscienze" e di "@lfa" di Il Sole 24 Ore); dalla radio (soprattutto RAI 3 e Il volo delle Oche di TG24) e dalla televisione (con Quark di Piero Angela, ad esempio, di vasta audience, o "La macchina del tempo" di Alessandro Cecchi Paone e Gaia di Mario Tozzi) anche con il più recente canale di RAI Sat. Ancora sul versante televisivo, gli orari prescelti per la trasmissione condizionano l'ascolto, come ad esempio è il caso di "Leonardo".
Nata inizialmente soprattutto a partire dall'avventura spaziale sulla Luna, l'informazione scientifica sui quotidiani si è via via allargata orientandosi sui temi che maggiormente possono riscuotere l'interesse, dall'astrofisica alla biologia, dall'information technology alla salute.
Non infrequenti, in questo contesto, sono le informazioni sulle ricadute tecnologiche derivanti dall'evoluzione delle scoperte scientifiche: qualcosa di simile alle finalità del "public understanding of science" per evidenziare i vantaggi della spesa soprattutto pubblica per la ricerca di base.
Basti rilevare che persino i quotidiani gratuiti tipo Metro, Leggo, City etc. riportano quasi ogni giorno una notizia sintetica connessa con la scienza o la tecnologia.

Un altro aspetto è da considerare a proposito degli inserti nei quotidiani e anche in settimanali e mensili, questi ultimi destinati particolarmente ad un pubblico

femminile, relativi al tema della salute. In generale sono consigli, avvalorati da interviste o commenti da parte di cattedratici: talvolta chiari nella esposizione, talvolta passibili di ingenerare incertezze: ancora selling science non corretto?
Aumentano inoltre in Italia gli interventi - soprattutto sui quotidiani e in televisione – di scienziati che riescono ad adottare un linguaggio capace di attrarre l'interesse del pubblico. Una informazione scientifica che – forse ancora all'insegna del "selling science" – testimonia l'esigenza di superare il divario fra lo scienziato e la gente, lodevole e meritoria. Una informazione dove ancora predominano i temi connessi alla salute.

3 La comunicazione scientifica in Europa e nel mondo

Trionfa la tradizione anglosassone, che ha fatto scuola in Italia e altrove, e che ha fornito le basi al Nord America. Una tradizione alla quale noi stessi in Italia facciamo continuamente riferimento, a partire dalle cosiddette Bibbie come fonti di informazione, quali "Nature" e "Science" e tutta la serie di Journals specifici dedicati a singole discipline.

Le risorse di Internet hanno allargato gli orizzonti, in Europa (ovviamente Italia inclusa) e nel mondo. Con le implicazioni di rischio/beneficio che non sono da sottovalutare, dalla corsa alla notizia all'attendibilità dell'informazione da trasferire al pubblico.
In Inghilterra, Francia, Germania, Spagna, Olanda, Paesi scandinavi e Repubblica Russa, per poi arrivare al Nord America, predominano le pagine dedicate alla scienza e alla tecnologia, molte delle quali quotidiane (pensiamo ad esempio al Figaro e a Le Monde, al Times e al Financial Times, al Paìs etc e per il Nord America al New York Times o al Wall Street Journal), come non mancano i periodici mensili o settimanali sul cui esempio si è avuta una "gemmazione" anche in Italia (è il caso delle pagine dell'Espresso e di Panorama e di settimanali allegati a quotidiani come il "Corriere Magazine").

Le diverse tradizioni culturali di ogni paese, che possono anche influenzare l'operatore dell'informazione scientifica attraverso i media, si sfumano all'insegna di quella "coscienza" che è nel titolo della nostra sessione odierna.

Nell'ambito del VI Programma Quadro e per iniziativa dell'allora Commissario alla Ricerca Philippe Busquin, la Commissione Europea ha lanciato un paio di anni fa il progetto "Science and Society" nell'intento di indagare nel mondo variegato dell'informazione scientifica di ogni genere di media e tentare di capire come conciliare le esigenze e superare i non pochi ostacoli che i giornalisti si trovano ogni giorno ad affrontare. In questo contesto si sono avute riunioni a Bruxelles – alle quali ho partecipato – tutte lastricate di buone intenzioni, con iter di iniziative di non facile decollo.
E' emerso peraltro come primo problema da affrontare il tema dell' educazione/formazione del giornalista scientifico. Un workshop dello scorso settembre a Parigi – sempre relativo a "Science reporting without frontiers: training in science journalism in Europe" ha discusso:

1. il finanziamento dei Corsi di training in vari Paesi e le difficoltà per l'Est europeo;
2. opzioni per nuove carriere (comunicatori, staff in centri di ricerca) in quanto nei media il mercato del giornalismo scientifico è ormai saturo;
3. i contenuti dei Corsi di aggiornamento professionale e le possibilità di interscambio fra i vari paesi, in Europa e oltre Oceano, degli stessi partecipanti ai Corsi.

L'informazione scientifica è stata oggetto di attenzione, in questi ultimi anni, anche da parte del Parlamento Europeo - con un public hearing tenutosi all'Assemblée Nazionale di Parigi e cui ho partecipato – e dell'Unesco in occasione della Ist World Science Conference di Budapest del 1999 e di un workshop a Danzica nel 2000, cui ho pure partecipato.

Un ulteriore aspetto dell'informazione scientifica riguarda i Premi Giornalistici. Pensiamo ad esempio al Premio Descartes lanciato dalla Commissione europea che

per la prima volta nel 2005 ha inserito la categoria della comunicazione scientifica attraverso i media.
Per l'Italia, l'unico Premio rimasto in vita è il "Voltolino", giunto all'ottava edizione. Non è settoriale, lascia spazio per tutte le discipline scientifiche. Premi del passato importanti (penso al Premio Glaxo, 10 edizioni" e al "Premio Philip Morris" 6 edizioni) sono oggi scomparsi, vuoi per ragioni economiche da parte dei promotori, vuoi per cosiddetti problemi etici afferenti il promotore.
A mio parere, i Premi Giornalistici sono riconoscimenti validi che incentivano l'impegno quotidiano dei giornalisti.

4 La coscienza del giornalista scientifico (o meglio del giornalista tout court)

In occasione della seconda Conferenza Mondiale di Giornalismo Scientifico svoltasi a Budapest nel 1999 (la prima fu a Tokio nel 1992, la terza in Brasile, la quarta nell'ottobre 2004 a Montreal) James Cornell – della Harvard Smithsonian Institution e presidente dell' ISWA, International Association of Science Writers – definendo paradossalmente l'impegno quotidiano del giornalista scientifico come "selling science" e domandandosi: " is research news just another product in a profit-centered market?" lanciava un chiaro messaggio:
" Oggi più che mai i giornalisti scientifici devono interrogare e anche nel caso sfidare non soltanto le affermazioni ma anche le motivazioni da parte degli scienziati. Poiché la scienza diventa sempre più strettamente connessa con iniziative commerciali, il giornalista scientifico deve emulare i colleghi del versante politico per vedere chi può trarre vantaggio da una nuova scoperta o sviluppo tecnologico. E attraverso un atteggiamento di "following the money", a questo giornalista spetta il compito di "salvare la scienza dai suoi cosiddetti operatori di marketing".

In un suo editoriale sul "Corriere della Sera" dal titolo "La scienza parla, nessuno ascolta" Angelo Panebianco affermò tempo addietro che " i messaggi della scienza sulle questioni di pubblico interesse possono trovare udienza solo se lo permettono i mass media …… persino nei paesi dove esiste una tradizione di generale rispetto per la scienza, accade talora che i mass media scelgano di dire al pubblico ciò che essi

pensano che in quel momento il pubblico voglia sentirsi dire, anche nel caso si tratti di messaggi in contrasto con l'opinione prevalente nella comunità scientifica".

Vero, falso, mezza verità. Il Nobel 1944 per la Fisica Isidor Isaac Rabi, scomparso nel 1988, autore di un saggio "Science, the center of culture" pubblicato nel 1971, affermava che lo scopo della scienza è di rendere l'universo, incluso il genere umano, comprensibile al genere umano.
Nell'ambito dell'informazione scientifica, coscienza ed educazione alla scienza (aggiungerei anche all'evoluzione delle tecnologie applicate in ogni campo) dovrebbero essere il principio dominante nelle "interpretazioni" del giornalista. Coscienza nel trasferimento delle conoscenze con linguaggio comprensibile e correttezza obiettiva aderente ai fatti, evitando affermazioni che travisando la stessa opera dello scienziato o del ricercatore possono indurre il pubblico a speranze poi nel tempo disattese. Educazione non certo intesa come addottrinamento, ma ancora informazione al di sopra delle parti che suscitando interesse da parte del pubblico gli consenta di acquisire conoscenze e diventare in qualche modo compartecipe consapevole ai problemi, quotidiani e non, della società.
Forse è una utopia: ma un poeta romantico, Alphonse Lamartine, scrisse un giorno che le utopie dell'oggi sono la realtà del domani.

6 Aggiornamento e supporti per il giornalista scientifico

Esiste oggi in Italia una giovane generazione di giornalisti scientifici che si sono formati, dopo studi di base non solo in campo scientifico ma anche umanistico, seguendo Masters di Comunicazione Scientifica. Primo esempio è quello della Sissa di Trieste, altri sono presenti come gemmazione di varie Università (Milano, Roma, Bologna etc), altri hanno avuto vita breve.

Alla formazione dovrebbe seguire la possibilità di un periodico aggiornamento professionale, regolare e continuo nel tempo. Qui entrano in gioco le associazioni volontaristiche, in Italia e in Europa.

In Italia, L'UGIS – Unione Giornalisti Italiani Scientifici, associazione senza fini di lucro fondata nel 1966, giuridicamente riconosciuta ai sensi dell''art.12 del Codice Civile, indipendente da governi, istituzioni, enti, società pubbliche e private – ha lo scopo statutario di incentivare l'informazione scientifica attraverso ogni genere di media favorendo con diverse iniziative l'aggiornamento professionale dei suoi soci che operano in ogni genere di media. Promuove seminari, giornate di studio, incontri con scienziati e ricercatori italiani e stranieri, visite presso laboratori e centri di ricerca e anche complessi industriali in Italia e all'estero.
Oltre alle varie iniziative di routine, nel corso degli ultimi anni ha organizzato visite di studio in Italia e all'estero (Stati Uniti, Israele, Cern a Ginevra, Francia, Olanda, Belgio, i siti del Joint Research Center della Commissione Europea, Spagna, Finlandia, Svezia, UK, Francia etc. Ultima in calendario, a Novembre 2005 è prevista una settimana di visite in Germania) con ricadute positive testimoniate da "Rassegne" (vedi sito www.ugis.it) raccolte ogni anno dal 1999.
Dal 1998 l'Ugis ha assegnato una trentina di Borse di Studio (fra le quali una in collaborazione con l'Infn) a giovani giornalisti (soci e non) che hanno potuto sviluppare in Italia e all'estero progetti di aggiornamento scientifico-culturale vantaggiosi per le loro carriere professionali. Inoltre, ha formalizzato un accordo con la Armenise Harvard Foundation che prevede ogni anno, previa selezione, un soggiorno di due giornalisti italiani a Boston presso la Harvard Medical School.

In Europa, le associazioni analoghe all'Ugis si sono riunite sotto l'ombrello dell''EUSJA (European Union of Science Journalists' Associations), fondata nel 1971 da 7 paesi con Ugis co-fondatore. Attualmente con sede a Strasburgo presso la European Science Foundation (vedi sito www.esf.org/eusja/index.htm oppure i links del sito Ugis), l'Eusja annovera 25 paesi e circa 3.000 soci.

Promossa dall'Eusja, lo scorso anno è stata istituita la WFSJ (World Federation of Science Journalists), una estensione su scala mondiale degli scopi statutari dell''Eusja, rivolta anche ai paesi in via di sviluppo. Ha sede sempre a Strasburgo

presso la Esf, terrà la prossima e 5° Conferenza mondiale di giornalismo scientifico nel 2007 in Australia.

Le iniziative qui riassunte hanno tutte finalità di aggiornamento professionale, per il quale tuttavia non è certo sufficiente l'impegno di volontariato di UGIS o di EUSJA e di WFSJ. L' aggiornamento non significa iniziative di formazione, per le quali possono provvedere i Masters di Comunicazione scientifica.
Il problema dell''aggiornamento professionale resta in verità la zona d'ombra che grava sul ruolo svolto dal giornalista scientifico perché riguarda il continuo e corretto approfondimento delle sue conoscenze, adeguate all'evoluzione del progresso scientifico e tecnologico.

Occorrono mezzi finanziari – oltre al volontariato associativo – per renderlo continuativo e non precario: e forse questa è la triste utopia di chi vorrebbe sostenere la professionalità di tanti giovani dotati di capacità e competenze, soprattutto free lance alla ricerca di "selling science" che i pionieri dell''informazione scientifica, in Italia e all'estero, hanno vissuto peraltro sulla propria pelle.

e lo "Staff" della comuniazione

ItalianCollection_Volume1.pdf 24.10.2008

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

I GIOVANI E LA SCIENZA IN UNA PROSPETTIVA INTERNAZIONALE

Enrico Predazzi
Università di Torino

Sommario[•]

Viene presentato il contesto socio-economico nel quale si colloca l' attività di un fisico, e la sua evoluzione negli anni recenti. Sono riportati dati relativi alla situazione italiana, dove disponibili, e un più ampio panorama della situazione internazionale.

1 Introduzione

Comunicare l'importanza della scienza (e della fisica in particolare) nel mondo d'oggi sembra incontrare grandi difficoltà (come dimostra la disaffezione dei giovani verso le scienze di base).
Lasciando agli esperti il compito di spiegarci come fare a comunicare veramente l'importanza della Scienza al pubblico, io vedo almeno due modi con i quali un *operatore scientifico interno al sistema* può affrontare il problema

1) dare il contesto nel quale si colloca oggi la ricerca in fisica per darne agli interessati (studenti, mondo politico, pubblico in generale) i risvolti positivi: appetitività, utilità ecc.
2) analizzare i diversi punti deboli socio-economici della fisica (e della scienza) in Italia e nel resto del mondo per vedere, eventualmente, cosa si può fare per migliorare.

[•] Sommario Redazionale

Mi limiterò a considerare qui il punto 1) cercando di rispondere alla domanda: Come si colloca la ricerca in fisica nel mondo d'oggi?

2 L' anno internazionale della Fisica

Conviene partire ricordando la risoluzione con cui l'Assemblea Generale dell'ONU ll 10 giugno 2004 ha proclamato il 2005 International Year of Physics.

- The General Assembly of United Nations,
- *Recognizing* that physics provides a significant basis for the development of the understanding of nature,
- *Noting* that physics and its applications are the basis of many of today's technological advances,
- *Convinced* that education in physics provides men and women with the tools to build the scientific infrastructure essential for development,
- Being aware that the year 2005 is the centenary of seminal scientific discoveries by Albert Einstein which are the basis of modern physics,
- *Welcomes* the proclamation of 2005 as the International Year of Physics by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization;
- *Invites* the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization to organize activities celebrating 2005 as the International Year of Physics, collaborating with physics societies and groups throughout the world, including in the developing countries;
- *Declares:* the year 2005 the International Year of Physics.

Appare molto appropriato un ricapitolo generale sulle prospettive della fisica nel mondo oggi uscendo dal *2005 Anno mondiale della Fisica* a celebrazione ed in ricordo dell'*annus mirabilis* nel quale Albert Einstein pose le prime pietre delle grandi rivoluzioni scientifiche del pensiero umano del XX secolo: Relatività e Meccanica Quantistica (con l'effetto fotoelettrico) e chiuse la lunga e snervante diatriba dell'Ottocento sulla reale esistenza degli atomi (diatriba che, un anno dopo, avrebbe ancora contribuito a portare Boltzmann al suicidio).

Già nella motivazione ricordata sopra con cui l'Assemblea Generale dell'ONU nel giugno 2004 dichiarava il 2005 *Anno mondiale della Fisica* si coglie il senso del punto che voglio fare: la fisica è oggi in uno stato di grazia quale forse mai prima e questo non perché uno dei suoi campi *tira* ma, in un certo senso, proprio perché tutti hanno raggiunto la loro maturità e stiamo veramente arrivando ad una panoramica globalmente di grande espansione e sviluppo della scienza in generale e della fisica in particolare.

Il punto si può ampliare riflettendo a quante sono, oggi, le grandi diramazioni della fisica che, di fatto, sono ormai quasi discipline a sé stanti; in ordine alfabetico (e con accorpamenti arbitrari e talora anche estremi) e consapevole di dimenticarne molti altri, citerò solo i primi tra …….

- *Astronomia, Astrofisica, Cosmologia*
- *Biofisica e Fisica Medica*
- *Fisica applicata (elettronica, optometria, criogenia, dettetori….)*
- *Fisica computazionale e suoi sviluppi (www, grid)*
- *Fisica delle alte energie e delle particelle (sperimentale e teorica) e fisica nucleare*
- *Fisica dello stato solido e della materia*
- *Fusione nucleare , nuove forme di energia*
- *Geofisica*
- *Meccanica quantistica (in tutti i suoi moderni contesti: verifiche, sviluppi, crittografia, calcolatori quantisitici, teletrasporto…)*
- *Meterorologia e fisica della terra fluida*
- *Micro, nanotecnologie e nuovi materiali*
- *Turbolenza, complessità e fisica non lineare in genere.*

3 Riviste e siti Web

Dove le cose diventano impressionanti e danno la misura di quanto, ormai, si abbia a che fare con miriadi di campi nei quali l'unico collante è che sono tutti *"fisica*" è quando si prende una rivista specializzata.

Prendiamo, quasi a caso, la rivista "*Optics Photonics*" che nel numero di luglio agosto 2005, reca i seguenti titoli sul frontespizio:
- Optical Engineering and Instrumentation:
- Optics and Optomechanics
- Metrology
- Detectors and Imaging devices
- Optical Instrumentation
- Remote Sensing and Space Technology
- Astronomy
- Signal and Image Processing
- Radiation Technologies
- Nanophotonics
- Nanotechnology
- Organic Materials and Plasmonics
- Illumination Engineering
- Solid State Lighting
- Nonimaging systems
- Photovoltaics
- Organic LEDs

sempre pescando quasi a caso, da *Technology Review* alla voce *Tecnologie emergenti* troviamo:
- Reti aviotrasportate
- Fili quantici
- Fotonica del silicio
- Metabolomica
- Microscopia MRFM
- Memoria universale
- Fabbriche di batteri
- Informatica ambientale
- Virus dei cellulari
- Biomecatronica

poi, ci rifacciamo al sito dell'AIP (*American Institute of Physics*) troviamo un elenco di *Storie di successo nella fisica* che vengono elencate qui sotto (per le quali, si veda, p. esempio il sito http://www.ph.unito.it/ccl/links.html).

The American Institute of Physics encourages physicists to become engaged in the political process. The following exhibits have been created by the AIP Media and Government Relations Division as information tools for scientists visiting and writing Members of Congress and other decision makers. Physics Success Stories highlight the important links between federal funding for basic and applied research and development and their economic benefits to society.

- Physics Saves Money - Energy Efficiency
- Physics Improves Health - Medical Physics
- Physics Creates Jobs - Computers
- Physics Drives Progress - Transportation
- Physics Protects People - National Defense
- Physics Fills Your Home - Consumer Goods
- Physics Connects the World - Telecommunications
- Physics Stimulates Industry - Lasers
- Physics Saves Lives - Medical Imaging
- Physics Designs the Future - New Materials
- Physics Clears the Air - Environment
- Physics Launches New Business - Global Positioning System
- Physics on Display
- Physics is a Sound Investment
- Physics Weaves the Web
- Astrophysics Launches Technology

Quanto sopra, non per un vezzo starei per dire di nominalismo terminologico o, peggio, per confondere le idee ma, piuttosto come una *pre-excusatio* a significare che, *comunicando la fisica,* non è neppure immaginabile anche solo sperare di coprire tutto il campo dello sviluppo della fisica di oggi e sarà comunque necessaria una selezione. Questa, di necessità, sarà largamente arbitraria e limitata ai grandi temi della ricerca in fisica oggi con qualche divagazione verso campi dove oggi (o, prevedibilmente domani) si sarà maggiore richiesta di impiego di fisici.

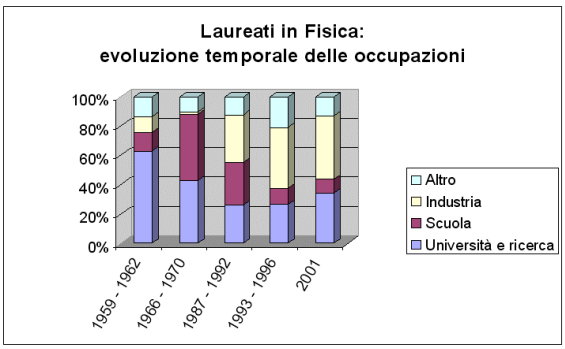


Figura 1

4 Le possibilità d'impiego di un fisico

Fondamentale per *comunicare la fisica* sarebbe, però, dare una dettagliata panoramica delle possibilità di impiego di un fisico nel mondo d'oggi. Anche se la stessa semplice elencazione dei campi di attività della fisica dati sopra dà un'idea qualitativamente molto buona, per questo occorrerebbero dati precisi che ancora non abbiamo, in Italia, se riferiti al *Nuovo Ordinamento (*ma che, sperabilmente) *Almalaurea ci fornirà presto* (all'inizio del 2006). Pertanto, non potendo fare un'anagrafe puntuale dei campi di impiego dei fisici oggi in Italia, una delle acquisizioni più precise degli ultimi anni è che la formazione del fisico è fra quelle più ad ampio spettro possibili. Come esempi, oltre ai mercati tradizionali, i fisici sono ricercati:

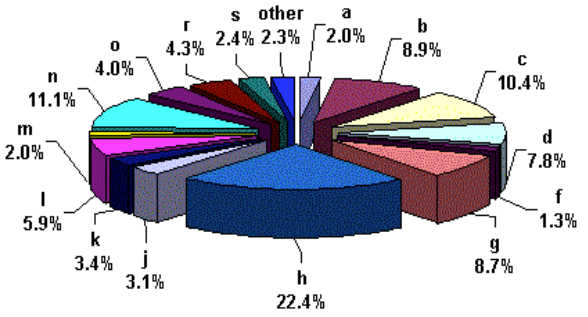
- per consulenze industriali,
- per bookkeeping di grandi masse di dati da banche, finanziarie e assicurazioni,
- per sviluppi tecnologici di innovazione, altissima
- per simulazioni di mercato, per la costruzione di modelli matematici e per tante altre cose.

Se non possiamo dare uno spaccato generale della varietà degli impieghi che trova un fisico oggi in Italia, possiamo però avere un'idea di come le diverse categorie di

impiego sono andate evolvendosi in Italia negli ultimi 40 anni, dal 1959 al 2001 (Fig. 1). È evidente un preciso spostamento di impiego da "*Scuola*" e "*Università*" verso "*Industria*" tanto che, semmai, comincia ad essere ora di preoccuparci che l'insegnamento a tutti i livelli non resti (troppo) sguarnito.

5 Uno studio esemplare: il caso inglese

L'Institute of Physics del Regno Unito è molto avanti (non solo rispetto all'Italia) nello studio della problematica e delle misure con cui affrontare la carenza di iscrizioni nelle discipline scientifiche (di fatto ormai risolta in Inghilterra) e dispone da anni di una dettagliata specificazione delle attività di impiego (Fig. 2 si riferisce ai dati 2001) su cui ritorneremo per elaborare meglio.



a	Marketing, sales, PR & advertising	2.0%
b	Commercial, industrial & public sector managers	8.9%
c	Scientific research, analysis & development occupations	10.4%
d	Engineering professionals	7.8%
e	Health professionals	0.1%
f	Teaching professionals	1.3%
g	Business & finance professionals	8.7%
h	Information technology professionals	22.4%
i	Nursing & health associate professionals	0.9%
j	Business & finance associate professionals	3.1%
k	Media, literary, design & sports professionals	3.4%
l	Other professional, associate professional & technical occupations (click here for further breakdown of these occupations)	5.9%
m	Numerical clerks & cashiers	2.0%
n	Other clerical & secretarial occupations	11.1%
o	Retail assistants, catering, waiting & bar staff	4.0%
p	Health & childcare related occupations	0.7%
q	Armed forces & public protection service occupations	0.6%
r	Other occupations	4.3%
s	Unknown occupations	2.4%

Figura 2

Possiamo attualizzare la situazione prendendo i dati che l'*IoP* ha recentemente fornito per *bachelors* (laureati triennali, per noi) e *graduates* (magistrali e dottori di ricerca).
Per cominciare, proprio come in Italia, tra il 24 e il 38% dei *bachelors* continuano gli studi (verso il dottorato), tra il 12 e il 24% vanno verso altri studi e circa il 50% si impiegano. Cifre simili (meno attuali) sono fornite da *EUPEN (European Physics Education Network).* Vediamo nel dettaglio i dati dell'*IoP* (da R. Lambourne http://www.policy.iop/Policy/UPI.html).

5.1. Primo impiego

Dipende fortemente dalle caratteristiche nazionali in particolare dalla presenza di grandi settori industriali o commerciali (come *Philips, Volvo, Siemens etc.*) per cui molti saranno impiegati in attività varie e non necessariamente come fisici. Questo, peraltro (e cioè la versatilità del fisico), è uno dei maggiori punti di forza riconosciuti alla laurea in fisica internazionalmente
Prendendo come esempio la *Siemens,* essa ha il 5% di fisici tra i suoi impiegati che lavorano: 59% in R&D, 17% vendite, 7% produzione e 17% funzioni generali varie.
Nella terminologia, rispettivamente, della *HESA (Higher Education Statistican Agency)* per il 1993 *e,* per il 2000, della *USR (Universities Statistical* Records) abbiamo:

Occupation (HESA 1993)	**Bachelor**	**Higher degree**
Administration & management	47	13
Scientific/engineering R&D	129	246
Scientific/engineering support	22	14
Environmental planning	3	3
Buying, marketing and selling	31	5
Management service	111	37
Financial work	95	15
Legal work	4	1
Information and library work	9	4
Personal, social, medical, security	19	31

Teaching and lecturing	12	27
Other	105	11
Total	**581**	**407**

Occupation (USR 2000)	**Bachelor**	**Higher degree**
Managers & Administrators	120~	20~
Professional occupations	330~	180~
Assoc. Professional & technical qualif	260~	50~
Lerical and secretarial occupations	150	0
Craft and related occupations	~	0
Personal & protective service occup.	30~	~
Sales occupations	40~	~
Plant and machine operatives	~	0
Other occupations	10~	0
Not known	20~	~
Total	**980**	**260**

(il simbolo ~ aggiunge un numero tra 1 e 9, quindi 10< 10~ <20).

Le cifre sottolineano l'importanza del settore finanze per i fisici ma anche che i fisici che vanno nel sistema educativo hanno spesso un diploma avanzato; sottolineano anche il basso impiego nella scuola nel Regno Unito.
Il settore Ricerca è piuttosto ampio e, quando si va nel dettaglio, è dominato dalla ricerca sperimentale ma con un importante contributo da attività di *business and management consultancy*
Può essere interessante confrontare l'ultima tabella con quella delle categorie di impiego del datore di lavoro.

Employer category (USR)	**Bachelor**	**Higher degree**
Mining and quarrying	~	0
Manifacturing	160~	30

Electricity, gas, water supply	10~	~
Wholesale & retail trade, repair etc.	50~	0
Hotels and restaurants	20	0
Transport, storage & communications	60~	20
Financial activities	110~	10~
Property dev.t, business & research	340	70~
Public adm., defence, soc. Security	80~	10~
Education	30	80~
Health and social work	40	20~
Other community & social actvities	30~	~
Total	**980**	**260**

Cifre analoghe sono riportate per la Germania da Bettina Rademacher-Bensing (*Der Arbeitsmarkt für Physik)*, come viene mostrato con dovizia di particolari nel sito dedicato: http://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/wh/pams/phys-amarkt-050226.pdf
I dati riportati da *EUPEN* sui laureati del *Nuovo Ordinamento* non sembrano invece avere gran significato statistico per il numero limitto di risposte.

5.2 Impiego: capacitàfornite-richieste

Lauree come medicina e legge (si parla sempre del Regno Unito ma lo stesso vale in Italia) portano, ovviamente, a carriere molto specifiche e limitate.
I laureati in scienze (e in fisica in particolare) hanno, invece, carriere sia generiche che specializzate assai più diversificate e assai più interessanti a livello internazionale. Molti laureati apprezzano la libertà che ciò implica ma manca un adeguato riscontro che le capacità fornite dalla laurea coincidano con quelle che vengono richieste dal mondo del lavoro soprattutto quando questo sarà l'industria o il commercio piuttosto che l'Università.
Questo punto era stato analizzato in un report *EUPEN* (*European Physics Education Network, Vol 1, 1997)* che trovava che il rapporto fra le capacità impartite e quelle

richieste nell'impiego era adeguato anche se non perfetto ma è tempo che venga ripreso ed approfondito.
Nel tentativo di aiutare gli studenti in fisica a migliorare il loro quoziente di capacità e conoscenze adatte all'impiego, l'IoP fornisce allo studente un manuale di conoscenze utili nei seguenti campi:

a) Planning and organization
b) Studying
c) Handling information
d) Communicating
e) Computing
f) Teamworking
g) Problem solving
h) Improving performance
i) Scientific modelling and experimenting

Il manuale fornisce anche informazioni utili per trovare lavoro, per operare sul web, sul valore potenziale del lavoro a tempo o di volontariato come primo passo verso un lavoro permanente in un campo desiderato.
Fornire conoscenze specifiche per abilità professionali scientifiche, per scrivere in maniera adeguata il proprio CV comincia ad essere fatto da alcuni dipartimenti di fisica che hanno aggiunto ai loro percorsi usuali, corsi per fornire *conoscenze professionali* e *capacità specifiche ai fini di un impiego.*
Sarebbe opportuno poter estendere questa buona pratica al nostro paese.

6 Valore economico di una laurea

La casa *Pricewaterhouse Coopers LLP* ha recentemente prodotto uno studio per l'*IoP* e per la *Royal Society of Chemistry* sui vantaggi economici della educazione universitaria. Il rapporto conclude che nella sua vita lavorativa, un laureato guadagna, in media, il 23% più di un non laureato ma *un laureato in fisica guadagna il 30% in più*.

Il rapporto esamina anche il guadagno orario medio come funzione dell'età. Non sorprendentemente, le lauree in medicina e in legge registrano i salari più alti (sia pure dopo un tirocinio molto lungo) *ma le lauree in chimica, fisica ed ingegneria registrano guadagni orari sopra la media mentre biologia, psicologia, lingue e storia sono sotto la media.*

Fisica, infine, secondo il rapporto, ha una stima di consensi di elevata utilità nazionale. Si tratta di analisi non solo complesse ma entro certi limiti anche controverse. È comunque apprezzabile che le valutazioni degli esperti portino a stime favorevoli e sarebbe importante che queste stime venissero portare a conoscenza non solo degli studenti universitari attuali e di quelli che dovranno presto scegliere quale carriera universitaria intraprendere.

A completamento del discorso generale fatto all'inizio e del rapporto *IoP* resta solo da ricordare che il Premio Nobel (1988) Leon Lederman (allora Consigliere scientifico del Presidente Clinton) scriveva nel 1999 che "*...il 50% del PIL negli USA è legato a cose prodotte utilizzando la Meccanica quantistica (transistor, microprocessori, laser ecc. ecc.)* che dà sicuramente un'idea molto facilmente percepibile dell'importanza della fisica nel mondo moderno e, pertanto, dell'importanza della sua ricerca e, come conseguenza, della necessità della sua comunicazione al grande pubblico e ai giovani in particolare.

Manuela Arata

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

EDUCARE ALLA DIFFUSIONE DELLA CONOSCENZA: DAL FESTIVAL DELLA SCIENZA ALLA SCUOLA EUROPEA PER ANIMATORI

Manuela Arata
CNR – Ufficio Promozione Sviluppo Collaborazioni,
Presidente del Festival della Scienza di Genova
Corso F.M. Perrone 24 – 16152 Genova

Sommario

Ci sono "mode" anche nel mondo della ricerca: oggi si parla molto di "trasferimento tecnologico", ma non e' ancora cominciata la moda del "trasferimento di conoscenza" e delle ricadute culturali della scienza, che favoriscono l'accettazione delle nuove tecnologie e sensibilizzano la società, e quindi i Governi, nel sostenere finanziariamente la ricerca. Recentemente sono stati fatti alcuni passi avanti, sia attraverso i programmi del sesto Programma Quadro dell'Unione Europea e i bandi del MIUR, sia a livello di iniziative "spontanee" promosse dalla comunità scientifica (Festival, Settimane della Scienza, eccetera), ma siamo ancora lontani da un'azione ampia ed incisiva, che deve vedere coinvolti in prima persona i ricercatori, unici soggetti in grado di trasferire in maniera esaustiva e corretta i loro "la test advancements". Dalla felice esperienza dell'INFM, che tra il 2003 ed il 2004 ha addestrato – in collaborazione con 25 partner europei e di Paesi dell'Estremo Oriente - oltre 900 giovani animatori per il Festival della Scienza, nasce con questo obiettivo il progetto della "European Academy for Scientific Explainers - EASE®" articolata in corsi integrativi per PhD, master post-laurea, corsi brevi, stages e scambi tra science centers, Università, manifestazioni temporanee, con l'obiettivo di creare una sensibilità nei giovani e nel pubblico e portare sul "mercato della ricerca" una squadra di persone che usano lo stesso linguaggio.

1 Premessa

In una società spesso facile preda di angosce e paure irrazionali di fronte alle tante e difficili scelte che il progresso tecnologico impone, comunicare la scienza è diventato una sorta di "imperativo morale" per tutti coloro che fanno parte di questo mondo: comunità scientifica, Università, Centri di Ricerca, ricercatori accademici e dell'industria, docenti e studiosi.

Le recenti e ancora calde battaglie politiche e mediatiche in cui gli Italiani sono stati coinvolti – dalla fecondazione assistita all'energia nucleare, dagli OGM all'inquinamento elettromagnetico – testimoniano che sempre più spesso ci troviamo a fare scelte che mettono in gioco la nostra "coscienza scientifica", e se è vero che nessuno può permettersi di "stare alla finestra" senza prendere posizione, è altrettanto vero che una crescita della società può essere raggiunta solo con una continua opera di informazione scientifica a tutti i livelli, scevra da qualsiasi implicazione o considerazione "di parte", orientata solo a far comprendere la vera "missione" della Scienza e all'ambizione di rendere i cittadini più informati, più attenti, e, in ultima analisi, più consapevoli.

Come Direttore Generale dell'INFM prima (Istituto Nazionale per la Fisica della Materia, ente pubblico di ricerca ora parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche) e attualmente come Responsabile dell'Ufficio Promozione Collaborazioni e Sviluppo del CNR e Presidente del Festival della Scienza di Genova ho sempre creduto molto alla potenzialità delle attività di *outreach* della ricerca, intendendo con ciò iniziative divulgative rivolte al vasto pubblico, attività educative e formative per i giovani, ma anche azioni volte a trasferire il bagaglio di conoscenze e di know-how prodotti dalla comunità scientifica ad un più alto livello, per esempio verso il sistema industriale e dei servizi, con l'obiettivo di portare un contributo alla crescita del Paese attraverso il trasferimento di tecnologie e processi innovativi.

E' necessario orientare e sensibilizzare sempre più i giovani verso le discipline scientifiche, risvegliando l'interesse verso settori di studio spesso scartati a priori perché considerati troppo difficili quando non "poco strategici", e contribuendo

quindi a preparare nuove generazioni di ricercatori e di tecnici che consentano al nostro Paese di recuperare una capacità progettuale ormai quasi perduta.
La naturale conseguenza di tutto ciò sarà l'avere società pronte a creare un ambiente favorevole alla scienza, con cittadini – e quindi governi e parlamenti – sensibili alla necessità di sostenere di più e meglio la ricerca scientifica, perché il nostro Paese non rimanga "fanalino di coda" nella corsa all'innovazione.

2 Scienziati e società

Una recente indagine del Science Learning Center di Londra, condotta su studenti di età compresa tra gli 11 e i 15 anni, ha rivelato che nell'immaginario dei teenagers gli scienziati sono *"depressi, stanchi, non hanno tempo da dedicare alla famiglia e in più portano grossi occhiali e devono vestirsi con ingombranti camici bianchi"*.
Anche se possono fare sorridere, queste affermazioni rappresentano la prova più evidente di quanto il mondo scientifico debba lavorare nella direzione di recuperare un dialogo diretto con la società, "raccontando" il proprio lavoro -peraltro sostenuto in massima parte dalla finanza pubblica- e rendendo la scienza "utile" in termini di crescita culturale e sociale, oltre che in quelli di sviluppo industriale ed economico.
Oggi, troppo spesso le scelte professionali dei nostri giovani sono condizionate dallo slogan "divento ricco e famoso"…e quindi non faccio il ricercatore!
Essenziale è invece scardinare l'attuale sistema europeo che vede il ricercatore come soggetto marginale e un po' parassitario rispetto al mondo del lavoro "vero".
In troppi Paesi europei il ricercatore è semplicemente un *civil servant*, figura che per definizione svolge una sorta di *mission impossible* rigorosamente "top secret", che non brama la ricchezza ma solo la fama scientifica (che può ad esempio derivare da un Premio Nobel…ma è uno all'anno e quindi un po' troppo lontano come traguardo...).
Quante prospettive apre una laurea in economia e quante ne apre una in fisica o matematica o biologia?
Bisogna portare l'immagine del ricercatore fuori dai laboratori e farne un oggetto *cult* di creatività e talento, prima che sia troppo tardi.

La nostra generazione sta scoprendo adesso la necessità di fare divulgazione ed education perchè sta pagando le conseguenze di un colpevole silenzio (*tu dammi i soldi e non mi chiedere cosa ne faccio perche' non capiresti nulla!!*) in termini di scarsità di risorse per la scienza e di calo delle iscrizioni alle discipline scientifiche.
Ci si preoccupa molto del "transfer of technology" (che può portare soldi) ma poco del "transfer of knowledge" (che può portare studenti e soldi) e delle ricadute culturali della scienza, che invece favoriscono l'accettazione delle nuove tecnologie e sensibilizzano la società – e quindi i Governi- a sostenere di più e meglio la ricerca.
Puntiamo sui giovani, allora.
Educhiamoli fin da subito ad essere "normalmente" impegnati in divulgazione e education, per esempio facendo di questa attitudine una vera e propria competenza rendicontabile, che pesi quindi ai fini della valutazione del curriculum, o istituendo dei sistemi premianti ed incentivanti per coloro che dimostrano di saperla praticare.
E perché non creare una *scuola di edutainment*? Oggi esistono numerosi corsi di comunicazione scientifica, pensati per chi vuole fare giornalismo scientifico o comunque sa scrivere bene, ma non esiste nulla, o quasi, per insegnare l'edutainment (ovver l'education via entertainment) e dare così ai giovani ricercatori gli strumenti per saper interagire con gli studenti, con le famiglie e con le scuole.

Figura 1: Anche studenti cinesi al Festival con il progetto AESOTOPE.

I risultati che in questo senso abbiamo conseguito con il Festival della Scienza di Genova –che in tre anni ci ha permesso di "addestrare" oltre 900 giovani animatori scientifici, molti dei quali in collaborazione con altri Paesi europei e dell'estremo

Oriente attraverso i progetti AESOTOPE (Asia-Europe Scientists of Tomorrow Programme, in collaborazione con la Asia-Europe Foundation) ed ESCIENTIAL- sono stati più che incoraggianti: molti, come è emerso da interviste a posteriori, hanno scoperto una "vocazione scientifica" che la scuola non era riuscita a far emergere, e tanti di coloro che già stavano frequentando facoltà scientifiche hanno decisamente rafforzato la propria convinzione di intraprendere una carriera scientifica!

3 La straordinaria esperienza del Festival della Scienza

500.000 visitatori in tre edizioni, 216.000 solo nell'ultima, fortunata edizione 2005, 54.000 biglietti venduti e un incremento di partecipazione del 50% rispetto al 2004, un programma di ben 250 eventi dislocati in 77 sedi fra Genova e la Liguria, 116 conferenze, 37 eventi diversi, 36 fra spettacoli e film proiettati, 33 laboratori, 28 mostre. Sono questi, in sintesi, alcuni dei numeri del Festival della Scienza, manifestazione diventata ormai un punto di riferimento a livello nazionale per la divulgazione della scienza a tutti i livelli.

Figura 2: Animatori spiegano la "forza del riso" alla mostra "Semplice e Complesso".

Quando nel 2003 riuscimmo - grazie ad un progetto corale che ha visto coinvolte numerose istituzioni locali e nazionali - a realizzare la prima edizione, accanto all'entusiasmo per aver dato vita ad un'iniziativa di così ampio respiro, non

eravamo sicuri di come avrebbe reagito il pubblico e temevamo un po' la ritrosia tipica dei liguri. Certo potevamo contare sul successo e l'apprezzamento del pubblico espresso in occasione delle tante iniziative divulgative proposte durante l'esperienza INFM – dalle mostre ludico-scientifiche itineranti *"Frammenti di Imparagiocando"* e *"Semplice e Complesso"*, alle iniziative di scienza a teatro, ai multimediali per scuole- e soprattutto avevamo un sogno grandissimo: quello di realizzare un grande evento scientifico che potesse attirare e far incontrare tanti pubblici diversi – giovani e meno giovani, studenti, semplici appassionati- attraverso un'offerta diversificata, fruibile a più livelli: quindi mostre e laboratori, conferenze, tavole rotonde, film… ma anche iniziative spettacolari e divertenti, che mettessero in evidenza gli aspetti ludici o inaspettati della Scienza.

Ebbene, l'entusiasmo con cui il Festival è stato accolto fin dalla prima edizione ha superato ogni nostra aspettativa. E' stato straordinario vedere intere famiglie, bambini, anziani, studenti, professionisti, casalinghe e intellettuali affollare gli eventi, mettersi in coda per poter entrare alla conferenze, appassionarsi al punto da chiedere repliche…è stato un segnale forte che ci ha fatto capire chiaramente quanta "voglia di cultura" esista a tutti i livelli, e soprattutto quanto interesse riesce a riscuotere l'argomento "scienza" anche fra i non addetti ai lavori, quando questo viene proposto in maniera accessibile, centrata sull'attualità, e con un approccio coinvolgente.
E' questo il principio che ci ha spinto letteralmente a "tirare fuori" i ricercatori e gli studiosi da centri di ricerca e laboratori, incoraggiandoli a recuperare un dialogo diretto con la società. E se fino a qualche tempo fa molti di loro dimostravano una certa ritrosia e un atteggiamento volutamente elitario di fronte al grande pubblico, oggi noto con piacere il diffondersi di una nuova mentalità di apertura, convinti del *motto* "no public awareness? no money!!". È stato anzi appassionante constatare il divertimento e l'entusiasmo contagioso con il quale studiosi anche seri ed autorevoli hanno reagito alla richiesta di fare uno sforzo per porgere in maniera semplice concetti anche molto complessi, ribaltando la tradizione tipicamente italiana per cui di scienza parlano poche persone che "bucano" il video,

indipendentemente dalla loro specializzazione. Molti di loro si sono scoperti bravissimi a comunicare e a conquistare le platee, diventando così in breve tempo "frequent flyers" del Festival!

Oltre alla qualità scientifica del programma, poi, una delle ragioni del travolgente successo del Festival risiede nella speciale *atmosfera* che l'evento riesce a creare durante le due settimane in cui invade letteralmente la città. Un'atmosfera fresca e gioiosa, alla quale contribuiscono in larga parte proprio loro, i giovani animatori e collaboratori del Festival, vero cuore pulsante della manifestazione. Senza di loro il Festival non sarebbe la stessa cosa: i giovani animatori coinvolgono il pubblico, lo rendono partecipe facendogli prendere "confidenza" con la Scienza, sono persone che ispirano la simpatia necessaria - sia nei piccoli che negli adulti - per affrontare una questione "difficile" come la scienza, calandola nella vita quotidiana, il tutto senza imporre noiose spiegazioni dall'alto, ma puntando sull'interesse, la curiosità, il gioco.

E a fare questa meravigliosa esperienza –che tra l'altro reca al Festival l'ulteriore vantaggio di avere dalla sua dei veri e propri "promoters", pronti a fare pubblicità nel loro giro di amici, nella scuola, nell'Università- sono giovani che provengono da tutta Italia e da ogni tipo di disciplina: non c'è preclusione verso chi studia Lettere o ha qualche insufficienza, quello che conta è l'attitudine e la voglia di mettersi in gioco, al resto pensa il Festival con i corsi di formazione. Tutti i giovani coinvolti, infatti (solo nel 2005 erano oltre 600, a fronte di un migliaio di domande pervenute) vengono "formati"come animatori scientifici attraverso un corso di due settimane tenuto da persone qualificate, che affianca ad una parte specifica di didattica scientifica, indispensabili competenze di pubbliche relazioni, teatralità ed espressività, "buone maniere" e linguaggio, nonché nozioni sull'organizzazione di eventi e la gestione dei flussi di pubblico, la sicurezza e la logistica, l'approccio con le persone disabili, e via dicendo.

4 Il progetto EASE - European Academy for Scientific Explainers

Nasce quindi da questa felice esperienza l'idea di una "European Academy for Scientific Explainers - EASE" articolata in corsi integrativi per PhD, master post-

laurea, corsi brevi e stages anche per studenti delle scuole superiori e scambi tra science centers, Università, manifestazioni. temporanee, con l'obiettivo di creare una nuova sensibilità verso la scienza e la sua divulgazione, e di portare sul "mercato della ricerca" una squadra di persone che usano lo stesso linguaggio.

L'Academy è progettata per portare i partecipanti ad un livello comune sul fronte delle competenze scientifiche in maniera interdisciplinare superando le rigide barriere esistenti oggi nelle discipline tradizionali (fisica, chimica, matematica, biologia, scienze naturali, eccetera) e proiettandole verso le nuove frontiere delle nanoscienze, della genomica, delle scienze ambientali, e altri argomenti di stretta attualità.

Su questa base si innesta poi l'indispensabile insegnamento di tecniche di comunicazione, improvvisazione teatrale, intrattenimento, organizzazione, di realizzazione di exhibit e strumenti di divulgazione, con esperienze sul campo atte ad assecondare il talento dei singoli ed orientarli verso lo sviluppo professionale più appropriato.

EASE completerà i cicli formativi con stages e scambi europei per testare le diverse impostazioni e creare un environment comune a livello europeo sull'utilità della divulgazione educativa della scienza. In questo senso, il Festival della Scienza di Genova sarà una naturale "palestra" di formazione sul campo: non a caso, proprio in vista dell'edizione 2006, stiamo progettando di realizzare una prima "Summer School" per animatori scientifici, in programma a Genova dal 9 Ottobre al 7 Novembre 2006, volta ad addestrare i numerosi giovani che saranno animatori scientifici del prossimo Festival, in programma dal 26 Ottobre al 7 Novembre.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

COME I GIOVANI VEDONO LA SCIENZA E IL SISTEMA SCIENTIFICO ITALIANO

Maura Misiti*
Istituto di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali
Via Nizza 128, Roma

Sommario

Il sondaggio effettuato dall'IRPPS nel 2004 su un campione di 800 ragazzi tra 18 e 29 anni aveva lo scopo di indagare su quale sia l'immagine e la percezione della scienza e degli scienziati tra i giovani italiani. La scienza e le nuove tecnologie sono emersi come gli argomenti di maggiore interesse oltre alla medicina, la storia e l'economia. La comunicazione mediatica di contenuto scientifico è considerata soddisfacente, mentre meno lo è la formazione scientifica soprattutto in relazione alla preparazione al mondo del lavoro. Ma se la ricerca italiana appare debole agli occhi dei giovani, così non è per la figura dello scienziato, considerata la seconda professione più importante per la società dopo quella dell'imprenditore. Il problema della fiducia verso la scienza si pone soprattutto rispetto alla politica della ricerca che non promuove adeguati investimenti pubblici e privati.

1 Introduzione

La diminuzione del coinvolgimento dei giovani nella scienza, testimoniata per esempio da un calo delle iscrizioni alle facoltà scientifiche in quasi tutti i paesi industrialmente avanzati, è un fatto ormai ampiamente documentato [1), 6)]. E' stata avanzata l'ipotesi che questo fenomeno sia causato da na crisi del rapporto tra

---

* Co-Autori: M. Carolina Brandi, Loredana Cerbara, Adriana Valente

scienza e società e da una rappresentazione di una scienza non sempre benefica e meno "vicina" alle persone.
Appare quindi una strana contraddizione: da un lato, i giovani sono estremamente attratti dalla conoscenza dei risultati scientifici, dall'altro sembrano poco propensi ad essere essi stessi attori di questo processo di produzione di conoscenza. In questo contesto problematico si situa il progetto Giovani e Scienza che si è proposto di migliorare la conoscenza della relazione tra scienza e società.
L'indagine è stata condotta nel mese di febbraio 2004 su di un campione stratificato proporzionale di 800 giovani italiani tra i 18 e i 29 anni, suddiviso per area geografica, sesso e due grandi classi d'età (18-24 e 25-29 anni). L'errore che possiamo commettere sulle stime calcolate sull'intero campione non supera l'1,7%. Il questionario utilizzato è di tipo esplorativo, le inevitabili selezioni di temi e di quesiti da inserire hanno tenuto conto degli avanzamenti degli studi sulla comunicazione pubblica della scienza [2), 5)].

2 Interesse e informazione

In primo luogo abbiamo cercato di valutare l'interesse dei giovani nei confronti delle tematiche scientifiche in generale. Le prime domande poste loro introducono al tema chiedendo quale sia il livello di interesse per diversi argomenti.
Tecnologia e scienza si posizionano ad un livello intermedio, tra attività di tipo ricreativo ed attività impegnative come politica e volontariato, ed in questo il risultato non si differenzia molto da simili risultati dell'Eurobarometro [3), 4)] in cui il rank era lo stesso, ma inferiore a quello occupato dalla politica. Molto interessante appare il risultato delle nuove tecnologie: più accentuato dai maschi (82%) e nel Nord ovest (80%), soprattutto se comparato con quanto risulta nel Centro Italia (67%). Sia la politica sia il volontariato si configurano come attività fortemente connotate dal genere: sono molto e abbastanza interessati alla politica quasi la metà dei maschi (43%) ma solo una ragazza su cinque (19%). Al contrario, il volontariato interessa (molto e abbastanza) il 70% delle ragazze rispetto al 45% dei maschi ed è particolarmente segnalato dagli intervistati del centro Italia.

La gerarchia degli argomenti su cui gli intervistati vorrebbero essere più informati mette in evidenza come sono proprio le materie scientifiche in senso stretto (astronomia e fisica) a riscuotere i minori consensi a vantaggio di altri temi considerati più interessanti, come per esempio la comunicazione.

3 La scienza persona

La figura dello scienziato visto come ***persona*** che emerge dalla ricerca è molto positiva: una persona curiosa e altruista, abbastanza socievole, spesso stravagante ma affidabile e saggia. In linea con questo risultato si collocano le motivazioni che sottendono la scelta della professione scientifica: si privilegia la dimensione intellettuale e sociale, ma emerge anche l'aspetto della vocazione che rimanda all'idea che la professione scientifica necessiti di una inclinazione innata (quanto meno bisogna "esserci portati"). Ciò contribuisce alla determinazione dell'immagine dello scienziato come di una persona distante, lontana dagli aspetti materiali come l'interesse economico o il prestigio personale.

Un'ulteriore conferma di questa diffusa rappresentazione favorevole è data dalla graduatoria dell'importanza sociale delle professioni, dove lo scienziato si aggiudica un secondo posto (27%) ma molto ravvicinato al primo: l'imprenditore (28%), figura di successo e di potere economico, anche se siamo molto al di sotto delle percentuali rilevate dall'Eurobarometro dove businessman e politico sono agli ultimi posti. I giovani italiani prediligono, dopo l'imprenditore e lo scienziato, la figura del politico, mentre le altre professioni seguono con meno del 10% dei consensi. Tra esse troviamo anche l'artista, che probabilmente per molti giovani rappresenta un modello di vita, specie se si pensa ad artisti nel campo della musica o dello spettacolo. Qui affiora una notevole differenziazione per sesso: notiamo una ben definita preferenza dei maschi per le professioni di imprenditore, politico e sportivo mentre le ragazze accentuano nettamente le opzioni verso le professioni liberali come l'avvocato e il giornalista o l'artista, soprattutto per quella dello scienziato.

La personale predisposizione a scegliere la carriera scientifica crea nel campione una suddivisione in due gruppi della stessa consistenza (50%). Tra coloro (54% maschi

e 44% femmine) che vorrebbero lavorare in un centro di ricerca, il 57% (61% dei maschi e 51% delle femmine) se ne sente capace.
Questo significa che circa il 25% del nostro campione "si ritiene portato per la scienza". Si tratta di una percentuale che è molto elevata se si pensa alla quota di personale tecnico e scientifico sul totale degli occupati in Italia (ma anche alla percentuale di ricercatori sul totale degli occupati in qualsiasi paese del mondo). Tuttavia, la distanza tra chi vorrebbe lavorare in un centro di ricerca e chi se ne sente capace evidenzia un meccanismo "autoselettivo" che non può essere spiegato solo in termini di mancanza di attrattiva della scienza. Né si può interpretare con la mancanza di cultura del sacrificio. Infatti, se quasi tutti e tutte ritengono che per diventare scienziati si debbano fare molti sacrifici (88%), ritengono anche (89%) che ne valga la pena, fatto che non indica in alcun modo che gli intervistati abbiano poi, essi stessi, intenzione di percorrere questa strada. In sintesi, quanto emerge sembra piuttosto una "dichiarazione di principio", conseguenza diretta del fatto di considerare la scienza un'attività positiva, ma che pare non interessare in prima persona gli intervistati stessi.

4 La scienza istituzione

Rispetto al ruolo della ricerca italiana emerge una immagine non molto lusinghiera: se sono più di un terzo coloro che hanno una visione positiva del ruolo internazionale della scienza italiana (gli incerti si attestano su 10%) più della metà dei giovani intervistati ritiene che l'Italia non sia né competitiva né all'avanguardia. Sul tema delle risorse per la scienza e le modalità di finanziamento la larga maggioranza degli intervistati ritiene che lo Stato spenda poco per ricerca e una maggioranza significativa ritiene che spendano poco anche i privati. Questa opinione è da considerare ancor più negativa dato che gli intervistati ritengono a larghissima maggioranza che sia proprio lo Stato quello che dovrebbe spendere di più.
A completare l'idea che i nostri giovani intervistati hanno della *scienza-istituzione* può essere utile considerare due elementi importanti legati al mondo reale del lavoro: il percorso formativo che "garantisce" le migliori potenzialità di inserimento e la retribuzione. Ecco che si compone un quadro in cui le scienze fisiche e naturali

risultano quelle che danno le minori possibilità di inserimento nel mondo del lavoro, controbilanciate dai settori dell'ingegneria e della tecnologia, e la percezione diffusa che gli scienziati guadagnino poco.

L'auspicio collettivo – anche se un po' stereotipato – va nella direzione di un maggiore collegamento tra studio di materie scientifiche e mondo del lavoro (86% di accordo), nel senso che i giovani italiani confermano una idealizzazione della scienza come elitaria e distante che contribuisce alla diffusione di una percezione negativa delle carriere scientifiche, ma sostengono anche in maggioranza una certa insoddisfazione verso il sistema formativo.

Emerge un contesto scientifico poco accogliente e poco allettante per i giovani, anche se sembra chiaro che su questi argomenti gli intervistati dimostrano un'informazione abbastanza carente. Molto probabilmente non sanno che le spese dei privati sono enormemente inferiori a quelle dello Stato, che la posizione dell'Italia nel quadro internazionale non è affatto poco competitiva in alcuni settori scientifici, ma sanno bene invece che le prospettive occupazionali degli ingegneri sono prossime alla piena occupazione. E' comunque evidente anche che gli intervistati percepiscono con chiarezza il fatto che il sistema economico e sociale italiano dedica un'attenzione bassissima alla ricerca. In definitiva, più che un calo di "vocazioni", sembra emergere un calo nella fiducia di potere effettivamente riuscire a lavorare in campo scientifico.

5 Fiducia e valori della scienza

Le domande sulle modalità dell'avanzamento delle conoscenze scientifiche e sulla "libertà" dello scienziato nel perseguire i suoi risultati, fanno emergere un atteggiamento complessivamente positivo e di fiducia verso il lavoro degli scienziati. Ma all'interno di questo grande gruppo (quasi il 90% del campione) si creano due fazioni, quasi della stessa numerosità, di ottimisti puri e di ottimisti sotto il vincolo della possibilità di un controllo sociale sullo sviluppo delle conoscenze scientifiche. Solo un'esigua minoranza si dichiara completamente pessimista nei confronti di questo tema. L'atteggiamento generale dei giovani denota la consapevolezza dei rischi derivanti dalla scienza e tecnologia e l'esigenza di un

controllo codificato, di un modello condiviso dei limiti "etici" dello sviluppo delle conoscenze e delle applicazioni della scienza, evidenziato anche in altri contesti [7]. Al tempo stesso, tuttavia sembra altrettanto diffusa la convinzione di non poter imporre e/o controllare del tutto la scienza.

7 Ringraziamenti

Un ringraziamento particolare va al Prof. Enrico Pugliese.

Referenze

1) Brandi MC.et al., Come i giovani vedono la scienza: principali risultati di una indagine nazionale del CNR, in Pitrelli N.e Sturloni G. ed., La stella nova, II Convegno SISSA (atti), International Scientific Publisher, Milano (2005).

2) M. Bucchi et al., Big science, little news: science coverage in the Italian daily press, 1946-1997. Public Understanding of Science, (12), 7-24 (2003).

3) European Commission, Eurobarometer Unit. Europeans, Science and Technology, Eurobarometer, 55.2, (2001).

4) European Commission, Eurobarometer Unit. Europeans and biotechnologies. Eurobarometer, 58 (2002)

5) D. Gouthier et al., Report: L'evoluzione dell'immagine della scienza dall'infanzia all'adolescenza, Sissa, Trieste (2003).

6) E. Predazzi La crisi delle vocazioni scientifiche in Italia. Torino: Conferenza nazionale permanente Presidi Facoltà di scienze e tecnologie (2004).

7) A. Valente et al., Sguardo di ragazze sulla scienza e i suoi valori. AIDA informazioni, rivista di scienze dell'informazione, (1), 107-124 (2003).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

LA RADIOPROTEZIONE, IL COINVOLGIMENTO DEL PUBBLICO E LA COMUNICAZIONE

Marie Claire Cantone*
Università degli Studi di Milano, Dip Fisica, INFN,
Via Celoria 16,I- 20133 Milano

Sommario

L'interazione esistente fra gli esperti, i responsabili, le autorità e il pubblico, in materia di radiazioni ionizzanti, si presenta sotto configurazioni diverse nei diversi paesi e nei diversi contesti applicativi delle radiazioni, ma è comunque sempre più evidente il ruolo che questa interazione gioca in un corretto ed efficiente processo decisionale. La comunità internazionale di radioprotezione, anche in considerazione del cambiamento nelle aspettative della società, sta investendo per costruire una mutua fiducia con la società stessa, mettendo in atto strategie dirette a creare una cultura di apertura e trasparenza verso il pubblico.

1 Dimensione etica e sociale della radioprotezione

La radioprotezione (RP) si avvale di un ampio spettro di competenze scientifiche e nello stesso tempo si inserisce in questioni etiche e sociali che si riferiscono a salute, ambiente, economia, sociologia, legislazione e al mondo del lavoro e inoltre, riguardo al rischio radiologico, solleva questioni sulla sua percezione e accettabilità. Sempre un maggior numero di persone sono coinvolte in tematiche che comportano l'uso o la presenza di radiazioni ionizzanti. Costoro tendono a percepire le radiazioni

---

* Co-Autori: Sandro Sandri ENEA, ION IRP Via E.Fermi 45, I-00044 Frascati

in modo controverso in dipendenza del tipo di applicazione considerata. Alternativamente le radiazioni ionizzanti sono viste come un agente benefico (*benefit*), in relazione ad applicazioni cliniche e ad alcune attività di ricerca oppure come un danno assoluto (*outrage*), in relazione ad esempio alla gestione dei rifiuti radioattivi. Il sistema di protezione radiologica ha, negli anni, garantito un sempre più attento monitoraggio e controllo delle esposizioni attraverso lo sviluppo e il continuo aggiornamento di raccomandazioni, linee guida e altri strumenti internazionali posti in essere da parte di organismi quali IAEA, ICRP, EU, ILO e inoltre il sistema è stato esteso man mano che venivano evidenziate nuove situazioni o problematiche al fine di mantenere un approccio in grado di affrontare le diverse evenienze. Negli ultimi anni questo tipo di sviluppo è stato messo in discussione in quanto il sistema è considerato come troppo complesso da un punto di vista tecnico ed è percepito come un sistema che non riflette le preoccupazioni della società.

2 La comunità di radioprotezione investe in comunicazione

La società ha visto crescere il proprio interesse per la partecipazione ai processi decisionali soprattutto quando questi riguardano la salute, la sicurezza e la protezione dell' ambiente e si auspica una maggiore trasparenza e un suo maggior coinvolgimento nei processi decisionali. Sulla spinta di questo cambiamento nelle aspettative della società, la comunità internazionale di radioprotezione riconosce la necessità di cambiare il modo in cui le linee politiche specifiche sono state sviluppate e sono applicate e dà il via ad un processo di riflessione sull'approccio etico nella valutazione del rischio radiologico, sulla protezione dell'ambiente e sul coinvolgimento degli "stakeholders" attraverso convegni, gruppi di lavoro e altri strumenti[1-3]. Ad esempio, SCK ha sviluppato, con il progetto PISA, *programme integration social aspects in nuclear research,* un nuovo approccio nell'intento di stimolare la collaborazione con le discipline sociali in un processo di conoscenza verso la transdisciplinarità e migliorare la responsabilità della società. L'organismo britannico NRPB, in una recente revisione sulle proprie strategie di comunicazione ha messo in evidenza fra l'altro, come sia sempre più sentita la necessità di riconoscere esplicitamente le incertezze nelle stime di rischio. La statunitense NRC

ha di recente rivisto i propri programmi riguardo alla comunicazione e coinvolgimento del pubblico e ha identificato una lista di ben quarantatre raccomandazioni riferite ad aree quali: la chiarezza e tempestività delle comunicazioni, il coinvolgimento del pubblico, la sensibilità alla domande del pubblico, l'accesso pubblico alle informazioni. A sua volta l'agenzia NEA dell'OCSE, che già dal '94 aveva iniziato ad esplorare i dettagli e le implicazioni del coinvolgimento delle parti interessate nei processi decisionali ha dato vita ai Villigen Workshops[4-6]. E' stato qui messo in evidenza come la comunità di RP sia sensibile ai cambiamenti delle aspettative sociali e abbia iniziato da qualche anno a sviluppare risposte in questo senso. In questi tre convegni è emersa la molteplicità degli approcci utilizzati nelle diverse situazioni reali, e quindi l'indicazione per mantenere un approccio flessibile. Sono stati inoltre identificati temi e questioni comuni quali: la necessità di andare verso una mutua fiducia fra la comunità di RP e la società nel suo insieme; l'opportunità di sviluppare approcci specifici per il contesto che mantengano apertura fra le parti coinvolte e attenzione verso lo sviluppo di procedure condivise; la consapevolezza dei ruoli in vista della varietà degli interessi rappresentati; la consapevolezza che la scienza produce conoscenza e non certezza e che ogni scelta implica la responsabilità di tutte le componenti che vi partecipano.

Alcuni punti significativi della comunicazione in RP si riconoscono nelle informazioni che riguardano: l'evoluzione di filosofia, tecnica e aspetti legislativi; l'analisi dei contributi risultanti dalle esperienze acquisite; lo sviluppo di collaborazioni, accordi e convenzioni internazionali; le modalità di applicazione degli standard di sicurezza; la prevenzione da esposizioni potenziali; l'ottimizzazione in fase progettuale (non a caso ICRP nel suo draft di raccomandazioni del 2005 con i relativi foundation documents tratta ampiamente del coinvolgimento degli "stakeholders" proprio nella parte relativa all'ottimizzazione).

La comunicazione può contribuire al consolidamento della credibilità e mutua fiducia fra gruppi di interesse e può aprire la possibilità di risolvere la tensione fra preoccupazioni economiche e sociali. In particolare questo si verifica quando la comunicazione avviene con la collaborazione delle diverse istituzioni interessate ad una stessa area nel contesto delle proprie competenze; qualora sia sviluppata con un

adeguato atteggiamento verso i media, nonché tradotta anche nei programmi didattici di futuri esperti in RP [7-8] sviluppando negli stessi i temi della percezione e comunicazione del rischio, oltre che della dimensione etica e sociale della RP. In conclusione a questo breve cenno su alcune delle questioni RP legate alla comunicazione si può sicuramente affermare che la comunità di RP da più parti sta investendo per creare un'interfaccia più dinamica fra scienza e società e per accrescere la mutua fiducia fra le parti, incoraggiando un orientamento culturale di apertura e trasparenza verso il pubblico.

Referenze

1) Belgian Nuclear Research Centre SCK CEN. PISA, Reflections on ethical choices in radiation protection-in search of precaution. Scientific Report BLG-936 Ed.G.Eggermont et al. SCK CEN (2003).

2) ICRP. A frame for assessing the Impact of ionising radiation on non-human species, ICRP Pubblication 91 (2003).

3) US NRC Nuclear Regulatory Commission. Experiences in Stakeholder Involvment in Radiological Risk Assesment and Management (2001).

4) NEA/OECD The Societal Aspects of Decision Making in Complex Radiological Situations, Workshop Proceedings, Villigen Switzerland, (1998).

5) NEA/OECD Better Integration of Radioation Protection in Modern Society, Workshop Proceedings, Villigen Switzerland, (2001).

6) NEA/OECD Stakeholder Partecipation in Decision Making Involving Radiation: Exploring Processes and Implication, Workshop Proceedings, Villigen Switzerland, (2003).

7) M.C.Cantone, C.Birattari, M.Merzagora. A contribution to raise awareness on ethical problems related to Radiological Protection in future health physicists. Proceedings. International Congress IRPA 11, Madrid, 23-28 May 2004.

8) M.C.Cantone. Ethics and the Principles of Radiation Protection. Conference on Critical Perspectives on Justification, Liability and Intergenerational Justice. Proceeding in press. SCK,UCL Louvain La Neuve, Belgium 26-27 May 2005.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

FAR FARE FISICA: UN'ESPERIENZA IN PROGRESS

Giorgio Dragoni
Dipartimento di Fisica – Università degli Studi di Bologna
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Bologna

Sommario

In questo contributo si riferisce sulle attività didattico-sperimentali da tempo avviate ed in piena attività presso il Museo di Fisica (Sistema Museale d'Ateneo / Dipartimento di Fisica) dell'Università degli Studi di Bologna.

1 Premessa

Si intende riferire su una serie di ricerche che da anni (dal 1995) ci vedono impegnati – con la collaborazione dell'Officina INFN della Sezione di Bologna e di giovani Laureandi – nella realizzazione di modelli concreti di apparati sperimentali storici, apparati cioè che hanno "fatto" la storia della fisica. Lo scopo della nostra attività é quello di affiancare ai modelli educativi della fisica attuale, tradizionali o virtuali, l'impiego di modelli didattici concreti, secondo una consuetudine a lungo praticata nella didattica della fisica, e poi abbandonata.
Proponiamo cioè una didattica effettuata mediante la realizzazione di modelli reali, presi dalla storia della fisica, e che siano saturi di informazioni, di concetti, di idee, di teorie e di difficoltà realizzative, in modo da consentire agli allievi che li progettano e li realizzano - ma anche a quelli che li utilizzeranno direttamente - una via educativa diretta alla fisica. Nella presente occasione si riferirà sinteticamente

sulle linee generali dell'iniziativa sopra ricordata e si illustreranno gli ultimi modelli realizzati.

Figura 1: Bologna – Istituto di Fisica. Immagine dei primi decenni del Novecento

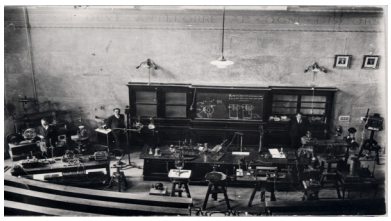


Figura 2 e 3: Conferenze sperimentali di A. Righi e Q. Majorana tra la fine dell'Ottocento e i primi decenni del Novecento.

2 Attività effettuata

Da molti anni (dal 1995) ho assegnato Tesi agli allievi laureandi in fisica in cui suggerivo il compito di replicare modelli di apparecchi storici realizzati dai grandi scienziati del passato (come ad esempio: Ampère, Joule, Maxwell…). Tali strumenti didattici sono stati elaborati sotto la mia guida e realizzati grazie all'aiuto del personale dell'Officina dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) di Bologna. Abbiamo chiamato questi apparecchi Modelli complessi perché non semplici dal punto di vista realizzativo. Per alcuni di essi ci si è limitati ad offrire una ricostruzione analogica dell'apparato originale. In altri casi si sono realizzate repliche sperimentalmente funzionanti. Alcuni esempi sono: il Banco di Ampère, il Mulinello Idraulico e il Motore Elettromagnetico di J. Prescott Joule, il Modello per Motore Asincrono per il Campo magnetico rotante di G. Ferraris, la Dinamo di A. Pacinotti, il Pendolo di Maxwell, il Detector Magnetico di G. Marconi, il Tubo

per Raggi Catodici di J. J. Thomson… E, più recentemente, repliche dei primi prototipi realizzati da M. Faraday per Motore, Trasformatore, Generatore di corrente elettrica e l'Apparato di Rutherford, Geiger e Marsden per il Back-scattering delle particelle α.

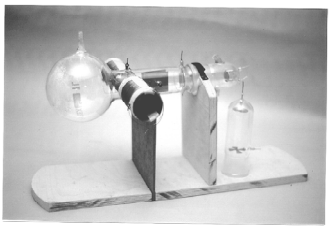


Figura 4: Mulinello Idraulico di J. Prescott Joule

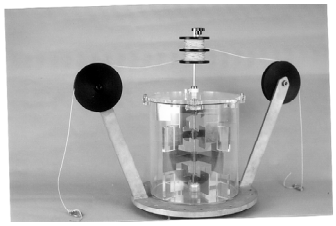


Figura 5: Tubo per Raggi Catodici di J.J. Thomson

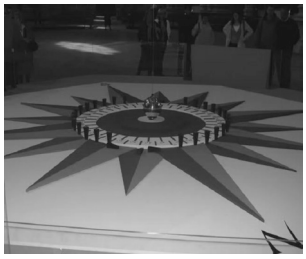


Figura 6: Pendolo di Foucault in S. Petronio, Bologna (2005)

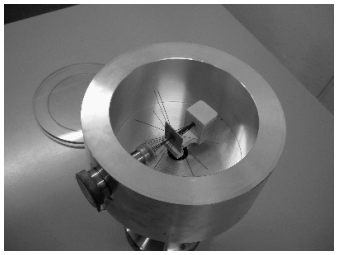


Figura 7: Apparato di Rutherford - Geiger – Marsden per il Back-scattering α.

Dal 2005 ho proposto – e si sono realizzati (o si stanno progettando) con la collaborazione di colleghi e laureandi – Grandi esperimenti del passato con l'obiettivo della diffusione scientifica presso il grande pubblico. Alcuni esempi: Pendolo di Foucault in S. Petronio a Bologna (realizzato), Esperimento di Guglielmini (in progettazione). Fin dal 1989/90 ho coinvolto l'amico Sergio Tamburini, distaccato al nostro Museo dal Comune di Bologna, nella realizzazione (grazie anche alla Falegnameria dell'INFN, Sezione di Bologna e al Signor Gualtiero Rangoni) di Modelli didattici semplici. Si sono così realizzati un centinaio di piccoli modelli, di "costo zero" per via della povertà dei materiali (legno, spago, materiali di recupero), ma di grande efficacia per la comprensione di

concetti della fisica o della riproduzione di semplici fenomeni. Alcuni esempi: Vita di Archimede, Paradosso di Torricelli…Con questi ultimi materiali soprattutto è stata svolta, dalle insegnanti Paola Fortuzzi e Magda Giorgi, gran parte dell'attività dell'Aula Didattica (Comune Bologna – Università) istituita nell'anno 1986 e tuttora operativa nel nostro Museo.

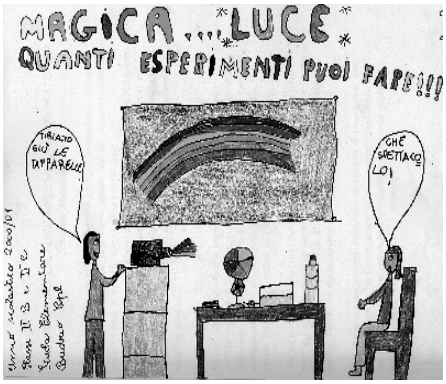
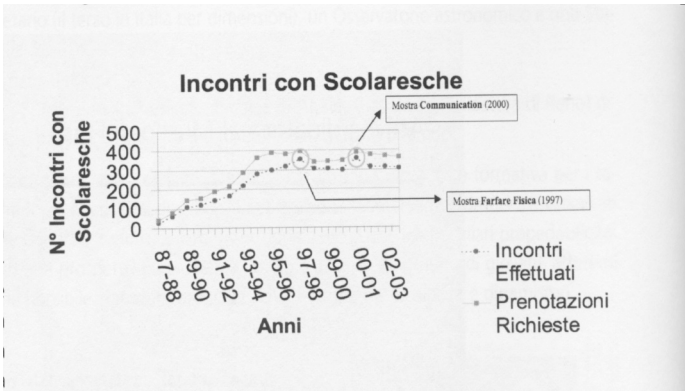


Figura 8 e 9: Recenti risultati pubblicati 2005 e attività didattica al Museo di Fisica di Bologna.

Tabella 1: Documentazione dell'attività didattica e degli incontri con scolaresche effettuati nel nostro Museo.



3 Riflessioni sulla didattica museale attuale

Nell'ambito dei miei insegnamenti di storia della fisica, di storia delle strumentazioni scientifiche e di epistemologia, ma, in particolare, per la mia attività come responsabile del Museo di Fisica, ho cercato di trovare nuove modalità per comunicare con gli allievi e mi sono reso conto dell'importanza della presentazione in aula di apparati didattici funzionanti nonché della partecipazione attiva dell'allievo per favorire la sua comprensione. In maniera specifica, ho pensato di offrire agli allievi la possibilità di realizzare (con l'aiuto della Sezione INFN) modelli storico-didattico-sperimentali.

In queste maniere pensiamo che sia più facile superare quei blocchi, quegli ostacoli, quelle difficoltà individuali nell'apprendere, che ognuno di noi trova in se stesso, ma che spesso vengono accentuate dal comportamento del docente, troppo spesso "in cattedra", troppo spesso compenetrato nel suo sapere, per comprendere, vedere e ascoltare le reali esigenze del discente.

Questa osservazione deriva dal fatto che anche se individualmente molti di noi sono convinti – per sensibilità personale, per competenze pedagogiche, per esigenze derivate dal proprio esercizio e dalla propria professione didattica sul campo – della fondamentale correttezza di quanto ora sostenuto, socialmente, collettivamente, la situazione che ci troviamo di fronte nelle scuole e nelle aule reali è ancora molto spesso autoritaria.

Altro aspetto delle considerazioni precedenti, è che il principio ludico: *"Non c'è miglior modo di imparare che giocando"*, pur importantissimo, non risolve tutto, anzi, è spesso mistificato. Infatti, la scelta di far "giocare" gli allievi che visitano i Musei è almeno in buona parte inutile, sbagliata, fuorviante ai fini dell'apprendimento, se condotta in modo acritico e ripetitivo, anche se, ovviamente, si ottiene la familiarizzazione del visitatore con il museo stesso.

Presentato un atto di accusa, perché questo non resti un'operazione intellettuale vuota, mi sento in obbligo di offrire alla vostra cortese riflessione un'alternativa. Quella di un'autentica didattica "occhi negli occhi", cioè una didattica diretta, mirata alle esigenze dell'allievo, una didattica in cui ci sia il tempo di intervenire

senza blocchi, rifiuti o impedimenti, sull'attività per essi preparata ed esposta in maniera divertente: *"Non c'è modo migliore di insegnare che divertendo"*. Recuperando, senza timore di essere considerati passatisti, molte cose, attività, modelli didattici preparati nei secoli dai nostri predecessori (in particolare sino agli anni Cinquanta del Novecento). Rileggendoli, naturalmente, con i nostri occhi, con la nostra cultura, con i mezzi tecnologici e informatici di cui ora disponiamo. Attività che consisteva essenzialmente nell'illustrare fenomeni, concetti e leggi della fisica mediante l'uso di apparati didattico-sperimentali perfettamente funzionanti. Dando modo di vedere e toccare con mano, comprendere di che cosa si stesse parlando, in che cosa consisteva un concetto, quali erano le basi osservative di una legge. Una volta compreso questo, il docente potrà poi passare a più alti livelli di astrazione e di formalizzazione matematica. E' questa modalità didattica che si vuole recuperare.

Ringraziamenti

Si ringraziano i Direttori della Sezione di Bologna dell'INFN che si sono succeduti negli anni per la cortese collaborazione concessa: Proff. Antonio Vitale, Paolo Giusti, Maurizio Basile e i loro tecnici. In particolare il Capo-Officina Dott. Anselmo Margotti e il signor Giulio Pancaldi.

Referenze

1) G. Dragoni, Il Museo di Fisica, in Storia Illustrata di Bologna, AIEP Editore, Repubblica di San Marino, 1988, 8/VII, pp.141-160.
2) P. Fortuzzi, M. Giorgi, Le Proposte didattiche in "Scuola se…" n°56, Anno VIII, Dic. 1989, pp. 53-57.
3) G. Dragoni, (a cura di), Farfare Fisica, Attività didattica al Museo di Fisica di Bologna, CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma 2000, pp. 1-64.
4) G. Dragoni (a cura di), Una didattica occhi negli occhi, Attività didattico-sperimentale al Museo di Fisica dell'Università degli Studi di Bologna, Unibo-CNR, 2005 pp. 3-83.

Sitografia

http://www.df.unibo.it/museo/welcome.htm
http://www.unibo.it/musei-universitari/fisica/fisica.htm
http://www.museionline.it

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

IL SIGNORE DEGLI ANELLI: IL MISTERIOSO CASO DEGLI ANELLI SCOMPARSI

Stefano Sandrelli*
INAF - Osservatorio astronomico di Brera, stefano.sandrelli@brera.inaf.it

Sommario

Gli anelli di Saturno sono stati trafugati da un misterioso Centauro. Con l'aiuto di 6 squadre di aspiranti astro-detective, l'astronomo Vanni Giò Schioppanelli cercherà di recuperarli o, al peggio, di ricostruirli. Ma per farlo ha bisogno di conoscerne le caratteristiche: quanto sono luminosi? A quale velocità ruotano? Quanto sono inclinati rispetto all'eclittica? E soprattutto: di che cosa sono fatti? "Il signore degli anelli – il misterioso caso degli anelli scomparsi" è un gioco di ruolo per ragazzi dai 9 ai 12 anni che si svolge all'aperto e che ha una durata di circa tre ore. È stato ospitato al Perugia Science Fest (2004) e al Festival della Scienza di Genova (2005).

1 La scienza è cultura

Nato nel 1999, il Public Outreach & Education office (POE) è l'ufficio per la comunicazione della scienza dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera (Milano). È costituito da due sezioni con sedi a Brera e Merate.

Oltre che alle istituzioni (depliant, brochure), il POE-Brera si rivolge al pubblico generico (*Public Outreach*) e alle scuole (*Education*). Elementi guida di tutte le iniziative sono: a) un elevato grado di informalità; b) l'idea che la bellezza della

---

* Co-Autori: Francesca Cavallotti, Simona Romaniello – INAF Osservatorio Astronomico di Brera.

scienza non si ascolti né si legga, ma si viva, come il pane e la poesia. Da questo discende la necessità di coinvolgere, allo stesso tempo, la mente e il corpo dei partecipanti. *Le Olmicomiche*[1], per esempio, è un laboratorio di disegno e scrittura creativa per le scuole medie, la cui fase preparatoria è stata finanziata dal MIUR. Attraverso una serie di incontri e attività, fra le quali le osservazioni del cielo notturno, la creazione di un sistema solare in scala, le improvvisazioni teatrali, i partecipanti si mettono in gioco razionalmente ed emotivamente, approfondendo alcuni temi di astronomia che diverranno poi oggetto delle loro prove di narrativa o disegno. In questo contesto nasce il gioco di ruolo *Il signore degli anelli – il misterioso caso degli anelli scomparsi* (nel seguito SdA), una proposta di attività astronomica per ragazzi di età dai 9 ai 12 anni.

2. Perché un gioco di ruolo? Oltre la rappresentazione teatrale della scienza

La rappresentazione teatrale è una delle forme più interessanti nella sperimentazione della comunicazione della scienza. Tuttavia, con alcune lodevoli eccezioni, la fruizione di uno spettacolo teatrale rimane sostanzialmente passiva[1)]. Il SdA prende a prestito l'idea della rappresentazione teatrale e la fonde con lo spirito *hands on* dei moderni Science Center[2)].

In un gioco di ruolo[3)] i partecipanti interpretano il ruolo di personaggi di un mondo immaginario, dando vita a una narrazione vincolata: sono tenuti a sviluppare la situazione di partenza mantenendosi coerenti con le regole che governano il mondo nel quale la vicenda si svolge. La sfida più interessante in fase di elaborazione del gioco è la traduzione in vincoli creativi delle proprietà del "mondo fisico" nel quale si intende calare i partecipanti.

---

[1] Il nome *Olmicomiche* nasce come contaminazione tra le "Cosmicomiche" di Italo Calvino e il Quartiere degli Olmi di Milano, dove si trova l'istituto comprensivo Munari, insieme al quale il laboratorio è stato ideato.

3 Descrizione e caratteristiche del gioco

Nell'attività che descriviamo nel seguito, le caratteristiche fisiche del sistema solare sono state "tradotte" in elementi del gioco che plasmano la narrazione che i ragazzi sono chiamati a rappresentare. Non si tratta dunque di un'iniziativa didattica in senso stretto, ma di un attività che introduce in modo naturale e non scolastico alcune proprietà di quell'angolo di universo nel quale viviamo.

3.1 I messaggi scientifici

Il gioco è ideato in modo da far prendere confidenza, fra le altre, con le seguenti proprietà del sistema solare: a) il sistema solare è costituito da massa e luce; b) il sistema solare è dominato dalla gravità; c) le distanze fra i pianeti crescono man mano che ci si allontana dal Sole; d) i corpi del sistema solare si evolvono; e) gli urti fra corpi minori del sistema solare e i pianeti sono rari ma presenti; f) gli anelli di Saturno sono costituiti da polvere e ghiaccio.

3.2 L'area del gioco: un centro cittadino chiuso al traffico

Il gioco è stato presentato a Perugia e a Genova. In entrambi i casi gli organizzatori ci hanno messo a disposizione un'ampia zona pedonale nella quale i ragazzi potevano muoversi senza rischi. Questa area deve essere pensata come un sistema solare in scala (figura 1). Si noti che dalla simulazione sono stati esclusi i pianeti più esterni (oltre Saturno) e, naturalmente, la fascia di Kuiper: questa scelta dipende naturalmente dall'ampiezza dell'area a disposizione.
Per tutta la durata del gioco, i pianeti e gli altri elementi del sistema solare sono impersonati da vari attori, che rappresentano i veri e propri motori della narrazione (figura 2). La durata reale del gioco dipende dall'abilità delle squadre. In generale vengono date 3 o 4 ore a disposizione per completarlo, una quantità di tempo che date le distanze da coprire non risulta esagerata.

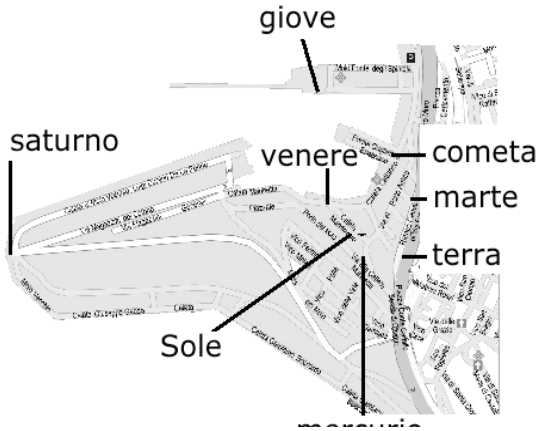


Figura 1. L'area del porto antico di Genova trasformata in sistema solare in scala. Saturno dista dal Sole circa 400 metri, mentre Mercurio circa 16 metri. I pianeti oltre Saturno sono indicati con cartelli segnaletici e sono raggiungibili solo virtualmente, chiedendo un passaggio alla cometa.

Figura 2. Gli astro-detective raccolgono importanti informazioni parlando con gli attori-pianeti, da cui possono acquistare gli ingredienti per ricostruire gli anelli. Un ruolo jolly viene svolto dalla cometa, a cui i detective possono chiedere di catturare un Centauro, che contiene polvere e ghiaccio nelle dosi corrette.

3.3 Come si gioca

I partecipanti, circa 50 ragazzi, sono divisi in squadre che portano il nome di celebri astronomi e convocati da un attore che interpreta Vanni Giò Schioppanelli (Sole in figura 1). Vanni Giò informa i ragazzi del furto misterioso degli anelli di Saturno e chiede il loro aiuto per portare a termine le indagini nel minor tempo possibile: occorre catturare il ladro e restituire il maltolto alle Lune Pastore, incaricate da Saturno di vigilare sui preziosi anelli.
Vanni consegna a ogni gruppo la prima pagina di un giornale, *L'eco di Titano*, che pubblica il resoconto del furto e la foto del presunto ladro. In questa fase, per evitare una congestione dei gruppi, ogni squadra viene indirizzata verso una diversa zona di gioco. Presto gli astro-detective scopriranno che il presunto ladro è solo un'incolpevole testimone, che informerà i ragazzi che gli anelli sono andati distrutti. Arrivati a questo punto della vicenda, i detective sono perplessi: che fare?
Devono ricordarsi che Vanni Giò non è solo un astronomo, ma anche un g-astronomo (è proprietario infatti della Pizzeria *La gigante rossa*) e che esiste una strana "ricetta per anelli al forno". Dalla ricetta devono quindi evincere quali ingredienti usare per ricostruire gli anelli e in quale quantità. A questo punto il fine del gioco sarà: a) recuperare gli ingredienti visitando i vari pianeti del sistema solare; b) scrivere la ricetta indicando le dosi corrette.
Una squadra avrà portato a termine il proprio compito nel momento in cui avrà consegnato a Vanni Giò sia gli ingredienti che la ricetta compilata. Vince chi fornisce la ricetta più corretta impiegando meno tempo.

4 La traduzione delle proprietà del sistema solare in elementi del gioco.

Gli ingredienti per la ricostruzione degli anelli sono i seguenti: acqua e polvere per dare sostanza agli anelli; rotazione e gravità per dare loro stabilità; luce e inclinazione per la bellezza. I vari ingredienti possono essere venduti ai gruppi dai pianeti, che ne sono forniti strettamente in proporzione alle loro proprietà fisiche: per esempio, Mercurio avrà molta luce da vendere, data la vicinanza con il Sole. Man mano che ci si allontana dal Sole, ciascun pianeta avrà una fornitura di luce che

diminuisce in ragione del quadrato della distanza. Nello stesso modo la Terra avrà molta acqua da vendere mentre Mercurio e Venere ne saranno privi.
Con un criterio simile, si stabilisce la migliore ricetta per gli anelli di Saturno: per esempio l'illuminazione sarà quella corrispondente alla distanza Saturno-Sole; l'inclinazione sarà quella dell'equatore saturniano rispetto all'eclittica e così via.
Una nota a parte merita il ruolo della gravità: oltre a essere un ingrediente degli anelli, per sottolineare con ancora maggior evidenza il ruolo fondamentale della gravità nel sistema solare, si è deciso di introdurre come moneta di scambio il *gravitone*, in banconote da 1, 5, 10, 20, 50 e 100. Ogni gruppo ha un budget iniziale pari a 1,5 volte il budget necessario per acquistare un set completo (e corretto) di ingredienti. Il gioco sarà presto disponibile come kit scaricabile, stampabile e giocabile dal sito internet www.brera.inaf.it.

5 Conclusioni

Il gioco di ruolo è una forma di *teatro dell'improvvisazione*, nella quale i giocatori stessi mettono in scena gli eventi. Date le peculiarità del mondo macroscopico e microscopico descritto dalla scienza moderna, questo formato appare un metodo efficace e divertente per avvicinare i ragazzi alla materia.

6 Ringraziamenti

Un grazie di cuore a Irene Biagini, Leonardo e Tommaso Alfonsi che, come amici e organizzatori del Perugia Science Fest, ci hanno spinto all'elaborazione del gioco.

Referenze

1) AA.VV. in http://ulisse.sissa.it/UIT_23lug04.jsp (2004).
2) Z. Fefoldi, Discoveries with the five senses, in A place to discover, 51 (2002).
3) AA.VV. in: http://it.wikipedia.org/wiki/Gioco_di_ruolo_dal_vivo (2005).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

LA SCIENZA ESCE DAI LABORATORI: DIALOGO APERTO CON LA COMUNITÀ SOCIALE

M.L. Bargellini, S. Coletti*,
ENEA Lungotevere Thaon di Revel, 76 – 00196 Roma

Sommario

L'e-learning può essere considerato un valido strumento per rendere accessibile il patrimonio culturale, veicolando conoscenze strutturate ed ottimizzando il tempo dedicato alla comunicazione. In ENEA, Ente per le Nuove tecnologie l'Energia e l'Ambiente, sono stati resi accessibili dei corsi e-learning per favorire la Diffusione dell'Informazione Scientifica e sostenere il Trasferimento Tecnologico. Contestualmente, studi e ricerche hanno portato alla realizzazione di una proposta metodologica per la progettazione di corsi e-learning, denominata KM^2. I corsi, progettati e realizzati con tale metodologia, sono rivolti ad un'utenza generalizzata ed interessata al lifelong learning; sono corsi asincroni, orientati alla diffusione del patrimonio scientifico e tecnologico dell'ENEA.

1 Introduzione

Durante la conferenza di Bruxelles[1)], è stata evidenziata l'importanza di avere una strategia nazionale ed europea per la costruzione di una Società basata sulla Conoscenza, nell'ambito della quale, l'investimento nel capitale umano e sociale è ritenuto prioritario per lo sviluppo economico e sociale. La stessa Commissione Europea[2)] ha sottolineato la necessità di creare nuove vie di comunicazione tra i ricercatori, gli organismi di ricerca, e la Società in tutte le sue componenti, con l'intento di avvicinare decisori politici e cittadini

---

* Co-Autori: G. Casadei, L. Puccia

alla Scienza che, proiettata fuori dai laboratori, può così divenire patrimonio comune. Questo obiettivo può essere concretizzato mediante azioni mirate alla Diffusione dell'Informazione Scientifica e al Trasferimento Tecnologico.

L'e-learning, superando i vincoli di spazio e di tempo imposti dalla didattica in presenza, può essere visto come supporto duttile ed adattabile al Life Long Learning; come salvagente della professionalità e, più in generale, come strumento per rispondere alla sempre maggior richiesta di informazione e formazione.

2 KM^2: una metodologia di progettazione per corsi e-learning

La progettazione di un corso e-learning si attua attraverso la realizzazione di componenti dotate di un valore autonomo e, nello stesso tempo, predisposte per un'azione di integrazione guidata dalle esigenze dell'utente che apprende e del docente che eroga. Questo processo porta alla realizzazione di un sistema duttile e ricco di realtà modulari, integrabili, sia in funzione del piano individuale di apprendimento, che considerando i risultati dell'autovalutazione. Il corso e-learning, così come concepito nella metodologia KM^2, prevede un core di moduli didattici e più moduli accessori, funzionali al corso stesso. Nella metodologia di progettazione KM^2 [3)], abbiamo definito come:

- *Corso e-learning*, il percorso didattico distribuito in rete, con traguardo cognitivo definito, in cui si identificano i requisiti degli utenti, si espongono obiettivi, si valutano apprendimenti, si certificano risultati;
- *Modulo*, il composto organico di lezioni, auto-consistente e riutilizzabile in altri contesti formativi, con contenuti ed obiettivi definiti e con un gradiente di apprendimento misurabile;
- *Lezione*, l'atomo di conoscenza, insieme di unità, caratterizzata da un obiettivo informativo/formativo definito;
- *Unità*, la particella elementare di apprendimento, collegabile ad altre unità e riutilizzabile in più lezioni.

A livello di ogni modulo vengono definiti e resi accessibili:

- gli *obiettivi di apprendimento* che rappresentano traguardi prestabiliti nella programmazione didattica e si riferiscono ai contenuti specifici del modulo;

- i *concetti chiave* che sono atomi di informazione organizzata derivanti dalla scomposizione dell'argomento del modulo. Il modulo viene destrutturato e scomposto nelle sue particelle semantiche che permettono di poter gestire il contenuto didattico con maggiore controllo sia da parte del docente che del discente. Ad ogni particella semantica è associato un concetto chiave.
- i percorsi di *autovalutazione* che aiutano a verificare il livello di apprendimento raggiunto e a colmare le lacune con la correzione on line.

3 Le fasi di progettazione di corsi in rete

Formare attraverso la rete richiede un modello didattico diverso da quello tradizionale. I metodi di comunicazione, gli strumenti e il rapporto docente-discente, passando da una didattica in presenza ad una didattica a distanza, cambiano radicalmente.
Nella metodologia KM^2 prevediamo sette fasi di progettazione. Ogni fase è caratterizzata da un'azione e da un prodotto intermedio ed utilizza strumenti idonei al compimento della fase stessa.
Le fasi di progettazione di corsi in rete sono:

- *Analisi dei requisiti*. In questa fase s'intende prendere in esame il contesto socio-culturale dell'utenza, ci si avvale di interviste e questionari per rilevare i desiderata degli utenti;
- *Ideazione*. In questa fase vengono definiti: l'attività di studio e l'analisi del corso rispetto agli obiettivi ed ai requisiti docente/discente; il disegno concettuale del corso che viene ideato secondo la metodologia KM^2; gli strumenti metodologici ed i supporti più idonei alla sua realizzazione;
- *Realizzazione*. Vengono in questa fase scelti gli esperti ed il contesto Hw/Sw. Si implementa l'intero corso, vengono realizzati i moduli ausiliari, le loro connessioni, le interfacce discente e docente; si individuano gli accessi a moduli esterni complementari al corso stesso;
- *Sperimentazione*. E' la fase di test e verifica del corso con un campione di utenti finali, tramite strumenti, metriche e test di usabilità. In questa fase si misura la soddisfazione del docente/discente in base ai requisiti analizzati[4)5)6)];

- *Validazione*. Questa fase è da considerarsi associata alla precedente ed è rappresentata dal momento terminale del test condotto sul corso finale, dove viene misurata, in maniera oggettiva e non dipendente dal contesto, la soddisfazione generale e l'aderenza del corso ai desiderata. Il risultato dell'analisi, eseguito prima dell'erogazione, permette di intervenire sul corso quando le correzioni e gli aggiustamenti risultano immediati e le risorse per l'intervento più contenute;
- *Erogazione*. La fase di erogazione è la messa in rete del corso. I corsi realizzati con la metodologia KM^2 sono ospitati nel sito dell' ENEA www.enea.it nell'area riservata alla Formazione a Distanza;
- *Manutenzione*. La fase di manutenzione tiene conto delle fasi di sperimentazione e validazione e dei risultati del processo automatico di autovalutazione che la metodologia KM^2 rende accessibile dai moduli del corso.

4 Il sistema automatico di autovalutazione S@S

La metodologia KM^2 prevede, a livello di singolo modulo didattico, l'accesso del discente all'area di autovalutazione. Il test di autovalutazione gestito automaticamente con il Sistema S@S[7] (Self assessment System) si inserisce nel corso come un importante strumento metodologico di apprendimento rivolto all'utente. Con esso non si vuole solo valutare l'apprendimento, ma soprattutto facilitarlo.

Attraverso il test l'utente può verificare, in itinere, il suo percorso di apprendimento ed ha l'occasione di focalizzare eventuali lacune e punti deboli o di consolidare le conoscenze acquisite. In base ai risultati ottenuti il discente può decidere se continuare il corso, passando ai moduli seguenti o se tornare ad approfondire intere lezioni, unità poco chiare, o semplicemente parti del testo.

Il Sistema prevede la possibilità di raccolta di informazioni statistiche sulla compilazione dei test di autovalutazione dalle quali sia il discente che il docente possono trarre fruttuose indicazioni.

5 Due corsi realizzati e testati secondo la metodologia KM²

I corsi di Formazione a Distanza, presenti nel sito ENEA, sono di fatto una finestra aperta dall'ENEA verso tutto il mondo circostante. Possono accedere ai corsi anche fasce di utenza non specifica, senza particolari conoscenze informatiche, dal momento che il sito offre un'interfaccia amichevole.

Con la metodologia descritta sono stati realizzati i seguenti corsi:

- *FOTOVinst*[8)], realizzato per il Trasferimento Tecnologico, è un corso di formazione e aggiornamento professionale rivolto sia agli installatori che ai progettisti di impianti fotovoltaici
- *SIGEO*[9)], orientato verso la Diffusione dell'Informazione Scientifica,
  è un corso che contiene percorsi formativi sulla teoria e sulle tecniche di realizzazione dello strumento GIS (Geographical Information System), rivolti a chiunque voglia cominciare a praticare tale tecnologia o voglia semplicemente avvicinarsi al mondo dell'Informazione Geografica.

6 Conclusioni

Con la diffusione di Internet i corsi e-learning diventano disponibili a tutti e concorrono a realizzare l'obiettivo di una Società fondata sulla conoscenza che basa il suo sviluppo competitivo sulla possibilità di avere informazioni e conoscenze esplicite in tempo reale. Le potenzialità offerte dalla rete, che favoriscono anche collaborazioni on line come forum, chat, etc., fanno intravedere la possibilità di partecipare il proprio sapere, anche quello non codificato, che permette l'emersione di più conoscenza tacita, attraverso scambi di opinione e condivisioni di esperienze e saperi, gestibili in tempo reale come feedback di una frequenza virtuale ai corsi e-learning.

Referenze

1) M.L.Bargellini, G.Casadei, S.Coletti, L.Puccia, KM²- Knowledge Management Methodology, ENEA, Roma, 2005.

2) J. Nielsen, Usabilità Engineering, AO professional USA, 1993.

3) D.Norman, S.W.Draper, User Centered System Design, Hillsdale, N.J. Erlbaum Associates,1986.

4) A.N.Badre, Methodological Issues for Interface Design: A User-Centered Approach Dep. Information Science Univ. Roma La Sapienza, 1993.

5) M.L. Bargellini, E.Caiaffa, G. Casadei, S. Coletti, L.Puccia, C.Starnoni, V.Tacconi, A Self-assessment Automatic System for lifelong e-learning Proceeding of EDEN Annual CONFERENCE pp271-276.

6) M.L. Bargellini, G. Casadei, A.Marchetti, L.Puccia Distance Learning e Nuove Coordinate per la Didattica Proceeding Congresso Nazionale XLII AIF (Associazione per l'Insegnamento della Fisica) pp 75-80.

7) M.L.Bargellini, E.Caiaffa, G.Casadei, L. Puccia, SIGEO: un corso e-learning per la diffusione della conoscenza dei Geographic Information System, Proceeding XC Congresso Nazionale SIF, Brescia, Settembre, 2004 pp. 190-191.

Sitografia

1. http://europa.eu.int/comm/employment_social/knowledge_society/conf_en.htm#pan3

2. http://europa.eu.int/comm/research/science-society

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

STUDIO DI UN MODULO DIDATTICO IN E-LEARNING SULL'EFFETTO FOTOELETTRICO

Graziana Boccuzzi*
Dipartimento Interateneo di Fisica, Università degli Studi di Bari

Sommario

Nel presente contributo si descrivono le fasi di progettazione e creazione di un corso in e-learning sull'effetto fotoelettrico per studenti delle scuole medie superiori. Il corso nasce dalla collaborazione con il Dipartimento di Informatica dell'Università di Bari ed ha utilizzato la piattaforma di e-learning Star Learning. Il corso è stato sperimentato su tre classi dell'ultimo anno del Liceo Statale Scientifico "Ettore Majorana" di Mola di Bari (Bari). Si discutono i risultati della sperimentazione sia sul piano dell'efficacia didattica, sia su quello della congruenza tra prestazioni della piattaforma e esigenze proprie della didattica della fisica.

1 Introduzione

La fine del secolo scorso è stata caratterizzata dalla diffusione incontenibile delle tecnologie dell'informazione, che hanno permeato i settori dell'economia, del business e della società, ricostruendo in modo innovato le relazioni tra le persone e tra queste e le organizzazioni. Anche il mondo dell'istruzione e della formazione è stato interessato dal cambiamento, nonostante la sua poca propensione all'innovazione e la forza delle sue tradizioni. Le nuove tecnologie hanno offerto alla formazione tradizionale ampie opportunità di supporto e integrazione: il Web ha

---

* Co-Autori: Augusto Garuccio e Angela Laurora

permesso l'accesso ad un enorme quantità di informazioni ed a risorse remote come laboratori, biblioteche, musei, etc, rendendo possibile la fruizione di contenuti che fino a pochi anni fa erano inaccessibili.

L'introduzione di tecnologie dell'informazione e comunicazione (TIC) nella formazione ha provocato profondi mutamenti e trasformazioni nello scenario generale della didattica a tutti i livelli, dalla scuola all'università, alla formazione professionale e a quella permanente.

L'evoluzione dei sistemi informatici e delle infrastrutture di comunicazione ha avviato un processo di ricerca di modelli comunicativi sempre più evoluti , e su questi sono state costruite piattaforme e tecnologie in grado di offrire opportunità di apprendimento prima non esistenti. Dalla formazione a distanza si è arrivati così al concetto di e-learning , una metodologia ben più complessa e articolata che non si limita al semplice trasferimento di conoscenza ma arriva a modificare il modo di concepire la didattica. L'e-learning non accantona l'insegnamento tradizionale, bensì lo potenzia integrandolo con le nuove tecnologie della comunicazione.

Negli ultimi anni la richiesta di questa metodologia si è fatta sempre più pressante, giorno dopo giorno, è cresciuto il bisogno di nuovi strumenti di comunicazione. Negli ultimi 2-3 anni, dopo una partenza disomogenea, il mercato si è avviato verso un processo di standardizzazione dei formati per i contenuti dei corsi on-line. L'Italia si è mossa in deciso ritardo rispetto al mondo anglosassone e ad altre realtà europee. Solo da poco ha cominciato a sperimentare i primi processi di e-learning, con le università in prima linea seguite a ruota dalle grosse aziende e dalle società di formazione tradizionale, che ora stanno investendo grosse cifre verso fornitori di piattaforme, strumenti e "know-know" per le tecnologie di e-learning.

Ma la strada da percorrere è ancora lunga e passa per un'elaborazione teorica e metodologica. La tecnologia per essere veramente efficace e funzionale deve essere inserita in un modello didattico che faccia riferimento a un preciso contesto teorico: solo così, con le parole della Commissione Europea, l'e-learning può essere considerata "l'istruzione del domani.

2 Descrizione del lavoro

In occasione delle celebrazioni del 2005, anno della fisica, abbiamo progettato un modulo di un corso in e-learning sull'effetto fotoelettrico, ritenuto un valido argomento da presentare a studenti della scuola secondaria superiore con lo scopo di fare acquisire le competenze su un fenomeno basilare della fisica dei quanti che non sempre rientra nel loro curriculum di studi.

Per quanto riguarda i contenuti abbiamo utilizzato, come base di partenza, l'ipertesto didattico sull'effetto fotoelettrico realizzato da uno degli autori (A.L.) nell'ambito del proprio lavoro di tesi, consultabile in rete all'indirizzo: http://www.ba.infn.it/~garuccio/didattica/fotoelettrico.

La piattaforma tecnologica utilizzata, invece, è quella della Facoltà di Scienze chiamata Star Learning (http://multimedialab.di.uniba.it). E' un sistema di gestione ed erogazione di formazioni su Internet/Intranet attraverso il Word Wide Web con il quale è possibile accedere a corsi on-line in autoistruzione, fruire delle lezioni sia on-line, sia con un download sul proprio computer, eseguire dei test di autovalutazione e, se previsto, fruire di un supporto didattico attivo ed eseguire degli esami finali.

Il primo passo è stato l'elaborazione delle mappe che ci hanno permesso di visualizzare tutti i possibili collegamenti tra le pagine dell'ipertesto caratterizzato da diversi percorsi (storia, teoria, applicazioni, esperimenti, personaggi) che permettono di utilizzarlo in base alle proprie esigenze.

La nostra scelta è stata di suddividere i contenuti in tre unità didattiche, ciascuna caratterizzata da uno specifico tema. Per ciascuna unità didattica abbiamo individuato delle pagine *interne* che rappresentano la parte principale del modulo in quanto contengono tutti i dati: testo, immagini, applet Java e delle pagine *accessorie* cioè quelle pagine che, pur appartenendo all'unità didattica, non contengono i dati specifici. Tenendo conto dei risultati di precedenti lavori di ricerca in didattica della fisica, così come per l'ipertesto, abbiamo scelto di adottare l'approccio storico come unico percorso di presentazione e di approfondimento degli argomenti, ripercorrendo le principali tappe delle osservazioni e delle interpretazioni sull'effetto fotoelettrico. Infatti si ritiene che l'uso della storia possa aiutare a comprendere nuovi fenomeni

con i relativi concetti e a focalizzare i problemi nodali per una comprensione più approfondita della fisica.

Il modulo, intitolato "L'effetto fotoelettrico", consta pertanto di quattro unità didattiche; la prima intitolata "Introduzione" è una semplice home page in cui è presentato il corso, la seconda unità didattica intitolata "L'effetto fotoelettrico prima di Einstein" riguarda la presentazione delle osservazioni di Hertz durante i suoi esperimenti del 1887 sulle onde elettromagnetiche, l'esperimento di Hallwachs con l'elettroscopio e le misure di Lenard con il fototubo. In questa unità abbiamo inserito le due simulazioni degli esperimenti di Hertz e Hallwachs con le applet Java, che hanno lo scopo di favorire la comprensione degli aspetti fenomenologici.

La terza unità didattica intitolata "Einstein e l'effetto fotoelettrico" propone una lettura guidata del lavoro di Einstein del 1905 sul quanto di luce con l'obiettivo di evidenziare le più generali finalità che lo stesso scienziato si proponeva di raggiungere nella sua pubblicazione. La traduzione completa dell'articolo di Einstein è qui inserita come approfondimento, lasciando libero l'utente di accedervi con un *link* da una pagina interna.

L'ultima unità didattica intitolata "Dibattito sulla teoria di Einstein" riguarda gli aspetti fondamentali del dibattito sul concetto del quanto di luce evidenziando le varie posizioni, contrarie e favorevoli, degli scienziati dell'epoca.

Rispetto all'ipertesto originale in questa unità abbiamo ritenuto opportuno semplificare le pagine che riguardano la teoria dei calori specifici e della radiazione del corpo nero di Einstein, la teoria della quantità di moto dei quanti di luce, l'articolo di Compton, non eliminandole del tutto, ma organizzandole in pagine di approfondimento.

Inoltre per ogni unità didattica abbiamo previsto dei test di valutazione a risposta multipla. Le risposte suggerite sono quattro compresa quella fissa "non so rispondere". I test sono obbligatori e solo il superamento di ciascuno permette di accedere all'unità didattica successiva.

Il primo test è un test di accesso sui prerequisiti che gli utenti dovrebbero possedere per giungere alla comprensione dei nuovi fenomeni e dei relativi concetti legati

all'effetto fotoelettrico. Gli altri tre test invece riguardano gli argomenti trattati nelle corrispondenti unità didattiche.
Per quanto riguarda la valutazione delle risposte, abbiamo previsto per quelle di fisica il massimo punteggio (100/100) alla risposta corretta e zero alle altre, inclusa il "non so rispondere". Per quelle personali un ugual punteggio (25/100).
All'interno di tutti i test abbiamo previsto la presenza di grafici, immagini e formule come supporto all'esercizio, ma purtroppo siamo stati costretti ad eliminarli perché il sistema non prevede il loro inserimento. Infatti nelle domande in cui compaiono simboli o formule, siamo stati costretti ad esprimere il relativo concetto a parole.
Dopo aver preparato ed immesso tutto il materiale sulla piattaforma, abbiamo effettuato una prima valutazione del prodotto per verificarne il corretto funzionamento e l'usabilità, in altre parole abbiamo eseguito quello che gli informatici chiamano *alpha test*. E' durante questa fase che ci siamo accorti che era necessario alleggerire i contenuti, spostando alcuni argomenti complessi e poco comprensibili da studenti di scuola media superiore in apposite pagine di approfondimento della terza e quarta unità didattica. Inoltre abbiamo organizzato il materiale in modo che il tempo complessivo di fruizione dell'intero modulo fosse pari a sei ore.
Successivamente siamo passati alla reale verifica del prodotto finale (*beta test*) su un campione di 57 studenti appartenenti a tre quinte classi del Liceo Statale Scientifico "Ettore Majorana" di Mola di Bari che ha accolto la nostra proposta di sperimentazione.

3 Conclusioni

Da una approfondita analisi dei dati registrati sulla piattaforma riguardanti i risultati dei test associati alle singole unità didattiche, dai risultati del test finale di valutazione sul sistema e sul corso proposto al campione e dalle varie e-mail inviate dagli studenti al tutor, è stato possibile fare un bilancio complessivamente positivo su questa ipotesi didattica sperimentata.
Molto positivi sono stati i pareri sulla presenza delle applet Java, che hanno favorito una migliore comprensione dei fenomeni descritti. Tutti gli studenti, invece, si sono

lamentati per le difficoltà tecniche incontrate a causa di un sovraccarico di rete della scuola, che non sempre ha permesso un facile e veloce scorrimento delle pagine.
Questa prima sperimentazione è risultata molto importante in quanto ci ha permesso di notare alcuni aspetti da riconsiderare sulla nostra ipotesi didattica. Infatti le risposte non corrette date a domande particolari, i pareri dei ragazzi e le osservazioni degli stessi docenti, ci hanno portato a riflettere e a pensare che, prima di effettuare una successiva sperimentazione, è necessario apportare delle modifiche significative. Infatti è nostra intenzione inserire altre pagine interne alle singole unità didattiche con lo scopo di richiamare alcuni importanti concetti di fisica classica (campo scalare, campo vettoriale, energia di un onda elettromagnetica).
Dall'analisi delle risposte corrette, invece, si evince che la presenza delle simulazioni di alcuni esperimenti ha avuto una influenza positiva sulla acquisizione da parte degli studenti degli spetti più importanti dei fenomeni descritti. Pertanto, sarebbe opportuno inserirne altre per favorire, ad esempio, un miglior apprendimento delle misure di Lenard, dell'effetto fotoelettrico, dell'effetto Compton.
Un ultimo elemento che purtroppo, in questa prima sperimentazione, per mancanza di tempo e di disponibilità del campione, non è stato considerato è la somministrazione del post-test. Quindi in seguito ci proponiamo di farlo con lo scopo di poter verificare, a distanza di tempo, l'acquisizione e la padronanza dei concetti introdotti dal corso.

Referenze

1) A. Andronico, Chianese, Ladini, E-learning, Strumenti, metodi e esperienze a confronto (Liguori Editore, 2002).
2) P. Fontanesi E-learning (Tecniche nuove, 2003).

SESSIONE III – I LINGUAGGI DELLA COMUNICAZIONE SCIENTIFICA VERSO IL PUBBLICO

Massimo Bozzo	Il giornalista scientifico nelle agenzie di stampa
Giovanni Anzidei	Dall'evento scientifico all'articolo
Beatrice Bressan	Comunicazione scientifica e tecnologica: problematica e linguaggio
Nicoletta Salvatori	Il ruolo dell'illustrazione nella divulgazione della scienza
Lara Albanese	Le attività per Bambini dell'Osservatorio astro-fisico di Arcetri
Licia Gambarelli	"Einstein a colazione" ... La fisica alla radio
Stefano Sandrelli	La collaborazione ESA-RAINEWS24: lo spazio come fonte di news televisive
Carlo Cosmelli	Un anno di esperimenti di Fisica a Geo & Geo – RAI3
Domenico Vicinanza	La sonorizzazione di dati sperimentali come strumento di divulgazione scientifica
Giovanna Saviano	Suoni: La trasfigurazione dei rumori
Anna Rita Lorenzo	Le attività didattico-comunicative del Liceo Banzi Bazoli
Antonio Venturelli	Didattica e comunicazione drammatizzata Big Bang

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

IL GIORNALISTA SCIENTIFICO NELLE AGENZIE DI STAMPA

Massimo Bozzo
Giornalista e Divulgatore Scientifico

L'autore non ha inviato il testo

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

DALL'EVENTO SCIENTIFICO ALL'ARTICOLO

Giovanni Anzidei
Via Misurina,69 00135 Roma telef. 063313782 e-mail giovannianzi@yahoo.it

Sommario*

È discussa la contrapposizione delle esigenze della comunicazione di un giornalista e di un ricercatore nella presentazione di un evento scientifico.

1 La scienza come noizia

Prima domanda da farsi: perché l'evento scientifico deve diventare un articolo? Se la risposta è solo perché ci fa piacere leggerci sui giornali è meglio cambiare programma. Se la risposta è perché l'esperimento è importante 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. 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.

---

* Sommario Redazionale

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. 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 lettori destinatari. Molto importati 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 il pubblico è disposto ad occuparsi di argomenti scientifici. Ad esempio l'esito di un esperimento scientifico comunicato ai quotidiani il giorno dei risultati delle elezioni politiche è 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, finanzieri, 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.

2 Conclusioni

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 sulla conquista della Luna o l'esplorazione degli abissi oceanici. E' con questo spirito che dobbiamo comunicare la scienza, ricordando che comunicarla significa prima di tutto renderla interessante per farla capire veramente a tutti.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

COMUNICAZIONE SCIENTIFICA E TECNOLOGICA: PROBLEMATICA E LINGUAGGIO

Beatrice A. Bressan
CERN TT Group, Technology Promotion, 1211 Geneva 23 Switzerland
Helsinki University, Department of Physical Sciences, Finland

Sommario

Gli elementi della comunicazione che possono intervenire a rendere il messaggio scientifico e tecnologico corretto, diversificato ed adattabile a diversi recipienti sono già noti nell'ambito di varie discipline. Ciò che resta ancora materia di indagine è l'utilizzo adeguato di questi in modo da soddisfare una strategia di comunicazione mirata ed efficace nel trattare i contenuti delle scienze, quale la fisica, talvolta ardui e poco atti alla fluidità del linguaggio, benché carichi di contenuto concettuale, filosofico e scientifico. La teoria del trasferimento della conoscenza è stata integrata e applicata alla strategia di comunicazione adottata dal Gruppo del Trasferimento Tecnologico del CERN apportando elementi innovativi in tale approccio. Comunicare scienza e tecnologia deve rappresentare un motore di promozione industriale integrato nel mondo scientifico (dove anche gli sviluppi industriali hanno luogo), senza prescindere dai presupposti che regolamentano la comunicazione in modo che al messagio comunicativo si associ un trasferimento di conoscenze.

1 L'Apprendimento

Prima di entrare nella descrizione degli elementi comunicativi è bene analizzare i differenti livelli che entrano in gioco nella fase di apprendimento della fisica, distinguendo i due tipi di approccio, deduttivo ed induttivo, necessari al processo scientifico. Il livello primario e di base nell'apprendimento di qualsivoglia disciplina è il 'linguaggio'. Il linguaggio rappresenta il livello più importante

perché contiene potenzialmente tutti gli altri a venire che, nel caso della fisica sono: le 'quantità', le 'leggi' e le 'teorie'. I primi tre svolgono un ruolo rappresentativo della natura a differenza dell'ultimo che mira ad 'interpretare' i fenomeni circostanti. Due sono le componenti essenziali per il completamento del percorso di apprendimento della fisica: il processo di 'quantificazione' incluso nel passaggio dal linguaggio alla quantità ed il processo di 'strutturizzazione' che rappresenta il passaggio dalla legge alla teoria (Fig.1).

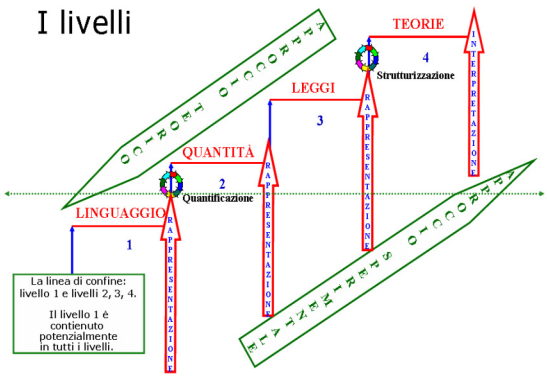


Figura 1: I livelli gerarchici della concettualizzazione in fisica.

2 La Comunicazione

Dalle fasi della creazione, dell'acquisizione e dell'apprendimento è possibile passare al trasferimento della conoscenza scientifica tramite l'uso degli elementi teorici e pratici della comunicazione. Un passaggio obbligato tra i diversi attori, ovvero il 'chi', del atto comunicativo che contraddistingue il soggetto, nel ruolo del 'trasmittente', l'interlocutore, nel ruolo dell' 'intermediario' o 'comunicatore', ed infine, dell'udienza nel ruolo del 'ricevente'. L'atto comunicativo si esplicita nel contenuto, e dunque nell'oggetto della comunicazione che identifica il 'cosa', la cui qualità dipende dalla 'fonte' disponibile e la cui base è strettamente connessa alla

'fondatezza' della sorgente dell'informazione. I mezzi della comunicazione, ovvero il 'come' si comunica, identificano in diversi strumenti o 'canali' e si esplicano in circostanze ('occasioni') o contesti ('ambienti') differenti, ad esempio tramite una pubblicazione, conferenza, mostra, riunione, tavola rotonda, lezione, interazione occasionale, ecc.. Qualsiasi sia il contenuto o il mezzo, il principio intrinseco alla comunicazione deve adempiere ad un fine, il 'perché', che si manifesta nella finalità, ovvero lo 'scopo', e l'effetto ovvero il 'risultato' dell'atto comunicativo. Si comunica per ottenere qualcosa (fine 'strumentale'), per adiempiere ad una professione (fine 'costituzionale'), per trasferire conoscenza (fine 'informativo'), per attivare un interesse (fine 'stimolativo'), per lenire delle preoccupazioni (fine 'alleviativo'), per suscitare dei sentimenti (fine 'espressivo'), per educare gli altri (fine 'formativo) e per influenzare qualcuno (fine 'manipolativo', termine usato in senso positivo). L'atto comunicativo è compiuto solo quando finalità ed effetto coincidono. La natura del contenuto varia dal soggettivo (legge o teoria) all'oggettivo (esperienza o sperimentazione) e, come tale, deve essere inserita in un inquadramento spazio-temporale, nonché concettuale. La correttezza e fondatezza del contenuto devono essere garantite e controllate da uno o più revisori, che svolgono un ruolo essenziale nell'ambito della comunicazione tra la comunità tecnico-scientifica da una parte l'industria e la società dall'altra.
Le maggiori incompatilità nella comunicazione scientifica si riscontrano in tre punti:

1) tra gli attori dell'atto comunicativo, a causa del differente linguaggio utilizzato dal soggetto e dall'udienza,
2) nel contenuto, per la molteplice indentificazione dell'oggetto,
3) nel mezzo, a causa della diversità intrinseca tra il tipo di interazione e lo strumento utilizzato.

La capacità di superare tali incompatibilità dipende dalla competenza del comunicatore scientifico e tecnologico che specialmente nell'atto orale può essere 'linguistica' (abilità nell'uso dei segnali verbali), cinesica (abilità nell'uso dei segni gestuali), 'paralinguistica' (abilità nell'uso delle cadenze ed enfasi), 'prossemica' (abilità nell'uso degli orientamenti spaziali), e 'socio-culturale' (abilità nel

discernimento delle situazioni di ruolo). Tali abilità, se combinate, identificano la competenza 'performativa' permettendo di compiere efficacemente l'intenzione comunicativa.

3 Comunicazione tecnica e scientifica

Molti studi sono stati fatti per comprendere il meccanismo dell' apprendimento e della comunicazione nell'ambito di organizzazioni di vario tipo. Particolare è il caso della comunicazione tecnologica e scientifica nell'ambito di un'organizzazione di ricerca internazionale come il CERN, il laboratorio per la fisica delle particelle situato nei pressi di Ginevra (Svizzera). Per la prima volta questi aspetti sono stati oggetto di analisi e studio per identificare i benefici sociali derivanti dalla ricerca e dallo sviluppo su un campione rappresentativo di individui (411 Finlandesi e 106 Italiani) che hanno partecipato al programma scientifico durante in dieci anni di vita del LEP, il Grande Collisore di Elettroni e Positroni (1990 - 1999). L'analisi del processo della conoscenza (dalla creazione in un individuo, all'acquisizione in un'organizzazione ed al trasferimento dal CERN ad altri istituti, scientifici o meno), che nasce dall'esigenza di comprensione ed uso in riposta alle domande 'come' e 'perché', si basa su un nuovo modello realizzato tramite la combinazione di due approcci differenti (Fig. 2). L'approccio di Kaarle Kurki-Suonio, che analizza la creazione di conoscenza della fisica nei processi di apprendimento (per migliorarne l'insegnamento nelle scuole) e quello di Ikujiro Nonaka, che analizza la creazione di conoscenza nell'ambito di grosse compagnie commerciali (per identificarne l'innovazione nell'industria).

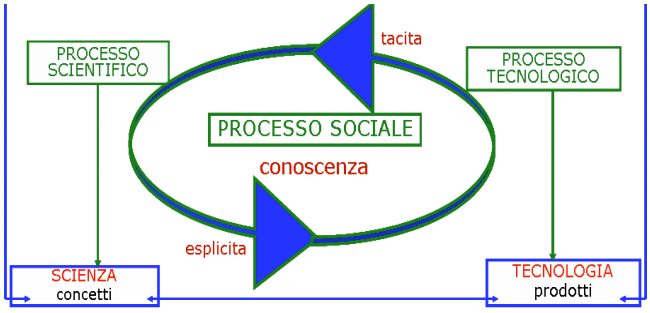


Figura 2: La creazione, l'acquisizione ed il trasferimento della conoscenza in un'organizzazione di ricerca scientifica di base.

I risultati di questa ricerca evidenziano che il 'processo sociale', cioé la partecipazione alle riunioni, l'acquisizione di competenza in diversi settori e lo sviluppo di interessi generati dall'interazione con i colleghi, è un elemento essenziale nel processo di apprendimento. L'autovalutazione del contributo tecnico e scientifico è indicativa del successo del processo sociale nell'incoraggiare l'avanzamento degli altri due processi che si trovano alla base del nuovo modello, il 'processo scientifico' ed il 'processo tecnologico', in grado di apportare ulteriore conoscenza ed innovazione. Il processo scientifico, che vede come risultato finale la realizzazione del sistema 'scienza' attraverso la creazione di nuovi concetti, ed il processo tecnologico, che porta invece alla realizzazione del sistema 'tecnologia' attraverso la creazione di nuovi prodotti, si estrinsecano in un circuito chiuso grazie all'intervento del processo sociale. Tale circuito rende possibile la creazione, l'acquisizione ed il trasferimento della conoscenza, mediante la conversione continua della cosiddetta 'conoscenza tacita' (difficilmente trasmittibile perché non esprimibile in parole, simboli o immagini) alla cosiddetta 'conoscenza esplicita' (facilmente condivisibile tramite l'uso degli elementi della comunicazione).

Il trasferimento tecnologico attraverso l'individuo rappresenta uno dei diversi meccanismi tramite cui è possibile realizzare il processo del trasferimento

tecnologico stesso. I risultati di tale studio, uniti an un insieme consistente ed adeuaguato di elementi della comunicazione sopra illustrati, rappresentano oggi la base per la strategia di promozione, in termini di design ed contenuto, del materiale promozionale (la banca dati, i poster, i depliant le brochure, ecc.) prodotto dalla Sezione Promozione del Gruppo del Trasferimento Tecnologico al CERN, come illustrato nelle seguenti figure 3, 4 e 5.

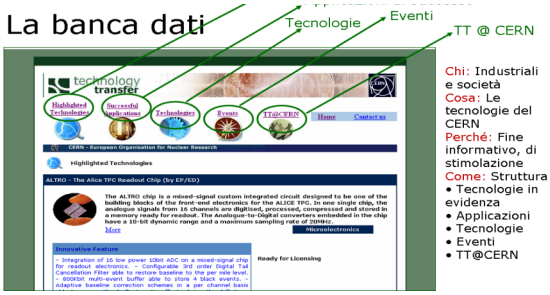


Figure 3, 4 e 5: Esempi di materiale promozionale della Sezione Promozione del Gruppo del Trasferimento Tecnologico al CERN.

4 Conclusioni

In conclusione, la teoria del trasferimento della conoscenza è stata integrata e applicata alla strategia di comunicazione tecnologica al CERN apportando elementi innovativi in tale approccio. Comunicare scienza e tecnologia deve rappresentare un motore di promozione industriale integrato nel mondo scientifico (dove anche gli sviluppi industriali hanno luogo), senza prescindere dai presupposti che regolamentano la comunicazione in modo che al massaggio comunicativo si associ un trasferimento di conoscenze.

Ringraziamenti

Desidero esprimere la mia più sincera gratitudine alla Prof. Marilena Strei-Bianchi per il suo essenziale contributo, umano e concettuale, in questa attività di ricerca innovativa ed essenziale.

Referenze

1) B.A. Bressan, A study of the research and development benefits to society resulting from an international research centre, CERN (Helsinki University Department of Physical Sciences, Finland, July 23rd 2004).

2) B. A. Bressan, I molti volti della Comunicazione Scientifica, tesi di Master in Comunicazione della Scienza (Scuola Internazionale di Studi Superiori Avanzati - SISSA di Trieste, Italy, Febbraio 1998).

3) B.A. Bressan, M. Streit-Bianchi, CERN technology transfers to industry and society, CERN TT Group (CERN, Switzerland, March 2005).

4) S. Livingstone, On the Cutting Edge, or Otherwise, of Media and Communication Research, Nordicon Information 22, n. 2, 2000 (London School of Economics and Political Sciences, UK, 2000).

5) I. Nonaka, Creating Organizational Order Out of Chaos: Self-Renewal of Japanese Firms, California Management Review, 30, n. 3:57-73 (US, 1988).

6) I. Nonaka, Chishiki-Souzou no Keiei (A Theory of Organizational Knowledge Creation), Tokyo, Nihon-Keizai-Shimbunsha (Japan, 1990).

7) J. Nonaka and H. Takeuchi, The Knowledge-Creating Company, Oxford University Press, (New York, US, 1995).

8) K. Kurki-Suonio, Ajatuksia Fysiikasta ja Todellisuudesta, in Kohti Uutta Todellisuuskäsitystä Yliopistopaino, 77-88 (Helsinki University, Finland, 1990).

9) K. Kurki-Suonio, Ajatuksia Fysiikasta ja Todellisuudesta, Dimensio 55, 8, 38-45 (Helsinki University, Finland, 1991).

10) K. Kurki-Suonio and R. Kurki-Suonio, Empiirinen Käsitteenmuodostus Fysiikassa, in A. Airola, U. Ketvel, K. V. Laurikainen, S. Liukkonen and J. Rastas (ed.) Tieteen teitä, (Helsinki University, Finland, 1992).

11) K. Kurki-Suonio and R. Kurki-Suonio, Tutkimuksen ja Oppimisen Perusprosessit, Dimensio 55 (5/1991) 18-24, and Elämänkoulu (2/1993) 4-9 (Helsinki University, Finland, 1993).

12) K. Kurki-Suonio and R. Kurki-Suonio, The Concept of Force in the Perceptional Approach, Reports from the Department of Teacher Education (Tampere University, Finland, 1994).

13) K. Kurki-Suonio and R. Kurki-Suonio, Perceptional Approach in Physics Education, Proceedings of the Finnish-Russian symposium Information Technology in Modern Physics Classroom (Helsinki University, Finland, 1994).

14) N. Visalli, Modulo 5 del Percorso formativo: Collaborare e apprendere in rete, Strumenti di Comunicazione Sincrona e Asincrona - http://www.nataliavisalli.it/livelloB (Liceo Ginnasio G. Garibaldi di Palermo, Italy, Giugno 2004); e A. Battistelli, Master in Comunicazione Pubblica - http://digilander.libero.it/corsicoinfo/mastercom (Università degli Studi di Cagliari, Italy, Giugno - Novembre 2002).

Nicoletta Salvatori

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

IL RUOLO DELL'ILLUSTRAZIONE NELLA DIVULGAZIONE DELLA SCIENZA

Nicoletta Salvatori
Rivista Scientifica QUARK

Sommario

L'illustrazione scientifica è stata per secoli l'unico sistema per trasmettere l'informazione visiva sui diversi fenomeni. Dal Rinascimento e soprattutto con l'invenzione e il progresso delle tecniche di stampa, ha avuto un'enorme importanza nella comunicazione delle conoscenze scientifiche. Anche oggi, nonostante lo sviluppo della fotografia a colori, l'illustrazione scientifica rimane lo strumento più per la spiegazione delle metodologie scientifiche e in particolare per visualizzare concetti legati alla fisica delle particelle o a quella quantistica.
L'illustrazione scientifica non si riduce infatti a un lavoro di copia della realtà. Mentre la fotografia fornisce un insieme di informazioni non totalmente interpretate, l'illustrazione opera una scelta sistematica, allo scopo di evidenziare ciò che è essenziale, organizzando un gran numero di dati in una sintesi dimostrativa che serve come una precisa descrizione.

1 Scienza, società e democrazia

La comunicazione pubblica della scienza è un fattore decisivo di democrazia.

- Oggi essere consapevoli della nostra vita e gestori del nostro futuro equivale a conoscere i percorsi della scienza, a capire i pericoli e le prospettive della tecnologia.
- Oggi essere protagonisti attivi della società vuol dire non lasciare che siano altri a governare il nostro futuro e a prendere le decisioni per noi.

- Oggi vivere pienamente la democrazia significa sapere di scienza.

2 Il dialogo tra scienza e società

Come nei matrimoni il primo passo per uscire dalla crisi è capire le ragioni dell'altro giuste o sbagliate che siano, e soprattutto far capire le proprie, confrontarsi, dialogare.
Gli scienziati *devono* parlare alla gente e la gente *deve* far sentire la propria voce *informata* anche dentro i laboratori di ricerca. I mezzi di comunicazione di massa (la televisione, la radio, i giornali specializzati e non) sono la palestra principale dove si svolge quest'esercizio democratico di confronto tra la scienza e la società. *E' il come che spesso non funziona.*

Non funziona per esempio pensare che il pubblico sia una platea amorfa e ignorante che attende di abbeverarsi alla pura fonte della conoscenza scientifica
La scienza deve tenere conto degli interessi dei cittadini, dei loro bisogni delle loro opinioni, dei valori in cui credono, delle emozioni che provano. Il mondo dei non esperti è insieme affascinato e impaurito dalla scienza e dalle prospettive della tecnologia. Ogni cambiamento è vissuto sia come una promessa sia come una minaccia ed è facile che sia la seconda la forza trainante tanto più quando l'oggetto della ricerca è di norma invisibile, misterioso, o ancora peggio tocca l'intima natura della vita, sia qualcosa che entra dentro di noi: ogm, onde elettromagnetiche, ingegneria genetica, nanotecnologie…
Tutto ciò che si comunica interagisce su quanto il cittadino sa, crede, sente.
Tutto ciò che comunichiamo deve essere onesto, non nascondere quanto di problematico sta dietro una notizia, un fatto, una applicazione tecno.
Tutto ciò che comunichiamo deve passare attraverso la mente e il cuore di chi legge e ascolta e meritare la sua *fiducia*. E a volte le parole non bastano.

3 Il ruolo del divulgatore

Un buon giornalista scientifico/un buon insegnante dovrebbe:

- non fare solo opera di didattica ma agganciare l'attualità della ricerca,

- mettere in contatto il pubblico/la classe con quello che sta avvenendo nei laboratori, *seguendo la notizia*, il farsi di una ricerca,
- mettere in relazione ogni scoperta, ricerca, studio, ipotesi, invenzione con:
  - le conoscenze acquisite,
  - le prospettive future,
  - la situazione socioeconomica,
  - la nostra vita quotidiana.

Ma in più deve *vendere* la sua merce: la notizia appunto, a un pubblico di norma distratto e disattento (e non sto parlando dei vostri studenti):

- che non ha l'obbligo di lettura come lo studente cui è data la dispensa o il testo scolastico,
- che non accetta lezioni di sorta, non le vuole, e non le cerca come fa un visitatore di museo, anzi guai a farlo sentire bisognoso di un "ripasso",
- che deve spendere i suoi soldi per leggere ciò che scrivete, non è obbligato dal docente a portare quel testo a quell'esame, né è passivo spettatore televisivo,
- che non sente un particolare bisogno di addentrarsi su un tema ostico ma deve essere invogliato, affascinato, sedotto…

Non è il pubblico che si deve interessare alla scienza è la scienza che deve cercare di rendersi interessante al pubblico, vincerne le resistenze, guadagnarsi la sua fiducia, la sua ammirazione.

4 Ragione ed emozione

Saper comunicare vuol dire saper trasformare ciò che si vuole dire in qualcosa che il pubblico vuol sapere:

- stimolando la curiosità,
- facendo leva sui suoi interessi,
- sulle sue aspettative,
- sulle sue motivazioni.

La prima cosa che si impara facendo il mio mestiere è che la bontà di una argomentazione non basta, i dati sono spesso sterili per chi non ha gli strumenti per interpretarli, *i numeri parlano solo a pochi le emozioni invece sono di tutti.*
Si rovescia qui la prospettiva della comunicazione scientifica pura dove tutto è neutro, impersonale, il linguaggio è fattuale, gergale, codificato.
Nella comunicazione pubblica della scienza si raccontano STORIE, il linguaggio è coinvolgente, l'attenzione si ottiene attraverso lo stupore, *lo stupore passa attraverso gli occhi.*
Ed è qui che entrano in gioco le immagini.
Colpire Emotivamente e' il Minimo Comune Denominatore di tutta la Comunicazione. L'imperativo è afferrare il lettore (o lo studente se preferite). E guadagnarsi la sua fiducia passando attraverso emozioni positive come:

- la curiosità,
- il piacere,
- la bellezza,
- lo stupore.

5. L'importanza delle immagini

Che le immagini possano essere *straordinari promotori della comunicazione della scienza* lo si sa almeno dall'ultimo quarto del '500 anno di nascita del primo libro scientifico illustrato. Oggi la disponibilità di buone immagini è indispensabile per proporre un argomento a volte persino per decidere di affrontarlo. La possibilità di creare *illustrazioni*, tavole didattiche semplici, dirette, comprensibili fa la differenza tra un articolo letto e uno che viene sfogliato via …
Il fatto che la nostra sia la civiltà dell'immagine non è solo un abusato cliché. Le immagini, attirano l'attenzione, suscitano emozioni immediate, aiutano la spiegazione e il racconto, creano sinergia con il testo scritto, regalano bellezza e quindi piacere alla lettura.

Tra le immagini *le illustrazioni* in particolare *valgono mille parole* o detto meglio hanno una funzione ERMENEUTICA, offrono cioè una descrizione e una

spiegazione del contenuto scientifico del testo che diversamente avrebbe bisogno di molte parole, molte sottospiegazioni, noiose e complesse con in rischio di rendere comunque incomprensibile il concetto o di far perdere all'articolo il suo bene più importante: *l'interesse del lettore.*

Il secondo grande compito dell'illustrazione e dell'immagine in generale è di essere ornamento, suggestione, bellezza.

L'immagine comunica senza mediazioni, stimola l'attenzione, il suo significato spesso va oltre il motivo per cui è stata scelta o realizzata, dipende direttamente da chi la osserva, dal contesto in cui è inserita.

Per questo creare illustrazioni per un giornale è spesso più difficile che far scrivere articoli: ne hai meno controllo sai che il giudizio su di loro dipende dagli occhi che la guardano: Semplicistica? Chiara? Efficace? Bella?

Dipende da voi che la guardate, da quanto sapete.

6 L'esperienza di Quark

In Quark le illustrazioni hanno grande importanza perché sono parte di un sistema di organizzazione del testo che si articola su 4 livelli di cui uno è costituito proprio dall'illustrazione scientifica:

- *Il testo principale* è una inchiesta giornalistica che si avvale di interviste di esperti.
- *Le tavole illustrate* che aiutano a entrare nell'argomento, cercano di inquadrare il problema nel modo più semplice e completo possibile fornendo le basi didattiche per la lettura del testo.
- *I riquadri* brevi e succosi spaziano attorno al tema e lo collegano a diversi settori della ricerca o del sapere, alle domande del senso comune.
- *I link,* rimandano ad approfondimenti ulteriori a siti internet, a letture, a indirizzi e numeri di telefono utili.

Tavole grafici e illustrazioni sono quindi *la parte didattica* del giornale devono essere chiare, leggibili, facili. Questo significa fornire sempre all'illustratore materiale d'appoggio e metterlo in grado di capire cosa sta facendo.

La tavola non è un elemento accessorio ma è sostanziale al giornale e deve essere ricca di spiegazioni e corretta sotto tutti gli aspetti. Mentre la fotografia fornisce un insieme di informazioni non totalmente interpretate, *l'illustrazione opera una scelta,* allo scopo di evidenziare ciò che è essenziale, organizzando un gran numero di dati in una *sintesi dimostrativa* che serve come una precisa descrizione non verbale ma chiara.
Ma non basta l'illustrazione vale anche come *metafora* e come *allegoria*.
Spiega, ma anche suggerisce, suggestiona, mostra ciò che non è possibile mostrare.

Recentemente su *Nature* è stata sollevata una polemica sul valore e la presenza di illustrazioni mei lavori scientifici: si sono scontrati coloro che vorrebbero più rigore e meno creatività nei report scientifici (Julio Ottino Northwest university of Illinois) e chi invece (Frank Ippolito illustrazione professionista) sottolineava il ruolo evocaticvo delle illustrazioni.
Nella comunità degli scienziati insomma si assiste ancora a una certa difficoltà a riconoscere *immagini e illustrazioni come elementi interni del discorso scientifico*, come linguaggio autonomo, concorrenziale e in certi casi più potente del linguaggio verbale. Tra i divulgatori e i giornalisti questo radicato scetticismo della scienza nei confronti della comunicazione visiva e perciò poco rigorosa sembra assurdo e scusate il gioco di parole estremamente MIOPE

7 Conclusione

Tutti noi quotidianamente siamo bombardati da dati ed informazioni difficili da comprendere e gestire. Dalla influenza aviaria all'andamento del mercato finanziario, alle nuove tecnologie indispensabili per l'innovazione, dobbiamo sempre più frequentemente *farci un'idea di cose troppo piccole, troppo astratte o troppo complesse per essere immediatamente e compiutamente afferrate dai nostri sensi.*
La visualizzazione scientifica ci viene in aiuto fornendo i processi, le tecniche e gli strumenti che trasformano questi dati in immagini che possiamo assorbire e capire.
Inoltre le informazioni diventano comunicazione e crescita quando sono trasmesse e *condivise.* Per quanto brillante e rivoluzionaria sia un'informazione, un dato o una

scoperta se non circolano e non sono comprese, rimangono lettera morta. Un'immagine, si sa, vale mille parole: utilizzare i corretti strumenti grafici semplifica il trasferimento delle informazioni e ne aumenta l'efficacia.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

LE ATTIVITÀ PER BAMBINI DELL'OSSERVATORIO ASTROFISICO DI ARCETRI

Lara Albanese
Osservatorio Astrofisico di Arcetri

Sommario

Da alcuni anni l'Osservatorio Astrofisico di Arcetri organizza alcune attività espressamente dedicate ai bambini ed alle bambine nella convinzione che appassionare i più giovani alla scienza contribuisca alla crescita di cittadini adulti consapevoli e responsabili con una conoscenza scientifica adeguata ed una cultura più completa. Verranno in seguito brevemente descritte le attività per i bambini dell'osservatorio entrando in maggio dettaglio nella descrizione delle cosiddette 2Bambineidi" iniziative periodiche espressamente dedicate ai bambini ed alle bambine della città di Firenze.

1 Perché parlare di scienza in generale e di astronomia in particolare coi bambini e le bambine?

Da tempo si va diffondendo l'idea che il modo migliore di avvicinare i bambini alla scienza e di incuriosirli verso ciò che accade intorno a loro sia di favorire e stimolare la loro naturale propensione a giocare, a toccare tutto a mettere le mani sulle cose.
Diversi soni i centri della scienza e le mostre interattive che adottano questo metodo "Hands On" anche nel nostro paese. Il successo di queste iniziative dimostra che la scienza, se proposta nel modo giusto, oltre che essere utile, può essere veramente emozionante ed entusiasmante. Su questo dovrebbe riflettere la scuola proponendo la

scienza in modo rigoroso, ma divertente ed accattivante con continui riferimenti alla realtà. Su questo dovrebbero riflettere i mezzi di comunicazione parlando di scienza in modo corretto, ma comprensibile a tutti. Su questo dovrebbero riflettere gli scienziati che talora ritengono la divulgazione scientifica un mestiere per colleghi al termine della carriera o, peggio ancora, che non hanno niente di meglio da fare.

Figura 1: Bambini giocano con le stelle in un'immagine utilizzata per esemplificare le attività coi bambini dell"Osservatorio.

Purtroppo le stelle, le galassie e gli oggetti celesti in generale non si possono toccare e richiedono quindi un modo di giocare particolare. Tuttavia, a differenza di altri oggetti scientifici, hanno la peculiare caratteristica di essere sempre disponibili a tutti, di brillare sopra le teste di tutti gli esseri viventi di questo e, forse, di altri mondi, di fare parte dell'immaginario di ognuno. Moltissime sono le filastrocche che i bimbi conoscono sulle stelle, moltissime le favole, moltissime le storie, grandissimo il desiderio di scoprire qualcosa in più sul loro straordinario mondo. Per questo motivo i bambini inseriscono volentieri le stelle nei propri giochi e accolgono volentieri l'idea di fare giochi scientifici con stelle e pianeti. Giocare con la scienza non significa essere poco rigorosi: i bambini sanno giocare e rispettare con grande attenzione le regole di ogni gioco. Giocare con la scienza non significa

acquistare complicate attrezzature:per osservare le stelle bastano gli occhi (non servono inizialmente costosi telescopi), per costruire il modello di un pianeta non occorrono complicati strumenti da comperare in negozi specializzati (bastano i gomitoli di lana o la gommapiuma), per similare il sistema solare bastano 10 bambini – il sole e i pianeti – e un grande telo blu da cui i bambini possano fare capolino.

Figura 2: Durante la bambineide "Ragazzi su Marte" il pubblico cerca di scoprire cosa succederebbe a un fiore sul pianeta rosso.

2 Le attività divulgative per i più giovani

Diverse sono le attività che l'Osservatorio organizza per bambini e ragazzi durante l'anno. Alcune di esse, sulle quali non ci soffermeremo sono legate a eventi astronomici come ad esempio il transito di Venere e Mercurio davanti al Sole o le eclissi parziali o totali di Sole. Altre attività vengono ripetute periodicamente come le cosiddette "Bambineidi" o i cicli di conferenze per i ragazzi delle scuole superiori.

Le visite all'Osservatorio e le lezioni che gli astronomi tengono presso il Planetario di Firenze hanno invece carattere continuativo e non si interrompono nel corso dell'anno se non per una breve pausa estiva.
Riportiamo di seguito un elenco delle attività di comunicazione che l'Osservatorio dedica ai bambini e ai ragazzi.
Ci soffermeremo in seguito su quelle espressamente pensate per i bambini e le bambine della scuola elementare

- **Visite guidate all'Osservatorio**. Durante queste visite, possibili unicamente su prenotazione, le classi vengono guidate all'interno dell' Osservatorio per scoprire come lavorano e cosa studiano gli astronomi sul colle dove proprio Galileo Galilei trascorse gli ultimi anni della propria vita.
- **Attività straordinarie per i bambini (le cosiddette "Bambineidi")** .Una giornata di apertura dell'Osservatorio per tutti i bambini e le bambine che ne facciano richiesta con giochi, laboratori, conferenze e visita al planetario itinerante.
- **Lezioni al Planetario di Firenze**. Gli astronomi di Arcetri tengono personalmente le lezioni presso il planetario. Da qualche anno è stato istituito un gruppo che si occupa espressamente alla comunicazione dell'astronomie nel planetario ai bambini della scuola elementare.
- **Lezioni speciali per le scuole superiori.** Ogni anno vengono tenuti in occasione della Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica lezioni per i ragazzi della scuola superiore. I testi delle lezioni sono disponibili sul sito dell'Osservatorio (www.arcetri.astro.it)
- **Angolo dei bambini sul sito del planetario di Firenze** e cd rom divulgativi. Oltre ad avere realizzato un cf rom divulgativo per i ragazzi delle scuole superiori "Da arcetri ai confini dell'universo", l'osservatorio cure i testi del sito del planetario di Firenze (www.planetario.fi.it). Una parte di tale sito, chimata "L'angolo dei bambini" è espressamente dedicata ai bambini ed ai loro genitori.

Offre, fra l'altro, la descrizione di giochi, esperimenti o approfondimenti da fare a casa o a scuola.

- **Mostre scientifiche interattive presso la fondazione Scienza e Tecnica.** Sono state organizzate diverse mostre scientifiche interattive. In particolare la mostra "luci e ombre nell'universo"era espressamente pensata per studenti della scuola primaria e media inferiore. Attualmente la mostranon è attiva, ma tutti gli exhibits sono a disposizione per eventuali nove riapertura.Si tratta di una mostra-atelier per giocare divertirsi e capire. Attraverso alcuni semplici giochi interattivi il pubblico (con età fra 6 e 100 anni) viene guidato alla scoperta delle luci e delle ombre nell'Universo. Ogni percorso ha inizio sotto la cupola del planetario e prosegue nelle stanze adiacenti dove è possibile vedersi proiettati in una galassia, salire su un pianeta illuminato da due stelle di colore diverso, guardare attraverso una lente gravitazionale e…..molto altro. La mostra atelier intende allargare l'esperienza del planetario consentendo l'esplorazione di inusuali situazioni cosmiche. I percorsi sono guidati da animatori scientifici e differenziati a seconda dell'età dei visitatori..
- **Fumetto sul Grande Telescopio Binoculare.** Un fumetto per aiutare i ragazzi delle scuole medie inferiori e superiori a capire come è stato costruito e come funziona il più grande telescopio del mondo.
- **L'Osservatorio presso altri centri:** (Città della scienza di Napoli, Museo del Balì, Università di Urbino ecc). Le attività dell'Osservatorio sono state portate anche lontano da Firenze presso altri centri della scienza o altre manifestazioni organizzate in diverse città italiane.
- **Sito della biblioteca dell'Osservatorio.** Da qualche tempo la Biblioteca dell'Osservatorio dedica un'intera sezione all'astronomia per il pubblico. Sono disponibili una sezione di risorse informative per la comunicazione e la didattica dell'astronomia e della scienza, Un elenco di libri di astronomia per ragazzi in commercio (tratti da Liber Database), una recensione al mese di un libro di astronomia per ragazzi , oltre a diverso materiale utilizzato nell'organizzazione

di alcune attività come, per esempio, "I cili di rodari, l'astronomia in filastrocche".

- **Incontri coi genitori**. L'osservatorio organizza periodicamente alcuni incontri coi genitori per discutere insieme di come avvicinare i bambini alla scienza in modo semplice e divertente.

Figura 3: Un uso improprio della biblioteca: il planetario nella sala centrale in occasione di "Ragazzi tra i buchi neri! Giochiamo con la scienza!", Arcetri, marzo 2005.

3 Le Bambineidi

Da alcuni anni l'Osservatorio Astrofisico di Arcetri, in collaborazione con l'Associazione Googol di Parma e con il Comitato per la divulgazione dell'astronomia di Firenze, organizza un'iniziativa espressamente dedicata ai bambini ed alle bambine (5-14 anni), che ha preso scherzosamente il nome di "Bambineide". Per le sue particolari caratteristiche e per la sua trasportabilità (una bambineide è stata per esempio ospitata dal Museo del Balì di saltara) questa iniziatia merita di essere descritta in maggior dettaglio.

Durante la *Bambineide* i bambini compiono un percorso assai vario che li porta ad investigare in maniera estremamente interattiva la scienza in generale e l'astronomia in particolare.

Fino ad oggi le diverse iniziative hanno riguardato tre differenti temi che venivano affrontati all'interno di un medesimo tipo di percorso.

Lo svolgimento di un intero percorso richiede due ore e trenta e le modalità organizzative consentono l'accoglienza di circa 50 persone all'ora.

Figura 4: Disegno di un bambinoni 4 anni dopo la visita al Planetario gonfiabile

Questi i titoli dei tre percorsi:

- Ragazzi fra le stelle.
- Ragazzi su Marte.
- Ragazzi tra buchi neri.

Ciascuna Bambineide propone uno solo di questi tre percorsi. Il percorso riguardante le stelle è quello più facilmente esportabile e realizzabile anche all'esterno dell'Osservatorio.

In tutti i casi la *Bambineide* è organizzata attraverso un percorso a tre tappe rappresentate da:

1) visita al planetario itinerante (accoglienza 25 persone- durata 30 minuti circa),
2) laboratorio scientifico interattivo (accoglienza 25 persone- durata 30 minuti circa),
3) conferenza spettacolo (accoglienza 50 persone- durata un'ora circa).

In alcuni casi è possibile affiancare al percorso completo un ulteriore planetario dedicato espressamente ai bambini della scuola dell'infanzia che non compiono l'intero percorso. Tutte le attività sono gestite e condotte da astronomi, fisici o comunicatori scientifici.

Figura 5: la locandina della bambineide organizzata nel marzo 2005.

Lo spirito comune delle attività delle *bambineidi* sta nell'avvicinare i bambini all'astronomia attraverso l'esperienza e l'osservazione diretta, favorendo una educazione ed una crescita attiva in cui i bambini siano reali protagonisti dell'esperienza. Il mondo circostante è il punto di partenza di ogni proposta, la finalità è di offrire un supporto iniziale alle insegnanti e agli educatori in generale per favorire l'ingresso del gioco scientifico nella scuola all'interno dei percorsi ufficiali e non solamente in occasione di eventi particolari.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

"EINSTEIN A COLAZIONE"... LA FISICA ALLA RADIO

Licia Gambarelli
INFM

L'autore non ha inviato il testo

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

LA COLLABORAZIONE ESA-RAI NEWS 24: LO SPAZIO COME FONTE DI NEWS TELEVISIVE

Stefano Sandrelli
INAF - Osservatorio astronomico di Brera, stefano.sandrelli@brera.inaf.it

Sommario

Come risultato di 5 anni di collaborazione fra ESA e Rai News 24, sono state recentemente superate le 210 interviste, con una presenza in video stimata in circa 4000 minuti. Al di là dei numeri, l'impostazione informale degli interventi e i criteri di scelta degli argomenti hanno spinto i giornalisti di Rai News 24 a considerare lo spazio come una significativa fonte di notizie quotidiane.

1 Dall'ESA awareness survey al lancio del portale www.esa.int

Nell'estate 1998, lo Science Programme Communication Service (ESA) guidato da Fulvio Drigani promosse un'indagine statistica fra i cittadini degli stati membri dell'ESA, con lo scopo di misurarne il livello di consapevolezza riguardo alle attività dell'Agenzia[1)]. L'indagine coinvolse un campione complessivo di 8350 persone, con un livello di confidenza sui risultati stimato intorno all'1.1%. L'inchiesta fu condotta per via telefonica da intervistatori di lingua madre, secondo i criteri dell'azienda incaricata, leader a livello europeo in ricerche di mercato. I risultati furono preoccupanti, ma non sorprendenti: solo il 12% del pubblico generico riconosceva spontaneamente l'ESA, contro un 54% che era in grado di identificare spontaneamente la NASA. Fornendo agli intervistati qualche parola chiave, come per esempio "spazio", la percentuale di cittadini in grado di riconoscere l'ESA saliva al 35%, mentre la NASA si attestava sul 92%. Questo dato

era in notevole contrasto con il 42% di intervistati che si dichiarava interessato (abbastanza o molto) alle ricerche spaziali, con il 63% di persone che ritenevano importante che l'Europa sviluppasse un proprio programma spaziale e con il 64% di persone che considerava fondamentale che il governo del proprio paese continuasse a investire in ricerca spaziale. Era dunque chiaro che la mancanza di consapevolezza del ruolo dell'ESA non era dovuta a un disinteresse a priori, ma a una vera e propria eclisse nella comunicazione dell'agenzia.

Come risposta, nel maggio 2000 l'ESA ha lanciato un portale web, che composto da una sezione principale in inglese e 14 sezioni "locali" (oggi 17), scritte nelle lingue dei paesi membri, che contengono news di interesse nazionale. Nel maggio dello stesso anno è partita la collaborazione tra ESA e Rai News 24.

2 Rai News 24: un canale televisivo hi-tech

Rai News 24 è un canale che trasmette in digitale 24 ore su 24, 7 giorni alla settimana, via satellite, digitale terrestre e internet. Trasmette in chiaro su Rai3, di cui costituisce parte della programmazione notturna. Rai News 24, come indica il nome, nasce come canale all-news della Rai. Fin dall'inizio il canale si è proposto come "selezionatore di tutte le fonti e i messaggi provenienti dai circuiti globali, internazionali, nazionali e locali dell'informazione,"[2)] che intende fornire al pubblico "un aggancio tra la notizia e il suo retroterra, attraverso approfondimenti immediati sul prima, il dopo e il perché degli eventi. La puntualità e l'approfondimento critico in tempo reale costituiscono una novità editoriale di Rai News 24." Alle notizie si richiede di essere "rapide, chiare, supersintetiche (non carenti, non sciatte, non banali), sempre agganciate a un approfondimento."

Il palinsesto del canale è basato su moduli di un'ora, che si ripetono secondo uno schema fisso. In particolare, i notiziari (alle 00' e ai 30' di ogni ora) sono seguiti da approfondimenti di 5 minuti: "una o più notizie vengono analizzate con servizi ad hoc, tramite interviste in videoconferenza o semplici telefonate di un inviato con più interlocutori, esperti, testimoni o protagonisti."

3 Caratteristiche della collaborazione

Le interviste al rappresentante dell'ESA (l'autore di questa nota) costituiscono l'approfondimento che viene trasmesso in diretta dopo il notiziario delle 17.00 del giovedì. Vengono poi replicate a orari diversi, a seconda del susseguirsi degli eventi, nelle giornate di venerdì, sabato e domenica. I filmati a copertura dell'approfondimento sono scelti fra quelli prodotti dall'ESA television oppure tra i filmati fatti circolare dalle agenzie giornalistiche. Il montaggio dei filmati viene opportunamente sincronizzato con l'andamento previsto dell'intervista. In generale l'intervista viene realizzata in videoconferenza tra gli studi RAI di Milano e la sede RAI di Saxa Rubra.

3.1 La scelta della notizia

Tenendo conto delle attività dell'ESA in corso, come lanci, conferenze, risultati scientifici, la scelta dell'argomento da approfondire viene fatta dal rappresentate dell'ESA, dalla Responsabile dell'Ufficio Italiano per le Relazioni Pubbliche e Istituzionali dell'ESA Simonetta Cheli e dalla redazione di Rai News 24 sulla base dei principali avvenimenti della settimana. Ne sono un esempio gli approfondimenti che riguardano le osservazioni satellitari della Terra, che possono essere facilmente introdotte ogni volta che "nell'aria" c'è notizia di condizioni meteo singolari o di allarmi climatici.
Scelta la notizia e sentito il giornalista RAI, il rappresentante ESA prepara una bozza di testo in collaborazione con un esperto scientifico dell'agenzia spaziale. La scaletta dell'intervista viene poi sottoposta al giornalista di Rai News 24, che è naturalmente libero di modificarla secondo quanto ritiene opportuno: nel corso della diretta servirà poi come canovaccio sul quale intervistatore e intervistato potranno improvvisare.

3.2 La struttura di una intervista

Il formato "approfondimento" scelto dal canale ha imposto l'intervista quale modalità di intervento. Dopo i primi mesi, nei quali si è incorsi nel rischio di

impostare la comunicazione secondo una modalità top-down rigida e formale, l'approccio è andato man mano facendosi decisamente informale. Questa scelta ha permesso di inscenare veri e propri dialoghi sullo spazio, nei quali una persona curiosa (il giornalista) non chiede "illuminazioni" al depositario delle conoscenze (lo scienziato), ma da pari a pari pone dubbi, manifesta insoddisfazioni, partecipa all'entusiasmo per una scoperta o un lancio realizzato con successo. Le eventuali spiegazioni possono essere commentate dal giornalista stesso, eventualmente mettendone in evidenza l'inefficacia o proponendo esso stesso spiegazioni alternative (figura 1). In generale è possibile individuare quattro fasi all'interno di un intervento: a) lo spunto iniziale, in cui ci si allaccia esplicitamente al fatto della settimana da commentare; b) un breve approfondimento degli aspetti più generali legati allo spunto stesso; c) la focalizzazione di un aspetto scientifico specifico e la sua spiegazione; d) le prospettive nel futuro prossimo o remoto.

Figura 1: a sinistra, una delle prime interviste (giugno 2000): il rappresentante ESA è in giacca e cravatta; a destra, nel 2005 , è in maniche di camicia. Il look si è evoluto coerentemente con la scelta di una comunicazione meno formale.

3.3 La scelta del linguaggio

Considerata la durata dell'approfondimento, l'intervista deve essere condotta con una assoluta evidenza espositiva: un lessico chiaro, che si snoda attraverso una sintassi ragionevolmente semplice, ma che – in linea con il progetto editoriale del

canale – non deve mai cadere nel banale. Occorre dunque bilanciare con attenzione l'utilizzo della subordinazione e della coordinazione, dei termini tecnici, delle figure retoriche, degli artifici divulgativi, attraverso una gestione consapevole, controllata e professionale del registro linguistico.

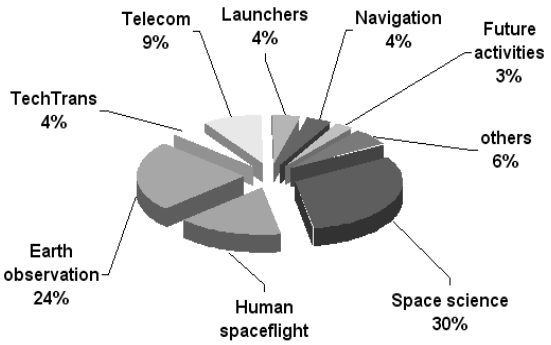


Figura 2: Suddivisione percentuale in argomenti delle interviste dal 2000 al 2005: il 30% riguarda l'esplorazione dell'universo, all'interno della quale la parte del leone è svolta dalle "notizie" provenienti dal sistema solare. Le osservazioni della Terra hanno aumentato la loro presenza nel corso degli anni, in ragione dell'attenzione crescente dei media. Per ragione analoga ma di segno opposto, le attività umane nello spazio hanno segnato un leggero declino. Trasferimento tecnologico e navigazione da satellite stanno crescendo nell'attenzione del pubblico e dovranno essere coperte maggiormente

4 Discussione: che cosa è una news?

Rai News 24 è una canale tematico costruito intorno alla nozione di *notizia*, uno dei concetti più discussi della comunicazione sui media. La sfida principale di cinque anni di collaborazione, che si è concretizzata in circa 210 interviste e circa 4000 minuti complessivi di messa in onda, riguardava proprio la possibilità reale che lo spazio potesse rivelarsi, settimana dopo settimana, una sorgente di news sempre interessanti, sempre raccontabili, sempre collegabili con il mondo reale. Al di là dei casi banali (uragani o missioni umane nello spazio, cambiamenti climatici o

applicazioni tecnologiche), grazie alla collaborazione della testata, si è riusciti ad attenerci, almeno per le news astronomiche, a una definizione di notizia apparentemente innocua ma in genere ritenuta "rischiosa", perché prescinde dall'interesse preesistente nel pubblico: è notizia qualsiasi cosa che modifica la visione accettata di un fenomeno. Una nozione, dunque, essenzialmente culturale, che impone di conquistare l'ascoltatore man mano che l'intervento si sviluppa.
Il più importante risultato di questo approccio è probabilmente il fatto che oggi Rai News 24 è portata in modo del tutto naturale a ritenere lo spazio e la scienza in generale come una fonte di approfondimenti e news televisive, al pari di qualsiasi altra attività culturale[3)].

7 Ringraziamenti

La collaborazione tra ESA e Rai News 24 è stata resa possibile da Simonetta Cheli, Responsabile dell'Ufficio Italiano per le Relazioni Pubbliche e Istituzionali dell'ESA, il lavoro capillare e appassionato di Lorena Martino (ESA) e la collaborazione di Lorenzo di Las Plassas e Stefano Masi, giornalisti di Rai News 24. Ringrazio inoltre Monica Talevi (ESA) per la presentazione dell'*ESA awareness survey* e Giovanni Celsi (Rai News 24) per le utili informazioni sul canale.

Referenze

4) S. Sandrelli et al, Giornale di Astronomia, **26**, 12 (2000).

5) R. Morrione, in www.rai.rainew24.it (2000).

6) S. Sandrelli, in proc. Communicating Astronomy 2005 (ed. I. Robson e L.L. Christensen), in press (2005).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

UN ANNO DI ESPERIMENTI DI FISICA A GEO & GEO - RAI 3

Carlo Cosmelli
Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza, 00185 Roma

Sommario

La comunicazione scientifica tramite televisione ha alcune caratteristiche che la differenziano da ogni altro tipo di comunicazione. In particolare richiede tempi brevissimi e linguaggio estremamente semplice. In questo articolo verrà presentata l'esperienza fatta dall'autore nella realizzazione di semplici esperimenti di Fisica nell'ambito della trasmissione GEO & GEO che va in onda quotidianamente su RAI3.

1 Introduzione

Durante l'ultimo anno (il 2004-2005) ho iniziato una collaborazione con la trasmissione Geo & Geo su RAI 3 per eseguire in diretta una serie di brevi esperimenti di Fisica. In questa presentazione verranno descritte le principali caratteristiche della trasmissione, rivolta essenzialmente ad un pubblico di conoscenze scientifiche medio-basse, le problematiche relative a questo tipo di comunicazione, che richiede tempi brevi con ancor più brevi spiegazioni, ed alcuni feedback avuti sul lavoro fatto.

2 "Geo & Geo" e "Cose dell'altro Geo"

Geo & Geo è una trasmissione che va in onda su RAI 3 dal Lunedì al Venerdì dalle 17 alle 19, divisa in due parti: Cose dell'altro Geo fino alle 18 e Geo & Geo fino

alle 19. La trasmissione è seguita da un pubblico di circa 1-2 milioni di ascoltatori di livello variabile a seconda dell'ora. In massima parte casalinghe, qualche ragazzo, o in ogni caso persone che non lavorano nella prima parte della trasmissione, con uno spostamento verso un pubblico culturalmente più avanzato man mano che ci si avvicina al Telegiornale delle ore 19.
Gli argomenti trattati sono (in ordine di quantità del tempo dedicato): Natura, Animali, Luoghi e Tradizioni popolari italiane, Scienza e sue applicazioni. Il formato è quello di una sequenza di notizie in studio, documentari, giochi in studio, brevi esperimenti in studio e dimostrazioni scientifico-tecnologiche.

2.1 Gli esperimenti a Cose dell'altro GEO

La gran parte degli esperimenti è stata effettuata nell'ambito di "Cose dell'altro Geo" secondo lo schema seguente:

- Cosa succede se….
  - Veniva proposto un semplice sperimento di Fisica, senza eseguirlo fino in fondo, e si chiedeva cosa sarebbe successo.
- Venivano proposte tre possibili risposte, di cui una sola corretta
- Ci si collegava telefonicamente con uno o più ascoltatori, che avevano telefonato in precedenza chiedendo di partecipare al gioco e che davano una delle risposte proposte.
- Eseguivo in diretta l'esperimento fino alla fine mostrando il risultato corretto.
- Davo una breve spiegazione di quello che era successo.
- Davo una tipica applicazione del fenomeno osservato nella vita di tutti i giorni.

Tutto durava circa 6'-8', gli esperimenti effettuati sono stati 22 fra il mese di Ottobre 2004 ed il Maggio 2005.

2.2 Gli esperimenti a Geo & Geo

In questo caso il formato delle presentazioni era differente, articolandosi come segue:

- Nella mezz'ora precedente veniva presentato l'esperto e l'argomento del tema da trattare.

- Seguivano 30' in cui gli ascoltatori potevano telefonare all'esperto per porgli domande sul tema proposto.
- Quindi venivano proposti in diretta una serie di mini-esperimenti o dimostrazioni sul tema proposto.

In quest'ambito sono stati presentati quattro temi, ognuno della durata di circa 10'-15':

- Fulmini – Scariche elettrostatiche – La macchina di Wimshurst
- Cieli blu e tramonti rossi – Come fare il tramonto in casa.
- la Natura a –200 ^{o}C, materiali superconduttori, levitazione magnetica.
- Attrito, l'attrito dell'acqua e la cementificazione del letto dei fiumi, attrito per induzione magnetica, frenamento per induzione.

E' stato inoltre fatto un breve intervento sul significato di giocare i numeri ritardatari a Lotto, nel periodo in cui mezza Italia provava a giocare al Lotto il 34 che non usciva sulla ruota di Venezia (ovviante il 34 è stato estratto il giorno seguente!).

3 Commenti e Tecniche utilizzate

Questo tipo di comunicazione pone due problemi essenziali: il target culturale degli ascoltatori, che non sono certo degli specialisti, né tanto meno degli appassionati di scienza, e la ridotta durata degli interventi, che si devono concludere in tempi molto brevi.

Le caratteristiche che ho ritenuto dovessero avere gli interventi sono state quindi le seguenti:

- Gli oggetti utilizzati negli esperimenti dovevano essere per lo più oggetti di uso comune, o comunque acquistabili a poco prezzo. Questo per rendere possibile la ripetizione a casa degli esperimenti, per chi fosse interessato. Ed anche per mostrare come sia possibile "fare scienza" semplicemente e senza particolari attrezzature.
- Quello che succedeva nell'esperimento doveva essere strano, inusuale e inaspettato.

- La spiegazione: deve essere semplice e chiara, ma non può essere completa né precisa.
- I commenti: devono far riferimento a cose reali.

Gli scopi che mi sono proposto:

- Far vedere come si possono realizzare in casa esperimenti divertenti spendendo meno di 10 euro.
- Far vedere che spesso è possibile dare una spiegazione semplice di cose complicate.
- Far nascere la curiosità di saperne di più.

4 Il sito in rete

In aggiunta alle (poche) informazioni date in diretta, ho preparato una sezione del sito RAI dedicato a GEO 1) , dove erano raccolte le schede relative agli esperimenti trattati. In Figura 1 si può vedere un esempio della parte iniziale di una tipica scheda.

Nella scheda venivano date, oltre alle istruzioni per fare l'esperimento, anche informazioni supplementari sulla fisica dell'esperimento, su possibili sviluppi, altre misure da farsi sullo stesso sistema, i "trucchi " per essere sicuri della riuscita dell'esperimento etc…

Lo scopo che mi sono proposto con questi esperimenti è stato quello di mostrare che la Fisica non è altro che il mondo che ci circonda, e che non è possibile "decidere" di non capire la Fisica, come talvolta succede anche con la matematica.

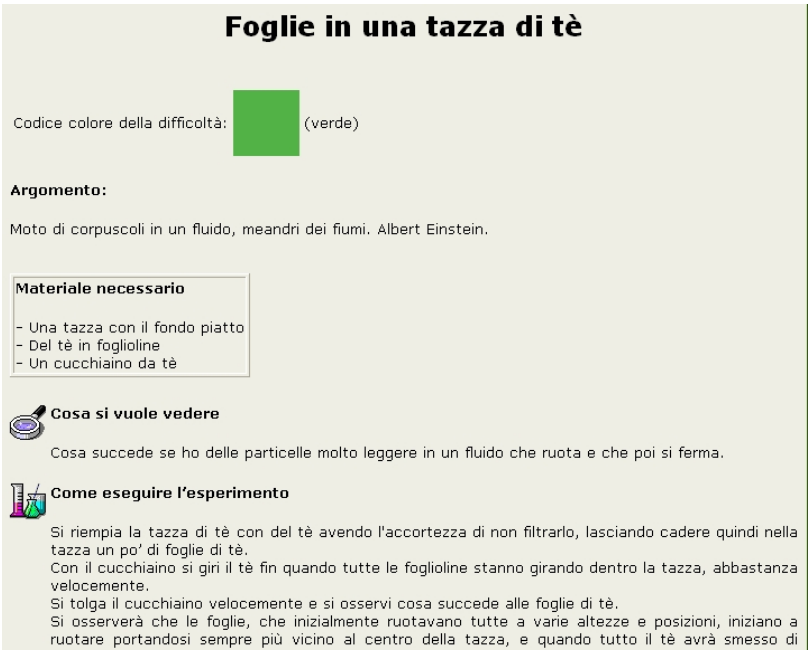


Figura 1: La parte iniziale di una tipica scheda.

5 Risultati e feedback

Premetto che tutti i risultati ed i feedback avuti non sono delle serie analisi statistiche, ma dei campioni che non necessariamente rispecchiano le impressioni e le reazioni della gran massa di pubblico. Tuttavia sono tutte le informazioni di cui sono venuto a conoscenza e mi sembra in ogni caso significativo riportarle.

1) Mi risulta che il momento dell'"esperimento di Fisica" fosse particolarmente apprezzato da gruppi di ascoltatori di fascia medio-alta, ne è un indice anche l'alto numero di telefonate (un continuo nei 30' a disposizione) che ricevevo come "esperto".
2) Ho avuto notizia che in altre Università sono stati utilizzati gli esperimenti da me fatti ed il materiale in rete per replicare le esperienze in ambito didattico.

3) Ho invece avuto qualche riscontro negativo da Docenti di Scuole Medie o Superiori che lamentavano l'eccessiva semplificazione o approssimazione delle spiegazioni date. Devo affermare che in questo caso rimango della mia opinione: penso che sia preferibile parlare semplicemente in maniera divertente, che essere assolutamente completi ed esaustivi, non dicendo poi nulla di interessante.

Referenze

1) C. Cosmelli, La Fisica in casa, sul sito della RAI: http://www.geo.rai.it

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

LA SONIFICAZIONE DEI DATI SPERIMENTALI COME STRUMENTO DI DIVULGAZIONE SCIENTIFICA

Domenico Vicinanza
DMI – Università di Salerno

Sommario

In questo lavoro viene presentata la sonificazione dei dati sperimentali come strumento alternativo per la divulgazione e la comunicazione scientifica. La sonificazione è la traduzione in formato udibile di informazioni normalmente codificate in altra forma, tabelle, grafici, elenchi, ... Grazie all'estrema sensibilità dell'orecchio umano, tale traduzione si presenta come strumento di eccezionale rilevanza sia dal punto di vista scientifico che didattico/divulgativo. Nell'articolo che segue, dopo una breve introduzione generale, sono presentati e discussi alcuni esempi di sonificazione di dati sperimentali, fornendo più o meno direttamente una serie di spunti per i diversi utilizzi di questo importante strumento

1 Introduzione: cos'è la sonificazione dei dati sperimentali

La sonificazione dei dati sperimentali sta diventando uno degli strumenti di analisi più versatili e potenti oggi a diposizione. In termini generali, parliamo di sonificazione ogni volta che traduciamo in formato udibile grandezze o proprietà di un certo sistema codificate in qualsiasi forma (elenchi di numeri, parole, tabelle, grafici, ...). Possiamo quindi dire che la sonificazione è l'analogo acustico della visualizzazione grafica.

I vantaggi di una tale rappresentazione sono molteplici e sono legati alla grande capacità del nostro orecchio di distinguere suoni con altezze diverse (caratteristica che possiedono bene o male tutti, i musicisti in modo particolare) timbri diversi

(chiunque è in grado di distinguere una persona da un'altra ascoltandone la voce), durate ed intensità diverse. Innanzitutto possiamo osservare che la sonificazione, ovvero la conversione in formato udibile delle informazioni, consentendo un approccio uditivo e non visivo, permette anche a persone non vedenti (o ipovedenti) di poter fruire di strumenti di studio e/o analisi altrimenti a loro interdetti. Inoltre la sonificazione potenzialmente consentirebbe ad un pubblico anche di non esperti di comprendere fenomeni quali le transizioni tra diversi stati di un sistema (transizioni di fase, ad esempio, attraverso una rappresentazione sonora sensibile al parametro d'ordine).

Il concetto che è alla base della sonificazione è la corrispondenza tra le grandezze del sistema da sonificare e le proprietà acustiche (frequenza, intensità, timbro, durata) dei suoni che rappresenteranno tali grandezze nel segnale audio. A seconda delle caratteristiche che avrà a questa mappa, cambierà l'efficacia o addirittura il senso della sonificazione. Possiamo dire che, ovviamente, molto dipende dal tipo di risultato che ci aspettiamo dall'operazione di conversione sonora delle informazioni. Se ad esempio vogliamo semplicemente sonificare lo stato di un sistema che può assumere solo due configurazioni, acceso e spento, allora una sonificazione possibile può essere la presenza o meno di un suono (presenza=acceso, assenza=spento). In maniera equivalente però possiamo utilizzare un informazione di carattere timbrico, ad esempio prendiamo una melodia e la facciamo suonare da uno strumento, un flauto, se il sistema è acceso e da un altro, un violino, se è spento. Entrambe le nostre sonificazioni, seppur molto diverse, soddisfano i requisiti fondamentali di intelligibilità e univocità della corrispondenza tra le grandezze da rappresentare acusticamente e le proprietà dei suoni (o delle melodie).

Nonostante la rilevanza della sonificazione dei dati sperimentali fosse da tempo riconosciuta dalla comunità scientifica, il suo uso nella ricerca scientifica non aveva mai preso piede a causa dell'elevato costo delle risorse di calcolo necessarie per costruire isuoni.Per generare infatti un minuto di audio ad alta qualità (tipo quella di un CD), occorrono oltre due milioni e mezzo di calcoli matematici, per essere precisi 44100 per ciascun secondo di musica. Oggi è possibile affrontare il problema, da una parte grazie alla maggiore potenza dei computer a nostra

disposizione, dall'altra grazie allo sviluppo di progetti nazionali ed europei per unire le risorse di calcolo come European Data GRID.
Il termine GRID nacque a metà degli anni novanta per indicare un sistema di computazione distribuito (ovvero non localizzato in un unico centro di calcolo, in un'unica università, ma che fosse composto da risorse situate in luoghi geograficamente distinti uniti grazie ad una rete informatica) per applicazioni avanzate nell'ambito dell'ingegneria e delle scienze. L'obiettivo era quello di costruire una nuova generazione di infrastrutture di calcolo, capace di gestire su vasta scala database, pacchetti software, dati, per centinaia e centinaia di Terabytes.
Grazie a progetti su larga scala, come GRID appunto, il reperimento delle risorse computazionalinon è più un problema e si apre una vera propria frontiera, quella della generazione di immagini acustiche e di paesaggi sonori, con lo scopo di istruire, educare, divertire, studiare ed analizzare dati.

2 Un esempio dal mondo dell'elettrostatica

Un esempio di sonificazione che viene dal mondo della fisica può essere quello dell'andamento del campo elettrico e del potenziale per un semplice sistema di elettrostatica. Consideriamo una sfera carica, di raggio R e supponiamo di voler sonificare la variazione del campo elettrico passando dall'esterno della sfera al suo interno per poi tornare di nuovo al suo esterno. Sappiamo che all'esterno della sfera il campo elettrico è

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \tag{1}$$

mentre al suo interno il campo è nullo. Il valore del potenziale invece è:

$$V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} \tag{2}$$

Una sonificazione può essere allora realizzata attraverso la seguente mappa:

$$\begin{gathered}\text{Frequenza} = \text{costante} \times \text{E, per il campo elettrico} \\ \text{Frequenza} = \text{costante} \times \text{V, per il potenziale elettrico}\end{gathered} \tag{3}$$

In questo modo associamo a valori via via più elevati di campo elettrico e di potenziale, suoni man mano più acuti, viceversa per valori più bassi della grandezza fisica, suoni gravi.

Un esempio altrettanto valido di sonificazione poteva coinvolgere le intensità dei suoni piuttosto che le altezze come nel caso precedente. A valori di campo o potenziale più alti corrispondevano suoni più forti e a valori di campo o potenziale più deboli, suoni meno forti.
Le relazioni espresse dalle formule (3) e (4) contengono un'ulteriore informazione: non solo al crescere o decrescere del campo (o del potenziale) cresce o decresce la frequenza del suono, ma il modo in cui cambia il suono è esattamente lo stesso con cui cambia la grandezza fisica. Ad una decrescita più o meno ripida corrisponde una descrescita della stessa entità del parametro acustico scelto (frequenza, timbro, intensità, ...)

3 La sonificazione in astrofisica

Uno dei primi esempi moderni di sonificazione di dati scientifici lo troviamo in astronomia con la sonificazione delle onde rilevate dalla sonda Cassini nel suo avvicinamento a Giove. Tali onde sono vibrazioni impercettibili nel gas di particelle cariche che riempie lo spazio tra il Sole ed i suoi pianeti. La sonificazione, attraverso un processo di mappatura sonora le rende udibili. In altre parole, la sonda riceve i segnali da Saturno sotto forma di onde radio o microonde (che non sono udibili), attraverso il calcolatore poi si opera facendo una operazione di riscalatura che i musicisti chiamano trasposizione. Quello che ascoltiamo dunque non è il suono delle particelle cariche di Saturno ma una loro rappresentazione acustica esattamente come un diagramma o una foto sono rappresentazioni grafiche. In fig. 1 è mostrato lo spettro del suono relativo all'attraversamento del vento solare da parte della sonda. Ulteriori immagini o suoni si possono vedere o ascoltare sul sito:
http://www.jpl.nasa.gov.

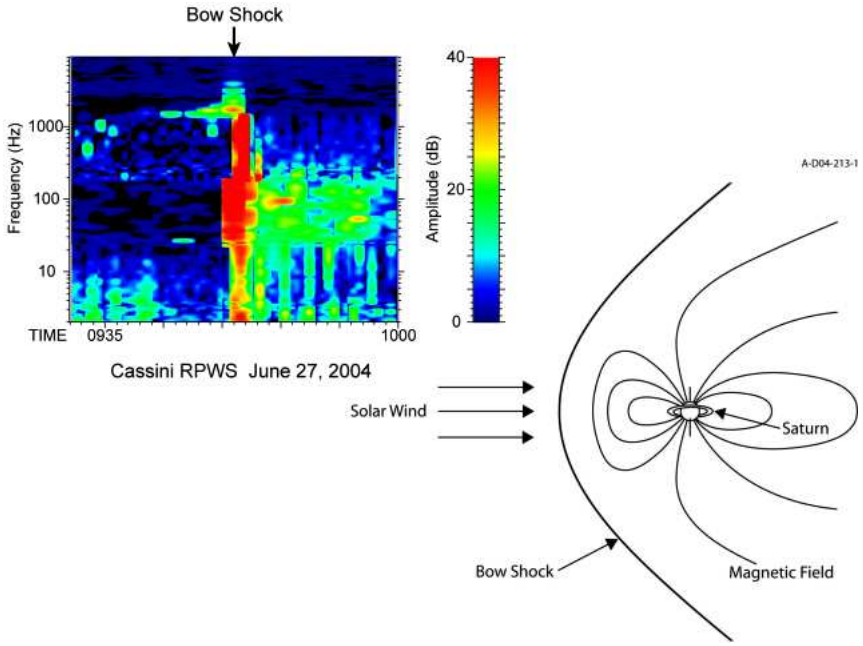


Figura 1: Sonificazione dell'onda d'urto elettromagnetica relativa all'attraversamento del vento solare da parte della sonda Cassini (Fonte NASA, http://www.jpl.nasa.gov)

4 Altri esempi: sonificazione di segnali dall'oceano o dalla borsa

Altri esempi di sonificazione, usati questa volta per scopi artistici sono dovuti a due artisti e scienziati uno californiano, l'altro italiano. Il primo, Bob Sturm[4)] si è occupato della sonificazione di dati provenienti da 30 boe disposte lungo la costa californiana con sensori che rilevano il movimento delle masse d'acqua in profondità. In questo caso viene associato un suono all'insieme di dati raccolti dalle boe e alla loro posizione. Il secondo, Fabio Cifariello Ciardi[1)], ha realizzato un'istallazione audio video in cui i vengono sonificate le variazioni in tempo reale di 30 titoli azionari scelti dal pubblico fra quelli quotati al momento sul mercato americano dei titoli tecnologici (NASDAQ). La dinamica, le correlazioni tra i

diversi titoli, le dinamiche imprevedibili o logiche consentono di sperimentare le potenzialità della sonificazione.

5 Sonficazione dei sismogrammi dell'Etna

La sonificazione dei sismogrammi dell'Etna[3)] è stata messa a punto dall'autore su invito dell'INFN di Catania ed in collaborazione con il progetto TRAC (Tecnologia e Ricerca per le Arti Contemporanee) e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sezione di Catania. Il punto di partenza sono stati i dati raccolti dai sismografi digitali disposti sulle pendici del vulcano siciliano. I dati sono stati innanzitutto riscalati per assumere valori nell'intervallo -1,1. Viene quindi costruita una forma donda la cui evoluzione nel tempo segue esattamente qualla dei dati sperimentali. Regolarità nei dati si riflettono in regolarità nella forma donda e quindi in certe caratteristiche timbriche del suono. Ascoltando (o analizzando con strumenti automatici) il suono è possibile avere informazioni sul sismogramma, è possibile sapere se ci si sta avvicinando ad un'eruzione e si può avere un'idea dell'entità del fenomeno.
Oltre a questo tipo di sonificazione, in cui viene generata una forma d'onda sonora che rispecchia le caratteristiche del sismogramma, codificando nel timbro del suono le peculiarità strutturali del segnale sismico, è possibile costruire un'altra sonificazione alternativa. Ad ogni valore del sismogramma digitale viene associata una nota sul pentagramma: in questo modo sequenze di dati regolari nel sismogramma diventano così sequenze melodiche regolari. I segnali sonori generati attraverso la sonificazione dei sismogrammi possono essere utilizzati per scopi artistici (computer music). Esempi di spartiti, di suoni e di melodie generati con queste due sonificazioni sono disponibili sulsito http://grid.ct.infn.it/etnasound

6 Conclusioni

Concludendo possiamo dire che la sonificazione dei dati sperimentali, ovvero la traduzione in formato udibile di informazioni di diverso carattere relative ad un sistema in esame presenta i seguenti vantaggi: innanzitutto permette il completamento delle informazioni visive (divulgazione). Inoltre consente di ottenere

una rappresentazione particolarmente efficace dei dati (facilità di memorizzazione ed analisi) ed infine, estende la fruibilità di metodologie di indagine a categorie di utenti quali i non vedenti.

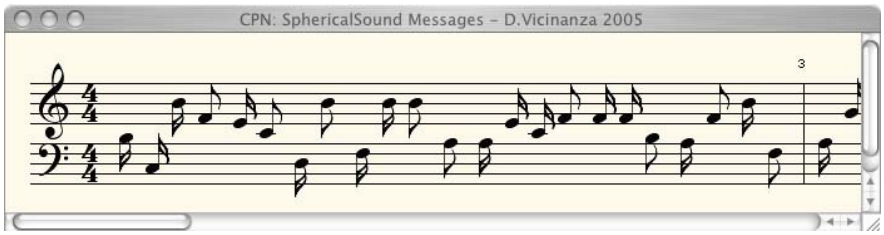



Figura 2: Estratto da uno spartito ottenuto dalla sonificazione dei sismogrammi dell'Etna (http://grid.ct.infn.it/etnasound)

Referenze

1) F. Cifariello Ciardi: The Sound of NASDAQ (40 Festival di Nuova Consonanza, Rome, Italy)

2) The INFN-GRID project http://grid.infn.it

3) Etna sonification: http://grid.ct.infn.it/etnasound, http://www.musicainaudita.it

4) B. Sturm: Surf Music: Sonification of Ocean Buoy Spectral Data (Proceedings of the 2002 International Conference on Auditory Display, Kyoto, Japan, July2002).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

SUONI: LA TRASFIGURAZIONE DEI RUMORI

Giovanna Saviano
DICMMPM, Università degli Studi di Roma "La Sapienza" Via Eudossiana 18, 00184 Roma

Sommario

Il contributo audiovisivo presentato fa parte di una mostra collettiva, allestita dal Gruppo dei Musei dell'ateneo "La Sapienza", avente come argomento "I Suoni" [1)]. La mostra intendeva raccogliere e mostrare le tracce e le finalità dell'uso, praticato dall'uomo, dei suoni nei più disparati campi culturali, delle scienze e tecniche, con scopi diagnostici, manipolatori ed esploratori, in quella che è una sua una naturale attitudine a fruirne. Si pensi solo a come un uso più articolato dell'apparato vocale sembra abbia decretato, secondo gli antropologi, il successo dell'Homo Sapiens sull'uomo di Neandertal. Nel breve filmato vengono "illustrati" i suoni derivanti dalle varie attività di una miniera o cava. Una sequenza di esplosioni sui fronti di abbattimento, di ritagli e rovesciamenti di bancate, di riquadrature dei blocchi semplifica la comprensione di operazioni difficili da descrivere che sono quelle legate alla coltivazione mineraria.

1 Introduzione

Il gruppo dei Musei d'Ateneo dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" riunisce tutti i musei afferenti a vari dipartimenti e che sono di supporto alla didattica. Sono luoghi in cui si tengono esercitazioni ed attività di laboratorio, luoghi in cui gli studenti possono osservare e conoscere fisicamente, tattilmente anche, gli oggetti del loro studio. Ma sono anche disponibili ad ospitare scolaresche e pubblico esterno interessato a visitarli.

Periodicamente i musei si riuniscono in mostre collettive attorno ad un tema unico, mostre anch'esse aperte al pubblico, ad esempio durante la "Settimana della Cultura Scientifica", o nel caso della celebrazione del Settecentenario della "Sapienza" caduto lo scorso anno. L'obbiettivo fondamentale di queste mostre è quello di sottolineare l'efficacia dell'interdisciplinarità nell'offrire punti di vista differenti, soluzioni stilistiche variegate, rappresentazioni molteplici ad un unico tema. In un momento in cui la specializzazione dei percorsi formativi è sempre più spinta e precoce, la possibilità dello studente di venire a contatto con discipline differenti da cui mutuare i metodi di analisi e studio al fine di trovare soluzioni ai propri problemi è piuttosto difficile, almeno nel percorso di formazione "studentesco". Ognuno impara e tende a risolvere i problemi con i mezzi "propri" della sua disciplina/scienza.

Il video che è stato proiettato durante la conferenza è parte della mostra che si è tenuta presso il rettorato della "La Sapienza" e che ha visto i musei d'ateneo, 19, sviluppare ognuno secondo le proprie caratteristiche, linguaggio e pertinenze scientifiche il concetto di Suono. Una sorta di esercizio di stile, eseguito declinando in 19 modi un tema comune.

Il breve video è costituito da veloci immagini montate in sequenza, relative alle varie attività che si svolgono in un ambiente complesso come quello di una miniera o di una cava che altro non è che una miniera a *cielo aperto*. Una silloge delle attività di coltivazione e valorizzazione delle materie prime.

Sembra un ossimoro una "mostra" sui "suoni", in cui tra l'altro nessuno dei musei partecipanti ha pensato ad istallazioni puramente sonore. Ma si sa che la competizione tra questi due sensi nell'uomo che ha "mentalità visiva e uditiva" secondo gli etologi, è stato nell'antichità leggermente a favore della vista, ritenuta da Platone, Aristotele Eraclito il più acuto dei sensi, quello che permette una conoscenza più attendibile delle cose. Alcuni filosofi contemporanei ritengono la vista il più "teoretico dei sensi" [2] sebbene l'udito si offra come maestro di linguaggio da sempre. Principale mezzo di trasmissione della cultura.

La vista del resto offre la possibilità di una simultaneità di rappresentazione delle informazioni che la tipica sequenzialità temporale del suono non permette [3), 4)] .

La rappresentazione per immagini insomma rende più semplice la comprensione anche dei suoni, o dei rumori come nel caso in oggetto.
Parlare e divulgare, comunicare o affascinare uno qualunque dei pubblici possibili con un "argomento" come la miniera è arduo; la miniera che viene percepita come il luogo in cui si perpetra lo scempio della natura, un luogo nell'immaginario,vetusto, sporco, polveroso, faticoso senza appello, subìto, e nella realtà un ecomostro da chiudere, bonificare e/o riconvertire, da restituire alla comunità se in luoghi antropizzati o alla natura, nel migliore dei casi da riconvertire in parco geominerario, parlare di coltivazione di georisorse in un paese che dipende per l'80% dell'approvvigionamento delle materie prime dall'estero e che ha raggiunto la parità con il fabbisogno interno solo nel caso di pochi minerali e rocce industriali, parlare di giacimenti minerari in un paese che sente fortemente il problema della compatibilità ambientale è difficile.

2 L'Arte Mineraria

Un museo come quello di *Arte e Giacimenti Minerari* custodisce ed espone documenti di un "*ambiente*" complesso in cui però tutte le emissioni sonore sono inesorabilmente ed inequivocabilmente etichettate come "*inquinamento acustico*". L'ambiente cui si fa riferimento è la *miniera* e dunque anche la *cava* che altro non è che una miniera a "*cielo aperto*". Questo complesso ambiente è l'insieme di componenti fisiche, di lavorazione, legislative e sociali che comprendono sia i dintorni spaziali sia le contiguità, rapporti e relazioni con il consorzio umano; insomma racchiude tutto ciò che è coinvolto nelle operazioni di "coltivazione" delle rocce e dei minerali utili [5)]. In *Arte Mineraria* l'arte è intesa come dal latino *ars* non solo nell'accezione che traduce η τεχνη (/'tɛknɛ/: cioè propriamente ogni abilità materiale o spirituale in quanto si mostra attiva) ma anche, metonimicamente, come teoria, l'insieme cioè delle regole che governano ogni arte o scienza; in questo caso quella appunto mineraria. I suoni di cui si parlerà sono, dunque, la conseguenza delle applicazioni degli "artisti minerari" nei luoghi ricchi di risorse in natura la quale diviene, così, un inconsueto mezzo sonoro.

3 I suoni nelle miniere

Le varie fasi dell'attività di una miniera sono legate tra loro da una ciclicità che fa ricordare i sordi echi delle "volate" nelle miniere che risuonano come tuoni in lontananza sempre alle stesse ore. Il ciclo di estrazione e di lavorazione delle materie prime utili varia a seconda del tipo di materiale, della sua destinazione d'uso, del suo valore economico, della sua giacitura fisica nel territorio e da molti altri complessi fattori contingenti e non. Così le rumorose attività di una cava e di una miniera variano da ambiente ad ambiente. In una cava di granulati (inerti per l'edilizia) si udranno le esplosioni istantanee o microritardate di mine per l'abbattaggio del fronte ed i rumori (questi sì inappellabilmente inquinanti) dei ripper, delle pale e dei dumper che caricano il materiale frantumato. In una cava aperta per la coltivazione di caolino (principale componente delle ceramiche), che utilizzi il sistema con getto ad alta pressione comandato a distanza da monitor, un potente getto d'acqua verrà diretto sulla massa di roccia frantumata e ammucchiata provocando un rumore molto simile a quello del mare sugli scogli in lontananza o del salto dell'acqua da un'alta cascata. L'acqua dilaverà il minerale utile che scorrerà in una torbida veloce verso le vasche di decantazione per essere qui successivamente recuperato (si veda figura 1). In una cava adibita alla coltivazione di rocce ornamentali si udranno i lunghissimi fili diamantati tagliare costantemente e ininterrottamente un intero fronte di cava o, più corti, al telaio i blocchi già cavati. Si udranno, accanto ai rumori dei motori dei compressori e dei martelli pneumatici, i giornalieri boati del rovesciamento delle bancate a volte preceduti da un irriproducibile crepitio metallico, quando la bancata si frantuma nella caduta prima di raggiungere il baggiolo (o letto di caduta). Ancora dopo tanti anni di lavoro in cava e migliaia di ripetizioni di alcune operazioni, diversi lavoratori, che hanno assistito alle riprese del rovesciamento di una bancata, hanno colto l'unicità dell'evento, pur conferendo loro ad un fronte di cava, per elezione, una consuetudine di problematiche, quelle date dalla sua posizione e dimensione (altezza, larghezza, profondità) che possono essere diverse in una cava, nei suoi vari fronti. Si possono udire, dove ancora è in uso tale tecnica di riquadratura dei blocchi, i colpi dei

martelli su cunei o su aste di metallo disposte in fila su di un blocco per ottenerne il taglio in più parti o per parallelizzarne i lati prima che vengano portati ai telai che li trasformeranno in lastre. In una miniera vera e propria, in sotterraneo, si udranno i fragorosi rombi delle volate (una volata è l'esplosione di un certo numero di mine disposte in modo da abbattere un fronte di scavo) ed i rumori dei motori e dei compressori; se nella stessa miniera saranno presenti anche gli impianti per il primo trattamento dei minerali si udranno, nelle aree destinate a questi processi, i rumori di tutte le macchine, frantoi, mulini, impianti di flottazione, tavole a scosse, separatori vari, nastri trasportatori che effettivamente poco o nulla hanno del "suono" sebbene questo possa essere definito come: - Sensazione suscitata dai fenomeni che stimolano il senso dell'udito, alla cui origine vi è il moto vibratorio di particelle appartenenti a un mezzo materiale (gas, liquido o solido) [6].

Figura 1: Coltivazione di caolino mediante un getto d'acqua ad alta pressione contollato da monitor.

4 I suoni esploratori

Sinora si sono considerati i vari suoni e rumori legati alle fasi di coltivazione delle materie prime; in qualche modo sono subìti dalla necessità di approvvigionarsi di materie prime, e che per questo motivo sono di maggiore impatto sfavorevole

sull'uomo. Tuttavia il suono nella sua accezione più ampia di onda meccanica, di varia lunghezza (basse frequenze, suoni, ultrasuoni) viene ampiamente utilizzato anche in fase di prospezione mineraria e di monitoraggio in particolari stadi o sistemi di coltivazioni. In questo tipo di applicazioni, qualunque sia la lunghezza d'onda utilizzata, ciò che rende le informazioni ottenute fruibili è la trasposizione di questi suoni in immagini, in profili sismici, in onde, in contorni tridimensionali (si veda figura 2).

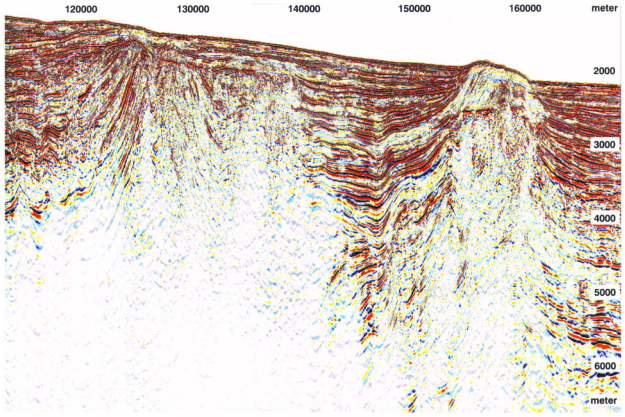


Figura 2: Profilo sismico di un'area di costa prospiciente il Brasile; si mostra la ricostruzione delle strutture in profondità mediante l'elaborazione dei segnali acustici.

Sono suoni a basse frequenze (<1000 Hz) i "*colpi di tensione*" prodotti dal disturbo sul sistema di tensioni e di sforzi determinato dalla coltivazione dell'ammasso roccioso. La rilevazione dell'andamento delle frequenze dei microsismi permette di prevedere i rilasci di energia meccanica; un aumento della frequenza dei microsismi indica che si è vicini al rilascio del "*colpo*". Dei suoni si avvale la sismica a riflessione, rifrazione e trasmissione ampiamente utilizzata per la ricostruzione dell'andamento in profondità di strutture geologiche (giunti di stato, fratture, faglie) interessanti dal punto di vista giacimentologico, ma anche per caratterizzare i terreni e gli ammassi rocciosi dal punto di vista elastico e strutturale.Nella prospezione per

rocce ornamentali il georadar fornisce dati utilissimi sullo spessore degli strati e sullo stato di fratturazione della roccia e quindi sul "tenore" del possibile giacimento.

Ancora, ultrasuoni, in sistemi di rilievo sonar, vengono impiegati per la rappresentazione in 3D, la modellizzazione geomeccanica delle cavità prodotte dalla coltivazione per "*solution mining*" di giacimenti di sale. In miniere di questo tipo la coltivazione avviene tramite l'immissione a pressione di acqua dalla testa di un pozzo e la relativa risalita di una salamoia che viene messa a decantare in vasche e inviata successivamente all'impianto di trattamento. I resti di questo tipo di coltivazione sono cavità singole, se la coltivazione avviene per pozzo unico e multiple, se per più pozzi. Con un sistema di rilevazione sonar vengono fatte misure di subsidenza e analisi di rischio per la formazione dei "*camini di collasso*" che sono generati appunto dal crollo del tetto di queste cavità; quelle multiple, peraltro, danno maggiori problemi di stabilità e maggiori frequenze di "*collasso*" del tetto (si veda figura 3). L'interesse per la valutazione della stabilità di simili cavità può avere una duplice origine: la messa in sicurezza durante e dopo le fasi di coltivazione e la destinazione d'uso di queste cavità per lo stoccaggio di idrocarburi, gas o altro, e chissà anche di rifiuti particolarmente nocivi (il sale, infatti, garantisce la completa impermeabilità a infiltrazioni e perdite, nonché una risposta plastica allo stress indotto da eventuali sollecitazioni tettoniche).

E' in una di queste cavità saline che un artista svizzero, Oscar Wiggli, ha deciso di sperimentare la propagazione del suono[7)]. E' stato riprogettato appositamente il trasmettitore di impulsi ad ultrasuoni in modo che potesse emettere suoni, semplici o elaborati dall'autore e da captare il segnale rinviato dalla superficie interna della cavità in un punto scelto che offrisse le migliori possibilità per la riflessione. La cavità di circa 300.000 m^3 era riempita da gas metano ad una pressione di 100 bar; il risultato dell'esperimento è un cd suggestivo ed evocativo che è parte del filmato presentato in mostra.

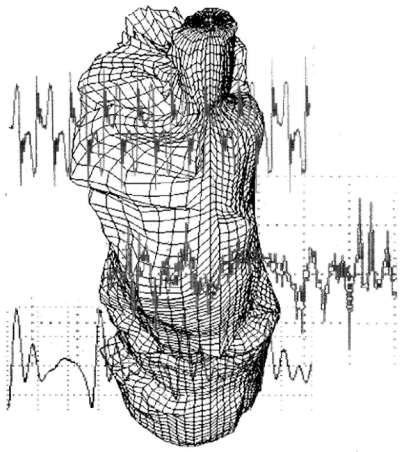


Figura 3: Ricostruzione tridimensionale mediante rilievo sonar di una cavità dovuta alla coltivazione per dissoluzione di un giacimento salino, in sovraimpressione la rappresentazione matematica dei suoni utilizzati per la realizzazione del CD GUAREC.

5 Comunicare, Cosa?

Cosa si voleva comunicare al pubblico? forse l'obbiettivo era semplicemente la dichiarazione di esistenza di queste realtà, un'enunciazione che mostrasse come per ottenere una lastra di travertino si dovesse tra un taglio e l'altro, tra uno scarto per frammentazione durante la caduta del fronte, e l'esclusione di blocchi per discromie e difetti vari, "buttare il 20-30% dell'abbattuto, così è ancora oggi difficile spiegare che gli idrocarburi non si trovano in grotte cui basta accedere con un pozzo e suggere il greggio, né il rame o altri elementi si trovano puri all'interno degli ammassi rocciosi, ma che bisogna estrarre una tonnellata di grezzo per ottennere un grammo di nichel o tre di rame, e per i tenori dell'oro si parla di ppb (parti per miliardo) e di come questo comporti una movimentazione degli strati superiori durante le fasi di scopertura e la formazione di vuoti di coltivazione considerevoli, si pensi che il più grande "open pit" (miniera a cielo aperto) del mondo è la miniera di rame di Bingham (Utah USA) con un cratere del diametro di un chilometro e mezzo circa

prodotto dall'estrazione di 400.000 (dati neppure recentissimi) tonnellate al giorno di materiale (grezzo e minerale) in cui vi sono dei treni che trasportano il "tout venant" all'interno del catino [8)].

Ma come gli edifici di vecchie miniere possono suscitare fastidio, sgradevolezza, seccatura, senso di abbandono e tristezza ma, anche, attrazione, fascino, struggimento poiché evocano lo sforzo e l'impegno dell'uomo parzialmente attrezzato nell' estrarre le materie prime a lui necessarie; ed, ancora, suscitano indulgenza queste prime pesanti e, a volte, inesperte tracce della sua conquista territoriale sulla natura più cospicua, così i rumori legati all'attività estrattiva possono suscitare repulsione e desiderio di giusta distanza in chi, lavorando, ne subisce il costante assillo, ma anche evocare nel visitatore occasionale impensabili percezioni illusorie. Cogliere l'aspetto poetico e a volte struggente di questi suoni, superando raccomandabilmente nefasti effetti nostalgici, o pericolosi oblii e perdite della realtà oggettiva e faticosa da cui originano, esige lo sforzo, piuttosto grande, di richiamare le tracce mestiche lasciate nei nostri lobi da allucinazioni acustiche, abbagli uditivi di suoni trasformati dall'assenza della vista della sorgente sonora.

Se non vedessimo una volata diremmo che è un tuono in lontananza, il crollo di una falesia. Se non vedessimo la lancia del getto d'acqua ad alta pressione contro la parete rocciosa potremmo pensare di essere sotto una cascata. Il clangore metallico, lo schiocco strigile di una bancata che si frattura nella caduta potrebbe essere lo schiocco o il crepitio di un ceppo nel camino, ancorchè un camino iperbolico. Lo sfrigolio del baggiolo quello di uno scroscio d'acqua. Con un poco di immaginazione e potremo cogliere la mistica dell'arte mineraria in questo breve filmato.

Sicuramente l'impatto emotivo sul pubblico presente è stato tra i più forti rispetto a quello suscitato da altre istallazioni più "silenziose". Un mistero era stato svelato, l'inconcepibile possibilità dell'uomo di "affettare" e abbattere ammassi rocciosi finalmente rivelato nella sua ciclopica ed inquietante dimensione, l'ingenza della natura confermata dall'esigenza di fuggire davanti all'evento puntuale catastrofico del brillare delle mine. Insomma un coacervo di sensazioni di compiacimento per l'ardire dell'uomo faber, di paura per i reali pericoli concretizzati nelle varie morti e

ferimenti anche gravi legati a queste attività, di fastidio per lo scarto rumoroso polveroso molesto e maleolente ereditato dalla necessità di coltivare, trasformare, consumare che vede come penalizzante qualunque sforzo fatto in direzione di una contrazione, auspicabile, dei consumi. Sicuramente la scelta pratica di usare il mezzo visivo e quella concettuale di mostrare senza infingimenti o trucchi o edulcorazioni una realtà a molti completamente lontana, che raramente viene mostrata in documentari, per le intuibili reticenze e pudori verso un mondo crudo, di cui cogliamo quotidianamente i vantaggi ma di cui non vorremmo conoscere i prezzi, forse perché a torto ritenuta anche poco affascinante, si è mostrata felice, di grande impatto, coinvolgente e quasi una lettura epica del cammino dell'uomo nell'uso del suo suolo. E' piacevole qualunque suono (anche vilissimo) che largamente e vastamente si diffonda… massime se non si vede l'oggetto da cui parte. A queste considerazioni appartiene il piacere che può dare e dà (quando non sia vinto dalla paura) il fragore del tuono, massime quand'è più sordo…o quando è udito da lungi … (Leopardi, Zibaldone [1927-28-29-30] [9]). Quando, udendo un suono, il piacere non è vinto dalla paura, come ci suggerisce il Leopardi, o dalla consuetudine prostrante e dalla ripetitività estenuante, si coglie in molti dei rumori legati all'attività dell'uomo sulla roccia un forte potere suggestivo, pur se poco si riconosce dello "strumento" naturale con cui egli li produce, un potere amplificato, ancora una volta, dalla forza delle immagini intense cui esso è legato.

Referenze

1) *Suoni: Natura e Cultura* Mostra interdisciplinare dei musei dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", a cura di A. Vigna Taglianti, G. Di Maio, A. Paleologo Vassalli, Roma 2000.
2) L.M. Napolitano Valditara, Lo sguardo nel buio. Metafore visive e forme grecoantiche.
3) R. Simone, La terza fase- Forme di sapere che stiamo perdendo, Laterza, 2000 della razionalità, Laterza, Roma-Bari, 1994.
4 G. Sartori Homo videns, Televisione e postpensiero, Laterza, Roma-Bari, 1998.
5) M. Sengputa, Mine environmental engineering, (2 voll) CRC Press Inc. Boca Raton, Florida.

6) De Agostini, Enciclopedia della Scienza e della tecnica.
7) O Wiggli, GUAREC -Le sons dans la caverne, Edition Iroise 1998.
8) A.M. Evans, Introduction to mineral exploration, Blackwell Science Ltd, UK. 1999.
9) G.Leopardi, Tutte le poesie e tutte le prose a cura di Lucio Felici e Emanuele Trevi ed. integrale, Grandi Tascabili Newton.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

LE ATTIVITA' DIDATTICO-COMUNICATIVEDEL LICEO BANZI BAZOLI

Anna Rita Lorenzo
L.S. Banzi Bazioli

L'autore non ha inviato il testo

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

DIDATTICA E COMUNICAZIONE DRAMMATIZZATA BIG BANG

Antonio Venturelli
IISS "Q. ENNIO" – Liceo Scientifico - Gallipoli

Sommario

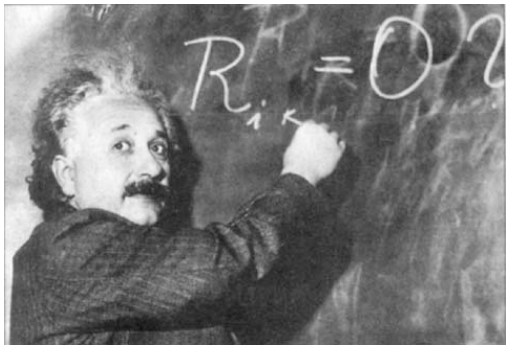
Si può, risalendo indietro nel tempo, arrivare a conoscere lo stato dell'universo primordiale? Sembrerebbe questa una domanda senza risposta, visto che ci stiamo riferendo ad eventi lontanissimi nel tempo. Invece, in modo diverso, dati osservativi forniti dall'Astrofisica, dati sperimentali provenienti dall'indagine sulla radiazione cosmica di fondo e altri forniti dalla ricerca in fisica fondamentale contribuiscono a definire il quadro di riferimento cosmologico, a verificare le ipotesi sulle condizioni iniziali dell'universo, aprendo orizzonti impensabili per fare nuova fisica. "Big bang", progetto multimediale in forma dialogata, cerca di rispondere alla domanda iniziale e ad altre relative all'evoluzione del cosmo con un linguaggio semplice, immagini ed animazioni.

1 Dalle settimane della Cultura Scientifica a Scienza per tutti

Il contributo che porto non riguarda i principi e la teoria di un'eventuale didattica scientifica drammatizzata e, più in generale, della comunicazione drammatizzata, perché in merito non mi riconosco particolari competenze. Piuttosto vi illustrerò molto brevemente l'esperienza fatta, credetemi a fatica, e di cui avrete idea con la visione di 3 brevi video clip.

La mia esperienza personale e quella dei docenti e degli alunni che hanno collaborato con me è da mettersi direttamente in relazione con l'organizzazione delle Settimane

della Cultura Scientifica e Tecnologica, diventate negli anni un'attività sempre più coinvolgente e partecipata ad un pubblico sempre più ampio.
Siamo passati, allestendo le varie edizioni, dalla sola comunicazione scritta (giornali e riviste) a quella illustrata (mostre scientifiche realizzate con decine di poster), a quella multimediale (video con animazioni prodotte con la tecnica dei cartoni animati)…per approdare infine, in tempi più recenti, a quella drammatizzata. L'occasione ce l'ha fornita casualmente "Scienza per tutti".



2 ScienzaperTutti e la comunicazione drammatizzata

Nel preparare il progetto multimediale per il concorso Scienza per tutti, ho pensato di ricorrere ad un dialogo che fungesse da efficace e, per certi versi, suggestivo filo conduttore.
Ne è venuto fuori "Big Bang e dintorni" che, oltre a rappresentare la linea guida dell'intero progetto, costituisce un quadro di riferimento abbastanza puntuale e completo ai fini anche di eventuali approfondimenti delle tematiche affrontate.
Solo successivamente, in occasione della celebrazione della XIII Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica, si fa strada l'idea di drammatizzare il dialogo. Nel preparare il progetto multimediale Big Bang e dintorni, infatti, il ricorso al dialogo non aveva l'obiettivo di ricavarne poi una rappresentazione teatrale, ma più semplicemente quello di organizzare, in modo più originale e forse suggestivo, il filo conduttore dello stesso percorso. Ho pensato che un dialogo mi avrebbe

consentito non solo di organizzare lo sviluppo del tema in modo più immediato ma anche di vivacizzarlo e di renderlo di più immediata attualità.

3 La drammatizzazione

E' stato possibile realizzare l'idea nella mia scuola grazie a tantissime esperienze di teatro scolastico, anche di tipo scientifico, negli anni passati. In particolare la memoria mi porta alla messa in scena di "Hiroshima-l'istruttoria", il cui tema ruotava intorno alla figura di R. Oppnheimer nel periodo del Maccartismo. E al "Galileo" di B. Brecht. L'adattamento del testo del dialogo di "Big bang" è stato curato da un docente esperto di teatro e da un gruppo di alunni del Liceo Scientifico e del Liceo Classico di Gallipoli. Il video del dialogo drammatizzato fu presentato in occasione della XIII Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica.
Un secondo adattamento è stato prodottoto quest'anno nell'Istituto Magistrale "A. Moro" di Maglie ed è andato in scena in teatro, in occasione della presentazione dell'anno internazionale della Fisica e del Progetto "12 Autobus-fisica in autobus", nel mese di Maggio. La versione video e quella più propriamente teatrale sono alquanto diverse come potrete vedere fra poco.

4 La comunicazione drammatizzata nella didattica: quando e cosa

Concludendo, è mia convinzione che la drammatizzazione possa fornire un supporto didattico potente e versatile, capace di fornire risorse supplementari di attenzione, coinvolgimento e interesse che le abituali forme di comunicazione non sempre sono in grado di conseguire.
E' impensabile, ovviamente, che si possa utilizzare questa forma di comunicazione didattica quotidianamente…efficacissima invece, a mio parere, quando si tratta di iniziare un percorso articolato e di ampio respiro, quale può essere, per esempio, quello sull'origine ed evoluzione dell'universo, oppure sull'universo violento o ancora, in geofisica, sulla Tettonica delle placche e così via…Così come sono convinto che proporsi una drammatizzazione conclusiva, mentre si sta svolgendo un certo percorso didattico, stimoli ancor più gli alunni alla ricerca, alla raccolta di documentazione, a trovare soluzioni originali, ecc. rendendo il processo di

insegnamento-apprendimento più ricco di motivazione e di prospettive di approfondimento critico.

5 Dal videoclip dell'Istituto Magistrale: la macchina del tempo

Fede*: ...c'è un modo per conoscere la storia dell'universo…per toccare, quasi con mano, la concretezza di eventi che si sono verificati miliardi di anni fa, all'origine, quando micro e macrocosmo erano un tutt'uno, soggetti a un'unica forza.*

Milly*: Si…e come no!… viaggiando con la macchina del tempo!*

Fede*: Hai proprio indovinato, brava!…una specie di macchina del tempo: noi lo guardiamo oggi l'universo, in realtà osserviamo e scopriamo il suo passato. Osserviamo oggi con il Telescopio Spaziale Hubble (HST) una galassia distante 11 miliardi di anni luce e vediamo in realtà come quella galassia era 11 miliardi di anni fa!*

Claudia*: Come sarebbe a dire?!? Osservo ora l'universo e vedo quello che era…milioni…magari miliardi di anni fa! Spiegaci bene! Federica ho fatto presto a parlare bene pure di te….*

Fede*: Guardare nello spazio, è proprio guardare nel tempo. Quanto più lontano è l'oggetto celeste che osserviamo, tanto più indietro nel tempo guardiamo.*

Claudia*: Non mi è chiaro…c'é qualcosa che mi sfugge…ma perché se guardo ora…vedo il passato?*

Fede*: Noi non vediamo forse i corpi celesti grazie alla luce da loro emessa? E noi non conosciamo le proprietà dei corpi celesti analizzando quella stessa luce?*

Milly*: La luce dunque ci porta le informazioni? E come? Sarà logico per te!!!!*

Fede*: In quattro battute: la luce viene emessa dagli atomi della materia. Atomi diversi emettono luce diversa, di colore diverso (pensate ai fuochi d'artificio). La luce emessa dagli atomi è diversa, se diverse sono temperatura e condizioni fisiche del corpo. La luce è, perciò, una specie di impronta, meglio, di documento di riconoscimento degli atomi che l'hanno emessa.*

Milly*: Se ho capito…il colore della luce dipende dai tipi di atomi e dagli stati energetici degli stessi.*

Fede*: Più o meno…ci siamo!*

Milly*: Ma perché analizzando la luce emessa dai corpi celesti, di questi conosciamo solo il passato e non il presente!*

Fede*: Per forza….se la luce avesse velocità infinita noi li vedremmo, li conosceremmo come sono ora. Ma la velocità della luce è solo di 300.000 km/sec.!*

Milly*: Così poco?!?…Neanche Schumacher!*

Claudia*: Scusami Fede, vediamo se glielo spiego io a questa spiritosona. Vedi cara le distanze astronomiche, se trascuriamo il Sole e i corpi del nostro sistema planetario, sono enormi….veramente inimmaginabili. Le galassie più lontane si trovano a circa 10 miliardi di anni luce. Quindi, quando osserviamo una di queste galassie è come se per noi si aprisse una porta nel tempo: noi vediamo l'universo qual era 10 miliardi di anni fa.*

Milly*: Bellissimo! Ma allora, se così stanno le cose, dovremmo riuscire a vedere indietro fino all'origine del tempo…fino al Big Bang!*

Claudia*:Magari!*

Milly*: Qualche divieto per la macchina del tempo?*

Claudia*: Ancora fai la spiritosa? In un certo senso si! Perché le galassie si sono formate circa un miliardo di anni dopo il Big bang.*

6 Dal videoclip del Liceo Scientifico: alle origini con le supernove

Maria Pia: *Ehi, genietto della lampada! Vacci piano, adesso… Sono appena arrivata, e già parli così difficile! Cosa sarebbe quest'energia oscura?*

Claudia: *mantieniti forte…sarebbe l'energia del vuoto!*

Maria Pia: *Se il vuoto contiene energia…che vuoto è!…. tu vuoi prendermi in giro!…*

Claudia: *Niente affatto! A te non farei mai niente del genere! Ma prima di cercare di capire cosa sia l'energia del vuoto, bisogna dire che un'altra importante ricerca, condotta dagli scienziati dell'High-z Supernova Team e del Supernova Cosmology Project, porterebbe all'energia oscura. Riguarda le supernove di tipo Ia, che sono tutte caratterizzate dalla stessa luminosità intrinseca, pari a quella di un'intera galassia, per cui sono visibili anche a distanze di miliardi di anni luce. Misurando la magnitudine apparente di una supernova di tipo Ia, possiamo anche ricavarne la distanza. Le supernove Ia, perciò, costituiscono dei veri e propri "fari cosmici".*

Carmen: *Chi ci dice che tutte le supernove Ia emettano la stessa quantità di energia e, quindi, abbiano la stessa luminosità intrinseca?*

Matteo: *Perché questo tipo di supernova ha origine quando una nana bianca, succhiando materia da una stella compagna, supera il limite di massa di Chandrasekhar, per cui collassa rapidamente e subito dopo esplode, liberando una quantità immane di energia sotto forma di radiazioni elettromagnetiche, neutrini e onde gravitazionali.*

Carmen: *Fammi concludere…siccome la massa di Chandrasekhar è costante, in ogni caso l'esplosione libera la stessa quantità di energia…e la luminosità di queste supernove deve essere uguale!*

Matteo: *Vedi che poi non è così difficile…per le persone intelligenti come te…trarre conclusioni sensate!*

SESSIONE IV – I GRANDI PROGETTI E LE RISORSE

Piergiorgio Picozza	L'universo che comunica (strumenti e finanziamenti)
Paola Catapano	La comunicazione della scienza al CERN
Chris Quigg	Comunicare fisica all'americana
Massimo Armeni	Il Pirelli Award: stimolare la comunicazione della scienza
Marco Selvi	La Scienza nelle Scuole – EEE Extreme Energy Events
Patrizia Picchi	Il progetto Science Center di Torino
Attilio Ferrari	ApritiCielo museo interattivo dell'astronomia e dello spazio con percorso didattico e planetario all'osservatorio astronomico di Torino
Cristina Olivotto	Da Galileo a Einstein esperienze di comunicazione della fisica e dell'astronomia a studenti tra i 9 e i 14 anni
Luca Trentadue	Microcosmo con vista breve viaggio nel mondo subatomico
Massimiliano Razzano	GLAST: Nello spazio a caccia di raggi gamma
Paolo Ferretti	"Le pleiadi" – Mostra itinerante dall'astronomia alla cosmologia
Michele Emmer	Matematica, cinema, teatro: per comunicare

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

L'UNIVERSO CHE COMUNICA (STRUMENTI E FINANZIAMENTI)

Piergiorgio Picozza
Univ. Roma2

L'autore non ha inviato il testo

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

LA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA AL CERN

Paola Catapano
CERN

L'autore non ha inviato il testo

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

COMUNICARE FISICA ALL'AMERICANA

Chris Quigg
Fermi National Accelerator Laboratory
P.O. Box 500, Batavia, Il linois USA 60510

Summary

I survey motivations for education and outreach initiatives in the American context and explore the value of communicating physics for physicists and for the wider society. I describe the roles of large institutions, professional organizations, and funding agencies and cite some individual actions, local activities, and coordinated national programs. I note the emergence of transnational enterprises-not only to carry out research, but to communicate physics. A brief appendix collects some useful internet resources.

1 Introduction

It is my great pleasure to join Italian colleagues for this ambitious workshop on communicating physics. In my main career as a theoretical physicist, my research has addressed many topics in particle physics. My close engagement with experiment has made the Fermi National Accelerator Laboratory a stimulating scientific home for many years. Beyond my personal activities to bring the ideas and aspirations of particle physics to a broad audience, I have held a number of positions in which I have been able to encourage-and take pleasure in-the outreach and education efforts of many of my colleagues. I have served as Head of the Fermilab Theory Group, as Deputy Director of the Superconducting Super Collider Central Design Group, and as Chair of the American Physical Society's Division of Particles and Fields. In the last capacity, I oversaw the planning and execution of Snowmass

2001: a summer study on the future of particle physics (see snowmass2001.org). I am also a member of the board of trustees of the Illinois Mathematics and Science Academy, a statesupported residential high school.

Fermilab is a U.S. Department of Energy national laboratory for particle physics, operated by a consortium of 90 research universities in the United States, Canada, Italy, and Japan. The laboratory and its research community are highly international; our lab has much in common with CERN. Fermilab has some two thousand employees, an annual budget of $300M, and welcomes 2250 experimental "users" from around the world. Our principal research instrument is the Tevatron, a superconducting proton synchrotron 2π kilometers in circumference that accelerates protons and antiprotons to nearly 1 TeV. When operated as a proton-antiproton collider, the Tevatron is the world's most powerful microscope, giving us access to nanonanophysics on a scale a billion times smaller than an atom.

Many of you have visited my country, or gained an impression of it from Puccini's opera, La Fanciul la del West, or from the cult classic film, The Blues Brothers. Nevertheless, a few remarks about the country's character may provide useful context for today's exploration.

The United States is large in both land area and population, and much of its area is lightly settled. It is a young nation, at least in its psyche, and it is the wealthiest country in the history of the planet. The U.S. was founded as a nation of immigrants, and the flux of people from diverse origins to our shores continues today. A great degree of social mobility is perhaps correlated with a restrained esteem for authorities (including professors). At the same time, unease with the pace of change leads many to a powerful reliance on Authority.

The U.S. is a deeply non-Napoleonic society, characterized by much local autonomy, notably in the responsibility for schools. Our university system is highly heterogeneous. The national government assumes responsibility only for a few military academies, and our most celebrated universities are largely private institutions. In America's heartland, the state universities serve as the leading cultural institutions. Though academic science is quite young in America, research

has traditionally been centered in universities-research and teaching go hand in hand-and that has led to a superb standard of postgraduate education.
In contrast to the European standard, we do not have dominant national newspapers. Our vast radio and television empires, which seem increasingly preoccupied with gossip and celebrity trials, evince little interest in science. National Public Radio, especially in its local programming, is receptive to science and culture. All of these factors-beginning with the vastness of the country-enhance the importance of local outreach and education efforts.

2 Incentives for Education & Outreach Efforts

Some of the motivations I would cite for physics communication are similar to those evoked by earlier speakers. First comes the teaching imperative: the desire not only to pass on information about the minute particulars of current research, but also to cultivate an understanding of the scientific worldview, with its rejection of Authority, reliance on experiment, and celebration of doubt. Next comes the propaganda function, which I understand here in a positive light: propaganda fide for our attachment to reason, observation, and controlled experiment; the development of what social scientists call "diffuse good will" toward the scientific enterprise; and an attempt to influence behavior and gain acceptance and support for our undertakings.
Since we scientists devote our lives to exploration, I see outreach and education as a mode of exploring the world-an opportunity to learn from and about others. Some of my colleagues emphasize the value of "inreach"to see ourselves as others see us! Previous speakers have spoken of engaged learning; we might well aspire to engaged teaching. Participation in outreach programs can open our own students to the wider world. Our communications efforts can also help to change the face of physics-to attract women in greater numbers and to show minority and new immigrant groups the appeal of careers in and around science. Finally, outreach and education programs are good for physicists: the joy that comes from sharing our numinous adventure with others is marvelous psychotherapy!

3 U.S. Organizations and Institutions

The American Physical Society (www.aps.org), the principal professional organization for academic and industrial physicists in the United States, offers many education and outreach programs (www.aps.org/educ/). Its Physics Central web site (physicscentral.org) aims to communicate the excitement and importance of physics to everyone. Physical Review Focus (focus.aps.org) stories explain selected physics research published in the APS journals Physical Review and Physical Review Letters. Several of the Divisions of the APS maintain vigorous outreach and education programs, and the Forum on Education (www.aps.org/units/fed/) offers a meeting place for members interested in education.

The American Association of Physics Teachers (www.aapt.org), with 11 000 members around the world, aspires to be the leading organization for physics education. It publishes The Physics Teacher and the American Journal of Physics, and strives to provide the most current resources and up-to-date research needed to enhance a physics educator's professional development.

The American Institute of Physics, a federation of ten Member Societies representing the spectrum of physical sciences, supports a number of educational efforts, described at www.aip.org/education/. The electronic newsletter Physics News Update (www.aip.org/physnews/update/) is a digest of physics news items arising from physics meetings and journals, newspapers and magazines, and other news sources. The AIP also maintains the Physics News Graphics image archive (www.aip.org/png/).

The American Association for the Advancement of Science (www.aaas.org) is the largest scientific organization in the United States. AAAS sponsors an annual meeting—in which physics plays a minor, but growing, part—that is a ma jor event for science writers from much of the world. It also animates a great range of education programs and activities to promote public awareness of science and its role in public policy (www.aaas.org/programs/education/).

The Department of Energy's Office of Science (www.science.doe.gov) is the largest supporter of basic research in the physical sciences in the United States. It is also the

main patron of large research instruments for high-energy physics, nuclear physics, and fusion energy sciences. The Office of Science sponsors a range of education initiatives through its Workforce Development for Teachers and Scientists program (www.scied.science.doe.gov/scied/sci ed.htm). The Office of High Energy Physics points with pride to educational and outreach efforts of its national laboratories and university-based research groups but does not set specific expectations or requirements for research contractors. The DOE and NSF jointly sponsor the QuarkNet program described in §4.4.

The National Science Foundation (www.nsf.gov), which mainly funds individual investigators, is the other principal source of support for basic research in physics. Support for science and engineering education, from pre-Kindergarten through graduate school and beyond, is essential to NSF's mission. In addition to judging the intellectual merit of scientific proposals to the NSF, reviewers are asked to take into account the "broader impacts" of the proposed research program. Specifically, How wel l does the activity advance discovery and understanding while promoting teaching, training, and learning? How wel l does the proposed activity broaden the participation of underrepresented groups? Last year alone, NSF grantees in particle physics reached more than 100 000 schoolage children. NSF directly funds research into effective educational practice, and supports research participation for students and teachers.

The National Aeronautics and Space Administration (www.nasa.gov) has an enviable record in engaging the public imagination in the value of exploration and in the astronomical sciences. NASA requires an extensive outreach and education effort for each of the missions it supports.

All of the major particle physics laboratories have extensive public affairs and education offices. Many in the Comunicare Fisica audience will know Judy Jackson of Fermilab (www.fnal.gov) and Neil Calder of the Stanford Linear Accelerator Center (www.slac.stanford.edu), and the magazine "Symmetry" (www.symmetrymag.org) recently launched as a joint venture of the two institutions. Both labs have lively programs for science writing interns. Together with other particle physics laboratories around the world, U.S. institutions have

launched interactions.org, a central resource for communicators of particle physics. To celebrate the World Year of Physics, interactions has organized Quantum Diaries (interactions.org/quantumdiaries), a web site that follows physicists from around the world through their blogs, photos, and videos.

The International Linear Collider (linearcollider.org), which many of us see as the next great accelerator pro ject after the Large Hadron Collider at CERN, is organized as an international design effort, with an international communications team.

The Kavli Institute for Theoretical Physics (www.itp.ucsb.edu), on the Santa Barbara campus of the University of California, is funded by the National Science Foundation and the University of California. The KITP program of workshops encompasses research in theoretical physics very broadly understood. The Kavli Institute has created a journalist in residence program,[1] and also has an artist in residence.

The Particle Data Group (pdg.lbl.gov), an international collaboration that reviews particle physics and related areas of astrophysics, compiles and analyzes data on particle properties. From its U.S. center at Lawrence Berkeley National Laboratory, the PDG produces and distributes a wealth of educational materials, including the standard model wall chart described in §4.3.

The Division of Particles and Fields (www.aps.org/units/dpf/) and Division of Physics of Beams (www.aps.org/units/dpb/) of the American Physical Society, like many of their counterparts in other subfields, support a range of ongoing and special programs in education and outreach. Increasingly, individual experiments are making significant efforts to bring intelligible accounts of their research to public notice.

---

[1] To my knowledge, no physics institution in the U.S. offers an experience comparable to the Woods Hole Oceanographic Institution's Ocean Science Journalism Fellowship (www.whoi.edu/home/news/media jfellowship.html).

4 Examples from Particle Physics in the United States

Now I would like to briefly describe a number of education and outreach initiatives carried out by American particle physicists. I have chosen these examples out of my own experiences to illustrate the lessons I will draw in §5, including significant unplanned successes. See the Appendix for additional resources.

4.1 Saturday Morning Physics at Fermilab

When Leon Lederman became Director of Fermilab in 1979, he created the Saturday Morning Physics program (www-ppd.fnal.gov/smp-w/) for high school students curious about science. For more than twenty-five years, we have welcomed students—and some of their teachers—to the lab on Saturday mornings for ten-week series of lectures (two hours) and in-depth tours of many activities at the laboratory. The lab runs three sessions of SMP each year, with as many as 120 students in each "class." By now, more than six thousand students have been exposed to the ideas of particle physics, the wonders of exotic technologies, and the spirit of scientific inquiry.

We made an important discovery during the first year of Saturday Morning Physics: a number of high school science teachers accompanied their students, and devoted ten consecutive Saturday mornings to learning about particle physics. Though they didn't all have deep preparation to teach physics, they all had sharp intelligence, inquisitive minds, and high enthusiasm. They all wanted to become better teachers; our lab could provide information and encouragement and—perhaps most important—the opportunity for them to meet and support each other. I believe that our accidental discovery of these teachers launched the initiative that blossomed, under the inspired guidance of Marge Bardeen and Stanka Jovanovic, into the lab's Education Office (wwwed.fnal.gov) and Leon M. Lederman Science Education Center.

4.2 Physics Vans

A number of university physics departments organize physics road shows for schools, shopping centers, and community events. These feature demonstrations, often performed theatrically with an amusing twist, by physics undergraduates and graduate students, and hands-on experiments for audience members. Physics vans spark curiosity and put a human face on physics. They are also great fun for the student performers!

4.3 Standard model wall chart

One of the icons of physics classrooms is the table of particles and interactions that grew out of a Conference on Teaching Modern Physics held at Fermilab in 1986. 1) The celebrated chart (see Figure 1) of fundamental particles and interactions created by the Contemporary Physics Education Pro ject represents the enthusiastic work of many teachers. Available as wall chart, poster, and place mat, this representation of our "standard model" has had a global reach, with more than 200 000 distributed. It has helped move particle physics into the classroom, and it presents many essential notions of our current understanding. The wall chart project also stimulated The Particle Adventure, an interactive web site.

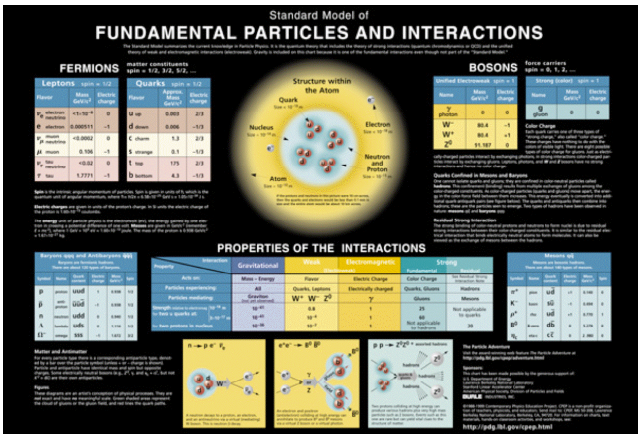


Figure 1: Contemporary Physics Education Pro jectandard-model wall chart.

4.4 QuarkNet

QuarkNet is a remarkable immersive research experience for high school teachers and their students that is based on lively ongoing partnerships with experimental research groups.[1] Currently fifty-three QuarkNet centers operate in twenty-five states and Puerto Rico. They touch 100000 students per year, and five hundred teachers and one hundred students are research partners with 150 physicist mentors. One of the goals is to engage teachers and students in real time with data from the Large Hadron Collider at CERN. For now, QuarkNet centers involve twelve ma jor experiments and the computing GRID.

A key tenet of the QuarkNet paradigm is that the teachers and students should gain experience in assembling and commissioning real detectors. A favorite example is the construction of cosmic-ray detectors that consist of several paddles of plastic scintillator, photomultiplier tubes, and the associated trigger system. School groups are deploying these simple detectors at schools around the country in the QuarkNet Cosmic-Ray Detector Array. Students are learning to use the GRID to handle calculations involving large amounts of data. (I have the impression that the professionals are learning how to make the GRID a robust tool, in the process.)

4.5 Web lecture archives—unplanned outreach!

In the summer of 1999, computer scientist Chuck Severance and physicist Steve Goldfarb, then a member of the L3 collaboration at CERN's Large ElectronPositron Collider, tested a web lecture archive of lectures for summer students. I had the good fortune to be their first experimental animal. Severance's Sync– o–matic software framework [2)] is simple and functional. It synchronizes a video stream with good-resolution images of the speaker's slides, all displayed in a web browser. A recent example from Fermilab's web lecture archive is shown in Figure 2.

---

[1] The program was established in 1998 by Michael Barnett (Lawrence Berkeley National Lab), Marjorie Bardeen (Fermilab), Keith Baker (Hampton University), and Randy Ruchti (Notre Dame), with initial funding from the National Science Foundation and continuing support from NSF and DOE.

When I showed the system to my friends in Fermilab's Visual Media Services, they were impressed with the low resource cost (including modest bandwidth and storage requirements) and ease of use, and were quick to see the potential in a streaming video archive. Today at Fermilab, the streaming video archive boasts 1334 entries, including colloquia, conference talks, academic training lectures, and memorable events.[1] We hoped that the archive might prove valuable for Fermilab's staff and users, as indeed it has, but didn't imagine that it would become part of the lab's public face—and the field's. In fact, many viewers from outside our community land at the video archive thanks to search engines, not by drilling down from the Fermilab home page.

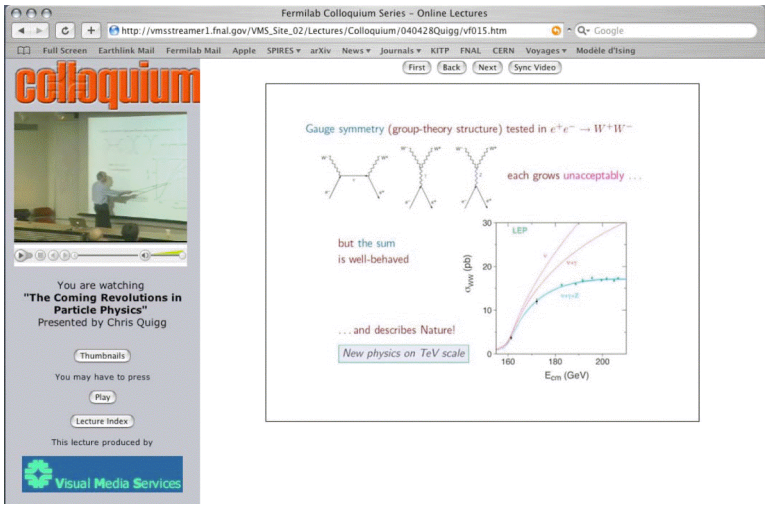


Figure 2: Appearance (in a browser) of a lecture from the Fermilab web archive.

4.6 Engaging Hispanic students

---

[1] Archives of similar richness are maintained at CERN, SLAC, and the Kavli Institute for Theoretical Physics (see the Appendix for links). The KITP is experimenting with the new medium of enhanced podcasts.

While living at Fermilab as a CDF postdoc, Aaron Dominguez (now at the University of Nebraska) developed an educational pro ject in Aurora, Illinois, to improve the future and stability of the Hispanic community by supporting the educational and social accomplishments of its young people. Bilingual English/Spanish Tutors (BEST) pairs high-achieving high school student mentors with low-income elementary school children. The BEST tutors help their younger peers with homework, reading, and math after school twice a week. The tutors also gain a critical sense of responsibility for the successful education of their own Latino community. Aaron's program has enrolled over 60 students and 35 bilingual high school mentors; the BEST model has been replicated in the neighboring community of Batavia.

4.7 Tevatron postcards

In 1997, I received an invitation to give the first Carl Sagan Memorial Lecture in the series, Cosmos Revisited, at the Smithsonian Institution in Washington. I wanted to give members of the audience specimens that would stimulate them to continue the conversation begun by my lecture, "The Particle Cosmos." With Judy Jackson, we conceived an edition of eight postcards depicting significant events—the outcome of proton-antiproton collisions—from the CDF and DØ experiments.

We began by asking the experimental groups to submit authentic event displays. An example is shown in the top panel of Figure 3. This display of a top-quark event from the DØ experiment illustrates an important reality: Experimenters are deeply attached to their detectors, so the fixed detector elements are represented by strong, assertive lines, whereas the ephemeral tracks that bear witness to noteworthy one-time occurrences are indistinct. The light green traces (one solid, one dotted) representing muons—crucial markers in the top-antitop event—are nearly invisible.

Graphic designer Bruce Kerr (www.kerrcom.com) preserved the authenticity of the event displays by discreetly editing the event display to emphasize the elements that signal top-pair production. Except for the background sunburst that contributes visual interest and serves as a metaphor for the conversion of energy into new forms of matter, every element of the postcard shown in the bottom panel of Figure 3 is

present in the original PostScript file. And every element in the original event display is preserved in the final image. Such fidelity is important;[1] the image is instantly readable to physicists, including its creators in DØ, and intelligible—with just a bit of explanation—to laypersons. We wrote captions that would explain and initiate conversation. The postcard images (lutece.fnal.gov/Postcards) have become true icons of particle physics, with an impact far beyond their original purpose.

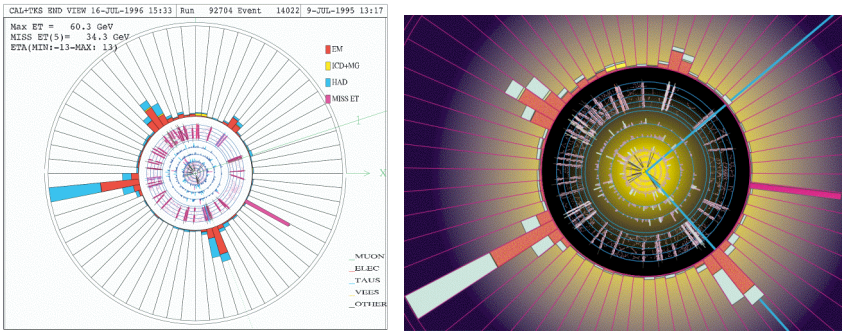


Figure 3: A pair of top quarks reconstructed in the DØ experiment at Fermilab. This end view shows the final decay products: two muons (turquoise), a neutrino (pink), and four jets of particles.

4.8 Snowmass 2001

The Division of Particles and Fields and the Division of Physics of Beams of the American Physical Society organized a three-week summer study on the future of particle physics in Snowmass, Colorado, in July 2001. More than 1200 physicists participated—many young, many from outside the United States— in a very broad examination of where our field should be heading. Early on, we decided to make outreach and education an essential part of the Snowmass 2001 experience. We wanted to share our love for science with the interesting mix of people in Aspen and

---

[1] ... but not universal in scientific illustration.

Snowmass, and to encourage our colleagues to see each other in action. We also believed that the public interaction would reinforce the optimism and enthusiasm that participants brought to Snowmass.

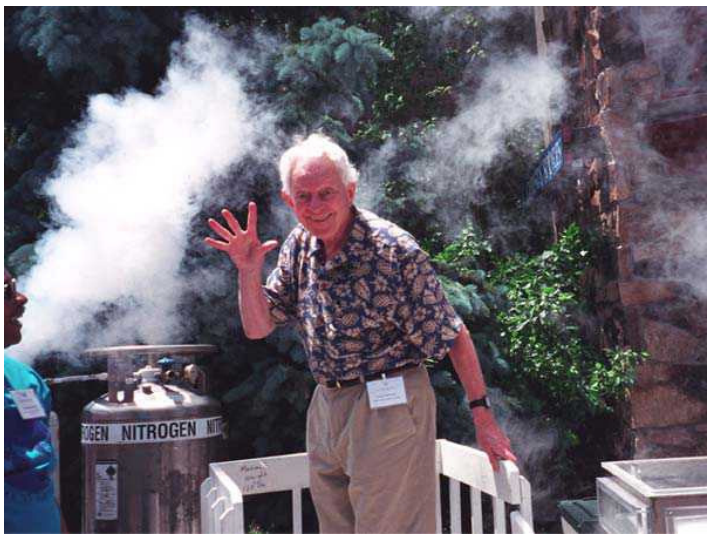


Figure 4: Leon Lederman levitated by the Meissner effect at Snowmass 2001. (Photo credit: Elizabeth H. Simmons, Michigan State University).

In connection with the summer study, the DPF commissioned an illustrated thematic survey of our vision of particle physics and its future in the most ambitious intellectual terms. Within this broad vision, the document was to identify the questions we want to address over the next two decades. Like the summer study itself, the thematic survey aimed to help our community recognize and articulate what particle physics is and aspires to be, guided by the scientific imperatives. Quarks Unbound was a smashing success, for three principal reasons. First, we were careful to think through what we wanted to accomplish and to identify the audiences we wanted to reach. Second, we entrusted the pro ject to a small team—not a large

and representative committee—that included a science writer, a graphic designer, and a few physicists. [We did not want the sort of bland "offends no one, delights no one" product that large committees are adept at producing!] Third, we distributed Quarks Unbound widely and enthusiastically to groups and individuals. A private donor financed a second printing, so that the number of copies distributed worldwide now exceeds 60 000.

5 Some lessons

I am continually impressed by the passion, curiosity, and faith in the value of exploration evidenced by those who attend our outreach and education programs. It may be true, as several speakers have opined, that the general population is ignorant and indifferent about science, but my experience is that we do find a receptive and engaged audience. Accordingly, the first lesson is: Respect (do not underestimate) the audience.

Leadership from established scientists and Heroes of the Field provides important validation for the efforts of others. The effectiveness of leading by example is well-established. Respected senior physicists can also discourage the misperception that engaging with the public is unworthy of serious scientists. They also have value as fundraisers, from both public and private sources.

While leaders are important, it may be even more important for the leaders to let go: to grant autonomy and resources to small groups and trust them to do wonderful things. Nothing is more stifling to creativity and innovation than repeated reviews by committees constructed to represent an average. The field is better served by original—even quirky—efforts that explore a whole range of approaches than by efforts programmed to hit the mean each time. Both those in authority and those who execute should find pleasure in experimenting and taking risks!

A familiar conceit is that "Physicists can do anything." I like to tell my colleagues that the complete slogan concludes ". . . badly," to remind them of the rewards of collaborating with professionals who know their fields as well as we physicists know physics. Working with gifted writers, editors, designers, artists, and educators

can be immensely satisfying and can lead you to do things you didn't know were possible.

Let me underline again the importance of local activities. These include organizing public lectures and symposia at the universities and labs, engaging with cultural institutions and creative people within the community, and developing relationships with local radio stations and newspapers. A record of success on the local scene may even enable effective national efforts.

One committed person can do a lot—and an individual can achieve even more with encouragement and support from colleagues. But it is also delightful to learn from others and to draw inspiration from their efforts. The QuarkNet model has succeeded so well because it has elements of individuality, collaboration, coordination, and the bond that grows from being part of a large and ambitious enterprise.

Always ask, Why are we doing this? Who is the audience? What are our goals? What will success mean? Be prepared to finish the task: if you prepare a new brochure about your experiment or your sub ject and are passive or hesitant about distributing it, you have limited your effectiveness. If following through seems like too much effort, you should notice that before you start. Expect to discover new people (not all PhD physicists). Your role may be catalytic. Leaders succeed when others become the stars. Expect also to discover new ideas, and remember that a new outreach triumph may occur when you least expect it.

6 Concluding remarks

Experiments at the Large Hadron Collider break new ground in scale and internationalism, counting collaborators in the thousands. The outreach efforts of the ATLAS (34 countries) and CMS (31 countries) collaborations are truly. transnational, and marvelously dynamic. The ATLAS experiment movie (atlasexperiment.org/movie/), for example, is available in ten languages and has won awards in five countries.

The impressive reach of ATLAS and CMS, depicted by the colored spaces in Figure 5, is a source of immense satisfaction and pleasure to particle physicists. For me, and for many of my colleagues, the opportunity to meet and join in common cause

with people from many nations is one of the great joys of our research. But there are many blank spots on the LHC maps of the world, and we should take those open spaces as a challenge. I believe that we should aspire to engage the whole world in the values and the rewards of science. Our goal should truly be physics without boundaries.

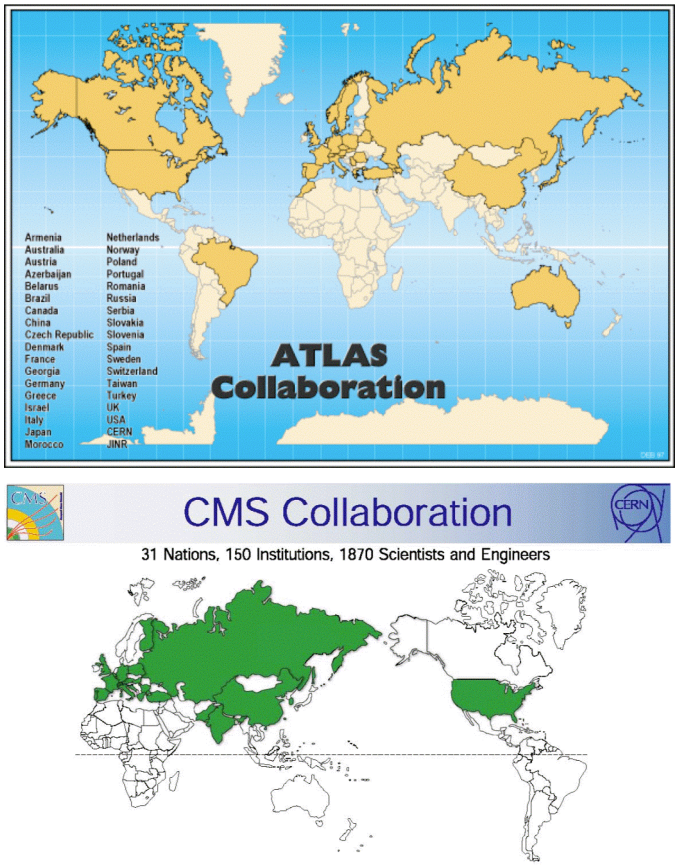


Figure 5: Global reach of the ATLAS and CMS collaborations at the LHC.

Science is more than solving the next great puzzle of particle physics; it is a set of values for contemplating the world. I draw great hope from the concluding lines of Anthony Lewis's millennial essay in the New York Times of December 31, 1999. You will recognize the tradition we owe to Galileo: [T]here has been one transforming change over this thousand years. It is the adoption of the scientific method: the commitment to experiment, to test every hypothesis. But it is broader than science. It is the open mind, the willingness in all aspects of life to consider possibilities other than the received truth. It is openness to reason. When we are at our best—when we are truest to these ideals—we do our best science, and we give our greatest gift to society.

7 Acknowledgements

I am grateful to Franco Fabbri and Rinaldo Baldini Ferroli for their kind invitation to participate in Comunicare Fisica 2005, and for generous hospitality in Frascati. I thank Marge Bardeen, Michael Barnett, Sharon Butler, Julia Child, Aaron Dominguez, Judy Jackson, Leon Lederman, Joe Lykken, Kate Metropolis, Helen Quinn, Liz Quigg, Randy Ruchti, Liz Simmons, Maria Spiropulu, and other colleagues for teaching me many ways to communicate physics. Fermilab is operated by Universities Research Association Inc. under Contract No. DE-AC02-76CH03000 with the U.S. Department of Energy.

References

1) Quarks, Quasars, and Quandaries, edited by G. Aubrecht (American Association of Physics Teachers, College Park, MD, 1987).
2) Charles Severance Sync-O-Matic 2000, a tool for making RealMedia™ based web lectures (www.syncomat.com). See also the web lecture archive project (www.wlap.org).
3) Elizabeth H. Simmons, "How to Popularize Physics," Phys. Today 58, (1) 42 (January 2005).

Appendix: Some education and outreach resources

High-Energy Physics Outreach	www-ed.fnal.gov/hep/
Fermilab's Saturday Morning Physics	www-ppd.fnal.gov/smp-w/
Argonne National Lab	www.anl.gov/Careers/Education/
Berkeley Lab	csee.lbl.gov/
Brookhaven National Lab	www.bnl.gov/scied/
Cornell Lab for Elem. Particle Physics	www.lns.cornell.edu/public/outreach/
Kavli Institute for Cosmological Physics	cfcp.uchicago.edu/education/
Illinois Physics Van	van.hep.uiuc.edu
Maryland Physics is Phun	www.physics.umd.edu/PhysPhun/
Michigan State Science Theatre	www.sciencetheatre.org
Little Shop of Physics	littleshop.physics.colostate.edu
UCSB Physics Circus	www.physics.ucsb.edu/~circus/
CPEP	www.cpepweb.org
The Particle Adventure	particleadventure.org
QuarkNet	quarknet.fnal.gov
Understanding the Universe	www-ed.fnal.gov/uueo/
QuarkNet Grid	quarknet.fnal.gov/grid
Mariachi	www.phy.bnl.gov/~takai/MariachiWeb/
CHEPREO	www.chepreo.org
NALTA	csr.phys.ualberta.ca/nalta
CROP	cse.unl.edu/~gsnow/crop/crop.html
Web Lecture Archives	www-visualmedia.fnal.gov webcast.cern.ch/Projects/WebLectureArchive/ www-project.slac.stanford.edu/streaming-media/ www.itp.ucsb.edu/talks/
Tevatron Postcards	lutece.fnal.gov/Postcards
Quarks Unbound	www.aps.org/units/dpf/quarks unbound/
LIGO	www.ligo-la.caltech.edu/public.htm www.ligo-wa.caltech.edu www.einsteinathome.org
LHC-CMS	uscms.fnal.gov cmsinfo.cern.ch/Welcome.html
LHC-ATLAS	atlasexperiment.org
Research experiences	www.nsf.gov/crssprgm/reu/index.jsp
World Year of Physics	www.physics2005.org

The page particle adventure.org/particleadventure/other/othersites.html contains a very extensive list of internet resources.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

IL PIRELLI AWARD: STIMOLARE LA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

Massimo Armeni
Pirelli INTERNETional Award

Sommario

Breve storia e motivazioni del Pirelli INTERNETional Award presentate dal direttore del premio[1].

Sono venuto qui per promuovere il valore della comunicazione nello sviluppo scientifico e tecnologico, che Pirelli considera uno dei più essenziali fattori competitivi in una società sempre più caratterizzata dall'impatto delle nuove tecnologie.

Del resto questa storica azienda ha una lunga tradizione di attenzione e sensibilità ai temi sociali, culturali e scientifici, molto maggiore di quella che ci si potrebbe aspettare da una multinazionale.

Pirelli - propriamente detta - finanzia, nel solco di una grande tradizione, opere di recupero e di restauro del patrimonio artistico e culturale in Italia e anche all'estero; attraverso Telecom Italia, invece, vengono sponsorizzate molte attività nel campo della cultura, dello spettacolo e dello sport, e nella diffusione di contenuti digitali attraverso la larga banda.

---

[1] Sommario a cura della redazione.

Inoltre la Pirelli ha reso la scienza e la tecnologia la chiave dei suoi successi in un settore industriale particolarmente competitivo, creando una grande comunità scientifica internazionale, impegnata nei principali settori dei materiali e delle innovazioni ottiche. Per questo motivo nel 2001 è stata fondata Pirelli Labs, il suo comparto dedicato specificatamente alla scienza e alla tecnologia, che è diventato il motore dell'innovazione del gruppo.
Pirelli Labs collabora con istituzioni accademiche come il "Politecnico" di Milano, con l'Istituto di Tecnologia del Massachussetts, il famoso "MIT", e la Lomosov Academy, ma anche con gruppi industriali come Alcatel o Camtec, e partecipa, inoltre, a consorzi di ricerca come CORIMAV e CORECOM.

Ora che vi siete fatti un'idea delle attività del gruppo nei settori della ricerca e dell'innovazione, vengo al punto che è il motivo della mia presenza qui.
Pirelli è sempre stata molto attiva nell'esplorare le potenzialità di internet, ed è stata una delle prime multinazionali a creare una propria intranet e a fornire ai propri dipendenti computer e strumenti di lavoro adatti al terzo millennio.
Fin dai primi anni novanta (se ci pensate, un'era geologica in termini di anni internet), la lungimiranza del top management ha identificato nel web uno strumento adeguato per la diffusione e la condivisione della conoscenza scientifica, e un luogo virtuale dove la collaborazione e l'apprendimento sarebbero stati possibili, più facili, e, perchè no, redditizi. Dal 1995 il gruppo Pirelli organizza il Pirelli INTERNETional Award, la prima competizione internazionale dedicata alla comunicazione multimediale della scienza e interamente gestita su internet. Ogni anno vengono sottoposti alla giuria internazionale del premio molte centinaia di lavori multimediali di argomento scientifico e tecnologico provenienti da ogni parte del mondo, e destinati a migliorare le conoscenze e le competenze del pubblico dei non esperti in questi settori. Si tratta di progetti realizzati da autori diversi: istituzioni scientifiche e centri di ricerca internazionale, università, scuole, editori scientifici, net company, televisioni, società di animazione e semplici appassionati di nuove tecnologie.
Uno dei pricipali risultati raggiunti da questa iniziativa, giunta alla decima edizione, è quella di avere creato una comunità di comunicatori scientifici molto eterogenea,

che vede in internet e nella multimedialità uno straordinario strumento di accesso alle conoscenze e di diffusione delle competenze scientifiche, potenziando, in tal modo, il collegamento tra il mondo della ricerca scientifica e il mondo della comunicazione multimediale professionale. Pirelli, un'azienda con una esplicita vocazione tecnologica da sempre attenta alle trasformazioni ed al cambiamento sociale, attraverso questo premio, ha voluto promuovere le migliori esperienze che il web offre a tutti i cittadini, per migliorare le proprie conoscenze scientifiche e partecipare in modo consapevole alle scelte di un'epoca sempre più influenzata dalle nuove tecnologie.

I candidati al premio devono presentare lavori multimediali interattivi che in qualche misura trattino scienza e tecnologia. Coerentemente con lo spirito dell'iniziativa, essi devono essere presentati attraverso il protocollo internet FTP o in allegato ad una email; in seguito questi lavori vengono fatti circolare e sono valutati dalla giuria e dal comitato tecnico, i cui membri si trovano in diversi paesi del mondo, ma possono collaborare e confrontarsi facilmente grazie alle nuove tecnologie di telecomunicazione.

Siamo ora giunti alla decima edizione del premio che possiamo considerare come un archivio dei principali sviluppi tecnologici nella comunicazione multimediale della scienza: se si vuole avere un'idea di come la comunicazione della scienza era nel 1996 o nel 1997, basta semplicemente cercare nel nostro albo d'oro, all'interno del nostro sito, e guardare i lavori premiati in quegli anni. Abbiamo avuto vincitori in molti settori della scienza: chimica, fisica, biologia, matematica, ecc.; molti di loro sono professori universitari, ma altri sono semplici ricercatori o esperti in strumenti multimediali, che usano la scienza e la tecnologia per esprimere se stessi.

Come disse il premio Nobel Ilya Prigogine, illustre membro della nostra giuria fin dalla prima edizione e purtroppo deceduto recentemente, il Pirelli INTERNETional Award non è un premio alla scienza, ma alla comunicazione della scienza. Il Pirelli INTERNETional Award è recentemente stato classificato da Google come il più importante premio su internet, al primo posto per referenze date del sito stesso da altri siti internet.

Questi ed altri riconoscimenti sono stati assegnati ai Pirelli Awards per gli anni di lavoro spesi nel raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- rendere la scienza accessibile a tutti,
- promuovere internet come veicolo di accesso alla cultura e strumento di educazione scientifica,
- creare un luogo d'incontro della comunità scientifica con gli appassionati di nuove tecnologie.

Come già detto è ormai in corso la decima edizione del premio, ma questa edizione è veramente speciale: in seguito all'invito fatto dell'UNESCO a celebrare il centenario della pubblicazione della teoria della relatività ristretta di Albert Einstein, Pirelli ha risposto, primo e per quanto io sappia unico gruppo industriale al mondo, lanciando un nuovo premio speciale oltre a quelli che ogni anno vengono assegnati alla comunicazione della scienza attraverso gli strumenti multimediali. Questo premio speciale, chiamato "Pirelli Relativity Challenge" e che consiste in un premio in denaro di 25.000 euro, verrà conferito alla migliore presentazione multimediale che spieghi in cinque minuti la teoria della relatività di Albert Einstein. In altre parole, vorremmo che i fisici spiegassero la teoria alla gente comune attraverso gli strumenti della comunicazione multimediale. Considero Einstein, infatti, un po' come il capostipite scientifico e tecnologico del gruppo "Pirelli", o almeno di due dei suoi principali settori industriali: il mio modo di vedere potrebbe sembrare romantico, ma, restando ai fatti, Einstein è arrivato a formulare la teoria della relatività studiando le onde elettromagnetiche, che sono il principio su cui si basa la moderna telefonia mobile. Inoltre Einstein è stato il primo ad introdurre il concetto di fotone, quando ha cominciato a studiare l'effetto fotoelettrico: fenomeno che puòò essere considerato il seme dal quale è fiorita la moderna fotonica. Per inciso, le telecomunicazioni e la fotonica rappresentano quote consistenti del fatturato del gruppo e delle sue attività di ricerca e sviluppo.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

PROGETTO "LA SCIENZA NELLE SCUOLE" EEE: EXTREME ENERGY EVENTS

Marco Selvi[1]
Università di Bologna e INFN -Sezione di Bologna

Sommario

L'obiettivo principale del Progetto è quello di capire dove, quando e come nascono i raggi cosmici primari. Quando un raggio cosmico incontra l'atmosfera terrestre, interagisce con i nuclei di cui essa è composta e genera uno "sciame esteso", composto da numerosissimi muoni. L'impronta di uno sciame di altissima energia al suolo copre un'area che può arrivare a decine di chilometri quadrati. Questo progetto vuole affidare allo studio degli eventi cosmici di altissima energia (Extreme Energy Events), EEE, il compito di portare la Scienza nel cuore dei giovani. È strutturato su base modulare e prevede che in numerose scuole d'Italia sia costruito un telescopio di rivelatori denominati MRPC (Multigap Resistive Plate Chamber) dedicato all'osservazione e alla misura dei muoni cosmici. In ogni Scuola i ragazzi parteciperanno alla realizzazione e alla messa in funzione del telescopio. Avendo a che fare con i raggi cosmici, nascerà nei ragazzi un interesse diretto per le problematiche scientifiche ad essi connesse.

1 Portare la scienza nel cuore dei giovani

L'obiettivo principale del Progetto EEE 1) è quello di capire dove, quando e come nascono i raggi cosmici primari (protoni o nuclei), che costituiscono la cenere del

---

[1] a nome dei partecipanti al progetto EEE, ideato e condotto dal prof. A. Zichichi

Big Bang e viaggiano per milioni e milioni di anni a partire dalle zone più remote dello spazio. Quando un raggio cosmico incontra uno strato di materia, in particolare l'atmosfera terrestre, interagisce con i nuclei di cui è fatta la stessa materia. Nella interazione vengono prodotte particelle dell'Universo Subnucleare che vivono pochissimo (frazioni di miliardesimi di secondo). Nella loro breve vita si trasformano in altre particelle il cui ultimo stadio sono i cosiddetti muoni. A livello del mare la massima parte della componente elettricamente carica dei raggi cosmici è fatta di muoni. I raggi cosmici primari di altissima energia generano sciami estesi, composti da numerosissimi muoni (tanto più numerosi quanto maggiore è l'energia della particella iniziale). L'impronta di uno sciame di altissima energia al suolo copre un'area che può arrivare a decine dichilometri quadrati. Nella Figura 1 è mostrato un esempio di sciame cosmico i cui prodotti (muoni) ricoprirono un'intera città come Bologna.

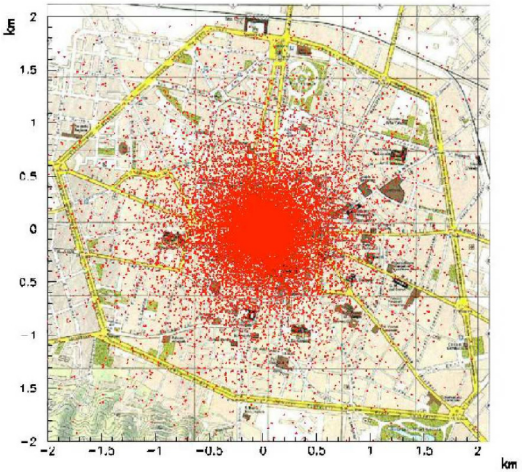


Figura 1: Distribuzione dei muoni (punti rossi) generati da un raggio cosmico primario di energia 10^{17} eV sopra la città di Bologna.

Questo progetto vuole affidare allo studio degli eventi cosmici di altissima energia (Extreme Energy Events), EEE, il compito di portare la Scienza nel cuore dei

giovani. E infatti i raggi cosmici hanno un ruolo unico nella storia del mondo. Anzitutto la loro scoperta è giunta in modo totalmente inatteso. Osservando come si scaricava uno strumento inventato da Galvani i fisici di quei tempi –si era agli inizi del XX secolo -pensavano che fossero i raggi provenienti dalla Terra (era da poco stato scoperto il fenomeno della radioattività) a scaricare quello strumento. Decisero di fare misure ad altezze diverse e rimasero stupiti quando scoprirono che più si andava in alto e più velocemente lo strumento si scaricava. I raggi che scaricavano lo strumento non venivano dalla Terra ma dal cielo. Anzi dal Cosmo. Quanto precede è solo una sintesi dell'impatto che possono avere i raggi cosmici nella cultura del terzo millennio e conseguentemente dei motivi che ci inducono a considerare i raggi cosmici lo strumento ideale per portare la Scienza nel cuore dei giovani.
Il Progetto EEE è strutturato su base modulare e prevede che in numerose Scuole d'Italia (Licei o Istituti Tecnici) venga costruito un modulo di apparato sperimentale, ossia un telescopio di rivelatori denominati MRPC (Multigap Resistive Plate Chamber) dedicato all'osservazione e alla misura dei muoni cosmici. In ogni Scuola i ragazzi parteciperanno alla realizzazione e alla messa in funzione del telescopio. I dati che verranno raccolti in ciascuna Scuola saranno un contributo originale per lo studio dei raggi cosmici appartenenti alla classe EEE. Avendo a che fare con i raggi cosmici, nascerà nei ragazzi un interesse diretto per le problematiche i cui legami con i raggi cosmici saranno parte integrante della componente di Cultura Scientifica da trattare in relazione alla realizzazione del Progetto. Il Progetto EEE potrà dunque portare la Scienza nel cuore dei giovani attraverso un'azione di incentivazione culturale diretta, che nasce quando i ragazzi sentono di essere diventati protagonisti nella costruzione di uno strumento e nella elaborazione di dati che sono alle frontiere del pensiero scientifico

2 Il rivelatore MRPC e il telescopio per raggi cosmici

Lo strumento che sarà installato nelle Scuole è denominato MRPC (Multigap Resistive Plate Chamber) ed è stato inventato 2) allo scopo di misurare con grande precisione il tempo divolo delle particelle subnucleari (esempio: pioni, muoni, elettroni). L'obiettivo era di riuscire a ottenere una precisione di cento picosecondi.

Ottenuto il livello di precisione di 100 ps sono stati necessari diversi anni di studi e ricerche per arrivare a guadagnare un fattore due nella precisione. E oggi siamo addirittura ai 40 ps, che rappresentano un valore tuttora insuperato. La proprietà fondamentale del rivelatore MRPC è quella di rivelare con grande precisione la posizione e l'istante di tempo in cui avviene il passaggio della particella incidente.

2.1 Il telescopio con MRPC

Il sistema di rivelazione modulare del Progetto EEE, che sarà installato in ogni Scuola, è un telescopio costituito da tre piani di rivelatori MRPC (Figura 2).

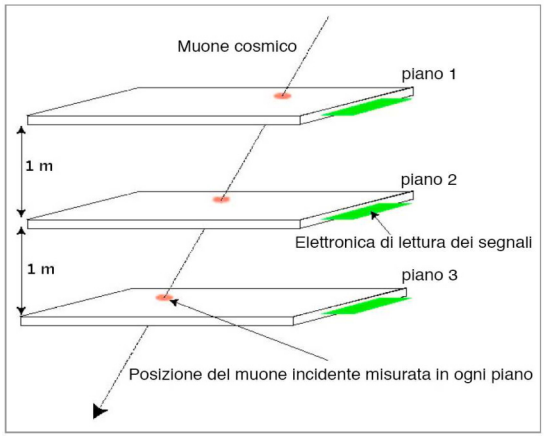


Figura 2: Schema del modulo base per il progetto EEE: un telescopio formato da tre piani di rivelatori MRPC. Ogni piano sarà capace dimisurare con grande precisione il punto d'impatto della particella cosmica incidente e il suo tempo di attraversamento.

L'area sensibile di ogni piano è di (1.6 × 0.82) m^2. Il sistema di lettura (readout) dei segnali avviene tramite elettrodi metallici suddivisi in strisce (strip) longitudinali, ciascuna lunga 1.6 m e larga 34 mm. La precisione nella determinazione della coordinata trasversale del punto d'impatto sarà dunque di 34 mm, ma potrà anche risultare migliore nel caso in cui due strip vicine diano segnale. Ogni strip sarà connessa, a ciascuna delle sue estremità, con un sistema elettronico

di lettura e di acquisizione del segnale. La differenza in tempo tra i segnali ai due estremi di ogni strip produrrà la coordinata longitudinale del punto d'impatto, con una precisione di circa 1cm. Gli elettrodi a strip saranno posizionati in corrispondenza alle due superfici esterne del rivelatore. Tramite la misura della posizione dei tre punti d'impatto (uno per piano) sarà quindi possibile ricostruire la traiettoria rettilinea della particella che ha attraversato il telescopio. Sarà inoltre possibile conoscere il verso di attraversamento della particella (alto → basso oppure basso → alto) grazie alla misura del suo tempo di volo tra un piano e l'altro.

Il gas che flusserà attraverso il rivelatore MRPC potrà essere del Freon (C2F4H2) puro, non infiammabile e facilmente reperibile poichè comunemente utilizzato nei dispositivi di refrigerazione (frigoriferi, condizionatori d'aria). Il telescopio sarà quindi dotato di un opportuno sistema di gas comandato e controllato tramite calcolatore. Altri tipi di gas e altre soluzioni, per esempio con rivelatori sigillati (senza circolazione di gas) che verrebbero periodicamente riforniti di gas dal personale tecnico in situ, sono attualmente in esame.
Il telescopio di ogni Scuola, collocato all'interno dell'edificio scolastico, sarà dunque in grado di acquisire dati e di trasmetterli via rete ad un opportuno centro di raccolta. Ogni telescopio sarà inoltre geograficamente localizzato e temporalmente sincronizzato via satellite tramite un sistema GPS. È dunque prevista anche l'installazione di un'apposita antenna GPS. Così facendo i telescopi delle varie Scuole potranno essere messi in coincidenza in fase di analisi dei dati.
I dati trasmessi da tutti i telescopi nelle varie Scuole saranno raccolti e archiviati presso il CNAF dell'INFN di Bologna. L'analisi dei dati sarà effettuata tramite l'innovativo sistema di calcolo distribuito chiamato GRID, usufruendo dell'esperienza del CERN e dell'INFN in tale settore.

3 Schema del progetto

Il Progetto EEE è stato originariamente concepito per almeno 100 moduli in 100 scuole distribuite su tutto il territorio nazionale e presentato ufficialmente al Ministro Moratti il 3 Maggio 2004, al CERN. Nell'attuale fase sperimentale iniziale

del Progetto EEE si prevede di coinvolgere 7 Scuole distribuite a Nord, Centro e Sud d'Italia, in modo da coprire la più grande distanza tra moduli estremi. In figura 3 è mostrata la distribuzione sul territorio nazionale delle scuole interessate al progetto con, evidenziate in rosso, le 7 scuole nelle quali saranno installati i primi telescopi, nella fase pilota del progetto stesso.

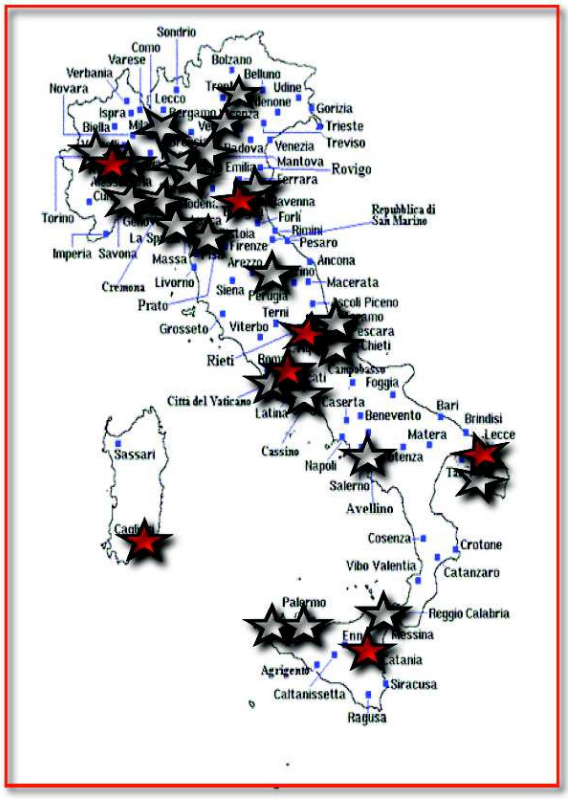


Figura 3: Distribuzione sul territorio nazionale delle scuole interessate al progetto EEE. In rosso sono evidenziate le 7 città nelle quali saranno installati i primi telescopi: Bologna, Cagliari, Catania, Grottaferrata (RM), L'Aquila, Lecce, Torino.

Per la realizzazione del Progetto EEE si prevede il seguente schema di attività:

1. I materiali, le attrezzature e le strumentazioni necessari alla costruzione e alla successiva messa in funzione del telescopio saranno acquistati e forniti dal CERN e dalle Sezioni INFN o eventualmente dai Dipartimenti di Fisica coinvolti nel Progetto. Saranno trasportati e raggruppati presso tali Sezioni o Dipartimenti (d'ora in poi denominati Strutture di Ricerca).
2. Nella fase iniziale, gli alunni della Scuole in cui saranno montati i telescopi EEE si recheranno presso le Strutture di Ricerca più vicine (situate nella loro stessa città o nella città più vicina) per partecipare direttamente alla costruzione dei rivelatori MRPC che costituiscono i telescopi. Gli alunni avranno cos la possibilità di partecipare a veri e propri stage di training tecnico-scientifico, a diretto contatto con il mondo della Ricerca.
3. In parallelo, il personale scientifico e tecnico delle Strutture di Ricerca predisporrà presso le Scuole, con la collaborazione degli alunni delle Scuole, l'installazione dei telescopi EEE e di tutte le strumentazioni e attrezzature ad essi connesse che saranno via via trasferite presso le Scuole.
4. I rivelatori MRPC costruiti nelle Strutture di Ricerca verranno poi trasportati nelle Scuole, dove si procederà alla fase di montaggio e messa in funzione dei telescopi EEE. Tale fase sarà di nuovo espletata grazie all'intervento del personale scientifico e tecnico delle Strutture di Ricerca in collaborazione con gli alunni delle Scuole.
5. In fase di funzionamento, quando i telescopi EEE saranno in grado di acquisire dati scientifici, sarà compito degli alunni delle Scuole garantire l'operatività costante dei telescopi, ed eseguire una serie di regolari controlli e misure. Il personale delle Strutture di Ricerca garantirà un'assistenza e una vigilanza costante dei telescopi presso le Scuole.
6. A regime, gli alunni delle Scuole dotate di telescopi EEE saranno resi partecipi dell'analisi dei dati raccolti e dei risultati ottenuti. Saranno anche coinvolti in un'azione più vasta e generale di promozione della Cultura Scientifica. Ciò potrà avvenire tramite strumenti multimediali e tramite

ulteriori stage presso le Strutture di Ricerca e presso la Fondazione e Centro di Cultura Scientifica Ettore Majorana (FCCSEM) di Erice.

I Laboratori e le Strutture del CERN, i Laboratori Nazionali e le Sezioni dell'INFN, e i Dipartimenti di Fisica delle Università saranno i punti di riferimento per la parte tecnico-scientifica del Progetto. Di particolare rilievo sarà il coinvolgimento del Centro Fermi, dell'AIF e del CNAF (Centro Nazionale per la Ricerca e Sviluppo nelle Tecnologie Informatiche e Telematiche) dell'INFN. Il Progetto usufruirà inoltre della stretta collaborazione con FCCSEM, INGV e WFS, e con la Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze delle Università. Il CERN, e tutti gli altri Enti e Istituzioni partecipanti, hanno tradizionalmente una vasta e riconosciuta esperienza di alto livello nel campo della diffusione e della promozione della Cultura Scientifica.
La responsabilità del Progetto EEE compete a un Comitato Tecnico Scientifico presieduto dal prof. Antonino Zichichi.

Referenze

1) A. Zichichi et al, Documento di presentazione del progetto EEE, http://www.centrofermi.it/eee/documents/eee allegato.pdf
2) A. Zichichi et al, Nucl. Instr. and Meth. A374, 132 (1996).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

IL PROGETTO SCIENCE CENTER DI TORINO

Patrizia Picchi
Provincia di Torino, Via Bertola, 34 - 10122 Torino

L'autore non ha inviato il testo

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

APRITICIELO
MUSEO INTERATTIVO DELL'ASTRONOMIA E DELLO SPAZIO CON PERCORSO DIDATTICO E PLANETARIO ALL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO

Attilio Ferrari
Dipartimento di Fisica Generale, Università di Torino
INAF - Osservatorio Astronomico di Torino

Sommario

Il progetto ApritiCielo, che sarà realizzato nel corso del 2006, rappresenta un'iniziativa di tipo didattico, museale e archivistico avviato dalle istituzioni scientifiche astronomiche torinesi in collaborazione con enti locali e finanziatori privati. Anche per la gestione l'impegno delle istituzioni scientifiche sarà primario per mantenere le presentazioni e i documenti offerti al pubblico al massimo livello di qualità e aggiornamento. In tal senso ApritiCielo è un'iniziativa del tutto originale nel quadro della comunicazione scientifica nazionale.

1 Introduzione

Le istituzioni scientifiche torinesi operanti in campo astronomico e spaziale, l'Osservatorio Astronomico, il Dipartimento di Fisica Generale dell'Università e il Consorzio Interuniversitario per la Fisica Spaziale, avviarono negli anni 1990 il progetto di una struttura didattica e museale che offrisse alle scuole di ogni ordine e grado e al pubblico degli appassionati la possibilità di avvicinarsi alla comprensione della scienza dell'Universo e delle tecniche avanzate con cui si raggiungono sempre nuove importanti informazioni. Inoltre l'Osservatorio Astronomico decise di creare un archivio della strumentazione antica e dei documenti storici per salvaguardarne il

valore e l'integrità e allo stesso tempo per offrire a studiosi e appassionati il diretto segno del passato scientifico dell'area torinese.
Essendo le competenze nel campo dell'istruzione e della salvaguardia dei beni culturali state trasferite alle Regioni, le istituzioni scientifiche trovarono nell'Assessorato alla Cultura della Regione Piemonte un interlocutore molto interessato e disponibile. Nel 1997 la Regione stanziò fondi per uno studio di fattibilità che portò all'idea di un progetto cospicuo in cui furono poi coinvolte le due locali Fondazioni di origine bancaria, la Compagnia di San Paolo e la Fondazione CRT. Fu deciso di costruire la struttura entro il compendio di proprietà dell'Osservatorio Astronomico di Torino a Pino Torinese per favorire il miglior contatto tra ricerca e comunicazione.
Nel 2000 fu approvato il progetto esecutivo per la parte edilizia elaborato dall'ingegner Giancarlo Gonnet e dall'architetto Loredana Dionigio, e nel 2001, dopo la relativa gara di appalto, ebbero inizio i lavori affidati alla ditta Guerrini Costruzioni di Torino. Sempre nel 2000 venne sottoscritto un protocollo d'intesa tra gli enti coinvolti: l'Osservatorio Astronomico, l'Università, il Comune di Pino Torinese, la Regione Piemonte, La Compagnia di San Paolo e la Fondazione CRT. Il Comune di Pino Torinese assunse l'onere della costruzione degli accessi alla struttura. A sovrintendere ai lavori del progetto e alla definizione dell'allestimento del museo fu costituito un Comitato Scientifico-Tecnico con rappresentanti di tutte le istituzioni e presieduto dall'ideatore dell'iniziativa.
Sempre nel 2000 fu firmato il contratto per l'acquisto dello strumento del planetario, il Digistar 3, apparato digitale della Evans & Sutherland in grado non solo di proiettare la sfera celeste e gli oggetti astronomici, ma anche di presentare veri e propri spettacoli sull'intera cupola con visualizzazione tridimensionale.
Infine per la parte del museo interattivo furono assegnati studi di progettazione per il percorso didattico e per una mediateca, con l'idea di ricorrere sia a tecniche multimediali sia a simulazioni meccaniche di esperimenti a carattere fisico, astronomico e spaziale. In tal senso contribuì anche l'Alenia Spazio, l'azienda spaziale italiana con sede appunto a Torino.

La costruzione è attualmente nella sua fase finale e lo sviluppo dell'allestimento sta entrando nella fase di realizzazione. Si prevede l'inaugurazione per la primavera del 2006 e la piena operatività per pubblico e scuole a partire dall'autunno.

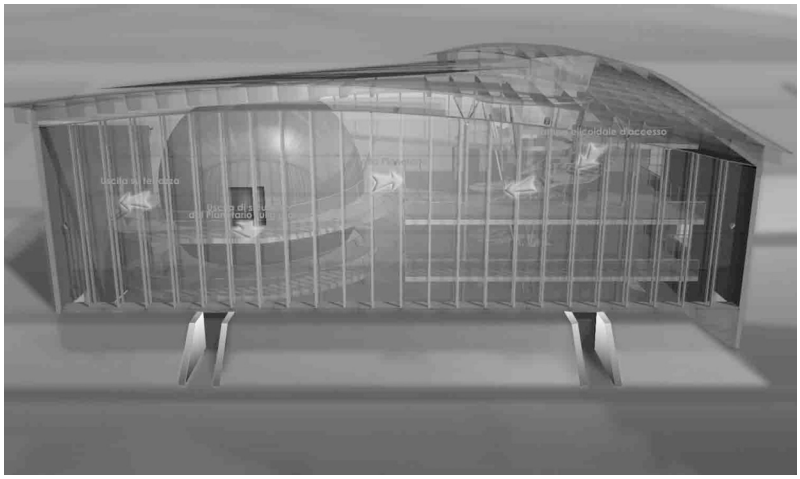


Figura 1. Progetto architettonico di ApritiCielo.

2 I contenuti del museo

Il percorso didattico interattivo si sviluppa su quattro piani, entrando nella struttura dal piano a livello superiore. Il piano d'ingresso sarà dedicato al confronto tra la visione del cielo degli antichi e le immagini dei più recenti metodi d'indagine. Sarà disponibile la registrazione giornaliera del Telegiornale Scientifico della RAI e un commento sui principali eventi astronomici della settimana. Il piano inferiore -1 sarà dedicato alla presentazione dei metodi osservativi, telescopi, rivelatori nelle varie bande osservative elettromagnetiche e corpuscolari. Si discuterà l'influenza dell'atmosfera e di altri disturbi osservativi. Una grande postazione multimediale illustrerà la visione dell'Universo alle varie bande elettromagnetiche. Il piano -2 conterrà la maggior parte delle postazioni interattive dedicate alla sperimentazione

delle forze che strutturano l'Universo. Vi saranno: una simulazione della gravità sulla Luna e altri pianeti, un esperimento per comprendere come le stelle abbiano dimensioni diverse a seconda della massa e della pressione termica, una lastra rotante su cui sperimentare l'effetto della forza centrifuga sulla formazione delle galassie e dei pianeti. Saranno inoltre disponibili filmati sulla formazione delle stelle e sull'evoluzione fino alle fasi finali con formazione di stelle di neutroni e buchi neri.

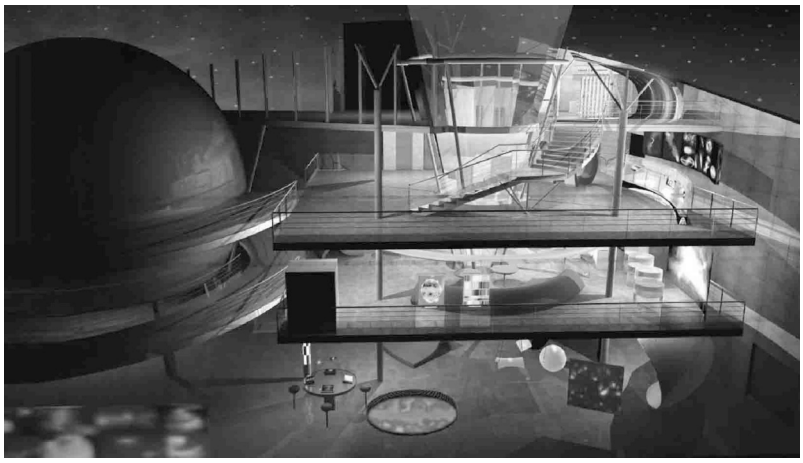


Figura 2. Allestimento di ApritiCielo.

Il piano inferiore -3 sarà il più importante e impegnativo, dedicato essenzialmente alla descrizione della cosmologia, a partire dalla scoperta della recessione delle galassie da parte di Hubble fino ai modelli cosmologici relativistici e alle idee più avanzate circa la materia oscura e l'energia oscura e le teorie del tutto. Le presentazioni utilizzeranno le tecniche multimediali più avanzate, incluse proiezioni stereoscopiche che permetteranno di sperimentare visivamente l'evento del big-bang, l'espansione dello spazio, la formazione delle strutture cosmiche dalle perturbazioni primordiali, la nascita delle prime stelle.

Sarà disponibile una mediateca con filmati storici e simulazioni scientifiche che metteranno in grado gli appassionati e gli esperti di approfondire aspetti specifici, sia della fisica fondamentale, sia dell'astrofisica delle stelle e delle galassie, sia delle conquiste spaziali.

3 Il planetario digitale

Dal piano -3 una rampa elicoidale intorno alla cupola porterà all'entrata del planetario digitale. Il Digistar 3 è uno strumento del tutto originale in Italia, e uno dei primi in Europa. Permetterà di mostrare stelle, pianeti e galassie in numero qualsiasi essendo basato su proiezioni guidate da un calcolatore programmabile sui più avanzati cataloghi astronomici, e potrà simulare situazioni dinamiche astronomiche le più svariate, mostrando l'Universo di ieri o quello del futuro, visto dalla Terra o da qualunque altro punto dello spazio. La proiezione sarà ottenuta per mezzo di sei proiettori digitali che completeranno le immagini su tutta la cupola, con una visualizzazione dinamica a tre dimensioni. Il Digistar 3 permetterà anche la proiezione di veri e propri spettacoli basati sull'elaborazione di immagini astronomiche reali ottenute dai telescopi. Il primo spettacolo previsto dal titolo "Le meraviglie dell'Universo" porterà lo spettatore dai primi momenti del big-bang alla formazione delle galassie, alla rappresentazione della nascita delle stelle, alle esplosioni di supernove, fino al nostro tranquillo sistema solare dove gli astronomi studiano da millenni il corso degli eventi, ricostruendo l'Universo all'interno della propria mente. Altri spettacoli seguiranno, anche preparati dal personale di ApritiCielo in collaborazione con la rete mondiale di utilizzatori dei sistemi Digistar della Evans & Sutherland. ApritiCielo ha già sottoscritto un protocollo di collaborazione con il planetario Adler di Chicago, il più antico degli Stati Uniti fondato 75 anni fa, per lo sviluppo di programmi comuni. I visitatori potranno lasciare ApritiCielo avendo compreso le attuali conoscenze della struttura dell'Universo che ci circonda, ed anche i metodi su cui si fondano tali conoscenze.

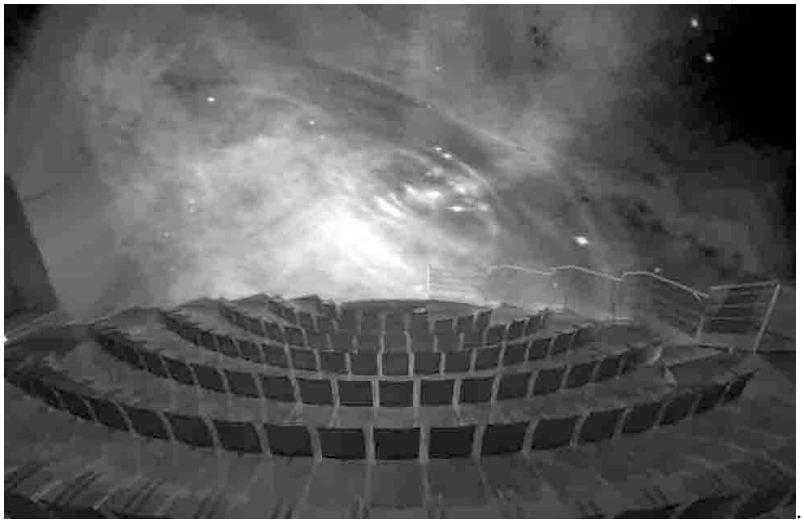


Figura 3. La sala del planetario con il Digistar 3.

4 Conclusione

La gestione di ApritiCielo sarà affidata ad un'associazione fondata da INAF-Osservatorio Astronomico di Torino, Università di Torino e Comune di Pino Torinese, cui aderiranno pure la Regione Piemonte, la Compagnia di San Paolo e la Fondazione CRT. Il piano di gestione, in corso di studio, prevede almeno 100.000 visitatori l'anno; le entrate del planetario consentiranno di coprire circa il 60% dei costi di gestione, e gli enti finanziatori continueranno il sostegno delle varie iniziative per mantenere spettacoli e postazioni allo stato dell'arte. Il personale richiesto sarà di circa 20 accompagnatori scientifici, 10 unità per la manutenzione e 10 unità per l'amministrazione.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

DA GALILEO A EINSTEIN ESPERIENZE DI COMUNICAZIONE DELLA FISICA E DELL'ASTRONOMIA A STUDENTI TRA I 9 E I 14 ANNI

Cristina Olivotto *
Istituto di Fisica Generale Applicata -Università degli Studi di Milano

Sommario

Il presente contributo si propone di illustrare le attività di comunicazione della fisica e dell'astronomia rivolte a studenti di età compresa tra i 9 e 14 anni, inserite nel contesto dell'iniziativa *Storia e Scienza a Brera*, che da oltre dieci anni l'Istituto di Fisica Generale Applicata dell'Università degli Studi di Milano propone con successo a scuole e largo pubblico.

1 Introduzione

Il presente contributo illustra le attività dicomunicazione della fisica e dell'astronomia rivolte a studenti di età compresa tra i 9 e 14 anni, inserite nell'iniziativa *Storia e Scienza a Brera*, che dal 1996 l'Istituto di Fisica Generale Applicata (IFGA) dell'Università degli Studi di Milano propone a scuole e pubblico generico, grazie a finanziamentiche provengono dall'Università degli Studi di Milano, dal MIUR, dalla Comunità Europea.

2 I progetti

---

* Co-Autori: Andrea Bernagozzi, Davide Cenadelli, Mario Damasso, Antonella Testa

2.1 Caro professor Einstein

Un aspetto poco noto della vita di Albert Einstein è la popolarità di cui godeva tra i bambini di tutto il mondo. Tanti scrissero allo scienziato chiedendogli degli argomenti più vari, dalla scienza ai piccoli problemi di ogni giorno. Molte di queste lettere, raccolte con le relative risposte di Einstein nel libro Caro professor Einstein (Rosellina Archinto, 2005), sono state lo spunto per ideare l'iniziativa, rivolta agli studenti dai 9 agli 11 anni. L'incontro inizia con il racconto degli anni giovanili di Einstein, prosegue con la spiegazione di alcuni concetti fisici alla base dei suoi risultati scientifici più importanti e si conclude con un gioco in cui i partecipanti sono suddivisi in due squadre che si sfidano nell'imitare Einstein, sulla base di ciò che hanno imparato dalla presentazione.

2.2 Conferenze

Le conferenze dell'IFGA sono incontri indirizzati a studenti dai 9 ai 18 anni, della durata di circa un'ora, che traggono spunto dal contesto storico-astronomico in cui l'iniziativa *Storia e Scienza a Brera* è calata. La Sezione di Storia della Fisica dell'IFGA, che promuove e gestisce l'iniziativa, ha infatti sede all'interno dell'antico Palazzo Brera, ove ha curato il recupero, la salvaguardia e la valorizzazione del patrimonio storico-scientifico dell'Osservatorio Astronomico di Brera. È risultato naturale impostare un'attività di diffusione di cultura scientifica che associasse alle visite guidate dell'esposizione museale anche conferenze di taglio divulgativo, dedicate ai temi portanti della storia e attualità dell'astronomia. All'interno di Storia e Scienza a Brera, si è posta fin da subito l'esigenza di diversificare l'offerta per i diversi tipi di possibili fruitori: pubblico generico da un lato e scuole dall'altro, con la distinzione in diverse fasce d'età per gli studenti. Agli studenti più giovani sono proposte non solo versioni differenti delle conferenze presentate ai ragazzi più grandi, ma anche incontri pensati appositamente per loro. La conferenza *Una costellazione, un mito* si rivolge proprio agli studenti tra i 9 e 13 anni. Si propone di analizzare una costellazione, scelta precedentemente dai ragazzi stessi, sia dal punto di vista storico-mitologico che astrofisico, spiegando i principali oggetti celesti in essa presenti. La conferenza *Un universo di stelle*

introduce invece le principali nozioni di astrofisica, dalla natura delle stelle alla loro evoluzione nel tempo.

2.3 LERU-Kids University

Il progetto europeo *LERU-Kids University* è nato per avvicinare i ragazzi di età compresa tra 10 e 12 anni al mondo della scienza. Gli atenei appartenenti alla *League of European Research Universities* (LERU) hanno proposto nel 2005 diverse esperienze di carattere fisico e astronomico, mirate a stimolare la curiosità dei ragazzi e a far crescere in loro l'interesse per la ricerca scientifica. L'IFGA di Milano ha partecipato a *Kids University* proponendo l'osservazione della Luna con lo storico telescopio Merz (1862-1865), misurando il diametro dei crateri e l'altezza delle montagne lunari con un metodo ispirato a quello di Galileo Galilei. Sono state coinvolte 6 scuole medie di Milano e provincia, per un totale di circa 50 ragazzi e una decina di genitori accompagnatori, anch'essi coinvolti direttamente nell'esperienza di studio del nostro satellite. L'attività è stata strutturata nella maniera seguente. In tre incontri preliminari sono state illustrate le principali caratteristiche della Luna, dalla sua natura alla sua orbita, e fornite anche informazioni sull'osservabilità della Luna al telescopio. I ragazzi sono così giunti preparati alla fase successiva, dedicata alla ripresa di immagini, poi utilizzate per eseguire le misure delle dimensioni di crateri e montagne lunari. Dalla lunghezza delle ombre dei monti lunari, utilizzando le proprietà dei triangoli simili, è stato possibile calcolarne l'altezza.

3 Le motivazioni

Per studenti ben disposti all'apprendimento delle materie scientifiche, un'esposizione sistematica e astorica della scienza equivale a fornire risposte a domande non poste. Si capisce così il ruolo della storia delle scienza nella didattica: proporre le problematiche storiche da cui far discendere le soluzioni che gli scienziati hanno trovato nel corso della storia, sottolineando la dimensione problematica della scienza. Matthews (1989) individua le seguenti ragioni per incoraggiare un approccio storico nell'insegnamento: la miglior comprensione di concetti scientifici, che permetta lo sviluppo di un pensiero proprio; la comprensione di cosa significhi fare

scienza e quali siano i suoi meccanismi di avanzamento; la comprensione di materie impegnative e spesso astratte, illustrandone gli aspetti concreti; la comprensione del valore culturale della scienza e delle sue connessioni con le altre attività umane. In più occasioni Popper ha sostenuto che la storia della scienza fa capire che la ricerca scientifica è frutto di tentativi ed errori, venendo in tal modo a configurarsi come l'antidoto più sicuro al dogmatismo. La storia della scienza, cioè, non solo strumento formidabile per suscitare l'interesse nei discenti, ma anche "pedagogia dell'errore", cioè mezzo per formare buoni cittadini. Storici come Holton (1993) hanno più volte sottolineato come la storia della scienza sia un'esperienza di studio e di approfondimento importante per la formazione di cittadini consapevoli e di ricercatori scientifici motivati ad affrontare problemi fondamentali per lo sviluppo della loro disciplina. Ma anche scienziati hanno confermato che la loro attività di ricerca è stata continuamente alimentata da un retroterra culturale di tipo storico e filosofico. Per rimanere in ambito fisico, basti pensare al ruolo ispiratore che il testo di Ernst Mach, La meccanica nel suo sviluppo storico-critico, ha avuto nello sviluppo della relatività einsteiniana. Ed è proprio in questo contesto che si colloca l'interesse della Sezione di Storia della Fisica dell'IFGA alla didattica della fisica. La formazione storico-scientifica, a vari livelli, dei responsabili delle singole iniziative ha determinato la scelta degli argomenti e l'approccio con cui proporli agli studenti. La stessa riformulazione delle nozioni in un linguaggio semplice ha tratto profitto dalla connotazione storica. Il legame che l'IFGA ha con il Museo Astronomico di Brera, voluto e nato da esso, ha poi ulteriormente focalizzato il campo di interesse ad argomenti di carattere astronomico. Le conferenze *Un universo di stelle* e *Una costellazione, un mito* hanno trovato la chiave del loro successo proprio nell'inserimento in un ambiente che le suggeriva: parlare di colori delle stelle, telescopi, mappe celesti con la possibilità di mostrare ai piccoli studenti autentici telescopi, spettroscopi o globi celesti si è dimostrato strumento essenziale per accattivarsi la platea, suscitando il suo interesse. Circa l'esperienza *LERU-Kids University*, poi, la presenza del telescopio storico Merz, sottoposto a restauro sia conservativo che funzionale, è stato un elemento non solo suggestivo, ma fondante dell'esperienza stessa, perchè utilizzato dagli studenti per osservare e fotografare la Luna. Lo scopo stesso dell'esercitazione, la misura delle montagne lunari con il

metodo galileiano, ha una motivazione profonda di carattere storico, legato ad uno scienziato noto anche agli studenti delle scuole primarie. A questo riguardo, si è deciso di proporre anche ai più piccoli la conferenza *Caro professor Einstein* proprio per la vasta notorietà che il fisico di Ulm possiede tra gli studenti di ogni fascia d'età.

4 Le modalità

Tutti gli incontri prevedono l'utilizzo di supporti multimediali, che catturano l'attenzione dei bambini, disegnano il filo conduttore della narrazione e fungono da promemoria di ciò che, nel discorso verbale, può talvolta perdersi. A questa modalità di base della comunicazione si aggiunge l'interazione verbale, molto più continua rispetto ai destinatari di età maggiore: il coinvolgimento dei piccoli studenti è infatti condizione necessaria perchè l'attenzione rimanga desta anche su argomenti non sempre di immediata comprensione. In *Caro professor Einstein*, il gioco, a cui è dedicata la terza parte dell'incontro, rappresenta un tentativo di ripensare la figura di Einstein e i concetti presentati nei tre quarti d'ora precedenti in una veste diversa dalla semplice domanda. In particolare la modalità del gioco, grazie alla naturale e spiccata competitività dei partecipanti, è di sicuro successo. Ancora più proficuo è risultato il coinvolgimento degli studenti nel laboratorio di *LERU-Kids University*. Comprensibile il grande entusiasmo dei ragazzini per l'opportunità di utilizzare un telescopio; ma anche durante gli incontri in classe la presenza delle fotografie della Luna da loro scattate, da cui prendere le misure per impostare i calcoli, ha generato un clima di interesse ed entusiasmo difficilmente ipotizzabile nella risoluzione di un ordinario problema di geometria.

5 Gli obiettivi

Lo sforzo di raggiungere la fascia d'età compresa tra i 9 e 14 anni è dettato innanzitutto dall'esigenza di offrire un'opportunità di incontro con le tematiche della scienza a ragazzi la cui potenziale ricettività è molto elevata.Non bisogna infatti dimenticare che a quella età la scuola offre nei suoi programmi lezioni dedicate alle scienze in senso generico, il che comporta necessariamente la penalizzazione degli argomenti di più difficile comprensione, come l'astronomia e la fisica; a questa non

corrisponde però una mancanza d'interesse degli studenti. Le iniziative vengono incontro alla curiosità profonda dei ragazzi verso argomenti specifici di fisica e astronomia. Ma la trasmissione della conoscenza non ne è il fine esclusivo, perchè le attività non intendono sostituire le lezioni scolastiche, bensì fornire elementi concettuali ma anche emotivi e suggestivi capaci di mantenere alto l'interesse verso discipline che, con il passare degli anni, diventano solitamente poco amate. Il confronto con una persona sconosciuta (il relatore) o con altri studenti (come nel caso di LERU-Kids University), insieme ad un approccio insolito all'argomento (come l'utilizzo di un telescopio in un vero osservatorio) rappresentano un ausilio alle lezioni frontali svolte in classe.

6 La risposta

Per l'anno scolastico 2004-2005, le conferenze Un universo di stelle, Una costellazione, un mito e Caro professor Einstein hanno registrato circa 800 partecipanti distribuiti in 31 classi. Identica risposta positiva per LERU-Kids University, che, per la peculiarità del progetto ha dovuto raddoppiare la proposta per soddisfare le richieste (60 posti). Riguardo allo studio di risposta quantitativa e qualitativa, sta per cominciare un lavoro di analisi delle percezioni da parte dei ragazzi coinvolti, raccolte in questionari e focus group. Già d'ora però si può affermare che l'iniziativa è stata accolta in maniera entusiasta sia da parte degli insegnanti, cioè coloro che decidono di aderire alle iniziative, sia dei ragazzini che, pur ammettendo una scarsa simpatia verso materie come la matematica, restano affascinati dalla visione del cielo tramite un telescopio e sono fonte quasi inesauribile di domande sugli argomenti trattati.

7 Conclusione

Il target raggiunto ha assunto nel tempo dimensioni considerevoli, perchè in quasi un decennio migliaia di ragazze e ragazzi hanno fruito delle iniziative organizzate dall'IFGA nell'ambito del progetto *Storia e Scienza a Brera*.
La proposta è contraddistinta da una certa varietà, sia dal punto di vista degli argomenti, che delle forme adottate: visite guidate, conferenze frontali tramite

ipertesti, osservazioni al telescopio, giochi, esercitazioni pratiche, proiezione di film e documentari seguiti da domande agli esperti.

Il successo dell'iniziativa ha dimostrato la reale esistenza, tra i ragazzi dell'età considerata, del bisogno di misurarsi con la comprensione del mondo reale attraverso il potere esplicativo della scienza, tramite esperienze pratiche che vadano al di là della pura e semplice lezione frontale.

Infine, l'originalità dell'approccio interdisciplinare e l'attenzione al contesto storico si sono rivelate un tratto vincente dell'intera iniziativa, così che questa si può affiancare, ma non sovrapporre, ad altre proposte di diffusione di cultura scientifica.

Referenze

1) S.G. Brush, Interchange, 20, 2 (1989).
2) L. Dibattista, Storia delle scienza e didattica delle discipline scientifiche (Armando Editore, Roma, 2004).
3) G. Holton, Scienza, educazione e interesse pubblico (Il Mulino, Bologna, 1990).
4) G. Holton, Public Understanding of Science, 2 (1993).
5) M.R. Matthews, Science Teaching (Routledge, New York, 1994).
6) M.R. Matthews, Interchange, 20, 2 (1989).
7) A. Testa, P. Tucci, Musèalisation contre contextualisation: le role de la sauvegarde et de la valorisation du patrimoine historique dans un institut de recherche scientifique, in: 2nd International Congress on Science and Technology for the safeguard of cultural heritage in the Mediterranean basin (ed. Elsevier, Parigi, 2000).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

MICROCOSMO CON VISTA BREVE VIAGGIO NEL MONDO SUBATOMICO

Luca Trentadue*
Dipartimento di Fisica, Università di Parma, INFN Gruppo Collegato di Parma, Viale delle Scienze, 7 -43100 Parma

Sommario

Una mostra interattiva alla scoperta dei segreti del mondo atomico e subatomico delle particelle elementari.

1 La Mostra

”Microcosmo con Vista” ´e una mostra scientifica interattiva permanente organizzata dal Dipartimento di Fisica dell’Università di Parma in collaborazione con l’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), il Centro Europeo di Ricerche Nucleari (CERN) e l’ Istituto Materiali per l’ Elettronica ed il Magnetismo (IMEM). La mostra, che ´e stata inaugurata nel giugno 2004, si propone di offrire un percorso didattico per avvicinare glistudenti delle scuole medie inferiori e superiori (e non solo loro) al mondo delle particelle elementari.

---

* Microcosmo è un progetto realizzato in collaborazione con Lara Albanese e Alessia Gruzza facendo veri e propri esperimenti. Le classi e i gruppi potranno, durante la visita, assistere alla riproduzione di alcuni degli aspetti più importanti per la comprensione del mondo atomico e subatomico delle particelle elementari.

Questo è reso possibile grazie ad una serie di strumenti realmente funzionanti che permettono di osservare fenomeni in tempo reale come se si stessero

Figura 1: Il logo.

1.1 Percorsi per le scuole

Gli insegnanti potranno concordare coi responsabili della mostra percorsi appositamente pensati per l'età e le conoscenze dei propristudenti. I percorsi pi´lunghi consentiranno di approfondire quanto osservato nella prima visita. Gli studenti di una stessa classe potranno visitare la mostra anche più volte dopo che gli insegnanti avranno concordato il percorso con i responsabili.

1.2 Incontri con gli insegnanti

Saranno periodicamente effettuati incontricon gli insegnanti per programmare attivit da svolgere con gli studenti presso la mostra.

1.3 Eventi straordinari

Verranno periodicamente proposte conferenze, proiezioni di film edeventiriguardanti la fisica delle particelle elementari. In particolare durante tutto l'anno 2005, proclamato Anno Mondiale della Fisica dalle Assemblee dell'Unesco e delle Nazioni Unite e nella XV Settimana della Cultura Scientifica (14-20 marzo) sono

state programmate attivita speciali per le scuole elementari, medie e superiori, nonchè per il pubblico dei curiosi. Una rappresentazione teatrale con testi di Marie Curie e Albert Einstein ha avuto luogo durante la settimana negli spazi di Microcosmo.

2 L'idea, la storia e gli strumenti

L'idea di "Microcosmo con vista" è, semplicemente, quella di mettere a disposizione strumenti molto particolari. Tutto avviene in tempo reale e permette di avvicinare al mondo della fisica subatomica e al mondo delle particelle elementari rivelando il fenomeno ed eventualmente levento "inatteso" come, per esempio, può avvenire osservando i raggi cosmici nella camera scintille o nella camera a nebbia o i decadimenti nucleari nella camera a nebbia. La contemporaneità con l'evento ha un effetto di maggiore coivolgimento dei visitatori.

2.1 Breve cronistoria

Il 23 giugno 2004 l'inaugurazione del primo nucleo di "Microcosmo con vista" al Dipartimento di Fisica dell'Università di Parma. La proposta del progetto è stata presentata nel 2002. Del 2003 è il primo finanziamento dell'Università di Parma. Del 2005 il secondo finanziamento dell'Università ed il primo finanziamento dell'INFN.

2.2 Gli strumenti

Attualmente "Microcosmo con vista" è composta dai seguenti strumenti:

- Camera a nebbia
- Tubo a raggi catodici
- Sfera al plasma
- Effetto Fotoelettrico
- Diffrattometro per elettroni
- Contatore Geiger
- Determinazione della velocita della luce (led -oscilloscopio-fototubo)
- Camera a scintille
- Campione di Aerogel

Figura 2: Einstein. Rappresentazione teatrale a "Microcosmo con vista".

La mostra è attualmente allestita presso l' Istituto Materiale per l' Elettronica e il Magnetismo (IMEM) al Campus Universitario (Parco Area Scienze 37/A) di Parma; l'ingresso ´e gratuito e possibile solo su prenotazione, contattando il Dipartimento di Fisica alnumero telefonico 0521-905222. (www.fis.unipr.it)
Per informazioni, si può inviare un messaggio di posta elettronica al seguente indirizzo: microcosmoconvista@fis.unipr.it

3 Ringraziamenti

Vorremmo innanzitutto ringraziare Franco Fabbri per l'organizzazione e l'invito a questa conferenza. "Microcosmo con vista" è stata resa possibile dal contributo e dalsupporto ditanti.Il Magnifico Rettore dell'Università di Parma Gino Ferretti che ha creduto dall'inizio nel progetto, Paola Catapano del CERN e i suoi collaboratori per l'aiuto essenziale nella fase iniziale. Dieter Schinzel per il prezioso lavoro della messa a punto della sua straordinaria camera a scintille. L'INFN e in particolare la commissione per le manifestazioni dell'anno mondiale della Fisica per il finanziamento. L' IMEM, il suo direttore Lucio Zanotti e i tecnici Vittorio Canevari e Alberto Boschi per l'ospitalità e la gestione degli apparati presso il laboratorio. Renato Magnanini, Giuseppe Mambriani, Clara Matteuzzi e Alessandro Pascolini per l'insostituibile sostegno morale e materiale.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

GLAST: NELLO SPAZIO A CACCIA DI RAGGI GAMMA

Massimiliano Razzano *
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa
B. Pontecorvo 2, 56100 Pisa

Sommario

In questo contributo sono presentate prime attività iniziate presso la Sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare per far conoscere al grande pubblico la missione GLAST, dedicata allo studio dei raggi gamma provenienti dal cosmo. Oltre alla produzione di materiale cartaceo ed audiovisivo, è stata preparata una piccola esposizione per mostrare alcuni componenti del tracciatore al silicio di GLAST.

1 Che cos'è GLAST?

Il Gamma-ray Large Area Space Telescope (GLAST) è una missione spaziale interamente dedicata all'osservazione dei raggi gamma celesti, per lo studio delle sorgenti più energetiche presenti nell'Universo. GLAST è il frutto di una collaborazione internazionale di 6 paesi (Francia, Germania, Italia, Giappone, Svezia e Stati Uniti), in cui l'Italia riveste un ruolo di grande importanza. Gli strumenti di GLAST potranno osservare il cielo nella banda spettrale compresa fra alcuni keV e 300 GeV. Lo strumento principale di GLAST è il Large Area Telescope (LAT), capace di rivelare raggi gamma compresi fra circa 30 MeV e 300 GeV [1)] (vedi Figura 1). Il fenomeno su cui si basa la strategia di rivelazione del LAT è la produzione di coppie. Quando un raggio gamma interagisce con la materia produce una coppia di

---
* Co-Autore: Gloria Spandre

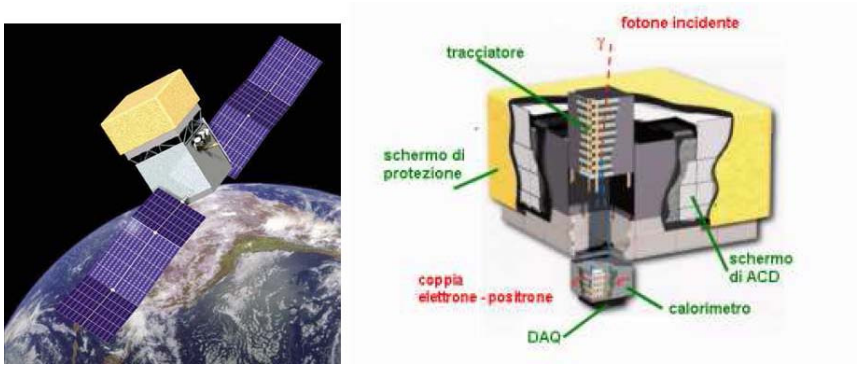


Figura 1: A sinistra: una rappresentazione artistica di GLAST in orbita. A destra: una visione schematica del Large Area Telescope.

particelle, un elettrone ed un positrone, di cui si possono misurare direzione ed energia per risalire alla direzione ed energia del raggio gamma incidente. Pertanto, a differenza dei normali telescopi ottici, il LAT utilizza sistemi di rivelazione tipici della Fisica delle Particelle Elementari. I sottosistemi principali sono un tracciatore al silicio per misurare la direzione dei membri della coppia, un calorimetro per misurarne l'energia, ed uno schermo di anticoincidenza, che permette di discriminare fra i segnali dei raggi gamma e i segnali spuri causati dal passaggio nel rivelatore di particelle cariche dallo spazio. Il tracciatore del LAT si basa su rivelatori a microstrisce di silicio e la sua costruzione, affidata alla collaborazione italiana, è stata ultimata con successo nell'autunno 2005. Il secondo strumento a bordo è il GLAST Burst Monitor, dedicato allo studio dei lampi gamma (Gamma Ray Burst) e capace di rivelare raggi gamma di energia compresa fra 5 keV e 30 MeV mediante rivelatori a scintillazione. GLAST osserverà il cielo con una risoluzione ed una sensibilità decisamente superio ririspetto alle missioni precedenti. GLAST potrà ad esempio studiare più in dettaglio i meccanismi che stanno alla base dei Nuclei Galattici Attivi, delle Pulsar e dei Resti di Supernova, che possono accelerare particelle fino ad altissime energie [2)]. Verranno studiati i lampi gamma ed i brillamenti solari, fenomeni transienti nei quali vengono emesse enormi quantità di energia in pochissimo tempo. GLASTstudierà anche l'emissione diffusa di raggi

gamma proveniente dalla nostra Galassia e dall'Universo extragalattico, contribuendo forse a risolvere il mistero della Materia Oscura nell'Universo.

2 GLAST può servire a comunicare Fisica?

L'attività di divulgazione iniziata a Pisa [1)] ha lo scopo di far conoscere GLAST al grande pubblico. In primo luogo gli obiettivi scientifici di GLAST abbracciano temi di ricerca di primo piano (ad esempio la Materia Oscura), che possono pertanto attirare l'attenzione anche di un pubblico di non "esperti". Inoltre GLAST offre la possibilità dimostrare le più moderne tecnologie impiegate nella ricerca in Fisica delle Particelle Elementari ed in Fisica Spaziale. Parte del programma divulgativo ha infatti lo scopo di mostrare e far "toccare con mano" alcuni componenti degli strumenti di GLAST. Un'ulteriore motivo per cui GLAST può essere una valida opportunità per comunicare Fisica al pubblico italiano è che all'interno della collaborazione scientifica di GLAST l'Italia ha un ruolo molto importante. La principale attività della collaborazione italiana è stata la costruzione del tracciatore al silicio del LAT, ultimata con successo nell'autunno 2005. Il contributo italiano riguarda anche la progettazione e realizzazione del software di analisi e simulazione e lo studio delle problematiche scientifiche della missione. Inoltre il tracciatore del LAT è il più grande sistema di tracciatura mai inviato nello spazio e la sua realizzazione ha costituito un notevole sforzo tecnologico. La costruzione del tracciatore è stata possibile grazie alla stretta collaborazione fra Istituti di Ricerca (ASI e INFN) e industrie italiane specializzate nell'ingegnerizzazione e costruzione di componentiad alto standard per missioni spaziali. Vale la pena far conoscere anche questi aspetti legati alla collaborazione interna italiana nell'ambito di un progetto internazionale come GLAST.

3 I poster e gli audiovisivi

Una delle attività è stata la realizzazione di poster e di piccoli video dedicati a vari aspetti di GLAST, da quelli scientifici a quelli legati alla strumentazione.
Tutto il materiale si può trovare:http://glast.pi.infn.it/divulgazione.htm

Il primo poster della serie ha avuto una funzione di presentazione, ed è perciò stato dedicato ai fisici italiani vincitori del Premio Nobel; i successivi sono stati dedicati a temi di fisica moderna particolarmente suggestivi, come 'simmetria e antimateria', 'buchi neri e gravitazione', 'ordine e disordine' , 'neutrini'; alcuni poster sono stati dedicati alle applicazioni della ricerca di base, per evidenziare la connessione, spesso insospettabile,

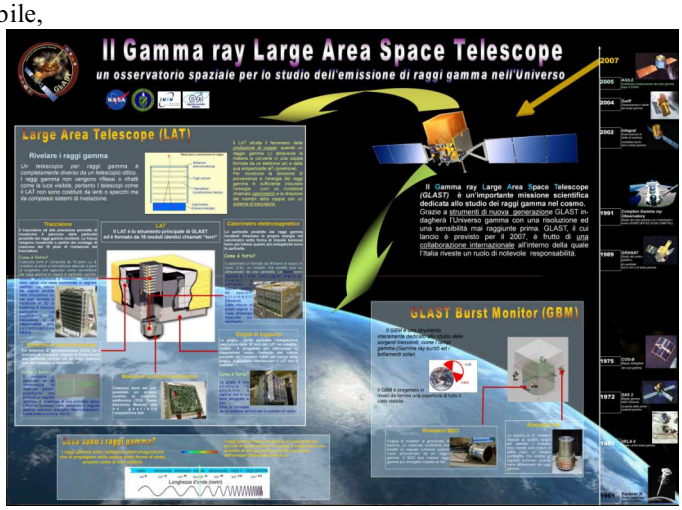


Figura 2: Il poster realizzato per illustrare la missione GLAST.

tazione. Un primo poster, mostrato in Figura 2 è stato interamente dedicato a GLAST, allo scopo di illustrare in modo generale il funzionamento del LAT e del GBM. All'interno del poster sono stati inclusi un piccolo inserto relativo ai raggi gamma ed una linea temporale che include le principali tappe della storia dell'astrofisica gamma. L'impostazione del secondo poster, mostrato in Figura 3 è completamente diversa, in quanto sono trattati gli obiettivi scientifici di GLAST. Oltre a spiegare brevemente le prospettive scientifiche della missione, è stata inserita una sezione dedicata all'osservazione del cielo a diverse lunghezze d'onda. In questo modo è possibile confrontare l'aspetto del cielo gamma con il cielo visibile, familiare a tutti, ed il cielo nelle onde radio, ovvero il cielo "visto con le antenne".

Oltre a questi primi due poster sono stati realizzati alcuni filmati che illustrano brevemente GLAST e le attività di costruzione portate avanti dalla collaborazione italiana. Inoltre è stato realizzato un piccolo pieghevole illustrativo che è stato distribuito soprattutto agli studenti delle scuole.

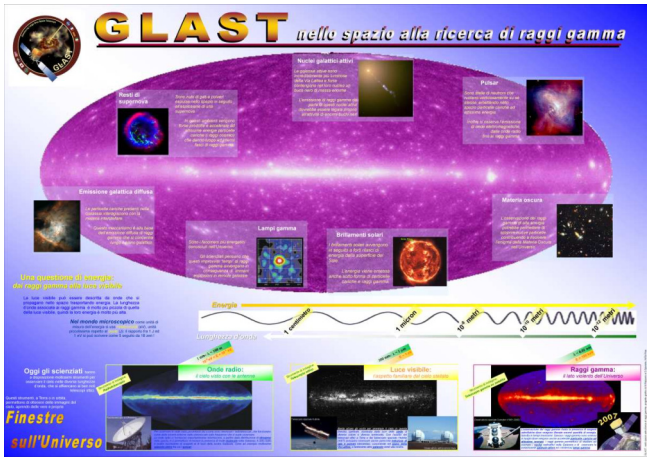


Figura 3: Il poster dedicato agli obiettivi scientifici di GLAST.

4 "Toccare per credere": GLAST alla Ludoteca Scientifica 2005

Gran parte dell'attività divulgativa su GLAST è stata finalizzata a far conoscere e "toccare con mano" gli strumenti di rivelazione utilizzati per una missione come GLAST. L'esperienza diretta infatti spesso vale di più di molte spiegazioni, perciò è stata preparata una piccola esposizione, tutt'ora in evoluzione, costituita da componenti del tracciatore del LAT che sono stati messi da parte durante la costruzione perchè non soddisfacevano i requisiti per la qualificazione spaziale. La prima occasione per far conoscere questa esposizione è stata la Ludoteca Scientifica 2005, una mostra interattiva di Fisica allestita a Pisa dal 9 aprile al 15 maggio 2005. All'interno di questa mostra, che presentava molti fenomeni fisici sotto forma di piccoli giochi, è stata dedicata una stanza all'esposizione a GLAST. Oltre a mostrare alcuni poster e fotografie dello strumento e delle fasi di costruzione è stato

allestito un tavolo con alcuni componenti del tracciatore al silicio del LAT. Sono state utilizzate alcune parti di wafer al silicio, che i visitatori potevano toccare per rendersi conto del loro spessore, circa 400 micron. Un wafer completo e dotato di microstrisce è stato inserito in un guscio di plastica trasparente, in modo da poterlo mostrare senza rovinarlo. Quattro wafer di silicio vengono assemblati per formare un ladder. Un ladder originale è stato inserito nell'esposizione, accoppiandolo ad un microscopio con telecamera in modo da mostrare le microstrisce di silicio. Nell'esposizione è stato anche inserito un esemplare di tray, una struttura composita formata da due piani di rivelazione, ciascuno costituito da quattro ladder, da una struttura di supporto in alluminio a nido d'ape e dall'elettronica di lettura associata a ciascun piano. Uno dei pannelli strutturali a nido d'ape è stato anche mostrato separatamente, in modo da poter essere preso in mano per rendersi conto della sua estrema leggerezza. Il bilancio complessivo dell'esposizione è stato molto positivo, considerando che la Ludoteca è stata visitata da circa 9500 persone, molte delle quali appartenenti a gruppi scolastici. Parecchie scolaresche sono state invitate a visitare l'esposizione di GLAST che è stata illustrata non solo dai componenti del gruppo GLAST dell'INFN di Pisa ma anche dagli animatori della Ludoteca.

Figura 4: Alcuni componenti del tracciatore del LAT in esposizione presso la Ludoteca Scientifica a Pisa..

5 Conclusioni

La missione GLAST può essere un ottimo argomento per far conoscere non solo le più recenti problematiche in Astrofisica ed in Fisica delle Particelle Elementari, ma anche le tecnologie impiegate in questo settore. L'attività divulgativa iniziata quest'anno ha mostrato i primi soddisfacenti risultati, soprattutto nell'ambito della Ludoteca Scientifica 2005 a Pisa. Di recente è stato aperto un sito Web presso l'INFN di Pisa, all'indirizzo http://glast.pi.infn.it/divulgazione.htm, dove viene inserito il nuovo materiale divulgativo realizzato. Attualmente ci sono altri progetti in corso, tra cui una più stretta collaborazione con il gruppo di Public Outreach di GLAST gestito dalla Sonoma University. Inoltre a breve inizierà un'attività di divulgazione presso le scuole che si affiancherà alla produzione di nuovo materiale informativo riguardante GLAST ed il nuovo orizzonte dell'Universo gamma.

Referenze

1) GLAST LAT Flight Investigation, Vol. 1, 2000.
2) M.S.Longair, High Energy Astrophysics, 2 ed., Cambridge University Press,1992.
3) GLAST Science Document, (2000).
4) GLAST Burst Monitor Proposal,Ver 2, (2000).
5) R.Bellazzini et al., "The silicon-strip tracker of the Gamma ray Large Area Telescope", presentato a: 9thEuropean symposium on semiconductor devices, (2002).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

"LE PLEIADI" – MOSTRA ITINERANTE DALL'ASTRONOMIA ALLA COSMOLOGIA

Paolo Ferretti
Associazione Tuscolana di Astronomia – www.ataonweb.it

Sommario

Il presente contributo ripercorre la positiva esperienza maturata dall'Associazione Tuscolana di Astronomia attraverso la mostra itinerante "Le Pleiadi", ideata e realizzata per informare il pubblico sulle ultime novità in vari campi dell'astronomia e dell'astrofisica, dalla planetologia alla cosmologia. La mostra ha giovato dei contributi di diversi enti e istituzioni scientifiche, tra i quali l'Istituto di Astrofisica Spaziale e l'Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario del CNR (oggi affiliati all'INAF) e lo Hubble Space Telescope Science Institute. Itinerando in varie località nei dintorni di Roma, ma anche al di fuori della Regione Lazio, è stata visitata da diverse migliaia di persone ed è stata molto apprezzata, in particolar modo dagli studenti delle scuole di ogni ordine e grado.

1 L'inizio della storia

La mostra itinerante di astronomia e astrofisica "Le Pleiadi" è stata realizzata dall'Associazione Tuscolana di Astronomia nei primi mesi del 1996, per essere esposta per la prima volta al pubblico in occasione della Settimana della scienza e della tecnologia (dal 25 marzo al 6 aprile 1996) nella struttura di Villa Mondragone a Monte Porzio Catone (RM).

La mostra nasce come strumento di presentazione, promozione e divulgazione al pubblico, sia quello del mondo della scuola che quello generico, delle scienze del

cielo in stretta collaborazione con gli enti di ricerca dell'area dei Castelli Romani e non solo.
Consistente il contributo, soprattutto in fase di progettazione, dell'Istituto di Astrofisica Spaziale (oggi Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica) e dell'Istituto di Fisica dello Spazio Interplanetario, allora affiliati al CNR e oggi afferenti all'INAF; nel corso degli anni la mostra ha giovato anche del contributo di immagini offerte dallo Hubble Space Telescope Science Institute.
La mostra "Le Pleiadi" è stata da subito molto apprezzata dal pubblico: nel corso del primo allestimento, durato circa due settimane, è stata visitata da 6.500 persone, tra cui moltissimi (oltre 2.000) studenti di scuole di ogni ordine e grado di tutte le località dei Castelli Romani.
A seguito di questa prima importante soddisfazione, l'Associazione Tuscolana di Astronomia ha deciso di riproporre ulteriori allestimenti della mostra in diverse località, non solo nell'ambito della Regione Lazio.

2 Le tappe successive

La prima occasione per dare di nuovo modo al pubblico di visitare la mostra "Le Pleiadi" è stata la successiva edizione della Settimana della scienza e della tecnologia, organizzata dal 15 al 23 marzo 1997 al Liceo scientifico "Ascanio Landi" di Velletri (RM).
Nello stesso anno sono stati proposti al pubblico altri tre allestimenti della mostra: dal 10 al 18 maggio al centro commerciale "Itaca" di Formia (LT) nell'ambito della manifestazione "Formia Scienze '97"; dal 30 giugno al 6 luglio a Stirolo (AN) nell'ambito della manifestazione nazionale "FestAmbiente"; dal 13 al 21 settembre di nuovo a Villa Mondragone a Monte Porzio Catone (RM) nell'ambito della manifestazione "La Settimana dell'Astronomia" che ha visto al suo interno anche lo svolgimento del XXX Congresso nazionale dell'Unione Astrofili Italiani.
La mostra "Le Pleiadi" è stata di nuovo allestita in occasione della Settimana della ricerca scientifica e tecnologica, dal 21 al 29 marzo nell'Istituto salesiano "Villa Sora" a Frascati (RM); successivamente, è stata proposta anche in occasione della

manifestazione "Le giornate con l'astronomia", dal 5 al 19 dicembre al Palazzo Baronale di Fondi (LT).
L'ultimo allestimento della mostra è stato proposto dal 20 al 28 marzo alla Fiera di Grottaferrata (RM) nell'ambito della IX Settimana della cultura scientifica e tecnologica: in totale 80 giorni complessivi di esposizione al pubblico, nel corso dei quali la mostra "Le Pleiadi" ha ospitato davanti ai suoi pannelli oltre 25.000 visitatori, di cui oltre 8.000 studenti delle scuole di ogni ordine e grado.

3 I temi e i punti di forza della mostra

La mostra di astronomia e astrofisica "Le Pleiadi" era organizzata in diverse sezioni e abbracciava un vasto numero di tematiche: partendo dalla geologia e dalla morfologia del nostro pianeta, il discorso veniva allargato al Sole e alla Luna, e ai loro rapporti con la Terra; si passava poi agli altri pianeti e ai corpi minori del nostro sistema solare per allontanarsi sempre di più all'interno della nostra Galassia e infine nell'Universo extragalattico.
I pannelli della mostra contenevano numerose immagini di alto impatto suggestivo provenienti dal telescopio spaziale Hubble, da altri satelliti e sonde spaziali e anche dai principali telescopi terrestri, corredate da didascalie esplicative molto apprezzate dal pubblico per la loro chiarezza.
I punti di forza principali della mostra, al di là dell'impatto visivo delle immagini, erano senza dubbio due: l'entusiasmo con cui i soci dell'Associazione Tuscolana di Astronomia, insieme a gruppi di studenti appositamente formati, hanno gestito le visite guidate delle numerose scolaresche; le attività collaterali che sono state organizzate a margine degli allestimenti, soprattutto sessioni di osservazione diretta del cielo sia a occhio nudo che con telescopi e altri strumenti ottici (ne sono state organizzate 11, sempre molto apprezzate dal pubblico) e conferenze tenute da ricercatori del CNR, di altri istituti di ricerca, di Università e di Osservatori: queste ultime sono state ben 19, a cui vanno aggiunti gli interventi relativi al Congresso nazionale UAI del settembre 1997.

4 Il presente e il futuro

Nella primavera del 1999, dopo otto tappe di itinerazione e quindi altrettanti montaggi, smontaggi e trasporti, i supporti della mostra sono risultati molto deteriorati, tanto da renderne impraticabili ulteriori allestimenti.
Parte del materiale è stato riordinato su nuovi supporti ed è attualmente esposto in modo permanente all'Osservatorio astronomico pubblico "Franco Fuligni", gestito dall'Associazione Tuscolana di Astronomia in località Vivaro, frazione di Rocca di Papa (RM): anche questo allestimento, benché molto ridotto rispetto alla mostra originale, è sempre molto apprezzato da tutti i visitatori della struttura per la sua chiarezza esplicativa.
Visto il successo della mostra "Le Pleiadi", l'Associazione Tuscolana di Astronomia ha comunque intenzione di progettare e realizzare una nuova "mostra itinerante di astronomia e astrofisica", sempre in stretta collaborazione con il mondo della ricerca professionale soprattutto nel comprensorio dei Castelli Romani, con l'obiettivo di mettere di nuovo a disposizione del vasto bacino di territorio un valido strumento per la diffusione della cultura scientifica al pubblico.
L'esperienza maturata con "Le Pleiadi", oltre a evidenziare in maniera chiara l'efficacia di questo tipo di strumento, può costituire una base di partenza e indicare delle linee guida per la realizzazione di un progetto realmente rispondente alle esigenze e alle aspettative del pubblico generico, degli studenti delle scuole di ogni ordine e grado e dei docenti, per i quali potrebbe costituire un'importante occasione di aggiornamento sulla didattica delle scienze astronomiche.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

MATEMATICA, CINEMA, TEATRO: PER COMUNICARE?

Michele Emmer
Dipartimento di matematica "G. Castelnuovo"
Universita' di Roma "La Sapienza", 00185 Roma

Sommario

Negli ultimo anni i matematici, se non la matematica hanno fatto il loro ingresso travolgente nel mondo dello spettacolo, nel cinema e nel teatro. Se a questo si aggiunge il grande successo mondiale di alcuni libri che parlano di matematica o delle storie di alcuni matematici, si può parlare di un grande interesse per la matematica nei diversi media. Per comunicare?

1 Media e matematica

Una delle frasi tipiche che si sentono ripetere in continuazione, alle volte con grande entusiasmo è: Io la matematica non la capisco, frase alla quale molte volte segue come corollario: E non mi interessa nemmeno di saperne qualcosa! Le persone che pronunciano queste frasi hanno sicuramente avuto nel periodo scolastico un insegnamento della matematica che è stato ripetitivo, noioso, incomprensibile perchè slegato da qualsiasi discorso di tipo storico, culturale, applicativo. In molti casi la esperienza scolastica è stata quella di insegnanti che ripetono all'infinito le stesse cose, che ritengono che fare centinaia di esercizi la cui tecnica è sempre eguale sia molto formativo. Inoltre la matematica avendo il grande vantaggio di essere una scienza astratta che dimostra le proprie asserzioni proprio per questa sua caratteristica è vista come una iattura. Dimostrare le affermazioni in un mondo in cui tutti sono

esperti di tutto, tutti possono parlare e sparlare di qualsiasi cosa, avendo l'accortezza di non conoscere quasi nulla dell'argomento altrimenti le parole.
rischiano di essere troppo precise, direi specialistiche e quindi noiose, da tagliare, da interrompere?
Nel cinema e nel teatro come nella letteratura ad un certo punto nel corso degli ultimi anni qualcosa è cambiato. L'atteggiamento è cambiato. Sono bastati alcuni film e spettacoli teatrali di successo che hanno fatto cambiare l'atteggiamento dei media verso la matematica o meglio verso i matematici. Ovviamente quello che conta non è tanto l'interesse specifico per quello che viene scritto, per la qualita' del film realizzato, per l'efficacia dello spettacolo teatrale. Quello che conta è che l'impatto mediatico sia efficace, che l'interesse generale, o almeno un interesse molto vasto sia risvegliato. Insomma ad un certo punto i matematici e la matematica sono entrati a far parte della cultura globalizzata. Ovviamente le parole matematici e matematica vanno usate con una certa cautela, come le intendono i media.
Va subito precisato che non sto parlando dei testi di "divulgazione", di quei testi cioè che si occupano di "spiegare" teoremi, situazioni, teorie per renderle più accessibili. Libri questi che in genere trattano di argomenti come la teoria delle proporzioni, la sezione aurea, la logica matematica (Godel è sempre di grande moda), i paradossi dell'infinito e cose simili. Argomenti che non sono certo centrali nella matematica moderna. Ci sono ovviamente delle eccezioni come i libri di Hilbert e di Courant, quelli di Emma Castelnuovo. Libri che vanno letti e studiati con attenzione, non libri a cui si può dedicare solo uno sguardo distratto.
L'interesse dei media si è focalizzato sulle storie di matematici, sulle loro vite che fossero però straordinarie, eccezionali. Ovviamente non sono molti i matematici che hanno avuto questo tipo di vita. Uno dei grandi matematici del secolo scorso, Ennio De Giorgi, ha avuto una vita che si è svolta tutta o quasi all'interno della Scuola Normale Superiore di Pisa. Eccezionale è stata la sua vita scientifica, ma quella non interessa molto raccontarla, per le ovvie difficolta' che questa impresa comporterebbe. E poi a chi interesserebbe, a parte qualche matematico?

2 Un nuovo interesse

Negli anni sessanta l'attrice francese Brigitte Bardot era all'apice del successo. Nel 1965 viene realizzato un film che si intitolava semplicemente "Dear Brigitte" [1)] e naturalmente al pubblico del cinema era chiaro chi fosse la protagonista del film. Era una film realizzato negli USA interpretato da James Stewart e la Bardot, che in realta' appariva solo negli ultimi cinque minuti, impersonava se stessa. La Bardot era l'oggetto del desiderio del ragazzino figlio di Stewart che nel film interpretava un poeta ed insegnante di letteratura inglese in una universita' USA, in perenne conflitto con gli "scienziati" della sua universita'. Il personaggio considerava arida e poco formativa la cultura scientifica e matematica in particolare.

Un giorno nella casa di Stewart scoppia la tragedia. Il figlio che frequenta le scuole elementari si scopre essere un genio della matematica. O meglio è un ragazzo che ha una grande capacita' di effettuare calcoli a mente. La sua insegnante scopre per caso questa grande abilita' del ragazzo e tutta contenta va a trovare i genitori. Alla affermazione della insegnante che il figlio 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 un matematico", frase che Stewart pronunzia con disgusto, commentando "Noi non vorremmo mai che accadesse qualcosa del genere!". Da allora molte cose sono cambiate nell'atteggiamento verso la matematica e i matematici.

Nel 1973 Ansano Giannarelli realizza un film sulla vita di Galois "Non ho tempo" [2)] in cui tra l'altro figurava tra gli attori (impersonava l'insegnate di Galois) il matematico Lucio Lombardo Radice. Un film, quello di Giannarelli sul "movimento" di quegli anni, di cui Galois diventava un simbolo. Riprese cinematografiche in presa diretta, macchina da presa a mano, bianco e nero. Film molto nervoso, oltre che eccessivamente didascalico, con un Galois perennemente arrabbiato contro tutto e tutti.

Quel film rimase un episodio, era ovviamente il personaggio Galois che appassionava il regista, anche se nel film, oltre a Lombardo Radice, erano stati coinvolti altri matematici come consulenti.

Un famoso regista italiano ha voluto qualche dopo nel 1984 fa impersonare un insegnante di matematica. Ecco il testo della scena:

"Insegnante: Spero che la matematica vi piaccia e spero che potremo lavorare bene insieme pur tentando continuamente di risolvere problemi (sorride)....Sì, cominciamo a conoscerci...se c' 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 arte , scienza e letteratura. Ecco noi volevamo chiedere qualche cosa riguardo il quadrato magico raffigurato nell'incisione di Albrecht Durer *Melencolia 1*.

Insegnate: Si', 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.

Insegnate: Ah si'! Interessante, Quindi….

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

Insegnante: Si'.

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

Insegnate: da' 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....

Studenti: Si', si', ci interessa, si', 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 insegnate di nome Michele e gli studenti è tratto dal film "Bianca" [3] di Nanni Moretti.

Moretti vi impersonava l'insegnante di matematica alle prese con la difficolta' di trattare la matematica in modo meno pedante e noioso, di affrontare in particolare le possibili relazioni tra arte e matematica. Il tipico noioso insegnante di matematica che molti di noi hanno conosciuto. un insegnante di matematica che soffre della mancanza di ordine e di armonia che regna nel mondo degli uomini e donne, che vorrebbe che tutto funzionasse come nella matematica, nella matematica come la intende lui a scuola, in modo preciso, razionale, conseguente, senza sorprese ed avventure; un insegnate che arrivera' ad uccidere i suoi amici per ricostituire quell'ordine di cui sente la mancanza.

Un matematico che si improvvisa killer affinchè il mondo segua le giuste regole dell'ordine.

In molti film il matematico ha problemi mentali, o almeno è un disadattato. Sennò perchè scegliere un matematico come protagonista?

Nel 1992 Mario Martone realizza il film "Morte di un matematico napoletanò, [4] un film sugli ultimi giorni di vita di Renato Caccioppoli, un grande protagonista della vita intellettuale di Napoli prima e dopo il secondo dopoguerra.

Qualche anno prima, nel 1989 era stata organizzata in Italia la prima grande mostra sulla matematica, o meglio sui rapporti tra la matematica e l'arte. Intitolata "L'Occhio di Horus: itinerari nell'immaginario matematico" era stata realizzata in collaborazione tra *l'Istituto della Enciclopedia Italiana* e la *Citè des Sciences de la Villette* di Parigi. Una mostra itinerante che toccò Bologna, Milano, Parma e Roma. Visitata da migliaia di persone. Il canale RAI Uno realizzò sulla mostra uno dei documentari della serie "Le grandi mostre dell'anno". Alla mostra avevano partecipato artisti come Fabrizio Clerici (che aveva appena terminato il ciclo di quadri sul grande tema del labirinto, ne erano esposti tre alla mostra), Max Bill, Lucio Saffaro, Attilio Pierelli ed altri.

Venne realizzato un volume dallo stesso titolo della mostra con in copertina uno dei dipinti di Clerici dedicati al ciclo di Horus. [5] Per motivi che non ho mai compreso il libro, tutto a colori e molto ben curato, non venne mai distribuito, cosi' come

tutti gli apparati della mostra, che era stata richiesta da molte altre citta' in Italia e in Europa, vennero distrutti.
Insomma in quegli anni novanta l'interesse per la matematica e per i suoi legami con la cultura stava nascendo. Vi erano dei segnali precisi.

3 Il teatro scopre la matematica

E' stato presentato al festival del cinema di Venezia 2004, senza grande successo, l'atteso film "Proof" tratto dall'omonima commedia (o dramma) di David Auburn. [6)] Un testo ed una piece teatrale che ha vinto tutti i premi importanti per il teatro negli USA. Al cinema lo interpretano (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. E' ispirato alla lontana alla vita di John Nash la storia. (La vita di Nash è raccontata in "A Beautiful Mind". [7)] Parzialmente, ovviamente) Anche se c' un accenno alla dimostrazione dell'ultimo teorema di Fermat e forse alla ipotesi di Riemann. La fortuna di "Proof" 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 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 matematici. Il *The New York Times* del 2 Giugno 2000 ha dedicato due intere pagine del supplemento spettacoli al tema "Science Finding a Home Onstagè. L'autore dell'articolo Bruce Webern formulava la previsione che uno degli spettacoli in scena off-Broadway "'Proof" fosse candidato ad un grande successo. Ha dichiarato Auburn che ovviamente il suo spettacolo non voleva "dimostrare teoremi" ma l'incontro con i matematici più che fornire delle specifiche informazioni matematiche ha fatto capire all'autore che la matematica non è una materia arida; i matematici si divertono, discutono, litigano, si emozionano. "È stato molto sorprendente per tutti noi." Auburn ha anche confessato che non andava molto bene

in matematica ma che oggi che viviamo in un'era tecnologica, in cui la tecnologia stessa produce "drammi", forse la divisione delle due culture si sta frantumando.' Con lo spettacolo "Infinities" messo in scena nel 2002 e nel 2003 da Luca Ronconi su testi di John Barrow al Piccolo Teatro di Milano si è messa in scena la matematica, non le storie dei matematici. Non vi sono personaggi, non vi è una trama: la protagonista assoluta è la matematica. Ha scritto Luca Ronconi:[8] "Credo che – come gia' anni fa in Italia hanno dimostrato, sul versante delle lettere, scrittori quali Vittorini e Calvino, ma come non citare con loro anche il nome dell'ingegner Gadda – nell'era della scienza in cui viviamo, nel saeculum cioè che forse più di ogni altro ha visto i copioni della vita di ogni giorno adeguarsi direttamente o indirettamente ai precetti del pensiero scientifico, la scienza potrebbe rivelarsi il più conveniente palcoscenico per ospitare un'azione drammatica genuinamente contemporanea. Perchè il linguaggio della scienza, trasferendosi in teatro, possa sviluppare tutto il suo potere eversivo e innovativo ritengo sia necessario che venga fedelmente trascritto in scena, evitando ogni filtro esplicativo. In altre parole per progettare uno spettacolo autenticamente scientifico e non semplicemente di argomento scientifico, sono convinto che si debba rinunciare alla strategia politicamente corretta della divulgazione e si debba piuttosto puntare sulla natura squisitamente esoterica della raffinatissima scienza specialistica odierna."
Dei paradossi dell'infinito tratta lo spettacolo. [9] Nella presentazione dello spettacolo "Infinities" è scritto che Ronconi non voleva realizzare uno spettacolo divulgativo/dimostrativo. Quanto piuttosto una mostra; non si assiste allo spettacolo per l'esigenza di comprendere ma "solo" per avere la possibilita' di cogliere, afferrare qualche idea, ma soprattutto per essere coinvolti dalla esperienza teatrale. La matematica come emozione, si potrebbe dire. È stato gia' detto e scritto che lo spettacolo è in continuo mutamento, che lo spettatore se volesse potrebbe rivederlo all'infinito senza uscire dal luogo teatrale (tranne quando gli attori sfiniti, se ne vanno), che è l'idea di Galileo che non possiamo cogliere la infinita' con la nostra mente finita. È lo sconcerto dello spettatore davanti all'enigma dell'infinito che vuole mettere in scena Ronconi. Se si vuole lo spettacolo di Ronconi è uno spettacolo sul linguaggio. Si dira' che questo è ovvio, ogni spettacolo ha alla base il

linguaggio. L'idea di Ronconi era quella di sperimentare linguaggi nuovi (per il teatro), quello della matematica e costruire, intorno a questo linguaggio esoterico come lui lo chiama, uno spettacolo teatrale che anche solo per questo motivo deve sperimentare un nuovo linguaggio scenico.

4 Un ultimo esempio

Nel 2004 è uscito nelle sale cinematografiche italiane un film italiano, dopo il successo di critica al festival di Berlino. Si tratta di "Dopo mezzanotte", [10] soggetto, sceneggiatura e regia di Davide Ferrario. 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. 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 (una delle opere dell'artista italiano Mario Merz, scomparso nel 2004) 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", [11] presentato in concorso al festival del cinema di Venezia del 2004, il cuore si vede anche. Bisogna dire che non funziona molto bene tant' 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. C' 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 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 numero, la natura opera tramite la matematica", la geometria della natura 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. Che dalla prima scena e dalle espressioni di Penn si capisce. Sorride solo nella scena della seduzione matematica. A Penn stato dato il premio come miglior attore protagonista al festival di Venezia.

5 Per comunicare?

Insomma i matematici seducono, attraggono. Sono personaggi misteriosi e per questo affascinano. Magari proprio la loro supposta "diversità", la loro originalità, la loro follia, il motivo principale di questa attrazione. [12)]

Non ha nessun senso chiedersi se i film, i lavori teatrali "comunicano" la matematica. Devono funzionare in quanto film, in quanto spettacoli teatrali. Anche se non sono scientificamente corretti. Fanno certo nascere una curiosita', una voglia di saperne di più che magari è del tutto passeggera, non dura. Si potrebbe dire che in ogni caso è meglio che della matematica e dei matematici se ne parli, piuttosto che il silenzio. Sicuramente un obiettivo viene raggiunto. Il divario delle due culture, che non ha mai avuto un grande significato, ha perso definitivamente la sua

ragione d'essere. E questo è sicuramente un grande merito dei film e degli spettacoli teatrali sulla matematica e i matematici.

Referenze

1) H. Koster, regista, Dear Brigitte, interpreti: James Stewart, Fabian, Glynis Johns, Cindy Carlo, soggetto di Hal Kanter, prodotto da H. Koster per la Fox, (1965).
2) A. Giannarelli, regista, Non ho tempo, interpreti: Mario Garriba, Franco Agostini, Lucio Lombardo Radice, Marisa Fabbri, sceneggiatura di Tati Sanguineti e Ansano Giannarelli (1973).
3) N. Moretti, regista, Bianca, interpreti: Nanni Moretti, Laura Morante, soggetto e sceneggiatura di Nanni Moretti con Sandro Petraglia, produzione Faso Film srl, (1983).
4) M. Martone, regista, Morte di un matematico napoletano, interpreti: Carlo Cecchi, Anna Bonaiuto, Licia Maglietta, Renato Carpentieri, sceneggiatura di Mario Martone e Fabrizia Ramondino, produzione Teatri Uniti per la Mikado (1992).
5) M. Emmer, ed., L'Occhio di Horus (Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma, 1989).
6) D. Auburn, Proof: a Play (Faber & Faber, London, 2000).
7) M.Emmer, A Beautiful Mind, recensione, B.U.M.I. serie VIII, IV-A, 331 (agosto 2001).
8) L. Ronconi, La scienza in teatro, in M. Emmer, ed., Matematica e cultura 2002, 79 (Springer verlag Italia, 2002)
9) M.Emmer, Infinities, recensione, B.U.M.I., Serie VIII, V-A, 177 (aprile 2002).
10) D. Ferrario, regista, Dopo mezzanotte, interpreti: Giorgio Pasotti, Francesca Picozza, Fabio Troiano, soggetto, sceneggiatura e produzione Davide Ferrario (2004).
11) G. Inarritu, regista, 21 grammi, interpreti: Sean Penn, Benicio del Toro, soggetto e scenneggiatura A.G. Inarritu (2003).
12) M. Emmer, M. Manaresi, eds., Matematica, arte, tecnologia, cinema, (Springer Italia, 2002); edizione inglese ampliata (Springer verlag, 2003).

SESSIONE V – COMUNICAZIONE, SCIENZA E SOCIETÀ

Massimiano Bucchi	Che cosa significa 'comunicazione'? Alcune riflessioni a partire dalla comunicazione della scienza
Gianpaolo Bellini	Divulgazione e metodo scientifico
Marco Giliberti	"Facciamo luce sulla materia": Uno spettacolo di fisica per la scuola primaria
Stefano Oss	Giochi da fisici per non (solo) fisici
Stefano Bianco	La fisica che accoglie e aggiorna
Roberto Soldati	La visione tridimensionale del cosmo
Mario Gargantini	Comunicare la scienza attraverso mostre didattico-scientifiche
Francesca Scianitti	Comunicare le frontiere della fisica con allestimenti interattivi
Paolo Bussei	Da "la conquista dell'energia" a "l'energia nelle tue mani": una proficua ed entusiastica collaborazione tra istituti di ricerca e scuola
Marco Monteno	I microscopi della Fisica" a Torino: eventi collaterali (fotografia, spettacoli teatrali, realtà virtuale, video)
Domenico Scannicchio	Come appassionare alla Fisica soggetti refrattari e/o ostili
Pasquale Catone	Considerazioni sulla divulgazione un esempio di semplificazione didattica il moto parabolico dei gravi

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

CHE COSA SIGNIFICA 'COMUNICAZIONE'? ALCUNE RIFLESSIONI A PARTIRE DALLA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

Massimiano Bucchi
Dipartimento di Scienze Umane e Sociali
Università di Trento, Via Verdi 26, 38100 Trento

Sommario•

Sono discussi i limiti della comunicazione concepita come travaso attraverso un filtro semplificativo, evidenziando l' importanza del ruolo attivo del destinatario; la popolarità dei concetti della genetica presso il grande pubblico mostra come un tale successo non sia legato a una reale comprensione della tematica scientifica.

Il punto di partenza della mia riflessione è dato dal fatto che spesso proviamo disappunto di fronte all'esito della comunicazione: parlando di individui si può dire che non ci si sente capiti. Un argomento ricorrente è quello di dire che la comunicazione non ha funzionato e il messaggio non è arrivato. Mi occupo di comunicazione della scienza e della salute, e in questo settore gli scienziati, spesso, si lamentano per il fatto che il pubblico non capisce di cosa si parla quando ci si riferisce alle biotecnologie; non comprende le nuove ricerche in campo medico, quindi ad esempio ha delle aspettative eccessive rispetto a quanto i medici intendevano comunicare; oppure la preoccupazione emerge quando i giovani

---

• Sommario Redazionale

destinatari di una campagna sull'Aids, o sui pericoli della guida in stato di ebbrezza, non rispondono positivamente. Secondo il tipo di comunicazione cui ci si riferisce, l'aspetto di trasferimento del messaggio può essere considerato in modo positivo o negativo. Guardando al settore della comunicazione politica, molto spesso la preoccupazione è che il messaggio possa passare. Ad esempio, si dice di essere preoccupati del fatto che il tale partito, o la tale fazione, possa influenzare, attraverso la comunicazione, il comportamento o gli atteggiamenti di un gruppo di potenziali elettori o di un gruppo di cittadini.

Ma che cosa significa comunicazione? Se facciamo un passo indietro, e fingiamo di non avere nessuna idea precisa, potremo vedere che il Dizionario della Lingua Italiana Zingarelli del 1941 definiva ancora la comunicazione come trasmissione, passaggio, ad esempio comunicazione ferroviaria, stradale, marittima, telegrafica, telefonica, aerea. il modo che noi tuttora abbiamo di guardare alla comunicazione è prevalentemente attraverso la metafora del'trasferimento'. Il fatto che si possa prendere un'idea o un elemento di conoscenza da un contesto, da una persona, da una comunità, da un'istituzione e trasferirla così com'è in un altro contesto, verso un altro destinatario è un'assunzione non da poco. Tra l'altro c'è un'altra assunzione non trascurabile, e cioè gli stessi contenuti producano gli stessi effetti in due contesti diversi. Questo è ciò che diciamo quando affermiamo che bisogna spiegare ai giovani i pericoli della guida in stato di ebbrezza. Non si tratta di un assunto del tutto scontato, tanto più che l'idea della comunicazione vista come una pallottola sparata verso un destinatario, risale agli albori della teoria della comunicazione e proviene, sostanzialmente, dall'ingegneria delle telecomunicazioni.

Il processo comunicativo è in questa prospettiva visto come automatico, le uniche preoccupazioni sono quelle di possedere i codici di codifica e di decodifica e di minimizzare gli elementi di disturbo. Quando vogliamo spiegare ai giovani che non bisogna fumare perché fa male alla salute, allora dobbiamo cercare di eliminare una serie di rumori di fondo: il fatto che in famiglia qualcuno fuma, altri messaggi provenienti da altre fonti, l'esempio dei pari. Se smettiamo di darlo per scontato, questo modello mostra tutta una serie di problemi, tra l'altro va subito sottolineato che nell'ambito della ricerca sulla comunicazione di massa non esiste nessun studio

che dimostri che la comunicazione di massa abbia un effetto diretto sulle opinioni, sugli atteggiamenti e, ancora meno, sui comportamenti. In altre parole, nessuno è mai riuscito a dimostrare che dire qualche cosa alla televisione, o sui quotidiani, o alla radio ha un effetto di trasferimento e di immediata adozione in un altro contesto sul destinatario. Se il modello di trasferimento funzionasse realmente così, la comunicazione sarebbe molto semplice e le scritte che illustrano i gravi pericoli del fumo sui pacchetti di sigarette avrebbero da tempo scoraggiato i milioni di persone che continuano a fumare.

Se non c'è nessuna prova del reale funzionamento di questo modello, come mai siamo abituati a pensare in questo modo, al punto che chiunque, nel momento in cui pensa alla comunicazione, ragiona in termini di destinatario, sorgente, canale, messaggio e così via? Un primo motivo è che si tratta di un modello intuitivo, semplice ed attraente: una sorgente, un destinatario, in mezzo c'è un canale e qualunque problema può essere risolto migliorando la comunicazione, oppure aumentandone il volume. I giovani continuano a fumare? Facciamo più campagne contro il fumo e meglio realizzate. Per chi comunica per professione, fa campagne pubblicitarie o propaganda politica, o lavora in un ufficio stampa, questo modello è ovviamente molto comodo. Un secondo motivo, sociologicamente e storicamente più interessante, è che la riflessione sulle comunicazioni, soprattutto quella di massa, nasce in contemporanea con la nascita in Europa dei regimi totalitari, i quali facevano un largo uso della comunicazione a fini di propaganda politica.

È possibile pensare alla comunicazione in modo diverso e uscire da questo paradigma attraente ma non dimostrato? Per cercare di rispondere a questa domanda, prendo un esempio che mi è particolarmente caro ed è quello della comunicazione della scienza. Il modello di trasferimento applicato alla scienza significa, semplicemente, che da un lato abbiamo gli scienziati, dall'altro lato il pubblico e in mezzo un filtro, cioè i mezzi di comunicazione di massa.

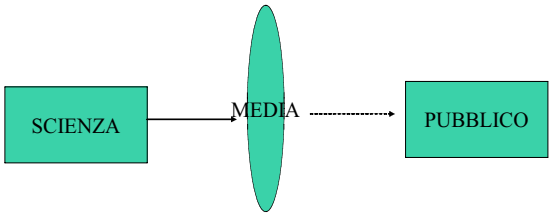


Fig. 1 – Il modello del 'trasferimento' nella comunicazione della scienza.

Proviamo a vedere se è possibile, partendo da questo caso, pensare alla comunicazione in modo diverso e il caso che vorrei prendere in esame è quello della genetica. Proviamo, per un momento, a liberarci dall'idea che gli scienziati pensino o elaborino qualcosa sulla genetica e poi questo si possa trasferire in ambito pubblico. Sappiamo che oggi la genetica è figlia di un certo sviluppo della biologia molecolare nel corso del Novecento: nel 1900 sono state riscoperte le leggi di Mendel, elaborate già alcuni anni prima; nel 1953 Watson e Crick hanno elaborato un modello per la struttura del Dna; negli ultimi anni del Novecento c'è stato il progetto genoma e il tentativo di sviluppare una mappatura completa di alcuni organismi viventi e in particolare degli esseri umani.

Se guardiamo a questa vicenda attraverso un modello di comunicazione come trasferimento, possiamo iniziare a chiederci perché a livello pubblico si pensa che tutto sia genetico. Se si chiede ad uno scienziato un parere su queste notizie che compaiono spesso sui giornali come, ad esempio, della pigrizia genetica, della facilità ad innamorarsi e dell'avarizia come inscritte nei geni, egli risponderà che si tratta di stupidaggini, di modi in cui l'opinione pubblica ha travisato ciò che i genetisti hanno detto. Si è trattato, sostanzialmente, di un trasferimento incompleto. Sempre nel caso della genetica se andiamo a guardare il livello del discorso pubblico, scopriamo che ciò che è avvenuto, e cioè che sta avvenendo, non è semplicemente un risultato di un trasferimento dall'ambito scientifico a quello della società. Addirittura prima delle scoperte in campo genetico, nella nostra società erano attivi una serie di discorsi sull'eredità, sull'identità, sulla differenza, sulla trasformazione della specie dell'uomo, su un passaggio di enfasi dalla comunità

all'individuo, avvenuto soprattutto a partire dall'ultima parte del secolo scorso. È l'individuo ad essere al centro della responsabilità, dell'azione e non è necessario dire che alcuni secoli fa l'individuo concettualmente non esisteva e il soggetto di azione era la comunità, il gruppo religioso o cittadino, in seguito la famiglia.

Se iniziamo a guardare a queste due sfere come a due discorsi che si sviluppano in parallelo, e si prova ad applicare lo stesso discorso agli operatori sanitari da un lato e i giovani dall'altro, si può far riferimento al caso della guida spericolata: quindi statistiche sugli incidenti da un lato, e dall'altro sul rischio, il coraggio, l'emulazione dei pari, l'insofferenza alle regole che esistono a livello di un gruppo giovanile. Non si deve vedere l'uno come il riflesso più o meno riuscito dell'altro, ma come due sfere che ruotano in parallelo. Un discorso sull'ereditarietà e sui caratteri innati, a livello pubblico, esisteva molto prima che Watson e Crick scoprissero nel 1953 la struttura del DNA, o del progetto genoma. Lo scrittore francese Emile Zola nel 1871, nella prefazione al suo ciclo di romanzi Rougon-Macquart, afferma che "l'eredità ha le sue leggi proprio come la gravitazione".

Oggi, forse, c'è un modo più complicato e più difficile di guardare al rapporto tra queste due sfere che non sia semplicemente un travaso. Anche se l'idea del 'travaso' è molto forte: in passato la virtù della temperanza era rappresentata attraverso questa metafora. Se tentiamo di abbandonare l'idea di comunicazione come trasferimento e cerchiamo di vederla, invece, come corto circuito creativo, queste due sfere si incontrano. Nel caso della genetica questo è avvenuto e il punto che salda le due sfere è il concetto di gene. Se oggi si chiede ad un biologo molecolare, egli spiegherà che il concetto di gene, intuitivo e 'onnipotente' in ambito pubblico, ha acquisito nuovi livelli di articolazione e complessità a livello specialistico. Ma il concetto di gene serve a saldare le due componenti. È un concetto che si utilizza sia in ambito pubblico sia in ambito specialistico, anche se con un significato spesso molto diverso.

Gli scienziati oggi dicono che l'opinione pubblica non capisce nulla quando pensa che tutto sia genetico, o quando compra riviste in cui si dice che tutto è genetico. La forza del concetto di gene in ambito pubblico è però quella che ha consentito di finanziare ricerche enormi, come il progetto genoma, molto costoso e che ha

trasformato la biologia. Non sarebbe stato possibile se non ci fosse stata comunicazione nel senso di intersezione fra due dimensioni. Comunicazione, quindi, non nel senso che il concetto di gene, così come lo intendono i biologi, è passato nell'opinione pubblica. C'è stato invece uno sviluppo dei discorsi in entrambi gli ambiti e, ad un certo punto, c'è stato un corto circuito.
Un altro esempio legato a questo ambito è quello dell'Aids. Spesso si dice che ci si preoccupa tanto di una malattia che fa molte meno vittime rispetto ad altre malattie come la malaria, e a cui si destinano finanziamenti molto minori. Se usciamo dall'abitudine di dire che la gente non ha capito, che i politici e gli operatori sanitari non hanno compreso, ci accorgeremo che la ricerca medica era arrivata ad un certo punto e, soprattutto nella società americana, si era sviluppato un discorso sulla moralità, sulla colpa, sulla sessualità e, ad un certo punto, le due dimensioni si sono incrociate.

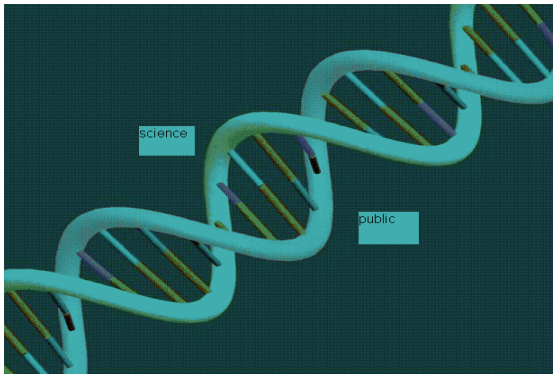


Fig. 2 - La 'doppia elica' della comunicazione pubblica della scienza.

La mia proposta è un po' provocatoria, però il modello della doppia elica, con due stringhe che si incrociano in alcuni punti, potrebbe essere interessante rispetto alla metafora del travaso, che a mio avviso non porta a nulla se non alla frustrazione e alla disperazione portandoci a chiederci: "Perché gli altri non vedono le cose come le vedo io?". Ma il problema è che è semplicemente impossibile trasportare le idee e

i contenuti. Questo è stato dimostrato da tanti filosofi ed epistemologi ed è risaputo che nel momento in cui sono trasferiti, i concetti cambiano. Nel momento in cui togliamo il modello del trasferimento, il terreno ci frana sotto i piedi. Si potrebbe essere tentati di concludere dicendo che la comunicazione è impossibile. Non ritengo sia così; probabilmente la comunicazione, come siamo abituati ad intenderla, è un evento più improbabile di quello che pensiamo. Perché sul terreno del gene si incontrino la riflessione sociale e quella scientifica, deve verificarsi tutta una serie di condizioni, dal momento che non è un processo scontato.

Questo processo non è facilmente controllabile: anche se si aumenta il volume della comunicazione, o si ritaglia il messaggio in un certo modo non si può avere la certezza che avverrà, e come avverrà, questo corto circuito. Una conseguenza di vedere la comunicazione come corto circuito creativo è l'importanza di conoscere l'altro. Non è un invito buonista, lo dico in un senso che si può applicare ad una persona che intende comunicare con un'altra, ad un'azienda che vuole comunicare con un certo pubblico, ad un'istituzione sanitaria che intende fare una campagna sui rischi del fumo. Si deve conoscere l'altra parte, non si può considerarla semplicemente un recipiente dove poter versare i nostri contenuti. Ad esempio, dobbiamo sapere che storia ha la parte con cui voglio comunicare, sapere quella sfera in che modo ha ruotato finora.

È poi importante conoscere se stessi, perché la base della comunicazione intesa in questo modo è sapere chi siamo noi stessi. Ogni bravo pubblicitario sa che non si può trasferire nulla, ma che la comunicazione è un momento e non si può fare nulla di significativo finché non si sa chi si è e dove si vuole andare. Negli Stati Uniti, negli anni '80, un'azienda che si occupava di trasporti ferroviari, pianificò in un modo molto fortunato il suo successo e la sua comunicazione investendo sulle linee telefoniche e sulla comunicazione perché aveva capito che la propria missione non era muovere i treni, ma era comunicare. La comunicazione, allora, può essere fatta sia spostando le persone sul binario che spostando le informazioni su di una linea telefonica.

Infine, la conseguenza è quella di guardare alla comunicazione come a un momento costitutivo, cioè un momento che cambia entrambe o più parti in gioco. Nel caso

della genetica è ovvio che non solo l'opinione pubblica ma anche la scienza è uscita trasformata dal corto circuito: negli Stati Uniti, nel 1983, ci fu una riunione del Congresso in cui si decise di smettere di finanziare la costruzione di un grande acceleratore di particelle nell'ambito della fisica e si scelse di investire sul progetto genoma.

La comunicazione può essere vista così veramente come il risultato di un processo ricorsivo e che si autoalimenta, anziché come un dato di fatto scontato.

(trascrizione della comunicazione orale)

Referenze

1) Biezunski, M. (1985) Popularization and scientific controversy, in Shinn, T. & Whitley, R. (eds.) Expository Science, Forms and Functions of Popularisation, Reidel, Dordrecht, 183-93.
Bucchi, M. (1998) Science and the Media. Alternative Routes in Scientific

2) Communication, Routledge, London and New York.

3) Bucchi, M. (2000) A Public Explosion: Big Bang in the UK Daily Press in Dierckes, M. & von Grote, C. (eds.) Between Understanding and Trust: The Public, Science and Technology, Harwood, Reading.

4) DeFleur, M.L. & Ball-Rokeach, S.J. (1989), Theories of Mass Communications, Longman, New York.

5) Epstein, S. (1996) Impure Science: AIDS, Activism and the Politics of Knowledge. Berkeley, University of California Press.

6) Gaskell, G. & Bauer, M. (2001) (eds.) Biotechnology 1996-2000. The Years of Controversy London, The Science Museum.

7) Grmek, M.D. (1989) Histoire du SIDA, Payot, Paris.

8) Hilgartner, S.(1990) The Dominant View of Popularization: Conceptual Problems, Political Uses, Social Studies of Science, 20, 519-39.

9) Jordan, B. (2000), Les imposteurs de la génetique, Seuil, Paris.

10) Keller, E.F. (1995) Refiguring Life. Metaphors of XXth Century Biology, Columbia University Press, New York.

11) Keller, E.F. (2000) The Century of the Gene, Harvard University Press, Cambridge.

12) Lewontin, R. (1996) In the Blood, The New York Review of Books, 23 may, 31-32.

13) Nelkin, D. & Lindee, S. (1995) The Gene as a Cultural Icon, New York, Freeman.

14) Turney, J. (1998), Frankenstein's Footsteps. Science, Genetics and Popular Culture, Yale University Press, New Haven.

15) Zola, E. (1871), La Fortune des Rougon (edition 1981, Flammarion, Paris).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

DIVULGAZIONE E METODO SCIENTIFICO

Giampaolo Bellini
Dipartimento di Fisica Università di Milano
INFN - Sezione di Milano

Sommario

La divulgazione scientifica può essere fatta a livelli anche molto semplici, ma non deve mai prescindere da una valutazione della affidabilità dei risultati finali del lavoro scientifico. Tale affidabilità è strettamente connessa all'aderenza, al metodo scientifico, della disciplina oggetto della comunicazione; il metodo scientifico infatti, attraverso un rigoroso e continuo controllo sperimentale, determina il grado di oggettività di un risultato e la potenza predittiva della disciplina stessa. In un periodo di confusione culturale e di misconoscimento dell'affidabilità della Scienza, quale quello attuale, diventa essenziale una giusta collocazione delle varie attività intellettive in un quadro generale che consenta di riconoscere quanto a ciascuna di esse si possa applicare il Metodo Scientifico.

1. Cos'è Scienza?

Di questi tempi assistiamo ad un uso inflazionato della parola Scienza.
Si parla di Scienze della Natura e di Scienze esatte, ma anche di: Scienze Politiche, Scienze storiche, Scienze sociologiche, Scienze alberghiere, Scienza della comunicazione, ecc., fin anche di Scienze Astrologiche. È quindi necessario, più che discutere se per certe discipline la parola Scienza sia o no appropriata (in fondo è una questione di semantica), capire come differenziare l'affidabilità delle conclusioni di questi diversi tipi di attività intellettuale. Cioè bisogna chiedersi quali di esse siano Scienza, come normalmente la intendono i fisici.

Per rispondere a questo interrogativo l'unico modo è far riferimento al Metodo Scientifico. Come è noto il Metodo Scientifico è venuto definendosi nel periodo storico nel quale è vissuto Galileo, e molto per suo merito. Esso è basato su un processo metodologico che alterna "Induzione" e "Deduzione"con un riferimento costante al controllo sperimentale, secondo il ciclo rappresentato in fig. 1 [1).]

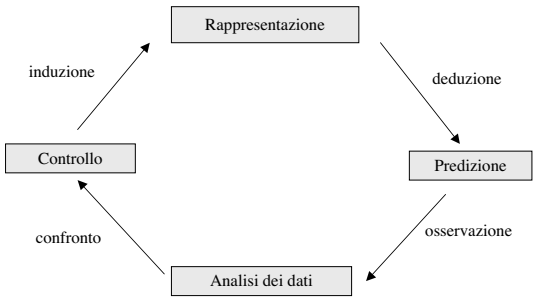


Figura 1

Sulla base di dati sperimentali e/o ipotesi teoriche si costruisce la rappresentazione di un determinato fenomeno; es. la caduta dei gravi: riferendomi al secondo principio della Dinamica mi aspetto che il rapporto fra forza di gravitazione e accelerazione sia una costante che dipende dalle caratteristiche del corpo. Secondo questa Rappresentazione posso dedurre che, se prendo un corpo qualunque e mi sposto in qualunque punto della Terra, devo trovare che il rapporto forza/accelerazione è costante per quel determinato corpo. Di conseguenza progetto un esperimento, faccio le misure, ed alla fine confronto i risultati con quanto previsto dalla rappresentazione. Se i risultati collimano con la predizione, la rappresentazione viene rinforzata; se sono diversi cercherò di modificare la rappresentazione in modo da tener conto dei nuovi risultati. Per poter seguire lo schema precedente la disciplina cui ci riferiamo deve poter soddisfare alla condizioni seguenti:

- si devono poter progettare ed eseguire esperimenti ad hoc;
- i risultati degli esperimenti devono essere riproducibili, cioè devono essere fra loro uguali entro gli errori di misura, ogni volta che l'esperimento viene ripetuto nelle

stesse condizioni, indipendentemente da chi lo esegue. In altri termini devono avere un carattere di Oggettività, cioè di Interpersonalità. Ritorneremo poi su questo punto quando discuteremo di Grandezze Fisiche.
Il ciclo metodologico, detto anche epistemologico, di fig. 1. viene quindi percorso più e più volte per elaborare una rappresentazione, fino a che essa rappresenti sufficientemente bene (cioè entro gli errori di misura) il fenomeno in istudio. Ad es. nel caso delle seconda legge della Dinamica si rifarà l'esperimento della caduta dei gravi in vari punti della Terra, a varie latitudini e longitudini, utilizzando dei gravi inizialmente fermi o in moto.
L'evoluzione di una Rappresentazione può avere vari stadi, partendo da alcuni pochi fenomeni, si sposta sperimentando poi in campi sempre più vasti del mondo sperimentale, da semplici frequenze statistiche a modelli matematici, a leggi e a teorie.
Ma il ciclo viene continuamente ripercorso ad es. perchè miglioramenti tecnologici permettono misure, in situazioni prima impossibili o una migliore precisione di misura. Ad es., quando si è potuto sperimentare su oggetti estremamente piccoli (come le particelle) e dotate di una velocità vicina a quella della luce, ci si è accorti che il rapporto fra Forza e Accelerazione non è più costante, ma dipende dalla velocità. La Scienza infatti elabora rappresentazioni che approssimano *bene* la realtà; "bene" significa che le previsioni delle rappresentazioni e i risultati degli esperimenti debbono coincidere entro gli errori di misura. Quindi misure più accurate possono rimettere in gioco rappresentazioni già acquisite.
Il ciclo viene ripercorso anche perchè si cerca di elaborare teorie sempre più omnicomprensive, che conglobino cioè sempre più fenomeni, come è tendenza generale della Fisica. Basti pensare alla teoria della Unificazione delle Forze.

Il percorso epistemologico sopra menzionato, fondato su una stretta adozione del Metodo Scientifico, descrive uno *Statuto epistemologico forte,* applicabile ad alcune discipline, tipicamente la fisica, la chimica, la biologia, e simili. Di contro altre discipline (economiche, sociologiche, psicologiche, ecc.) si sviluppano con Statuti epistemologici più deboli. Tuttavia anche nelle discipline *forti* si debbono fare

distinzioni: in Fisica la possibilità di sviluppare esperimenti ad hoc e la riproducibilità degli stessi sono caratteristiche abbastanza acquisite. In discipline, come ad es. l'Astronomia, la ripetibilità dell'osservazione può, in alcuni casi, sopperire all'impossibilità di riprodurre esperimenti ad hoc. Nel caso ad es. della Biologia, il problema è di studiare sistemi molto complessi e per i quali è difficile congelare le variabili durante un'osservazione. Ancora più complicato è il caso della Medicina, che deve accontentarsi molte volte di previsioni basate sulla frequenza statistica.

Comunque possiamo certo affermare che alla *riproducibilità* e quindi alla *interpersonalità* delle conclusioni è affidata la maggiore o minore affidabilità delle rappresentazioni, cioè dei modelli, teorie, ecc. di una disciplina, e quindi alla fine la sua *capacità predittiva*.

2. Le grandezze fisiche

Ma su che cosa opera la Scienza? Quali sono le grandezze con le quali costruisce le proprie rappresentazioni?

Le discipline scientifiche operano sulle grandezze fisiche. Questo è vero per tutte le discipline perchè la Fisica studia i sistemi elementari e quindi tutti i fenomeni naturali hanno alla loro base dei fenomeni fisici.

Le grandezze fisiche debbono avere una qualità fondamentale: devono cioè potersi confrontare fra loro, e quindi stabilire se una è maggiore, minore o uguale ad un'altra. Dire che una grandezza è confrontabile con un'altra dello stesso tipo significa dire che tale grandezza è misurabile, cioè è confrontabile con un'altra assunta come unità di misura; e significa dire anche che la misura è ripetibile, cioè la stessa misura fatta da chiunque, nelle stesse condizioni, deve dare risultati fra loro compatibili (uguali entro gli errori).

Ciò limita la scelta delle grandezze: sono ammissibili quelle e solo quelle che ammettono una definizione operativa di misura, e quindi soddisfano a criteri di oggettività (o interpersonalità). In fondo i Gedanken Experiments, per mezzo dei quali Einstein ha operato la critica al concetto di spazio e tempo assoluti, non sono altro che esperimenti di definizione operativa delle grandezze fisiche: spazio e tempo.

Questa definizione di grandezze fisiche introduce una chiara discriminazione: sono ovviamente grandezze fisiche *la lunghezza, la massa, il tempo, la carica elettrica*, ecc. **Non** sono grandezze fisiche: *il coraggio, la paura, la bellezza, l'altruismo,* ecc..

La conclusione che possiamo trarre dalle considerazioni di questi due paragrafi è che una Scienza, per ottenere rappresentazioni che abbiano carattere di oggettività, deve essere molto esigente. Le condizioni minime da soddisfare possono essere riassunte nel modo seguente:

- *Definizione operativa e rigorosa delle grandezze sulle quali e con le quali si opera;* ciò comporta anche *una definizione rigorosa del campo di validità;*
- *Possibilità di esecuzione di esperimenti di controllo e/o di osservazioni ripetuti più e più volte da soggetti diversi, con risultati fra loro compatibili.*

3. Metodo scientifico e divulgazione

Ritornando al nostro quesito iniziale: "cos'è Scienza", possiamo affermare che una *disciplina, che opera su grandezze fisiche, è tanto più Scienza quanto più riesce ad applicare il metodo scientifico, e quindi a percorrere integralmente il ciclo epistemologico e soddisfare lo Statuto epistemologico forte.*
Qui sta la discriminante fra le varie discipline!

La Fisica può aderire rigorosamente al Metodo, anche perchè studia sistemi meno complessi di altre discipline, come ad es. la Biologia. Ma se prendiamo in considerazione l'elenco citato nel paragrafo 1 si può costatare che molte delle discipline sono molto lontane da queste caratteristiche che definiscono la Scienza. Ciò vale anche per certe discipline di moda: ad es. ci si chiede quanto la Psichiatria sia Scienza.

Il lettore si chiederà: cosa ha a che vedere tutto questo con la Divulgazione Scientifica? A mio parere la connessione è molto importante perchè si può divulgare anche in modo molto semplificato e senza pretese di completezza, ma viceversa è importante insistere sulle caratteristiche proprie della Scienza; e ciò per vari aspetti:

- in tempi di "pensiero debole" è importante ribadire continuamente che lo scopo principale della Scienza (non della Tecnica, che ha altri fini) è la

ricerca di leggi universali, ancorché mai definitive, in contrapposizione alle discipline che rientrano in uno Statuto debole e locale. In questo contesto il " Relativismo culturale" è l'antitesi della Scienza;

- in una divulgazione anche estremamente semplificata è opportuno sottolineare quale sia il grado di affidabilità delle comunicazioni scientifiche che si stanno diffondendo . Ad es. non si può attribuire lo stesso grado di " prova" alla seconda legge della Dinamica ed alla teoria del Big Bang. Il pubblico dovrebbe capire che alcune conclusioni sono praticamente acquisite (ancorché mai definitive), mentre altre sono ancora in divenire. Ciò anche per evitare che discussioni fra scienziati, che hanno pareri diversi su teorie in divenire, siano interpretate come un carattere di opinabilità della Scienza stessa,
- si deve in qualche modo far riferimento al metodo scientifico per sottolineare le differenze fra i vari tipi di conoscenza. Su questo punto è importante insistere, anche perchè perfino alcuni (per fortuna pochi) scienziati trasmettono conclusioni , che non sono ancora ben provate, come verità definitive, danneggiando l'immagine della Scienza.

  In verità *la violazione del Metodo Scientifico comporta la distruzione della Scienza.*

Purtroppo in generale nei mass-media, in certi ambienti politici e culturali, albergano due opposte tendenze: da una parte si cerca di sminuire l'oggettività delle conclusioni della Scienza, e dall'altra, seguendo una sorta di scientismo, si cerca di far passare l'idea che la Scienza possa trattare di tutto.
Ambedue queste tendenze portano ad uno stesso risultato: indebolire la forza del metodo scientifico o svalutandone la portata o indebolendone il rigore.
Fanno parte della prima alcuni circoli intellettuali e politici. La corrente filosofica che fa capo al Relativismo culturale e al pensiero debole non può accettare che la Scienza ricerchi "verità ", e quindi selezioni il "vero" dal "falso". Recentemente un esponente di questa corrente ha dichiarato in pubblico che in fondo anche la Scienza approva il Relativismo Culturale, perchè ha elaborato la Teoria della Relatività!
In altri ambienti, come in alcuni ambienti politici, la Scienza non è amata perchè essa non è manipolabile, non si può modificarne le conclusioni a fini diversi da

quelli puramente scientifici. Per fare un esempio, in occasione di un dibattito televisivo, si affermava che una certa malattia era aumentata, in un certo periodo e in una certa zona, di un fattore 5, perchè aspettando, in condizioni normali, 0.2 casi, se ne era riscontrato uno. Alla contestazione che statisticamente non solo 0.2 e 1, ma anche 0.2 e 2 erano la stessa cosa, la risposta fu "È la solita arroganza della Scienza!".

La seconda tendenza, anche se sembra opposta, porta però agli stessi risultati. In alcuni ambienti culturali, e purtroppo anche con presenza di "scienziati". si tende a estendere l'indagine scientifica a tutti i campi, anche dove non si possono nemmeno definire grandezze fisiche; in questo modo viene scardinato uno dei requisiti essenziali della Scienza, e cioè l'oggettività. Ma altri ancora tendono a far divenire "ideologia" un risultato scientifico, estrapolandolo all'infuori dei risultati corroborati da controlli, passando dalla Scienza ad uno dei tanti "ismi".

4. Conclusioni

Le conclusioni sono abbastanza ovvie ed emergono dal contesto.

È chiaro che nella Divulgazione scientifica non è possibile nè la completezza nè il rigore, scientificamente inteso. Bisogna cercare di farsi capire utilizzando mezzi alla portata dell'ascoltatore.

Ma è molto importante far capire qual'è il grado di affidabilità delle conclusioni alle quali la Scienza arriva, e, nello stesso tempo, quali ne siano i limiti.

Nella divulgazione della Fisica è particolarmente possibile usare questa impostazione perchè la sua struttura scientifica è molto completa e permette di avere una buona cognizione dell'affidabilità delle sue conclusioni.

Referenze

1) N. Terzi, Traccia di costruzione delle leggi fisiche: la meccanica, CLUED Milano 1979.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

"FACCIAMO LUCE SULLA MATERIA" UNO SPETTACOLO DI FISICA PER LA SCUOLA PRIMARIA

Marco Giliberti [1]
Dipartimento di Fisica Università degli Studi di Milano

Sommario

Il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano, in collaborazione con il Teatro del Sole (compagnia del teatro per ragazzi), ha realizzato uno spettacolo di divulgazione della Fisica rivolto al secondo ciclo della scuola primaria. Lo *show*, dal titolo "Facciamo Luce sulla Materia", inserito nell'ambito delle attività WYP2005 proposte dal Dipartimento di Fisica di Milano, è nato e si è sviluppato a partire dalle esperienze di ricerca degli autori in ottica e in didattica della Fisica. Gli autori stessi, in guisa di attori, rappresentano in prima persona, sul palcoscenico, alcune esperienze su fenomeni ottici e stati della materia e su alcune proprietà della luce (diffusione, riflessione, rifrazione, sintesi dei colori, ottica in infrarosso e polarizzazione) utilizzando strumentazione scientifica in un contesto informale e con i ritmi e la struttura di una *piece* teatrale. Lo spettacolo dura circa tre quarti d'ora ed è seguito da un dibattito con i bambini. Delle schede, con semplici spiegazioni di tutti gli esperimenti presentati, vengono fornite agli insegnanti come aiuto per rispondere in classe alle eventuali successive domande degli allievi. Nello scorso anno accademico tale iniziativa ha raggiunto più di 30 scuole di Milano e circa 5000 bambini. Verranno qui presentate la struttura dello spettacolo e la descrizione dei sui scopi. Saranno anche discussi i primi risultati ottenuti in termini di apprezzamento e coinvolgimento degli studenti elementari nelle due settimane seguenti la visione dello spettacolo. Verranno anche delineati i progetti futuri di ulteriore sviluppo dell'attività, coinvolgenti la scuola superiore.

---

*Co-Autori: Marina Carpineti, Nicola Ludwig, Laura Perini

1 Introduzione

Presentiamo un progetto di diffusione della Fisica rivolto ai bambini e sviluppato al Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano in collaborazione col Teatro del Sole, una compagnia teatrale specializzata nel teatro per ragazzi. L'idea dello spettacolo è venuta dall'osservazione che sebbene viviamo in un mondo nel quale la scienza e la tecnologia introducono continui cambiamenti nella nostra vita, e nel quale siamo spesso chiamati a esprimere la nostra opinione su questioni scientifiche, la maggior parte delle persone conosce molto poco di quello che uno scienziato, o un fisico concretamente fa nel suo lavoro, e spesso crede che sviluppi alcune idee strane e pericolose che sono molto lontane dalla vita di ogni giorno.
Si sa che in un certo momento durante l'educazione scolastica, succede qualcosa che allontana gli studenti dall'amore e la passione per la scienza: passando dalla scuola primaria alla secondaria l'indifferenza o, peggio, la paura, in generale sono in aumento. Questo è il motivo per il quale abbiamo indirizzato i nostri sforzi ai bambini, perché sono curiosi, pronti ad apprendere e, si spera, ancora privi di pregiudizi. Quello che intendevamo fare era risvegliare la curiosità e l'interesse dei bambini per la scienza e far nascere in loro una "simpatia" e un fascino per la Fisica.. Quello che abbiamo realizzato è uno spettacolo teatrale nel quale tre fisici mettono in scena molti esperimenti divertenti in un "laboratorio" molto simile ad un vero laboratorio di Fisica. Lo spettacolo è stato pensato espressamente per bambini di età compresa fra gli 8 e gli 11 anni e si è avuta una cura particolare nella scelta della parole per rendere le spiegazioni non banali ma neppure difficili. Lo scopo è stato quello di mostrare direttamente le cose meravigliose che studia la Fisica in modo da colpire l'immaginazione dei bambini in modo che essi potessero ripensare agli esperimenti visti e magari discuterli con i loro amici. In Italia questo tipo di approccio non è molto conosciuto, mentre è più comune in molti altri paesi (vedi il grande successo della manifestazione "Science on Stage" [1]). Volevamo che i bambini incontrassero scienziati "veri" che realizzavano gli esperimenti nella speranza che questi scienziati potessero agire come modelli positivi "veri" almeno per alcuni di loro e anche aiutare i bambini a vincere la loro (futura?) diffidenza per la

scienza… come un bambino ha detto una volta a sua madre con eccitazione dopo lo spettacolo "c'erano veri fisici vivi lì!"

2 Materiali e Metodi

Molti dei temi trattati nello spettacolo sono inseriti nei programmi di Fisica della scuola elementare italiana, ma la proposta non è banale. Noi non ci aspettiamo che i bambini capiscano tutto, ma cerchiamo di suscitare sorpresa su come lavora un fisico e sulla meraviglia della Fisica.

Ora vi presenteremo lo spettacolo. Certamente non entreremo nel dettaglio, vi elencheremo i più interessanti esperimenti proposti, con l'aiuto di alcune immagini e, in seguito, per darvi un'idea dello stile dello spettacolo vi descriveremo ancora un momento molto coinvolgente nel quale la "Dottoressa Marina" recita una poesia giocando con un laser verde che guizza nell'acqua.

Figura 1 : Gli scienziati "volanti".

Figura 2: Rifrazione di una bacchettain una vaschetta d'acqua.

2.1 Elenco degli esperimenti

Stati della materia e cambiamenti di stato. Luce e visione: vedere la luce; riflessione e specchi (Figura 1), riflessione totale nell'acqua; rifrazione della luce (Figura 2), differente indice di rifrazione nell'acqua calda e fredda; trasmissione e diffusione: il tramonto ; percezione del colore; ombre colorate; sintesi additiva e *sottrattiva dei*

colori; dispersione della luce; la radiazione infrarossa; trasparenza dei pigmenti nell'infrarosso; polarizzazione; esperimenti con due polaroid.

2.2 Alcuni particolari sulla luce nell'acqua

Nella sala con poca luce la "Dottoressa Marina" inizia a giocare con un laser verde (Figura 3), la cui luce entra in una bacinella piena d'acqua e si "muove" secondo il testo recitato in questa poesia:

"Luce scappata dalla sorgente
si tuffa nell'acqua e non trova niente
Luce nell'acqua che prova la via
sale, poi scende, scivola via.
Raggio che marcia diritto si alza
poi trova l'aria e indietro rimbalza.
Anche dal fondo prova ad uscire
ma nuovamente gli tocca salire.
Luce riflessa nell'acqua rimane
è prigioniera e non può scappare.
La sua prigione è fatta di niente
non ha le sbarre, è trasparente.
Il raggio lo sa e riesce ad andare
Ora sul muro lo vedo ***danzare****.*
Brilla la luce dall'acqua scappata.
E' uscita nell'aria ed è stata deviata
Brilla la luce che ce l'ha fatta
E' uscita dall'acqua ed è stata rifratta!
...è stata
rifratta...rifratta... ***rifratta****..."*

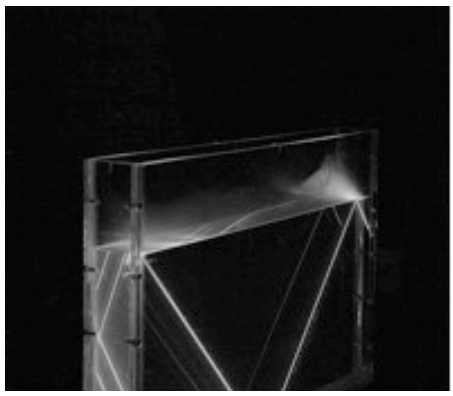


Figura 3: riflessione di un laser nell'acqua.

3 Risultati

Abbiamo testato la reale ricaduta dello spettacolo su tre punti:

1) Sulle domande fatteci dai bambini dopo lo spettacolo
2) In base ai disegni che i bambini ci hanno spedito dopo lo spettacolo

3) In base al questionario proposto agli insegnanti.

Finora abbiamo esaminato i dati di 50 classi, il 20% di quelle che hanno visto lo spettacolo. Benché l'analisi dei risultati sia ancora in elaborazione, pensiamo che vi siano alcune osservazioni preliminari interessanti da fare.

1) Alla fine dello spettacolo viene lasciata una mezz'ora di tempo per le domande dei bambini…e i tre fisici rispondono. È la parte più interessante. Molte delle domande riguardano i temi presentati durante lo spettacolo.Ci sono interrogativi su tutti i temi, anche se abbiamo notato che le domande più frequenti riguardano gli "strani" stati della materia, l'azoto liquido, il laser verde, la polarizzazione e la visione IR. Con nostra grande sorpresa sono state poste alcune domande su temi, come elettricità, magnetismo e altri, che non erano stati menzionati nello spettacolo e la gran parte delle domande erano perfettamente pertinenti (nel senso che concernevano la Fisica, non la chimica o la biologia o altre scienze). La mezz'ora dedicata alle risposte è risultata spesso insufficiente per soddisfare tutte le curiosità.
2) Abbiamo chiesto l'aiuto di un esperto in psicologia infantile per analizzare i disegni per capire quali esperimenti li hanno colpiti di più e quali aspetti possono aver frainteso.
3) Il questionario compilato dagli insegnanti nei giorni seguenti lo spettacolo è consistito in 17 domande riguardanti l'interesse e la comprensione dei contenuti dello spettacolo da parte dei bambini e la sua ricaduta didattica. Dalle risposte si evince che in moltissimi casi gli studenti hanno parlato spontaneamente in classe dello spettacolo mostrando sempre un grande interesse e una buona comprensione dei contenuti favorendo in tal modo la didattica della fisica a scuola. Tutti gli insegnanti hanno ritenuto la visione dello spettacolo molto utile ai fini scolastici.

Conclusioni

Il successo dello spettacolo è andato molto oltre le aspettative. Abbiamo ricevuto molte richieste dalle scuole e non le abbiamo ancora soddisfatte tutte. Nel primo anno di vita dello spettacolo abbiamo raggiunto circa 5500 bambini, con

un'accoglienza entusiasta da parte di bambini e insegnanti. Abbiamo realizzato alcune schede, con la descrizione e la spiegazione di tuti gli esperimenti presentati, che abbiamo fornito agli insegnanti come aiuto per rispondere alle domande dei bambini.

Nel novembre del 2004 lo spettacolo è stato rappresentato tre volte al Festival della Scienza di Genova 2) e da gennaio a maggio 2005 circa 30 scuole di Milano l'hanno visto. Nel maggio 2005 abbiamo presentato lo spettacolo all'open day dei LNGS INFN e in settembre a Mosaicoscienze 3).

Durante questa esperienza abbiamo constatato che, sebbene lo spettacolo sia stato pensato per i bambini che frequentano il triennio della scuola elementare , anche bambini più piccoli o adolescenti lo hanno apprezzato moltissimo.Perfino un ampio pubblico della scuola secondaria superiore (di circa 500 studenti) l'ha accolto con entusiasmo!

Sei studenti laureandi volontari ci hanno aiutato nella realizzazione del progetto e anche nella rappresentazione dello spettacolo. Questa esperienza è stata molto formativa per loro (e di grande aiuto per noi). Ci hanno detto che partecipare allo spettacolo a offerto loro un'occasione per imparare ancora meglio la fisica, per incontrare docenti e per essere informati di altre attività di ricerca.

Sitografia

1) http://www.physicsonstage.net/main/default.asp
2) http://www.festivalscienza.it/
3) http://www.mosaicoscienze.com/home.html

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

GIOCHI DA FISICI PER NON (SOLO) FISICI

Stefano Oss
Dipartimento di Fisica – Università di Trento – 38050 Povo (Trento) - Italia

Sommario

Vengono rapidamente presentate e discusse le principali attività del Laboratorio di Comunicazione delle Scienze Fisiche[1] che, nell'anno internazionale della fisica, ha progettato, realizzato ed ospitato varie iniziative dedicate alla comunicazione "giocosa" della fisica, sia classica che moderna. Si spiega il senso del gioco come interfaccia fra disciplina e pubblico non solo scolastico. Si accenna anche al ruolo delle simulazioni al computer per ricreare situazioni realistiche sempre nel contesto delle sperimentazioni giocose.

1 Introduzione

Nel 1992 veniva inaugurata a Trento una manifestazione che avrebbe condotto rapidamente alla diffusione della scienza fisica ad un vasto pubblico, non solo scolastico. I mezzi utilizzati erano i giocattoli, scientifici o meno, che si rivelavano stimoli di impensata ricchezza e di fascino spesso imbattibile. Il fatto di usare dei giocattoli per avvicinare la gente ad argomenti di scienza era nuovo, soprattutto nel formato adottato, ossia quello della mostra itinerante: si trattava di una raccolta di oggetti (di genere estremamente vario, tutti comunque destinati ad usi non specialistici, dai soprammobili kitsch alle trottole, classici o moderni) corredati di schede esplicative di stile didattico, con assenza totale di formule e di formalismi ma con attenzione alla descrizione intuitiva e concreta dei meccanismi "nascosti". Questo formato ha avuto grande successo: dopo molti anni, numerosissime edizioni

ed altrettante sedi hanno conosciuto la mostra, con centinaia di migliaia di visitatori di ogni età e cultura. Ora questa mostra è stata riproposta in due nuove versioni, con raccolte aggiornate di giochi ed altri oggetti, ma la filosofia di fondo rimane la stessa: lo scienziato è una figura professionale molto vicina al bambino che mette in opera la sua fisiologica curiosità smontando il giocattolo per scoprirne i misteriosi meccanismi di funzionamento. Non è necessario rifarsi a situazioni complesse, sia teoricamente che sperimentalmente, per avvicinare la gente al mondo della scienza. Si può uscire da queste mostre, più che arricchiti di nozioni e di concetti astratti, forse un po' disposti favorevolmente alla scienza e ad atteggiamenti di sana curiosità e di consapevolezza creativa.

L'attenzione posta nella progettazione e nella realizzazione di questi eventi è particolarmente elevata quando ci si pone il problema della narrazione del percorso. Com'è infatti ben noto, anche i migliori allestimenti rischiano di venire vanificati se non si affida il racconto delle idee e degli oggetti a persone dotate sia sul piano dei contenuti che su quello del linguaggio e della teatralità. Si tratta di un binomio che è difficile realizzare: a tale scopo il laboratorio sta investendo molto in percorsi e progetti di formazione delle persone che si dovranno impegnare da questi punti di vista. Per questo, si cerca di incentivare e favorire il coinvolgimento di insegnanti scolastici. La loro conoscenza ed esperienza delle problematiche e delle realtà pedagogiche, metodologiche e della dinamica dei singoli e del gruppo sono insostituibili e, se affiancati da un'attenta lettura dei contenuti disciplinari, permettono la costruzione di ottime figure di comunicatori di scienza.

In questo contributo alla conferenza, si citeranno gli eventi che sono stati attivati e che sono tuttora operativi sul fronte della comunicazione della scienza fisica secondo modalità che si ispirano al gioco scientifico. Oltre alle citate mostre ed alle loro realizzazioni ultime, verranno rapidamente descritti i laboratori ospitati dal Museo Tridentino di Scienze Naturali (www.mtsn.tn.it) noti come "scienza per gioco" e l'evento "i Giochi di Einstein" che, nello stesso museo, sono stati ospitati in occasione dell'anno 2005. Verrà infine illustrato il progetto che prevede l'utilizzo esteso e sistematico di simulatori di volo ("videogiochi seri") per entrare in contatto esplicito con la fisica del volo.

2 Le mostre dei giocattoli e la fisica

Come accennato nell'introduzione, l'offerta attuale del laboratorio di comunicazione delle scienze fisiche dell'università di Trento prevede due mostre che fanno uso di giocattoli come mezzi comunicativi. Entrambi gli allestimenti sono di tipo "itinerante", ossia sono facilmente trasportabili e sistemati sul luogo di esposizione in breve tempo. Il nostro laboratorio prevede modalità di prestito e di assistenza per queste mostre. La prima realizzazione, semplicemente denominata "I giocattoli e la scienza"[2], è una versione aggiornata della proposta iniziale risalente al 1992. In questa mostra vengono utilizzati un centinaio di giocattoli di vario genere e raggruppati secondo "capitoli" che si fanno ad una suddivisione classica degli argomenti di fisica (meccanica, ottica, elettromagnetismo, acustica, …). I giocattoli sono spesso molto economici e rinvenibili su siti internet specializzati ma anche, più semplicemente, in negozi di giochi o dediti alla vendita di gadget e soprammobili (più o meno) artistici. L'intera raccolta è documentata in un catalogo disponibile in formato PDF e descritta in un filmato distribuito su un DVD.

Fig. 1 Locandina della mostra "I giocattoli e la scienza".

La seconda realizzazione, denominata "FisicaMente … divertente!" consta di una nuova raccolta di giochi ed altri oggetti che estendono e completano la raccolta originale. Anche se l'idea rimane la stessa, nella seconda mostra si è cercato di affrontare tematiche della scienza fisica che risultassero abbordabili ad ogni fascia

d'età e livello culturale. Sono stati in particolare aggiunti oggetti dedicati all'acustica ed alla termodinamica. Anche per questa nuova versione della mostra è disponibile un catalogo (la raccolta delle schede didattiche) in formato elettronico.
E' stato in occasione dell'allestimento della nuova mostra presso il Museo civico di Bolzano che si è pensato di coinvolgere direttamente ed in modo il più possibile intensivo gli insegnanti di vari ordini scolastici per definire delle figure di operatori e guide alla mostra ben dotati sul fronte delle competenze metodologiche oltre che disciplinari. A tale scopo, sono stati svolti dei workshop con partecipazione alla mostra a porte chiuse, senza pubblico, nei quali gli insegnanti di circa 80 scuole (dalle elementari ai licei) hanno affrontato vari temi disciplinari connessi agli argomenti trattabili con i giochi in esposizione. Il risultato di questo tipo di esperienza ci è sembrato particolarmente interessante anche considerate le grandi difficoltà che notoriamente si lamentano quando si tratta di affidare a guide esperte il mestiere della narrazione di questi eventi, come già accennato nell'introduzione.

3 La scienza per gioco

Il dipartimento di fisica dell'ateneo tridentino collabora da molti anni con il Museo di Scienze della città di Trento su un progetto che ha condotto alla realizzazione di una serie di laboratori sperimentali (ospitati presso lo stesso Museo) noti come "La scienza per gioco". In tali laboratori, aperti alle scolaresche di vari ordini e gradi scolastici su prenotazione, si affrontano secondo modalità tipicamente "hands-on" una serie di temi di fisica che vanno dallo studio della luce e dei colori, dalle proprietà microscopiche della materia, dall'azione delle forze alla natura del suono. Il progetto si può dire, per molti versi, estremamente bene collaudato, in quanto ai laboratori hanno partecipato molte migliaia di studenti nell'arco di diversi anni di attività. Questi laboratori, che vengono svolti sotto la guida di operatori qualificati (laureati o laureandi in materie affini – tipicamente fisica, matematica, ingegneria) e con la presenza degli insegnanti accompagnatori, oltre alla modalità "hands-on" cercano di valorizzare l'utilizzo di oggetti "poveri" o di origine ludica per costruire i vari momenti della sperimentazione. Si cerca in particolare di condurre gli studenti ad una progressiva e continua scoperta (ove possibile spontanea) di situazioni, dati,

fenomeni, interpretazioni di difficoltà graduale e di interesse il più possibile generale, non specialistico o puramente accademico.

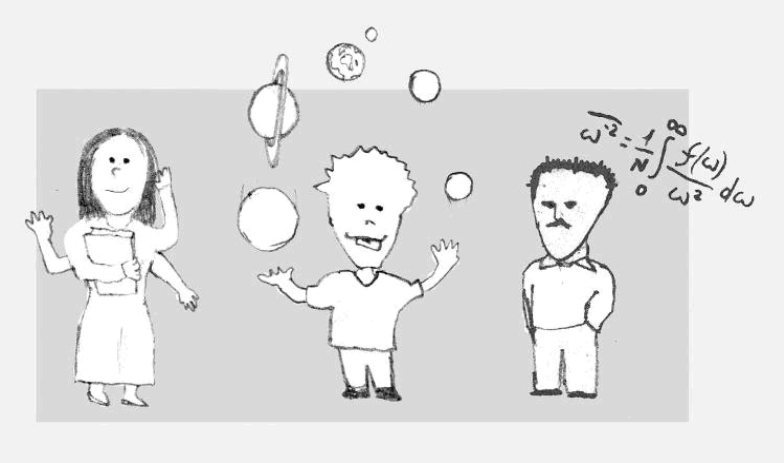


Fig.2 Le intese strategiche nei laboratori "La scienza per gioco": insegnanti, studenti, scienziati.

Recentemente sono stati introdotti due nuovi laboratori, denominati "Elettroni, atomi e molecole" e "Nonsolomusica" i cui titoli sono auto esplicativi. Nel primo si cerca (esempio crediamo assai raro nel panorama nazionale ed internazionale) di affrontare i fondamenti della fisica dei quanti e dei modelli atomici e molecolari a livello di scuola media inferiore. Crediamo che sia molto importante evitare di costruire modelli di tipo "classico ad oltranza" quando si debba parlare di oggetti su scala atomica. E' un fatto noto che la descrizione dell'atomo di Bohr-Rutherford conduce a seri problemi interpretativi che si traducono il più delle volte in misconcezioni o a veri e propri errori concettuali. Uno dei punti più delicati dell'argomento è, piuttosto ovviamente, il ruolo dell'indeterminazione quantistico-ondulatoria che caratterizza la fisica su scala atomica e molecolare. Benché sia fatto noto che il concetto di traiettoria (o di localizzazione puntuale e simultanea alla

misura di velocità) non sia definibile in fisica quantistica, sistematicamente i testi e le trattazioni tradizionali considerano questo aspetto troppo sofisticato o addirittura non essenziale per una trattazione "elementare" di questi temi. Nel laboratorio in questione, invece, il punto di partenza è proprio legato al ruolo dei fenomeni ondulatori (classici) nella costruzione del linguaggio e dell'interpretazione della fisica quantistica. Gli strumenti adottati sono semplici ma diretti (si utilizzano sistematicamente moti ondulatori, corde vibranti, molle …) e tali da condurre gli studenti ad una visione "spontaneamente ondulatoria" dei fenomeni discussi.

Gli atomi e le molecole, trattati come "blocchetti di Lego" della struttura della materia, sono realizzati con biglie e molle, quest'ultime pensate come metafora del legame covalente (e capaci anche di sostenere una rappresentazione visiva dei modi vibrazionali nucleari delle molecole). Sarà presto possibile acquistare dei veri e propri "kit" per la realizzazione di varie strutture molecolari. Il laboratorio è stato sperimentato su un numero elevato di studenti e, grazie anche ad importanti collaborazioni con i docenti accompagnatori, è giunto ora ad una versione piuttosto stabile e convincente[3]. Sebbene si sia ben consci dei rischi di deviazione pedagogica che un utilizzo eccessivo della metafora possa generare, ci è parso che per questi argomenti non sia possibile fare a meno di questa tecnica narrativa. In caso è importante basarsi su metafore ad elevato contenuto fisico (le molle hanno un comportamento "naturalmente" ondulatorio, è chiaro) e non eccessivamente lontane dalla realtà che si vuole raccontare agli studenti.
Il secondo laboratorio è dedicato ad una (ri)scoperta dei fenomeni dell'acustica musicale attraverso il linguaggio della scienza fisica e della matematica. Anche in questo caso, sebbene esista qualche (sporadico) tentativo di richiamare l'attenzione di insegnanti (e studenti) sull'affascinante importanza di questa branca della fisica, la nostra proposta si distingue nei metodi e nei contenuti da ciò che già esiste. Anzitutto, il laboratorio di "nonsolomusica" vuole creare un momento di "rilettura artistica" di argomenti usualmente dominio incontrastato di scienze esatte ed, allo stesso tempo, propone occasioni di "lettura scientifica" di situazioni, fenomeni, idee e realtà che sono tipici del musicista e della musica. Con un percorso che inizia

dalla costruzione di un semplice monocordo, si invitano gli studenti ad avvicinarsi ai concetti fondanti della scienza del suono con una costante attenzione al retroscena estetico ed artistico. La matematica delle frazioni è chiamata subito in causa per parlare di intervalli, toni e scale ed, al contempo, si vuole sostenere con argomenti anche quantitativi la fisicità delle dissonanze e consonanze musicali. I "giochi musicali" si rivelano, da questo punto di vista, eccellenti veicoli per un'esposizione nuova al mondo della scienza fisica e della matematica, come sopra accennato. Si è visto anche che questo tipo di approccio permette di sostenere importanti occasioni di trasversalità della disciplina scientifica, con particolare riguardo ai temi sopra citati di fisica moderna ovvero ondulatoria. Parlare di onde ascoltandole in varie modalità permette di avere una percezione profonda e completa del fenomeno fisico, a tal punto che è possibile acquisire una grande dimestichezza con queste grandezze anche esportando le idee ed i metodi in altri contesti scientifici.
Anche per questi laboratori sono in corso importanti collaborazioni con IPRASE, l'istituto provinciale per la ricerca educativa scolastica, in un progetto che prevede il coinvolgimento esplicito di insegnanti di ruolo. Altre collaborazioni prevedono l'utilizzo di studenti delle scuole per la specializzazione all'insegnamento secondario. A tale proposito, dal 1999 è attivo presso le SSIS dell'università di Trento un corso di fisica e musica.

4 I giochi di Einstein

L'evento che Trento ha deciso di ideare per commemorare l'anno internazionale della fisica è stato progettato dal laboratorio di comunicazione delle scienze fisiche con l'essenziale compartecipazione del Museo Tridentino di Scienze Naturali, che ha sostenuto le spese di allestimento ed ospitato la mostra "I giochi di Einstein"4. Questa mostra, che a tutt'oggi è aperta ed ha ospitato più di 60,000 visite in 8 mesi di attività, è ispirata all'autobiografia del grande scienziato e ripercorre con exhibit ed oggetti di varia natura e funzionamento i momenti concettuali che hanno segnato presumibilmente le fasi più creative di Einstein nonché le idee più rivoluzionarie e fondamentali della fisica del secolo XX. La linea guida della mostra (che consta di circa 60 postazioni interattive ed è arricchita di didascalie storiche e di sportelli

multimediali) è comunque sempre quella dell'approccio il più possibile giocoso. Si trovano giochi nucleari (un minigolf che simula l'esperienza di Rutherford dello scattering di particelle alfa su nuclei atomici), giochi atomici (un tiro al bersaglio che vuole spiegare l'essenza dell'effetto fotoelettrico scalzando palline da ping-pong con biglie "infrarosse" ed "ultraviolette"), giochi di luce (laser che viaggiano su banchi ottici per costruire figure di interferenza e diffrazione), giochi gravitazionali (che raccontano l'essenza della teoria geometrica della gravità), giochi relativistici (una corsa su un autobus a velocità elevatissime per osservare le distorsioni dello spazio e l'effetto doppler della luce), giochi galileiani (ancora una corsa, reale, su un trenino che permette di osservare la legge di inerzia classica all'opera). Il percorso della mostra prevede un supporto didascalico a tre livelli (a partire dalla spiegazione veloce per chi ha fretta di battere il record di percorrenza di tutta la mostra, oppure tramite una lettura essenziale ma completa della scheda, fino ad un approfondimento ancora più rigoroso del fenomeno in esame).

Figura 3 - Invito alla mostra "I giochi di Einstein", Trento, 2005.

La mostra prevede anche sessioni di laboratorio di fisica approfonditi (per scuole secondarie superiori) nelle quali si affrontano delle esperienze tradizionali e

quantitative di fisica moderna. Anche nel caso di questo evento, la collaborazione con IPRASE si è rivelata essenziale: sono stati istituiti gruppi di ricerca-azione formati da insegnanti di scuole di vario ordine per lo studio delle modalità narrative appropriate. La "scommessa" di riuscire a portare un po' di fisica moderna e della sua storia sotto gli occhi di bambini delle elementari ed i ragazzini delle scuole medie inferiori è a nostro avviso stata vinta. Resta ovviamente l'importante momento di verifica dell'efficacia di questi momenti, anche se non è banale la definizione del modo di attuare tale verifica: non è ovviamente nostro intento considerare vincente la strategia che porta ad un apprendimento mnemonico e passivo di leggi fisiche di vario genere. Siamo piuttosto interessati a definire un calibro appropriato per verificare effetti di attrazione (anche solo emozionale) a fatti di scienza. Su questo argomento si sta cercando di approntare test di gradimento.

5 Volare (quasi) per davvero

Un "classico" dei videogiochi, sin dall'avvento dei personal computer all'inizio degli anni '80 è certamente il simulatore di volo, ossia il software che, con variabile grado di realismo, permette di riprodurre le procedure e le manovre che usualmente competono al pilota di un aeroplano (dagli ultraleggeri ai più grandi aerei di linea). I simulatori di volo possono costituire fonte (per molti versi inaspettata) di discussione, avvicinamento, apprendimento, approfondimento dei fenomeni della fisica del volo. E' ben noto che esiste una propensione naturale degli esseri umani ad interessarsi alle modalità pratiche per staccarsi dal suolo e per conseguire una visione del tutto inusuale della terra su cui viviamo. Anche nei nostri giorni, l'elevatissima tecnologia che caratterizza le macchine volanti costituisce motivo di curiosità e, molto spesso, di vera passione e dedizione. Con l'immissione sul mercato di personal computer sempre più vantaggiosi in termini di rapporto prestazioni/costo, è fiorito un mercato parallelo ed, al momento, inarrestabile, dedicato ai software che permettono di ricostruire con fedeltà e realismo crescenti (a dismisura) tutte le procedure del volo. Nel Museo Tridentino di Scienze Naturali esiste una sezione (comprendente il museo storico dell'aeronautica "Gianni Caproni") nella quale sono attive iniziative didattiche di astronomia, astrofisica e fisica del volo. Già dal 1998

sono state predisposte delle postazioni di volo simulato al computer (in occasione della mostra "Sperimentiamo!") che si sono rivelate attrazioni per un pubblico vario, interessato e divertito. In particolare, sono state organizzate sessioni di volo simulato comprendenti "lezioni" di fisica del volo, ossia sui fondamenti di fluidodinamica necessari per descrivere i meccanismi che permettono agli aerei di stare in aria. A partire dal 2002 è disponibile un prodotto software che consente agli utilizzatori del simulatore di volo (che è acquistabile come videogioco a poche decine di euro) di sorvolare il territorio della provincia di Trento5.

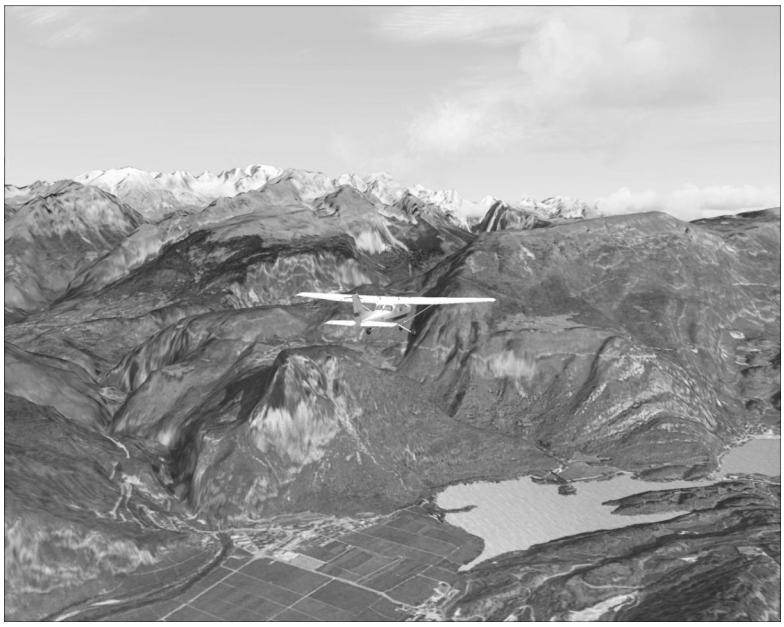


Fig. 4 Una valle trentina durante un volo simulato al computer

La risoluzione è molto elevata (pochi metri per pixel sia fotograficamente che come dettaglio nelle elevazioni sul livello del mare) e permette il volo "a vista", in quanto i punti salienti del paesaggio sono chiaramente riconoscibili. Si è osservato che i

"piloti virtuali" che utilizzano questo approccio sono decisamente attratti dal gioco e sono ben disposti ad apprendere ed approfondire le procedure ed i meccanismi che governano il volo. Per arricchire ulteriormente il realismo di questa simulazione è in via di realizzazione una cabina di volo completa di tutta la strumentazione ed i controlli per riprodurre con fedeltà estrema il posto di pilotaggio di un piccolo aereo da turismo. Si consideri che la fisica del volo è narrata su tutti i libri di testo in modo fondamentalmente errato (il teorema di Bernoulli infatti non è in grado di spiegare consistentemente e quantitativamente la spinta – portanza – che sostiene un aereo in volo; si deve chiamare invece in causa il cosiddetto effetto Coanda, che prevede un meccanismo di "incollamento" dei filetti fluidi all'ala dell'aereo ed una conseguente spinta causata dallo spostamento verso il basso di tali fluidi e, per il principio di azione e reazione, da una spinta verso l'alto dell'ala). Da ciò si può capire il perché dell'interesse in senso anche culturale esteso, oltre che ludico e tecnologico, per il progetto dedicato al volo simulato.

6 Conclusioni

In questo contributo alla Conferenza sono stati presentati e brevemente descritti degli eventi che, utilizzando approcci ludici e comunque semplici e lontani da esposizioni formali e tradizionali, sono stati predisposti per portare fra la gente qualche brano di scienza fisica. Il progetto, rivolto ad un pubblico sempre non specialistico e non necessariamente scolastico, ha consentito di raggiungere un numero molto grande di persone e di toccare temi di genere molto vario, inclusi argomenti di fisica moderna e temi ad elevato impatto e ricaduta tecnologica. L'attenzione per questi percorsi è rivolta anche (e spesso soprattutto) alla formazione di operatori didattici in grado di produrre narrazioni efficaci e coinvolgenti, oltre che corrette sul piano dei contenuti disciplinari. Una mancanza o solo una disattenzione in tal senso si rivelano sistematicamente causa di fallimento delle iniziative ad elevato contenuto scientifico: la semplicità e l'efficacia della narrazione non possono giustificare o scusare inesattezze ed errori di nessun genere. In particolare, si è sottolineata l'importanza di coinvolgere in varie fasi di questi eventi gli insegnanti (che andrebbero opportunamente incentivati in queste attività) in quanto esperti conoscitori delle

dinamiche comportamentali e cognitive di alunni e, più in generale, di pubblico non esperto.

Referenze

7) http://www-phys.science.unitn.it/lcosfi

8) http://www-toys.science.unitn.it/toys/start.html

9) B.Danese, F.Logiurato, S.Defrancesco, L.Gratton, S.Oss, R.Guardini, R.Tarabelli, N.Capra, Teaching about electrons, atoms and molecules: how and why, in 1st European Physics Education Conference, Bad Honnef, DR, July 2005.

10) S.Oss, L.Gratton, S. Defrancesco, F.Logiurato, B.Danese, C.Lavarian, L.Del Longo, M. Grifò, R. Guardini, M. Lanzinger, I Giochi di Einstein – Playing with Einstein, in 3rd International GIREP Seminar, Lubiana, SLO, September 2005.

11) S,Oss, J. of Science Education and Technology, **14**, 117 (2005).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

LA FISICA CHE ACCOGLIE

Stefano Bianco
Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, via Enrico Fermi 40, 00044 Frascati

Sommario

Risultati e riflessioni di un fisico che da alcuni anni affianca all'attività di ricerca il coordinamento del Servizio Informazione Scientifica dei LNF, a proposito delle esperienze di Open Lab & Educational. Focus quindi sui LNF, alcune info anche dagli altri lab INFN (Gran Sasso, Legnaro, Sud). Un report sintetico di eventi e iniziative, e considerazioni sull'esperienza di questi anni.

1 Introduzione

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare è diffuso sul territorio del Paese. Sono nate sezioni dell'INFN presso quasi tutti i dipartimenti di Fisica delle Università italiane fornendo la possibilità tecnica e logistica di fare ricerca in fisica nucleare, subnucleare e particellare. I Laboratori Nazionali di Frascati hanno germinato la nascita delle macchine collisionatrici materia-antimateria, inventate e realizzate da Bruno Touschek. Dopo aver realizzato con successo il prototipo del primo collisore e^+e^- (ADA), viene avviata la costruzione di ADONE (1963), un collisionatore in grado di raggiungere un'energia massima di 3 GeV (miliardi di elettronvolt). Recentemente a Frascati è in operazione DAFNE, una macchina ad altissima intensità di interazione per lo studio dei fenomeni rari che possono fare luce su aspetti ancora oscuri nel paradigma della fisica moderna, lo Standard Model. Frascati è un grande laboratorio nazionale[1][2], piccolo in termini internazionali, con una illustrissima tradizione e

professionalità di eccellenza, con programmi qualificati per il futuro [3]. La fotografia attuale vede 350 dipendenti (50% tecnici, 40% ricercatori e tecnologi), 250 utenti esterni (15% stranieri), quattro esperimenti a DAFNE (KLOE, FINUDA, DEAR, SIDDHARTA), qualificata partecipazione a tutti i maggiori progetti internazionali, l'antenna gravitazionale NAUTILUS, la facility DAFNE-L di luce di sincrotrone, un fascio di test BTF e un forte dipartimentodi fisica teorica.

Accanto a Frascati esistono altri tre laboratori nazionali dell'INFN, in qualche modo ad esso omogenei. A Legnaro si studia fisica dei nuclei pesanti, la struttura nucleare per la comprensione delle reazioni di nucleo sintesi all'interno delle stelle, le onde gravitazionali, accanto ad una attività interdisciplinare: radiobiologia, microdosimetria, studio degli elementi inquinanti dell'ambiente, incenerimento delle scorie radioattive. Nei Laboratori del Sud (Catania) ci si occupa di fisica nucleare fondamentale, astrofisica nucleare, studio di tecniche di conservazione e restauro dei beni artistici, storici e archelogici, terapie mediche, in particolare cura del melanoma oculare. Infine il Gran Sasso ospita esperimenti di fisica passiva: studio di raggi cosmici, studio di eventi astrofisici che avvengono a energie non raggiungibili dagli acceleratori, proprietà dei neutrini, ricerca della materia oscura.

2 Accogliere a Frascati

Il Servizio Informazione Scientifica è preposto all'accoglienza e alla comunicazione a Frascati. Entrambe sono attività a 360 gradi. Target di accoglienza e comunicazione sono in orizzontale la comunità scientifica per la quale curiamo i preprint, l'annual report, gli atti delle conferenze per mezzo della Frascati Physics Series [4], la biblioteca scientifica con gli abbonamenti alle riviste scientifiche. Curiamo poi la comunicazione verticale, da un lato scuole, vasto pubblico e territorio, dall'altro i media locali e gli enti locali. I contatti con i media nazionali e gli enti finanziatori sono di competenza dell'ufficio comunicazione centrale INFN.

Le visite delle scuole sono un grande sforzo, ed il numero di visitatori è solo limitato dalla disponibilità delle guide volontarie, tutte ricercatori o tecnologi. Questa è la soluzione migliore, solo chi fa ricerca è animato dalla fiamma dell'entusiasmo ed ha quindi una chance di trasferirla ai giovani. Riusciamo a

soddisfare le richieste per un massimo di 4000 visitatori all'anno, 90% scuole italiane ed estere, 10% privati. L'intensa attività sperimentale di DAFNE non permette di norma accessi a macchina e detectors. Vorremo accettare visitatori in età verde, a partire dalla scuola maternal. Non siamo ancora in grado, ma ci stiamo attrezzando. Per ora, con il programma QUASAR [5], copriamo dalla quarta elementare in su.

L'impegno organizzativo maggiore, quello cioè che coinvolge non solo il SIS ma tutto il laboratorio, è costituito dai giorni di open lab che si tengono a Frascati a partire dal 2000, nell'ambito della Settimana della Cultura Scientifica. Mentre la partecipazione è essenzialmente scolastica (~500 ingressi), l'accesso del vasto pubblico è da migliorare e si attesta intorno alle cento unità. L'accesso è ridotto a causa della scelta del giorno feriale, è possibile pensare di aumentare l'affluenza con l'istituzione di shuttle dedicati [1].

Dirette agli studenti di eccellenza al penultimo anno degli istituti superiori, le esperienze di stage vedono studenti selezionati dalle scuole venire esposti ad esperimenti di fisica moderna, con tutor fisici e tecnici. Sono previste relazione e presentazione finali, ed il rilascio di crediti formativi. Ma mettiamo sui banchi di scuola anche i professori. Dal 2001 - per tre giorni – circa 200 insegnanti di fisica scuole superiori sono esposti a lezioni su temi di fisica moderna, ed impegnati (dal II anno) su esperienze di laboratorio con strumentazione nucleare. È un grande sforzo didattico che coinvolge un centinaio di fisici tecnici e tecnologi. Le esperienze utilizzano i nostri laboratori e riguardano temi di fisica moderna assolutamente non accessibili nemmeno al migliore laboratorio scolastico. Un'esperienza Stage che ha fatto strada è la misura della velocità dei raggi cosmici con contatori a scintillazione. Ideata nel 2000 per gli stage studenti ora è il progetto europeo CRESCERE [7], una misura effettuabile via WEB con pieno controllo su HW e SW. E quando il laboratorio non basta ? Invadiamo il territorio utilizzando, grazie all'ottimo rapporto con l'amministrazione comunale, spazi museali prestigiosi quali le Scuderie

---

[1] Nel luglio 2006 i laboratori hanno ospitato la Notte Europea della Ricerca con circa duemila ingressi [6].

Aldobrandini, proponendo conferenze divulgative con grandi nomi della fisica contemporanea. Fra gli ospiti il premio Nobel Levi-Montalcini, Margherita Hack, Pacini e Antonino Zichichi. Contaminiamo arti e creatività, ci contaminiamo con piacere. Il messaggio importante è che i lab sono uno spazio a disposizione della comunità territoriale per fare fruire partecipare creare Cultura. Spettacoli teatrali, concerto di Natale, la fisica della motocicletta. La nostra biblioteca scientifica ha aderito al consorzio interbibliotecario castelli romani e nostri ricercatori pubblicano sul mensile Vivavoce sulla rubrica[8] *Gocce di Scienza*.
La multimedialità ipertestuale ci aiuta a raggiungere pubblico aldilà della sfera territoriale, con la serie Lezioni di Fisica, nella quale argomenti di fisica moderna fondamentale (le onde, lo spazio-tempo, etc.) vengono esposti da insigni studiosi (R.Barbieri, M.Mangano, G.Altarelli, et al.) per un target di scuole medie superiore, con classi presenti in sala dal vivo e interagenti con domande e commenti. Forniamo il Web streaming, con sincrono di slides [9].

3 Comunicare, divulgare

La comunicazione non è solo divulgazione ma è condivisione di conoscenza (o almeno di fascinazione) a 360^{o} . I fisici sono abituati a comunicare almeno ai *peers* (comunicazione orizzontale), e si trovano quindi in una condizione favorevole e naturale. Il messaggio più difficile da convogliare è che un messaggio efficace non sempre è completamente rigoroso, e mai può essere completo. La fascinazione è necessaria e sufficiente, e mette in moto un circolo virtuoso di interesse e consapevolezza dell'importanza della ricerca di base e della cultura scientifica. Un grande sforzo mettiamo nel convincere i colleghi ricercatori che la divulgazione non è una scelta, ma è obbligo morale verso il contribuente. È fondamentale il coinvolgimento di tutti fisici (e tecnici). I project leader di iniziative ed eventi sono per la massima parte ricercatori, con il SIS che gioca il ruolo di supporto e consulenza.
Le scuole sono uno dei target preferiti perchè si raggiungono allo stesso tempo insegnanti, famiglie e studenti. La nostra ricettività alle visite è limitata dalla disponibilità degli accompagnatori, che vogliamo essere dei scienziati giovani (fuoco

dell'entusiasmo misto all'idealismo) ma anche senior (esperienza, testimonianza, visione storica, memoria). Le esperienze di laboratorio somministrate a Frascati non colmano carenze dei laboratori di istituto, non ci sostituiamo alle scuole ma forniamo spunti di fisica moderna con apparecchiature che le scuole non potranno mai avere. Suggeriamo agli insegnanti che l'insegnamento della fisica non deve necessariamente partire dai vettori e da F=ma, ma che si può e deve efettuare il cammino inverso, partire cioè dalla meccanica quantistica, dark matter, particelle ed inferire l'importanza delle regole base. La fascinazione e l'entusiasmo per la fisica e quindi il convincimento dell'importanza della ricerca di base sono il prodotto più genuino ed esclusivo che un lab come Frascati può (e deve) dare.

Non esistono solo gli entusiasti, ma anche le voci critiche. I più comuni luoghi comuni negativi sono:

- i giorni di Open Lab sono un ostacolo all'attività di ricerca,
- i visitatori si potrebbero fare male,
- il pubblico non capirà niente in fondo perchè non c'è tempo per fare spiegazioni rigorose,
- non ho tempo, devo fare ricerca.

Ma per fortuna chi pensa positivamente è sicuro che:

- il contribuente ha diritto di vedere con i propri occhi come viene fatta ricerca;
- necessario e vitale curare in ogni modo i rapporti con il territorio, non c'è peggiore iattura di un laboratorio che incorrere in *public outrage* e nella sindrome NIMBY [10];

Il pubblico può non capire i dettagli scientifici, ma sarà fascinato.

I Laboratori sono una risorsa (spazi, competenze) del tessuto sociale del territorio e come tali fruibili in vari contesti culturali (non solo scientifici).

4 Conclusioni

Accogliere è cruciale per un laboratorio di ricerca, e vitale è instaurare e, soprattutto, mantenere un rapporto di profondo rispetto con il Territorio. Open Lab e visite sono gli strumenti di elezione. Essi pongono problemi pratici: interruzione attività di

ricerca, ricerca della disponibilità di ricercatori accompagnatori. Ma sono strumenti irrinunciabili per instaurare e mantenere il principio che i Laboratori sono risorse che generano cultura (non solo scientifica) a beneficio dei cittadini.

Ringraziamenti

Ringrazio il fondamentale aiuto ricevuto dai miei collaboratori S. Giromini-Vannucci, R. Centioni, V. Ferretti, S. Miozzi, L. Sabatini, D. Bifaretti, A. Cupellini, A. Mantella, L. Invidia, O. Ciaffoni, R. Baldini, G. Di Giovanni, C. Federici e dei miei colleghi R.Antolini (LNGS), D.Napoli (LNL), e G. Agnello (LNS).

Referenze

1) /www.lnf.infn.it/, per un archivio di immagini cfr. /www.lnf.infn.it/lnfimages/

2) Riassunto (in inglese, per fisici) delle attività annuali

3) www.lnf.infn.it/sis/rapatt

4) Prospettive (in inglese, per fisici) future di Frascati AAVV, Future research activities at LNF, 2005, http://www.lnf.infn.it/sis/preprint/pdf/LNF-05-33(IR).pdf

5) Collana Frascati Physics Series http://www.lnf.infn.it/sis/frascatiseries/

6) Progetto QUASAR per la divulgazione K-12

7) http://www.lnf.infn.it/edu/quasar/

8) Notte europea della ricerca http://www.infn.it/nottedellaricerca/

9) Progetto europeo CRESCERE /www.scienzapertutti.net/

10) Progetto Biblioaperta www.lnf.infn.it/sis/library

11) Progetto Lezioni di Fisica /www.lnf.infn.it/media/

12) P.M. Sandman, Responding to community outrage 6 x 9 inches; © 1993; paperbound; 142 pages. ISBN 093262751X.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

LA VISIONE TRIDIMENSIONALE DEL COSMO

Roberto Soldati*
Servizio Documentazione Scientifica Università di Roma, La Sapienza

Sommario

Vengono presentate le motivazioni per l'applicazione di tecniche di rappresentazione tridimensionale anche in ambiti forzatamente bidimensionali. Nella sede della conferenza era disponibile una apparecchiatura per osservare dei casi esemplificativi.

1 La stereo-conversione

La partecipazione, anomala, di un ricercatore visivo, quale io sono, in seno alla manifestazione ComunicareFisica è da interpretarsi come fosse un'ulteriore sperimentazione in campo, (l'astrofisica in questo caso), di uno strumento di rappresentazione battezzato Stereo-conversione che sta suscitando sempre più interesse in tutte quelle compagnie informatiche impegnate a mettere a punto una enorme mole di materiale visivo destinato alla VR (Virtual Reality). In sintesi la Stereo-conversione permette di trasformare un dipinto o una semplice foto in una immagine stereoscopica. Come molti sanno l'avvento della VR eliminerà il vecchio monitor che sarà sostituito da due micro schermi installati in un casco contenente una videocamera bi-ottica come ausilio dei nostri occhi che dopo aver catturato lo scenario che abbiamo realmente di fronte sarà percepito come fedele replica della

---
∗ Sommario redazionale

realtà dal nostro apparato visivo con la caratteristica di divenire totalmente manipolabile e trasferibile a distanza. La tecnica di elaborazione è veramente impossibile da spiegare senza adatti supporti tecnici. Il prezioso contributo della Stereo-conversione consisterà nel riciclare la titanica mole di immagini e dipinti nati non stereo, prodotti attraverso i secoli, da convertire in immagini stereoscopiche, con una particolare attenzione per quel frammento di tempo che ebbe inizio con linvenzione della fotografia. Ma il contributo della Stereo-conversione non è limitato a questo. Esiste una categoria di immagini reali irrimediabilmente intrappolate nella bi-dimensionalità pur non essendolo. Intendo dire la visione del cosmo che si trova ben oltre la distanza dei circa 400 metri che la natura ha imposto al nostro apparato visivo per poter vedere stereo. Non esiste al momento un sistema automatico da computer che vi permetta di scannerizzare un immagine di una nebulosa o un dipinto di Caravaggio, surrogati a parte, e vederle in 3D come per magia. Vi stiamo parlando della tecnica più complicata e sofisticata ma anche la più affascinante, nel campo delle arti visive. La trasformazione da 2D a 3D di un immagine richiede, da parte dell'artista, una profonda conoscenza del fenomeno psico percettivo legato alla stereoscopia per poter modellare manualmente un dipinto, trasformandola in una scultura virtuale senza alterarne i colori originali. Il processo di stereo-conversione è una vera e propria partita a scacchi sleale con il cervello, solo se gli fornite tutte le informazioni fedelmente e abilmente riprodotte come nel mondo reale, riuscirete ad ingannarlo mostrandogli quello che voi volete, cioè Caravaggio scultore. La Stereo-conversione è puro artigianato da computer. Lo strumento mouse ci permette di creare i volumi di un dipinto usando, le informazioni visive manipolate ad arte, come fossero plastilina. La tecnica che permette di stereoscopizzare con sufficiente precisione un gruppo di stelle non è un segreto, basta conoscerne le varie distanze dalla terra, applicarvi una semplice formuletta geometrica ed il resto viene da sè. Ben più problematica è invece limpiego della stereo-conversione nel riprodurre più o meno fedelmente la disposizione di una nebulosa la cui accuratezza è inevitabilmente legata alla quantità di punti di riferimento-distanza ricavabili sulla superficie di essa. Qualcosa di molto simile alle curve di livello (isobare) che configurano la morfologia della pressione atmosferica la quale diviene tanto più accurata per quanto

maggiore è la quantità delle centraline di rilevamento sparse sulla superficie terrestre. Affidarsi alla semplice interpretazione legata all'esperienza visiva terrestre nel disporre le masse di una nebulosa come fosse una nuvola è maldestro e molto insidioso, poichè le masse di una nuvola sono illuminate dal sole come unica sorgente luminosa contrariamente alla nebulosa galattica fatta da milioni di stelle che illuminandola da ogni direzione ne falsano enormemente la vera morfologia. Il procedimento per punti di riferimento è dunque l'unico praticabile. L' applicazione della stereo-conversione in campo astronomico, almeno dal mio punto di vista potrebbe riservare qualche sorpresa interessante. Nel campo delle arti visive non esiste purtroppo una vera e propria rete con la quale scambiare, confrontare, o pubblicare le reciproche esperienze tra i vari settori di questo tipo di ricerca artistica come normalmente avviene per la ricerca scientifica. La Stereo-conversione si sta comunque rivelando uno strumento molto efficace e potente per comunicare la scienza in generale ma soprattutto il cosmo ed i suoi fenomeni che già di per sè catturano lattenzione ed affascinano tutti indistintamente ad ogni fascia di età e di cultura. Un CDrom di immagini con le indicazioni dedicate alla visione stereoscopica è a disposizione gratuitamente richiedendolo all'indirizzo email Roberto.Soldati@uniroma1.it

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

COMUNICARE LA SCIENZA ATTRAVERSO MOSTRE DIDATTICO-SCIENTIFICHE

Mario Gargantini
EURESIS

Sommario

La realizzazione di mostre con spiccato carattere interdisciplinare ha coinvolto ricercatori, insegnanti e studenti in un'esperienza di comunicazione a tutto campo. Con l'obiettivo non solo di colpire il visitatore ma di coinvolgerlo in un'avventura conoscitiva, dove le risposte a specifiche curiosità circa i fenomeni naturali sono poste in riferimento alle grandi domande dell'uomo. Con interessanti ricadute sia sulla scuola che sulla ricerca.

1 Comunicare un'esperienza

Il presente contributo intende render conto di un'esperienza che ha portato l'associazione Euresis, attraverso alcuni gruppi di lavoro, a realizzare negli ultimi otto anni una dozzina di mostre didattico-scientifiche rivolte al grande pubblico, a presentarle in diverse occasioni in numerose città italiane (e alcune anche, tradotte, all'estero) e a curarne l'allestimento in particolari location, come ad esempio il Museo della Scienza di Milano, o durante eventi come Bergamo Scienza 2005 e il Congresso Nazionale SIF 2005.

Euresis, Associazione per la promozione e lo sviluppo della cultura e del lavoro scientifico (www.euresis.org), è impegnata da tempo nella comunicazione della scienza e collabora con scuole, università, centri istituzioni culturali per la

realizzazione di mostre, cicli di conferenze, corsi di aggiornamento, pubblicazioni (come la rivista *Emmeciquadro – Scienza Educazione e Didattica*).

Per indicare lo spirito che anima in particolare l'attività di preparazione delle mostre, può essere utile citare l'espressione di rammarico rivolta ai colleghi dal premio Nobel Murray Gell Mann nel 1971: "Non riusciamo a spiegare e far sentire in che modo la comprensione dei fenomeni naturali può aiutarci a perfezionare il nostro essere persone … In un'epoca di impressionanti progressi scientifici, non siamo riusciti a comunicare alla collettività il significato e la bellezza della nostra scienza".

Ciò che muove il nostro lavoro e stimola la nostra creatività è la tensione a quell'obiettivo che sembra interessare maggiormente Gell Mann: comunicare il significato e la bellezza dell'avventura scientifica. Dove la ricerca del significato non si riferisce a una sintesi filosofica nella quale diluire tutto lo specifico della spiegazione scientifica: anzi, proprio per poter cogliere tutte le valenze umane della scienza è richiesta una grande attenzione ai particolari e una serietà nell'applicazione del metodo scientifico. E dove il richiamo alla bellezza non punta a far leva solo sugli aspetti estetici e sulla dimensione emotiva della comunicazione; vuole piuttosto sottolineare come anche la conoscenza scientifica non può attivarsi se non a partire da un'attrattiva destata in qualche modo nella persona e rinnovata ad ogni nuova acquisizione, ad ogni passo del cammino conoscitivo.

Del resto, perché si possa parlare di comunicazione e, più ancora, perché questa sia efficace, è necessario individuare un terreno comune tra i proponenti e i destinatari del messaggio. Ciò porta a segnalare un problema di linguaggio, che ha indubbiamente un peso rilevante nel caso di realizzazioni come le mostre, destinate a veicolare ad un pubblico non selezionato contenuti non consueti e non semplici. Ma non è solo questo: per comunicare bisogna partire da una piattaforma almeno in parte condivisa, che comprende il linguaggio ma consiste anche in una serie di aspirazioni, domande, curiosità che sono comuni a tutti; una piattaforma composta anche di simboli, di riferimenti ideali, di archetipi, di temi dell'immaginario collettivo. Si tratta insomma di far scattare nel pubblico una "risonanza", che permetta alla comunicazione di scorrere con fluidità evitando i due estremi: la preoccupazione esclusiva per i contenuti, che tende a ignorare il contesto

comunicativo e il background degli interlocutori; viceversa, la rincorsa esasperata dei gusti del pubblico, che porta alla sottovalutazione del valore conoscitivo e veritativo di quanto si sta comunicando[1].

Ci si può chiedere allora quando scatta tale risonanza, che cosa può attrarre in modo non epidermico il grande pubblico? Possiamo trovare un suggerimento per la risposta se esaminiamo un aspetto rilevante della vita scientifica, almeno per come emerge dai resoconti dei grandi scienziati. L'astrofisico premio Nobel Subramanyan Chandrasekhar, ad esempio, così parla della scoperta scientifica: "In qualche strano modo, qualsiasi fatto scoprii o qualsiasi percezione nuova ebbi non mi parve mai una mia «scoperta», bensì piuttosto qualcosa che esisteva da sempre e in cui ebbi solo la fortuna di imbattermi"[2]. Gli scienziati vivono l'esperienza di un particolare rapporto con la realtà della quale riescono lentamente a scorgere le trame e che li sorprende: è a livello di questa esperienza che si trova il terreno comune a tutti, ricercatori e pubblico. L'esperienza del rapporto con la natura genera un contraccolpo e mobilita la persona: l'innata curiosità dell'uomo suscita domande e la sete inesauribile di senso aspira a trovare un nesso tra sé e quella realtà della quale si stanno conoscendo le leggi di funzionamento.

Si è portati a pensare che sul pubblico destino un grande effetto i risultati e spesso nella comunicazione scientifica questi vengono amplificati distorcendone la reale portata. Tuttavia, prima e ancor più che ai risultati, la gente sembra interessata:

- alla genesi della conoscenza scientifica, quindi alle motivazioni che indirizzano le ricerche e ai metodi con i quali vengono condotte;
- alle risposte a specifiche curiosità, a specifici problemi ma nel loro riferimento alle grandi domande dell'uomo (ad esempio è interessante sapere che una stella alla fine della sua vita può esplodere in una supernova, ma lo è ancor più scoprire che ciò fornisce informazioni rilevanti sull'età dell'universo e quindi sull'origine di tutto...);

---

[1] Un'interessante critica ali Musei e mostre scientifiche che puntano solo sugli "effetti speciali" senza offrire contenuti conoscitivi si trova in D. A. Norman, *Le cose che ci fanno intelligenti,* Feltrinelli, Milano 1995, pagg. 32-35.

[2] Subramanyan Chandrasekhar, *Bellezza e verità*, Garzanti, Milano 1990.

- alla possibilità di connettere differenti punti di vista, di leggere un fenomeno sotto diverse angolare, considerandolo quindi come oggetto di differenti discipline;
- all'esperienza del "fare scienza", quindi alla vicenda umana dei protagonisti e alla storia delle singole scoperte.

2 Il soggetto-autore e la scelta dei contenuti

Alla luce di queste considerazioni sono state ideate e realizzate negli ultimi otto anni una dozzina di mostre didattico-scientifiche, qui di seguito elencate.

1997 ▪ Imago Mundi - La rappresentazione del cosmo nei secoli
1998 ▪ Pronti, partenza, vita! - Documenti e ipotesi sulla comparsa della vita sulla Terra
1999 ▪ 1799 e la corrente fu … - Duecento anni dalla pila di Volta
2000 ▪ Da Democrito ai quark - Le grandi intuizioni della fisica
▪ Galileo, mito e realtà
2001 ▪ Una Terra per l'uomo - I tratti eccezionali del nostro piccolo pianeta
2002 ▪ L'alba dell'uomo
2003 ▪ Alle colonne d'Ercole – Navigando ai confini dell'impresa scientifica
▪ Cercatori della verità – Momenti del dialogo tra la Chiesa e gli scienziati
2004 ▪ Einstein 1905, il genio all'opera
▪ Alle fonti dell'energia – Dalla natura risorse per il cammino dell'uomo
2005 ▪ Sulle spalle dei giganti – Luoghi e maestri della scienza nel Medioevo europeo

Le mostre sono state presentate nelle rispettive edizione del "Meeting per l'Amicizia fra i Popoli" di Rimini (www.meetingrimini.org) e sono poi divenute itineranti. Nella prima settimana di esposizione sono state visitate da un numero variabile tra le 6.000 e le 12.000 persone mentre le successive esposizioni hanno registrato minime di 5 e massime di 15 collocazioni annue. I cataloghi, curati appositamente per ciascuna mostra, hanno avuto una diffusione media di 4.000 copie, con punte di 6.000.

Nell'iter che ha condotto alla realizzazione delle mostre è stata posta un'attenzione speciale alle fasi iniziali dell'operazione. L'efficacia della comunicazione infatti,

prima che nella scelta di strumenti e modalità operative sta nella costituzione di un soggetto-autore, che abbia chiaro cosa comunicare e possa esprimere una identità ben delineata, in base alla quale compiere in modo organico le varie scelte e superare le situazioni di empasse inevitabili in una attività così complessa e articolata.

Per ciascuna mostra quindi sono stati costituiti appositi team, che hanno operato secondo criteri comuni e progressivamente verificati e affinati. È stato avviato un lavoro di approfondimento, che ha coinvolto tutti attraverso lo studio di alcuni testi e lo svolgimento di seminari su temi specifici. Tutto ciò ha portato al progetto generale in base al quale poi hanno operato singoli o gruppi incaricati di sviluppare le varie parti. In tal modo si è attuata una valorizzazione delle competenze disciplinari secondo una dinamica ben diversa da quella che vede "l'esperto" intervenire portando una serie di risposte già confezionate; è stata piuttosto una continua provocazione della competenza, invitata e stimolata a cimentarsi su aspetti o problemi magari laterali rispetto ai normali interessi.

Il problema di cosa comunicare è stato affrontato cercando di non ridursi a circoscrivere un set di conoscenze specialistiche da "trasferire" al pubblico ma di aprire degli squarci su aspetti della natura, su momenti del cammino evolutivo dell'universo o su protagonisti della storia della scienza; secondo una prospettiva che non togliesse nulla alla ricchezza e specificità dei particolari ma che restasse aperta a interrogativi e sottolineature più ampie. Ciò si è tradotto in un'articolazione dei percorsi espositivi attorno ad una tematica centrale ben evidenziata ma con frequenti aperture, o "punti di fuga", che consentissero al visitatore di coniugare le risposte particolari con domande più generali, di agganciare le soluzioni offerte dalle scienze con le acquisizioni derivanti da altri approcci conoscitivi e da altri campi dell'esperienza umana. Si ottiene così un vantaggio reciproco: è ben diverso, ad esempio, porre la domanda sui limiti dell'osservabile in termini astrattamente filosofici e invece farla scaturire da un viaggio ai confini dell'universo o nell'intimità del mondo subnucleare!

Qui si inserisce anche il tema dell'interdisciplinarità, già adombrato parlando delle competenze. Tutte le mostre hanno infatti, con varie gradazioni, un'impronta interdisciplinare: intendendo con ciò non la somma o il semplice accostamento di

diverse discipline bensì la ricerca di risposte alle stesse domande da più punti di vista, l'affronto di uno stesso problema da differenti angolature, con l'obiettivo di fare emergere meglio la complessità e la sovrabbondanza dei fenomeni naturali. L'accento è decisamente spinto sull'unitarietà del quadro che così si viene a delineare; ma ciò non penalizza, anzi esalta i singoli contributi disciplinari che rendono il quadro più ricco e, quel che più conta, più realistico.

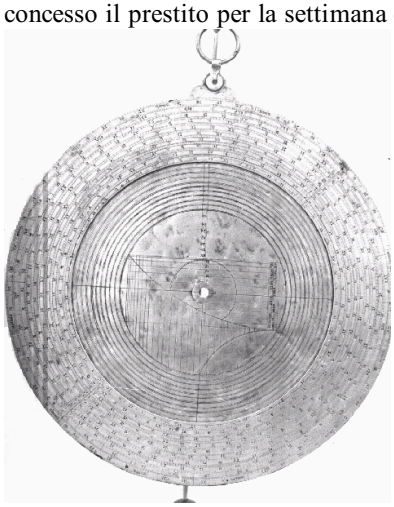
3 La modalità espositiva

Quanto alla modalità espositiva si è privilegiato un taglio "narrativo", inteso non tanto come resoconto cronologico delle scoperte quanto come presentazione della scienza sotto l'aspetto di un'avventura umana interessante, con tutta la sua drammaticità, il suo fascino, i suoi limiti. In tal modo il visitatore è invitato a partecipare all'avventura della scoperta e a immedesimarsi nei momenti che ne scandiscono lo svolgersi.

Un elemento che favorisce l'immedesimazione è quello visuale: in mostra come queste destinate, a differenza di un museo, alla fruizione in grandi gruppi con tempi limitati, le immagini diventano l'asse portante di tutta la strategia comunicativa.

Un altro fattore utile in tal senso è l'interattività, anche se bisogna guardarsi dal mitizzarne l'importanza; spesso il mito dell'*hands-on,* è sotteso dall'illusione di aver capito (o di aver fatto capire) solo perché si è toccato … L'impiego di exhibit interattivi, di modellini, di simulazioni software va legato al contenuto conoscitivo, al messaggio complessivo che si vuol dare: la nostra scelta quindi è stata di inserirli laddove il contenuto lo richiedeva. Ad esempio, nella mostra su Galileo, porre al centro la ricostruzione storica e interattiva dell'esperimento del piano inclinato è un modo per comunicare la portata di un esperimento cruciale sia per la storia della fisica che per la concezione stessa del metodo scientifico. Oppure, nella mostra "Sulle spalle dei giganti", per testimoniare la insospettata creatività scientifica del periodo medievale è stato esposto (per la prima volta al grande pubblico) l'*albion,* sofisticato strumento di calcolo astronomico, un'evoluzione dell'*astrolabio* e dell'*equatorium,* ideato e costruito da Richard of Wallingford nel 1326 e conservato

presso il Museo Astronomico e Copernicano di Roma, ora in carico all'INAF che ha concesso il prestito per la settimana del Meeting.



L'albion di Richard of Wallingford inclinato.

L'esperimento del piano.

Quanto alle modalità di fruizione, vanno sottolineati due punti. Pur essendo le mostre autoesplicative, si è privilegiata la comunicazione mediata, cioè tramite visite guidate condotte da personale appositamente preparato. Ciò ha permesso di accentuare l'aspetto narrativo, nel senso sopra indicato, in quanto la narrazione è sempre veicolata da una persona; e ha avuto anche il vantaggio di coinvolgere altri nell'esperienza comunicativa: nel caso delle scuole, spesso sono stati gruppi di studenti ad assumersi con entusiasmo il compito di "guide".

Inoltre, la circolazione delle mostre itineranti non si è limitata alla "distribuzione di un pacchetto" ma spesso si è verificata un'esperienza di ri-allestimento, cioè la possibilità di suscitare altri soggetti-autore che hanno assunto il lavoro come proprio e lo hanno ri-proposto creativamente; in ciò utilizzando e valorizzando anche risorse presenti sul territorio per arricchire l'offerta espositiva: Ci sono state, ad esempio, scuole che hanno integrato gli exhibit delle mostre con esperimenti e strumentazione

già presente nei loro laboratori e adattata per la circostanza; privati che hanno offerto le proprie collezioni laddove il tema lo richiedeva (minerali, fossili, frammenti di meteoriti …), associazioni amatoriali o culturali che hanno potuto esibire il frutto della loro attività di modellismo o di ricostruzioni storiche.

Ci sembra così di aver conseguito un importante goal della comunicazione scientifica: non che *tanti* sappiano *più* cose ma che *qualcuno* scopra *qualcosa* di *interessante* e trovi *gusto* nell'entrare in dialogo comunicativo con chi fa scienza. Da notare che i visitatori di queste mostre sono stati in prevalenza giovani e adulti, in controtendenza con i dati rilevati nei musei e parchi scientifici, rivolti ormai quasi esclusivamente ai bambini[1].

Non sono mancate le ricadute. Sia in campo scolastico, dove le mostre hanno suscitato idee per sviluppare nuove unità didattiche o per impostare la programmazione (ad esempio nei corsi di scienze dei licei, come nel caso di "Una Terra per l'uomo"), oppure per avviare attività di approfondimento con gli studenti degli ultimi anni. Ma ci sono state anche ricadute sulla ricerca, con un incremento di interesse e di lavori a carattere interdisciplinare tra i vari ricercatori collaboratori, sul modello dell'esperienza vissuta preparando le mostre.

Si può dire, in sintesi, che una comunicazione così condotta ha portato a un guadagno conoscitivo per entrambi i soggetti in gioco: non una appendice del lavoro scientifico per i ricercatori, non un puro passatempo per il pubblico.

---

[1] Nel recente saggio di Giovanni Carrada, Comunicare la scienza – kit di sopravvivenza per ricercatori, Sironi, Milano 2005, a proposito di musei e mostre scientifiche si osserva che "Strada facendo, però, queste strutture hanno sostanzialmente perso il pubblico adulto. Una percentuale fra l'80 e il 90% dei visitatori è costituita oggi da scolaresche e famiglie con bambini. In media, il 44% dei visitatori ha meno di quattordici anni" (pag. 148).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

COMUNICARE LE FRONTIERE DELLA FISICA CON ALLESTIMENTI INTERATTIVI

Francesca Scianitti
Ufficio Comunicazione INFN
Piazza dei Caprettari, 70, 00186 Roma

Sommario

L'Ufficio Comunicazione dell'Infn si è visto impegnato negli ultimi anni nell'ideazione e nella realizzazione di allestimenti interattivi volti allo scopo di comunicare al largo pubblico, in modo semplice e appassionante, la fisica che è alla base delle ricerche dell'Infn. In particolare, sono stati realizzati un laboratorio itinerante principalmente rivolto alle scuole, "La Fisca su Ruote", e una mostra interattiva dedicata agli strumenti con cui i fisici indagano nel microsocpico mondo del nucleare e del subnucleare, fino alla realtà macroscopica del Cosmo: "I Microscopi della Fisica".

1 La Fisica su Ruote

" La Fisica su Ruote" è un laboratorio interattivo di piccole dimensioni, facilmente trasportabile per essere allestito presso le scuole o i musei che ne facciano richiesta. Il laboratorio mira a svelare gli straordinari fenomeni e concetti che sono alla base delle ricerche nella fisica subatomica e che si rivelano essere propri dell'esperienza quotidiana di ciascuno. È un breve viaggio attraverso la fisica di base, alla scoperta dei costituenti fondamentali della materia e delle forze che ne regolano le interazioni. Ne è dunque protagonista il Modello Standard, la cui descrizione è suddivisa su due diverse postazioni, "Particelle" e "Forze", ciascuna ricca di oggetti e semplici

esperimenti. Nel corso della prima tappa, "Particelle", il visitatore è invitato a interrogarsi sulla composizione degli oggetti che popolano la realtà quotidiana. È questo il presupposto per introdurre i concetti di molecola e di atomo, fino a scoprire i mattoni fondamentali della materia e i metodi impiegati dai fisici per indagare realtà tanto minute, invisibili a qualsiasi microscopio. Tra altri oggetti, il televisore costituisce un esempio di acceleratore di particelle domestico e il gioco-acceleratore permette di sperimetare in prima persona il funzionamento degli acceleratori di particelle.

Figura 1: La Fisica su Ruote, postazione Forze.

Il percorso prosegue con la descrizione delle interazioni tra i costitutenti della materia. Protagoniste di questa seconda tappa sono infatti le forze fondamentali della natura e le loro particelle mediatrici. Vi si trovano, tra gli altri oggetti: il paradosso meccanico, quale introduzione giocosa e sorpendente della più familiare delle quattro forze, la forza di gravità; il generatore di Van der Graaff, veicolo per le affascinanti manifestazioni dei fenomeni ellettrostatici da sperimentare in prima persona "toccando con mano"; il modellino di alternatore, per osservare gli effetti della forza

elettromagnetica, unica responsabile di fenomeni elettrici e magnetici; alcuni modelli di nucleo atomico per introdurre le ultime due forze, misteriose e inavvertibili, la forza nucleare forte e la forza debole.
La terza e ultima tappa, "Calcolo", è dedicata a una delle principali ricadute della fisica di base: lo sviluppo di reti di calcolo. Prendendo spunto da due semplicissimi giochi le torri di Hanoi e il puzzle a tassellazioni, sono messe a confronto due metodologie di calcolo: il calcolo sequenziale e il calcolo in parallelo. La sfida in cui viene coinvolto il pubblico attraverso il gioco diventa così il presupposto per introdurre il progetto Grid.

Dall'estate 2003 ad oggi, la "Fisica su Ruote" ha realizzato 11 tappe italiane ed è stata ospitata a Stoccolma in occasione dell'European Science Open Forum, nell'estate del 2004. "La Fisica su Ruote", inoltre, è stata oggetto di valutazione nell'ambito di una ricerca condotta da uno studente del master in comunicazione della scienza della Sissa di Trieste. Tramite la somministraziione di questionari è stato possibile verificare che il giudizio dei visitatori, per oltre l'80% composto da studenti delle scuole medie inferiori, si divide per il 95% tra "interessante" e "molto interessante". Un aspetto significativo della valutazione è nel confronto tra le singole tappe del laboratorio e tra gli allestimenti di maggior richiamo. La postazione "Calcolo" ha guadagnato il più alto gradimento da parte del pubblico, seguita a breve distanza da "Forze". L'interpretazione di questo risultato è da ricercarsi sicuramente nella maggior partecipazione attiva da parte dei visitatori nello svolgimento di giochi di abilità. Il percorso forze, d'altra parte, è ricco di fenomeni sorprendenti da osservare e toccare con mano, per la cui realizzazione non è però richiesto il coinvolgimento delle abilità del visitatore. Per la stessa ragione, un gioco semplice e antico come le Torri di Hanoi guadagna maggior favore rispetto allo spettacolare Generatore di Van der Graaff. L'interattività, infatti, è data dalla somma di tre elementi: la presenza del visitatore, la possibilità concessagli di avere un ruolo attivo nella scoperta, quindi l'azione, e la gratificazione che ne consegue. L'azione risulta essere tanto più gratificante quanto più coinvolge la possibilità da parte del visitatore di mettersi alla prova con successo.

2 I Microscopi della Fisica

In occasione dell'Anno Internazionale della Fisica, l'Ufficio Comunicazione ha ideato e realizzato "I Microscopi della Fisica – dai quark all'Universo: gli strumenti per osservare l'invisibile". La mostra, comprendente circa 40 allestimenti interattivi, è suddivisa in quattro sale: Micro&Maro, Dentro l'atomo, L'Universo, Non solo fisica. Ogni sala costituisce la tappa di un viaggio che attraversa 40 ordini di grandezza e svela mondi resi accessibili dai "microscopi" tipici della ricerca in fisica nucleare e subnucleare: gli acceleratori e i rivelatori di particelle.

Protagonisti dell'intera mostra, insime agli strumenti che si sono resi necessari alla loro conoscenza, i lontani mondi del microscopico e del macroscopico sono introdotti nella prima sala, "Micro & Macro", attraverso dimensioni e distanze che il visitatore è raramente abituato a prendere in considerazione: dall'infinitamente grande e distante degli oggetti che popolano l'Universo, all'infinitamente piccolo degli atomi che compongono tutto ciò che conosciamo. Circondata da nove affascinanti immagini di questi mondi lontani, un allestimento interattivo sul moto browniano è protagonista della sala, a indicare come per una corretta interpretazione delle manifestazioni del mondo macroscopico sia spesso necessario immaginare l'esistenza di una realtà microscopica e inavvertibile.

Il viaggio nell'invisibile, troppo piccolo o troppo lontano da noi, inizia nel mondo microscopico degli atomi. La sala "Dentro l'atomo" è introdotta dal modello dell'esperimento di Rutherford, un flipper magnetico attraverso il quale il visitatore può facilmente comprendere il principio che ha permesso di scrutare dentro l'atomo e scoprire l'esistenza del nucleo atomico: la stessa metodologia su cui si basano tutti gli acceleratori di particelle. L'indagine nell'infinitamente piccolo prosegue con numerosi allestimenti, filmati e giochi al computer, per descrivere in modo interattivo i concetti che sono alla base del funzionamento degli accelratori e dei rivelatori di particelle e raccontare le ragioni di un'evoluzione verso energie e dimensioni sempre maggiori. Il viaggio a tre dimensioni all'interno di un acceleratore, reso possibile da un filmato in 3D, crea l'occasione per incontri inusuali con diversi protagonisti della fisica nucleare e subnucleare: dalle particelle lanciate a

energie elevatissime, ai rivelatori, nei quali nuove generazioni di particelle, lasciando traccia del loro passaggio possono essere studiate e identificate. Al termine dalla sala, il nucleo manipolabile rappresenta l'occasione per fare il punto sul Modello Standard: il visitatore è invitato a costruire configurazioni diverse di nuclei atomici con un puzzle tridimensionale i cui pezzi fondamentali rappresentano i quark.

Figura 2: Il nucleo manipolabile, al termine della sala "Dentro l'atomo".

Attraverso la descrizione degli strumenti e dei metodi con i quali i fisici interpretano gli innumerevoli messaggi che giungono dallo Spazio, le esposizioni della sala "L'Universo" svelano la comune natura del Cosmo e del cuore degli atomi.
La sala, dedicata alle connessioni tra l'infinitamente piccolo e l'infinitamente grande, è introdotta dal modello tridimensionale di una stella. La fusione nucleare nelle stelle e la ruota della radioattività sono dunque l'occasione per introdurre la forza debole e i più inaferrabili messaggeri del cosmo: i neutrini. Il rivelatore di raggi cosmici, le antenne risonanti e il modello dell'esperimento Virgo introducono altre particelle protagoniste, e spie, di affascinanti accadimenti nel Cosmo. Il cubo della

materia oscura, infine, al termine della sala, lascia aperti gli interrogativi sull'Universo sconosciuto, fatto di energia e materia oscura.
I grandi avanzamenti tecnologici derivano solitamente da idee originali che nascono inaspettatamente, come risultato di studi apparentemente del tutto astratti. In queso contesto, la quarta e ultima sala, "Non solo fisica..." è dedicata alle ricadute tecnologiche delle ricerche dell'Infn, dalle tecniche di datazione di reperti archeoloigici, alle nuove tecnologie per la diagnosi medica dei tumori, quali la tac, fino allo sviluppo della rete Grid per la condivisione di innumerevoli risorse di calcolo.
A partire dall'autunno 2004 e fino all'ottobre del 2005, la mostra "I Microscopi della Fisica" è stata ospitata in sette città italiane e presso i principali musei scientifici del Paese, accogliendo con successo oltre trentamila visitatori.

3 Il ruolo degli animatori

Un aspetto di fondamentale importanza per la buona riuscita delle mostre interattive è la scelta degli animatori. Il compito dell'animatore consiste nell'esplicitare il filo logico dell'esposizione, rispondere alle domande, fornire indicazioni di tipo pratico e verificare costantemente il funzionamento degli allestimenti. Si tratta generalmente di laureandi, borsisti o dottorandi, la cui caratteristica principale, oltre a una buona preparazione, deve essere una buona capacità comunicativa: espressività, umorismo e capacità di ascolto. L'animatore ha soprattutto il compito di stimolare la riflessione, evitando il rischio di fare lezione, deve invitare il visitatore ad assumere un ruolo attivo, e non fare dimostrazioni relegando il pubblico al mero ruolo passivo dell'ascolto e dell'osservazione e deve fornire informazioni che tengano conto della formazione di base del visitatore, senza pretendere di sostituire la scuola.
Il ruolo dell'animatore assume sfumature diverse nel caso di un piccolo laboratorio come "La Fisica su Ruote" o una mostra interattiva come "I Microscopi della Fisica". Nel primo caso, infatti, il laboratorio è totalmente dipendente dalla presenza dell'animatore e non può essere gestito in autonomia dal visitatore. L'animatore detta i tempi e conduce le esperienze ad ogni tappa, coinvolgendo il pubblico e svelando il legame tra i vari oggetti presentati. Senza essere "dimostrativo", è

comunque una guida essenziale alla fruizione delle esperienze. Nel secondo caso, d'altra parte, la mostra gode di una certa autonomia e ogni allestimento è corredato da testi e didascalie che ne chiariscono il significato e ne guidano l'utilizzo. L'animatore, in questo caso, se la visita non è guidata, deve essere una presenza discreta ma attenta e deve intervenire quando il visitatore lo richieda, o quando si trovi in evidente stato di difficoltà.
Tutte le informazioni, il calendario, gli aggiornamenti, l'opuscolo e il materiale informativo su "La Fisica su Ruote"e "I Microscopi della Fisica" sono riportati sul sito dell'Ufficio Comunicazione: www.infn.it/comunicazione.

Ringraziamenti

Ringraziamo le sezioni INFN che hanno collaborato alla realizzazione delle mostre e le sezioni Infn delle città che le hanno ospitate. Le integrazioni proposte di volta in volta dalle sezioni, quali conferenze, rappresentazioni teatrali e altri eventi collaterali hanno aggiunto notevole valore alla capacità comunicativa degli allestimenti.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

DA "LA CONQUISTA DELL'ENERGIA" A "L'ENERGIA NELLE TUE MANI": UNA PROFICUA ED ENTUSIASTICA COLLABORAZIONE TRA ISTITUTI DI RICERCA E SCUOLA

Paolo Bussei *
Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (INFM-CNR) c/o Dipartimento di Fisica, viale delle Scienze, 7/A - 43100 Parma – Italy

Sommario

Al liceo scientifico "Giacomo Ulivi" di Parma la scienza esce dai banchi di scuola, dritta nelle mani di studenti e cittadini interessati a comprenderla un po' di più. E per una volta a spiegarla e sperimentarla non sono scienziati, ma gli studenti stessi, chiamati in prima persona a raccontare la fisica.
Protagonisti de "L'energia nelle tue mani", il percorso interattivo sulle fonti di energia e le trasformazioni energetiche inaugurato il 18 aprile scorso al liceo "Ulivi" sono i ragazzi della IV F (a.s. 2004-2005), che, sotto la guida dei loro insegnanti, da bravi comunicatori museali hanno ideato e messo a punto un'esposizione ricca di esperimenti, postazioni multimediali e pannelli informativi.
Una proficua ed entusiastica collaborazione, tra i ricercatori dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (INFM-CNR), il dipartimento di Fisica dell'Università di Parma e i ragazzi del liceo nata come naturale ricaduta della sperimentazione del corso multimediale "La conquista dell'Energia" (http://informando.infm.it/energia2) prodotto dall'INFM.

---

* Co-Autori: M. Bianucci, R. Fieschi, L. Gambarelli, C. Mantovani, S. Merlino (INFM - CNR) e A. Chiari, R. Evangelista, Liceo Scientifico "Giacomo Ulivi", viale Maria Luigia, 3 - 43100 Parma - Italy

1 Il Corso multimediale "La conquista dell'Energia"

L'energia è un concetto basilare e le sue trasformazioni sono esperienza comune nella vita di tutti i giorni. Il problema delle fonti primarie, della limitatezza delle fonti fossili, le energie rinnovabili, gli effetti ambientali sono oggetto di discussioni anche accese – spesso disinformate – sotto gli occhi di tutti. Per questo motivo abbiamo cercato, con il corso MM "La conquista dell'Energia", di fornire uno strumento che, partendo da una conoscenza concreta (ma pre-scientifica) del senso comune, aiuti i ragazzi e gli insegnanti, a integrare i concetti in una visione generale e coerente, con spirito critico, stimolando anche la necessità di valutare le scelte tenendo conto del rapporto costi/benefici[1)].

L'iniziativa è stata inserita nel piano dell'offerta formativa del Liceo, all'interno del programma di fisica e grazie al prezioso lavoro di coordinamento delle professoresse Chiari ed Evangelista, alla collaborazione dell'INFM e del Dipartimento di Fisica, questo lavoro è sfociato nella mostra "L'energia nelle tue mani".

2 La mostra "L'energia nelle tue mani"

Al fine di promuovere un atteggiamento critico e di consumatori consapevoli del valore delle scelte che il bisogno di energia comporta, è nata l'idea di realizzare questo percorso espositivo/interattivo sulle fonti e le trasformazioni energetiche, dove fosse possibile, da parte dei ragazzi, esplorare e approfondire una tematica così importante e comunicarla fuori dalle mura della loro scuola, coinvolgendo anche le loro famiglie e la comunità.

Realizzata dal Liceo "Ulivi", con la collaborazione dei loro studenti e del Gruppo di didattica e divulgazione scientifica dell'INFM-CNR, la mostra si compone di un percorso sperimentale interattivo costituito da nove tavoli di misura su differenti trasformazioni energetiche, di dodici pannelli illustrativi sulle fonti e sulle principali trasformazioni energetiche e intergrato nei contenuti dal percorso MM "La conquista dell'Energia".

L'esposizione, è stata curata dagli studenti della IV F, che hanno progettato, realizzato e messo a punto le esperienze e le misure, sotto la supervisione delle

docenti Chiari e Evangelista. I ragazzi sono stati gli animatori, presidiando, tutti i pomeriggi, le postazioni per fornire informazioni, chiarimenti e raccontare i loro esperimenti e i pannelli ai visitatori della mostra, allestita presso la sede del loro liceo dal 18 al 23 aprile scorsi.
Tra gli eventi paralleli alla mostra, alcuni docenti dell'Ateneo hanno tenuto un ciclo di conferenze di cultura scientifica sui temi dell'energia aperte a tutta cittadinanza.
Gli studenti si sono fatti carico di indagare un fenomeno nei suoi diversi aspetti, progettando un'esperienza significativa, realizzandola e curandone la presentazione al pubblico. I pannelli, sono stati realizzati in un'ottica di integrazione fra discipline diverse, improntati all'immediatezza comunicativa attraverso immagini accattivanti e quanto più possibile autoesplicative, organizzati su più livelli in modo da poter essere utilizzati efficacemente anche da un pubblico di non specifica competenza scientifica.
Obiettivo della mostra è stato quello di offrire la possibilità di "mettere le mani" sui fenomeni fisici, traendo motivazione nella constatazione del successo e del coinvolgimento di pubblico che fruisce di mostre o musei in cui gli "exhibit" hanno un ruolo centrale[2)]. Sul piano didattico, l'obiettivo principale è stato quello di indurre una conoscenza a lungo termine derivante dall'acquisizione di consapevolezza dei contenuti e delle metodologie utilizzate, delle competenze inerenti allo sviluppo di capacità progettuali.
Il materiale è stato richiesto dalla "Provincia di Parma" per la rassegna dei progetti delle scuole, relativi all'energia (Fidenza 22 - 23 maggio) e, ampliato e riprogettato, verrà riproposto nell'ambito del "Festival della Scienza 2005" di Genova.

3 Conclusioni

E' convinzione ormai diffusa che le potenzialità offerte dalle tecnologie MM costituiscano strumenti utili nel campo dell'educazione e della diffusione della cultura scientifica [3),4)], consentendo approcci e metodi di lavoro complementari rispetto a quelli tradizionali [5)]. Dall'esperienza maturata possiamo dire che uno sforzo maggiore va fatto nella direzione di una maggiore interattività. L'INFM si è impegnato nel tentativo di contribuire a questo ammodernamento degli strumenti e

delle metodologie didattiche. Data la natura dell'INFM, è chiaro però che per poter procedere per questa strada è necessario per l'Istituto stabilire una collaborazione stretta, oltre che col Ministero, con quegli organi che istituzionalmente si occupano della formazione e della didattica scientifica nella scuola preuniversitaria, e che hanno esperienza diretta "sul campo" dell'insegnamento, come l'AIF e la SIF, e la collaborazione di scuole pilota.

In questa prospettiva, la mostra "L'energia nelle tue mani", è da considerarsi proprio come un interessante risultato della collaborazione tra il mondo della ricerca e quello dell'istruzione.

4 Ringraziamenti

Vorremmo esprimere tutta la nostra gratitudine al Dott. D'Armento della Didattica Italia per averci messo a disposizione buona parte della strumentazione necessaria per realizzare gli exhibit.

Referenze

1) Maggiori dettagli su struttura, contenuti, metodologie didattiche e caratteristiche del multimedia, possono essere reperite sul sito: http://informando.infm.it/energia2
2) Haury, D.L. and Rillero, P. *Perspectives of Hands-On Science Teaching*, 1994, Posted to the North Central Regional Educational Laboratory's Internet server on June 30, 1995:
3) http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/cntareas/science/eric/eric-toc.htm
4) McDermott, L.C., *Research and computer based instruction: Opportunity for interaction*, Am. J. Phys., **58**, No.5, 452, (1990).
5) Langley, D. and Ronen, M., (2003) Training teachers as evaluators and informed users of simulations, in M.Michelini (eds), Quality Development in Teacher Education and Training, 2nd International GIREP Seminar, Udine, 482-491.
6) Cope, C. and Ward, P., *Integrating learning technology into classrooms: The importance of teachers' perceptions*, Educational Technology & Society, **5**, No.1, 67, (2002).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

"I MICROSCOPI DELLA FISICA" A TORINO: EVENTI COLLEGATI (FOTOGRAFIA, SPETTACOLI TEATRALI, REALTÀ VIRTUALE, VIDEO)

Marco Monteno*
INFN Sezione di Torino, Via P.Giuria, 1 - 10125 Torino

Sommario

In questo articolo vengono descritte le iniziative ideate e realizzate dalla Sezione di Torino dell'INFN, in collaborazione con l'Associazione Centro Scienza e la Facoltà di Torino, per arricchire i contenuti della mostra interattiva dell'INFN "I microscopi della fisica". Tra queste: una mostra fotografica che ripercorre i 50anni distoria del CERN, una postazione di Realtà Virtuale per entrare e muoversi dentro ilrivelatore di particelle ALICE, ed un film sulle applicazioni delle scoperte di Einstein del 1905 che sono entrate a far parte dell'esperienza quotidiana. Inoltre, nel periodo di apertura della mostra, e traendo spunto dai temi da essa trattati, sono state proposte al pubblico tre rappresentazioni dello spettacolo teatrale "Alice in Microland", liberamente ispirato alromanzo di Lewis Carroll.Infine, utilizzando gliexhibit della mostra, `e stata realizzata una mini-serie TV di lezioni di fisica intitolata "Particelle di fisica".

---

* Co-Autori: B. Alessandro, S. Bortot, A. Maggiora, M. Monteno, E. Scomparin (INFN Torino), S. Beolé, M.L. Frau, P. Fré, G. Rinaudo, D. Rizzuto (Fac. di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Universit`a di Torino), E. Barone, M.L. Colantoni (Fac. di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università di Alessandria), M. Granzotto (PhotoIkon), P. Astrua, S. Corsi, R. Greco (Ass. Teatrale GRM), P. Zappalà e Paolo Legato (Ass. Centro Scienza), M. Chiarle (EuroTecnoCenter Multimedia), A. Righetti e D. Corno (Topopirata Film), A. Toldo (Fac. di Architettura del Politecnico di Torino).

1 Introduzione

La Sezione di Torino dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), in occasione dell'allestimento a Torino della mostra interattiva "I microscopi della fisica", nella primavera del 2005, ha organizzato in collegamento con essa alcune iniziative rivolte adarricchire diulterioricontenuti l'allestimento originale della mostra. Si è trattato di un lavoro che ha coinvolto, oltre ad un gruppo di ricercatori dell'INFN e di docenti universitari, un architetto e molte altre figure professionali, provenienti dal mondo della fotografia, della produzione video, del teatro e del giornalismo scientifico. L'idea diarricchire l'allestimento standard della mostra "I microscopi della fisica" è nata da un lato per coordinare questa mostra con le iniziative già programmate a Torino ed in Piemonte per celebrare il 2005, Anno Mondiale della Fisica, dall'altro per approfondire le tematiche affrontate nel percorso espositivo, basato su poster ed exhibit interattivi, con l'ausilio di altre tecniche di comunicazione: la fotografia, i video, le rappresentazioni teatrali, oppure i sistemi di realtà virtuale.

2 Mostra fotografica: "CERN: 50 anni di ricerca"

L'idea di questa mostra fotografica è nata nel 2004, per celebrare il cinquantesimo anniversario della fondazione del CERN, il Centro Europeo per la Ricerca Nucleare, che sitrova a Ginevra, in Svizzera.La mostra racconta la storia del laboratorio attraverso una selezione di 70 fotografie appartenenti all'archivio fotografico del CERN, che ripercorrono tutte le fasi salienti della storia del laboratorio, a partire da quelle dei primi scavi negli anni '50, e illustrando l'evoluzione successiva del laboratorio e dei macchinari (acceleratori e rivelatori) in esso costruiti. Vi sono inoltre le fotografie degli esperimenti più significativi realizzati al CERN, e di quelli ancora in fase di costruzione. Inoltre vi `e una ricca galleria di ritratti di scienziati famosi che hanno lavorato al CERN e di personaggi illustri che l'hanno visitato in occasioni ufficiali. La mostra fotografica è accompagnata da didascalie e da pannelli esplicativi che raccontano l'esperienza del CERN, evidenziando il ruolo della collaborazione con gli altri istituti di ricerca europei, come l'INFN.

Figura 1: Il trasporto al CERN di un grosso magnete (1956, Foto CERN).

3 L'esperimento ALICE in realtà virtuale

ALICE (A Large Ion Collider Experiment) è un esperimento in fase dicostruzione al CERN, che è stato progettato per studiare collisioni tra nuclei pesanti (ioni di piombo)acceleratiadaltissima energia dall'acceleratore LHC (Large Hadron Collider). Lo scopo principale dell'esperimento sarà di studiare il comportamento della materia a densità di energia estreme, alle quali ci aspetta che si formi un nuovo stato della materia, il Quark Gluon Plasma (QGP). Per misurare il grandissimo numero di particelle che vengono prodotte durante queste collisioni, l'esperimento deve essere costituito da un complesso sistema di rivelatori, delle dimensioni di parecchimetri. La progettazione di questi rivelatori e la simulazione delle loro prestazioni richiede l'uso di software molto sofisticati.

In particolare Björn Nilsen (dell'Ohio State University) e D. Sessanna (dell'Ohio Supercomputing Center) hanno sviluppato un programma che descrive la complessa geometria di ALICE utilizzando tecniche di Realtà Virtuale. Esso consente, adun utente che indossiun apposito casco, diavere l'illusione di entrare e di muoversi all'interno di ALICE, andando ad esplorare i dettagli più minuti del suo sistema di rivelatori. La postazione di Realtà Virtuale messa a disposizione deivisitatori della mostra "I microscopi della fisica" (edizione torinese) era costituita da un casco, un PC ed un sistema di "tracking" (un magnete attaccato al soffitto) che seguiva gli

spostamenti della testa dell'utente. Essa è stata fornita dal Consorzio "Virtual Reality & Multimedia Park" di Torino.

Figura 2: Una lezione del Prof. Richard Feynman (1971, Foto CERN.

Figura 3: La postazione di realtà virtuale che simula ALICE.

4 Spettacolo teatrale "Alice in Microland"

L'Associazione Teatrale G.R.M. (Paolo Astrua, Silvia Corsie Raffaella Greco), collabora con il Teatro dell'Angolo di Torino, Teatro Stabile d'Innovazione per Ragazzi e Giovani. Nel 2004 questa compagnia ha messo in scena per la prima volta "ALICE3", uno spettacolo che unisce il linguaggio della fisica a quello del teatro. In esso il viaggio dell'Alice di Lewis Carroll viene reinventato, trasformando l'inseguimento del Coniglio Bianco nella ricerca dell'elettrone, con il risultato finale di un testo che affronta le tematiche della fisica con un'ottica divulgativa, didattica, e soprattutto ludica.

In occasione della mostra interattiva "I microscopi della fisica" l'Associa-zione G.R.M. `e stata invitata a produrre un nuovo testo, che accompagnasse il pubblico lungo il percorso espositivo della mostra.Da tale idea è nato ilnuovo spettacolo "Alice in Microland", che ha un taglio più prettamente storico e divulgativo del precedente. Si tratta di uno spettacolo itinerante attraverso gli spazi espositivi della

mostra, da cui prende come filo conduttore il concetto principale che essa vuole trasmettere al pubblico: voler provare a "vedere l'invisibile", ciò e gli atomi ed il mondo microscopico.
Da questi presupposti nasce l'idea che in questo viaggio il pubblico sia come l'Alice di Lewis Carroll che, spinta dalla curiosità, si infila nella tana del Coniglio Bianco. I tre attori guidano pertanto Alice (il pubblico) alla scoperta della storia che, dai primi modelli atomici, ha portato alla costruzione degli acceleratori. Tale storia scorre davanti agli occhi degli spettatori attraverso le voci dei suoi protagonisti (Thompson, Rutherford, Einstein, Bohr, Heisenberg) con un taglio surreale e comico. Verso la fine dello spettacolo Alice-pubblico viene a trovarsiall'interno diun acceleratore di particelle, e poi, attraverso una rappresentazione teatrale dei campi magnetici, viene suddiviso in due fasci che corrono l'uno contro l'altro, fino ad entrare in collisione.

5 Produzioni video

Per accompagnare glieventi programmatia Torino per il 2005, Anno Mondiale della Fisica, e spiegare al pubblico le ragioni per le quali il 1905 è stato considerato annus mirabilis della fisica, è stato prodotto un breve filmato, nato da un'idea di Pietro Fré, Prof. Ordinario di Relatività presso l'Università di Torino, e diretto da Mauro Chiarle (della EuroTecnoCenter Multimedia). Nel filmato, realizzato con l'ausilio di software di grafica-3D, si racconta la giornata di due ragazzi che si danno un appuntamento per decidere come trascorrere il fine settimana. Si scopre così come molti degli oggetti con cui i due ragazzi entrano in contatto, e che oggi fanno parte della nostra vita quotidiana (ad esempio il navigatore satellitare sulle automobili, o la cellula fotoelettrica che fa aprire una porta scorrevole) derivino dalle scoperte di Einstein del 1905.
Infine, durante lo svolgimento di "I microscopi della fisica" è nata l'idea di produrre una serie di brevi lezioni-filmate sui temi trattati dalla mostra, sfruttandone gli exhibit per la scenografia. Il programma, condotto da Diego Rizzuto (studente del Corso di Laurea Magistrale in Interazioni Fondamentali presso l'Università di Torino), e diretto da Alessandro Righetti (della società di produzione Topopirata

Film), è stato intitolato "Particelle di Fisica". Lo stile di ripresa che si è scelto per queste lezioni è volutamente spiritoso ed accattivamente, in quanto esse sono rivolte ad un pubblico giovane.

Figura 4: Le riprese di una puntata della serie "Particelle di Fisica".

6 Ringraziamenti

Si ringraziano per aver collaborato alla realizzazione delle iniziative descritte in questo articolo: B. Gallavotti, C. Peduto, F. Scianitti, A. Varaschin (Uff. Comunicazione INFN); P. Catapano (Uff. Comunicazione CERN); E. Predazzi (Preside della Facoltà di Scienze MFN dell'Università di Torino); U. Ricciardi (Studio Fotografico Ricciardi, Torino), P. Loïez (PhotoLab CERN), G. Rispoli (K'Art Cornici, Riva presso Chieri); B.Nilsen (Ohio State University), D. Sessanna (Ohio Supercomputing Center), L. Vezzadini (Virtual Reality & Multimedia Park, Torino); R. Gaffino Rossi e P. Masetta (Museo Nazionale dell'Automobile, Torino); Compagnia di San Paolo e Fondazione CRT; Dario Berzano alias Ubuntu (studente in Fisica all'Università di Torino) e tutto il team degli animatori.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

COME APPASSIONARE ALLA FISICA SOGGETTI REFRATTARI E/O OSTILI

Domenico Scannicchio
Dipartimento di Fisica Nucleare e Teorica dell'Università di Pavia
Via Bassi 6, 27100 Pavia, Italy

Sommario

Vengono descritte le modalità di presentazione della Fisica a uditori tendenzialmente indifferenti oppure refrattari all'ascolto di nozioni di Fisica.

1 Introduzione

Questa relazione trae origine dall'esperienza dell'autore nell'insegnamento della Fisica agli studenti di Medicina (Università di Pavia) iniziata nel 1974 e tuttora in evoluzione. All'inizio degli anni '70 il Corso di fisica per studenti di Medicina, corso propedeutico fondamentale del 1° anno, riscuoteva una attenzione da parte degli studenti pressoché nulla con una totale disattenzione dell'uditorio che riteneva quell'insieme di formule mostrate dal docente, incomprensibile e inutile, parere condiviso anche da molti docenti della Facoltà di Medicina, tanto che il Corso era in procinto di essere declassato a Corso complementare facoltativo. Ciò non è avvenuto soprattutto grazie ai docenti di Fisiologia Umana che necessitavano della conoscenza da parte dei propri studenti di nozioni di Fisica al fine dello svolgimento del Corso. Allo scopo di rovesciare questa situazione si è reso necessario comprendere:

a) lo stato di preparazione pre-universitaria in Matematica e Fisica dello studente;
b) la predisposizione all'ascolto da parte dell'uditorio;
c) gli obiettivi che deve avere un Corso di Fisica per studenti di Medicina;
d) le modalità di presentazione delle lezioni di un tale Corso.

Nel seguito vengono trattati questi quattro argomenti.

2 Preparazione pre-universitaria

Negli anni '70 le iscrizioni al Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia erano aperte con una provenienza maggioritaria degli studenti dal Liceo Classico e pertanto con scarse, spesso nulle, nozioni matematiche e tanto meno fisiche. Lo studente in generale non possedeva la minima introduzione alla metodologia scientifica. Questi fatti hanno costituito un notevole ostacolo allo svolgimento del Corso di Fisica, comportando una serie di lezioni (svolte a parte) di matematica molto elementare (nozioni elementari di algebra, di geometria, di geometria analitica, di calcolo vettoriale) e di elementi basilari di Fisica.
Col passare degli anni la popolazione studentesca è gradualmente cambiata verso una maggioranza di provenienza dal Liceo Scientifico, spesso con buone basi matematico-fisiche, attualmente praticamente obbligatorie a causa del numero chiuso con un test di ammissione prevalentemente costituito da materie scientifiche. Gli argomenti svolti nelle lezioni a parte di Matematica sono di conseguenza mutati, arrivando negli ultimi anni a riassumere brevemente le nozioni elementari di cui sopra e a svolgere richiami di calcolo integro-differenziale, soprattutto esaltandone il significato e le sue applicazioni negli argomenti svolti nel Corso di Fisica.

3 Predisposizione all'ascolto da parte dell'uditorio

Lo studente che si iscrive al Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia al 1° anno non si aspetta un Corso di Fondamenti di Fisica consistente, approfondito e di una certa vastità. E' quindi tendenzialmente repulsivo verso tali nozioni di cui comprende scarsamente l'utilità in Medicina. Davanti a nozioni di Fisica di base, a formule astratte nel contesto della Medicina, a ragionamenti di carattere teorico, perde rapidamente l'interesse a seguire le lezioni. Ne è un esempio la citazione della parola

"pressione", davanti alla quale lo studente non reagisce, mentre le parole "pressione del sangue" ne destano la massima attenzione.
Dunque per predisporre gli studenti all'ascolto attento è indispensabile usare un vocabolario adatto alle aspettative, comprensibile e soprattutto svolgere nozioni di cui fare intravedere subito la loro applicazione pratica nel contesto medico-biologico. In un certo senso si tratta di "plagiare" l'uditorio.
Il Corso di Fisica per Medici è quindi divenuto più propriamente un Corso di Fisica Medica, cioè con importanti applicazioni nelle discipline medico-biologiche, quali ad esempio la Meccanica dei Fluidi (sistema circolatorio e respiratorio), la Fisica delle Membrane con la descrizione dei meccanismi di trasporto passivo e attivo, la Termodinamica nei Sistemi biologici, le modalità di trasmissione e rivelazione di segnali bioelettrici ("potenziali d'azione"), la strumentazione medica diagnostica e terapeutica.

4 Gli obiettivi di un Corso di Fisica per medici

In relazione a quanto detto sopra, per svolgere un Corso di Fisica Medica si rende necessario collegare gli argomenti svolti con quelli di altri Corsi della Laurea in Medicina e Chirurgia. Si tratta di individuare la Fisica e le applicazioni bio-mediche necessarie allo svolgimento di Corso di Fisiologia Umana, di Istologia, di Biochimica e di vari Corsi clinici e chirurgici. Ne sono un esempio gli argomenti poco sopra citati. A ciò è risultato importante aggiungere esercitazioni pratiche di laboratorio con misure al microscopio, misure di parametri circolatori, misure elettrocardiografiche.
Questa impostazione del Corso persuade rapidamente lo studente che al termine dello studio avrà acquisito utili competenze tali da permettere di affrontare con profitto Corsi successivi in linea con i propri interessi.

5 Modalità di presentazione delle lezioni di Fisica

Allo scopo di attirare l'attenzione dello studente è di grande importanza la presentazione delle nozioni. Il gran numero di studenti del Corso (oltre 200) ha sempre comportato opportuni mezzi audiovisivi con un impiego adattato al caso.

A metà degli anni ’70 era entrata in uso la lavagna luminosa con le trasparenze: queste, per ottenere la massima attenzione, contenevano un numero limitato di scritte e formule, con caratteri di grandi dimensioni in modo che tutto l’uditorio fosse in grado di leggere, con impiego opportuno dei colori e con la presentazione di grafici e figure semplici e/o accattivanti.

Figura 1

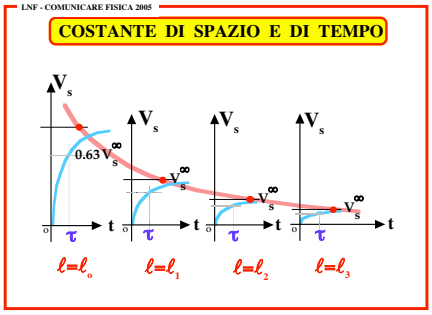


Figura 2

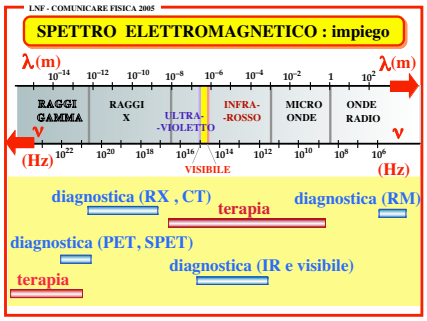


Figura 3

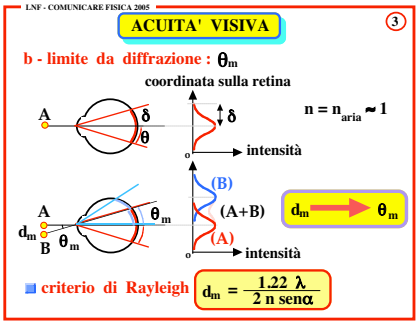


Figura 4

Attualmente la lavagna luminosa è sostituita dalle presentazioni da calcolatore, con ulteriori miglioramenti nel carpire l’attenzione e nella comprensione delle spiegazioni, quali la sequenzialità nella presentazione di scritte, formule e grafici, la possibilità di proiettare filmati didattici, fotografie e figure digitalizzate.

Un’altra importante modalità di presentazione consiste nella schematizzazione della logica relativa a nozioni che verranno (o che sono state) svolte, di cui un esempio è

riportato in Figura 1. Nelle Figure 2, 3 e 4 sono mostrati altri esempi di presentazione di nozioni di Fisica Medica.

6 Conclusioni

Quanto riferito in questa breve relazione è estendibile alla presentazione di nozioni di Fisica indirizzate ad un uditorio generico, per il quale è indispensabile determinare:

a) il livello di complessità delle nozioni presentate,
b) la chiarezza nella presentazione, in particolare la semplicità d'esposizione e l'impiego di vocaboli adatti al caso e di una grafica accattivante,
c) svolgere le lezioni con una sequenzialità logica,
d) fornire una regia avvincente alla presentazione: per esempio creando una aspettativa nella interpretazione dei fenomeni trattati,
e) dare una impostazione scientifica alle argomentazioni,
f) quando possibile, svolgere sperimentazioni in aula o esercitazioni di laboratorio.

Per terminare, un accenno al futuro. Uno sviluppo futuro delle presentazioni di Fisica riguarda lo svolgimento di lezioni telematiche. Infatti, la proliferazione delle sedi universitarie distaccate in località distanti tra loro comporta, per ragioni economiche, il collegamento via rete telematica e la trasmissione di lezioni a differenti utenze. In questo caso sarà necessario riadattare opportunamente le presentazioni per coinvolgere gli spettatori, davanti ai quali vi è uno schermo e non un docente in grado di dialogare.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

CONSIDERAZIONI SULLA DIVULGAZIONE UN ESEMPIO DI SEMPLIFICAZIONE DIDATTICA IL MOTO PARABOLICO DEI GRAVI

Pasquale Catone
Itis-Ls "F.Giordani"-Via Laviano-Caserta

Sommario

Dopo alcune riflessioni sulla divulgazione presenterò delle ricerche didattiche, destinate a studenti della scuola media superiore, sul moto dei proiettili in assenza di resistenza dell'aria.

1 Premessa

Il progresso scientifico e tecnologico dell'era moderna ha prodotto degli sconvolgimenti profondi nella società attuale. Molte scelte per il destino dell'umanità necessitano di conoscenze scientifiche specifiche. I mestieri e le professioni devono subire continui aggiornamenti. Le aziende devono puntare sulla qualità e sul trasferimento tecnologico per superare le sfide della competitività globale. Proprio quando si ravvisa la necessità di dominare le complessità odierne, da una parte si registra nei giovani un calo delle vocazioni per varie facoltà scientifiche e dall'altra si riscontra che la ricerca pubblica dispone di fondi a volte insufficienti e quella privata viene espletata soltanto in poche industrie. Per indirizzare lo sviluppo della società in una direzione proficua, il paese deve impegnare energie adeguate, perseguire obiettivi opportuni, operare un orientamento pertinente. In questa situazione la divulgazione può rendere comprensibili le concezioni scientifiche portanti, svegliare l'interesse nei giovani per la scienza,

soddisfare la curiosità delle persone, fornire importanza alla scienza, servire a tutti, favorire la ricerca, snellire alcune procedure, essere didattica, scorrevole, correlata, popolare. Nella scuola media superiore, a un secolo dall'anno mirabile, viene insegnata poco la fisica moderna per difficoltà intrinseche, costi proibitivi delle apparecchiature, sistemazione parziale della didattica, carenze in vari programmi ministeriali, esiguo numero di ore per l'insegnamento della materia. Per la divulgazione della fisica moderna esiste molto materiale, ma manca un orientamento unitario e il formalismo è spesso improponibile. Nella didattica della fisica classica si trovano svariate applicazioni da interpretare, gli studenti si pongono molti quesiti desueti, si possono eseguire ed escogitare tanti esperimenti, vi sono diversi problemi esterni e interni ai programmi da risolvere, alcuni concetti si possono semplificare, ma questo comporta spesso l'esplorazione di numerosi percorsi. Se i risultati diventano possibili e facili, si ottiene un progresso nella razionalità ed un'agevolazione all'apprendimento.

2 Lancio di un proiettile e massima gittata

Come esempio di semplificazione didattica ho scelto il moto dei gravi, perché è un fenomeno comune ed è spesso trattato nei testi della scuola media superiore in modo discorsivo, in quanto richiede l'uso della trigonometria, affrontata successivamente in quasi tutti i piani di studio. Di fronte a questo argomento si possono seguire tre strade: 1) continuare a ragionare in modo qualitativo, 2) anticipare gli argomenti trigonometrici, 3) esperire percorsi alternativi. Per sviluppare la spiegazione in modo quantitativo, bisogna appoggiarsi sugli ultimi due punti. Il secondo modo è rischioso perché adopera un formalismo prematuro, da recepire in breve tempo, che può mascherare gli aspetti concettuali del fenomeno. Col terzo metodo occorre esplorare delle nuove piste rivolte verso il risultato atteso. Se i tentativi riescono, si deve poi comparare il nuovo procedimento con quello preesistente, perché la facilitazione del linguaggio potrebbe comportare una procedura tortuosa e appesantita. Nel seguito inquadrerò il moto con criteri fondati sull'algebra e sulla geometria.

Per descrivere il movimento di un proiettile, sparato obliquamente rispetto al piano orizzontale, si può sovrapporre il moto uniforme alla velocità $\vec{V}_0$ sulla retta di lancio a quello uniformemente vario nella direzione verticale con accelerazione di gravità $\vec{g}$, per ottenere al tempo t lo spostamento complessivo $\vec{V}_0 t + \vec{g} t^2/2$. In assenza di gravità, il corpo percorrerebbe uguali spazi in uguali intervalli di tempo, ma la presenza del moto verticale abbassa l'ordinata di una quantità $gt^2/2$, proporzionale al quadrato del tempo. La traiettoria del proiettile così determinata è una parabola.

2.1 Prima spiegazione geometrica

La gittata risulta OA = OB AD/AB perché AD è l'altezza relativa all'ipotenusa OB del triangolo rettangolo OAB (fig.1). La similitudine dei triangoli OAB e OEF fornisce AD = c t, dove EG = c è l'altezza relativa all'ipotenusa V_0 = OF , e la gittata $2V_0$ c/g, che a parità di g e V_0 varia in proporzione a c. Inscrivendo il triangolo OEF in una circonferenza di diametro V_0 (fig. 2), si osserva che c assume valori compresi nell'intervallo [0, $V_0/2$]. Per c = $V_0/2$ = raggio della circonferenza, il triangolo rettangolo OEF è anche isoscele con angoli alla base di 45°. La massima gittata OA = 2 V_0 c/g = V_0^2 /g si ottiene, allora, quando il proiettile viene scagliato con un angolo di tiro a = 45° .

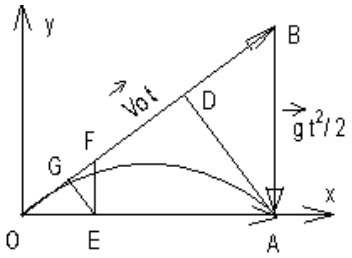


Figura 1 - Schema per il calcolo della gittata.

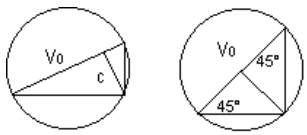


Figura 2 - La gittata è proporzionale a c.

2.2 Spiegazione algebrica

Dal triangolo OEF discende che OA=2 V_0 c/g = 2 V_{0x} V_{0y} / g = $[V_0^2 - (V_{0x} - V_{0y})^2]/g$, dove V_{0y} e V_{0x} sono le componenti della velocità iniziale nelle direzioni y e x. La gittata massima vale V_0^2/g per a = 45° a cui corrisponde $V_{0x} = V_{0y}$.

2.3 Una formula semplice ed unitaria per l'equazione della parabola

Se $s = V_0 t$ e $z = gt^2/2$ sono i percorsi nelle direzioni di lancio e verticale rispettivamente, si ricava $z = gs^2/(2V_0^2)$, indicando che l'equazione della parabola, in queste coordinate oblique, è espressa sempre da una proporzionalità di z al quadrato di s. Al variare del punto di tangenza, cambia soltanto V_0 nell'equazione. Poiché nella direzione x il moto è uniforme, si ha che $x = V_{0x} t$. Calcolando z in funzione dell'ascissa dal punto di tangenza, si perviene a $z = gx^2/(2V_{0x}^2)$, cosicché il coefficiente di proporzionalità tra z e il quadrato di x rimane immutato qualunque sia la tangente e raddoppiando, triplicando, quadruplicando…l'ascissa dal punto di contatto, z viene moltiplicata per 4, 9, 16,… Dalla tangente orizzontale si osserva che la curva è simmetrica rispetto al suo asse verticale e che i tempi di salita e discesa sono uguali.

2.4 Seconda spiegazione geometrica

In queste speculazioni didattiche ho scorto recentemente una possibilità di semplificazione ancora più evidente, inscrivendo il triangolo rettangolo OBN in una circonferenza con diametro verticale BN (fig. 3). Per il primo teorema di Euclide si ha $BN = OB^2/AB = s^2/z = 2V_0^2/g$ che permette di considerare la gittata come una semicorda OA della stessa circonferenza. Da questo interessante risultato didattico deriva, attraverso l'osservazione del disegno, che la gittata si può misurare graficamente in funzione di BN, cresce fino ad un angolo di tiro di 45° e poi diminuisce, al massimo è il raggio della circonferenza, è la stessa per angoli di lancio complementari.

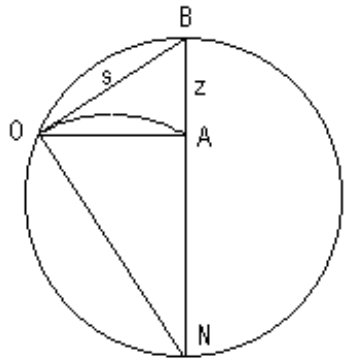


Figura 3 - Applicazione del primo teorema di Euclide.

Il moto parabolico può essere verificato con un sottile getto d'acqua che consente di osservare una traiettoria continua. In tal modo è possibile analizzare la forma della curva rispetto ad una sua tangente e la variazione con l'angolo di tiro della gittata e di altri parametri caratteristici.

SESSIONE VI – INCONTRI RAVVICINATI CON LA FISICA

Elisabetta Durante	Fisica, tecnologia, economia
Luciano Canton	Giocare con i diagrammi di Feynman
Catalina Petrascu	Il turnista virtuale
Cecilia Migali	Comunicare la fisica nucleare e subnucleare: il caso di asimmetrie e le brochure istituzionali
Piero Patteri	Fisica in Autobus
Melinda Siciliano	Les Rencontres de Physiques de la Vallèe d'Aoste
Flavia Groppi	Orientamento e promozione della fisica: alcune proposte del dipartimento e dell'istituto di fisica dell'Università degli studi di Milano
Paolo Randaccio	Il progetto laborad 2005 : un laboratorio fai da te per la rivelazione della radioattività naturale
Vincenzo Roca	Il Progetto Envirad: un modo "coinvolgente" di comunicare fisica
Marco Budinich	Laboratori a scuola
Aldo Morselli	La fisica delle particelle al Centro Commerciale
Pedro Abreu	Outreach in High Energy Phisics in Portugal

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

FISICA, TECNOLOGIA, ECONOMIA

Elisabetta Durante*
Giornalista e Divulgatrice Scientifica

Sommario

Nel corso di questo 2005 "Anno mondiale della Fisica", il Sole 24 Ore ha sviluppato, in collaborazione con l'INFN, un progetto impegnativo, ospitando nelle sue pagine scientifiche (dorso "@lfa") una serie di ampi servizi con cui ho cercato di far luce da un lato su temi chiave della fisica contemporanea e dall'altro sugli aspetti tecnologici e applicativi connessi.

La peculiarità di questa operazione è consistita proprio nell'aver dato pari evidenza al valore scientifico e a quello tecnologico, per ciascuno dei filoni di ricerca considerati: la Relatività di Einstein (Roberto Petronzio), il Bosone di Higgs (Luciano Maiani), l'Universo e le Superstringhe (Gabriele Veneziano), la Materia oscura (Antonio Masiero), la Radioattività (Ettore Fiorini), la Cosmologia (Gianni Fiorentini e Vittorio Castellani), i Raggi cosmici (Roberto Battiston), la grande sfida di LHC (Umberto Dosselli). Tutti questi argomenti, a cui abbiamo dedicato gli articoli 'di apertura', sono stati accompagnati da interviste che ne hanno approfondito le ricadute tecnologiche e applicative: dalla fusione nucleare come fonte di energia (Carlo Rubbia), ai nuovi strumenti di imaging diagnostico (Alberto Del

---

* un progetto di collaborazione tra Il Sole 24 Ore e l'INFN

Guerra), dalla Grid (Mirco Mazzucato) all'adroterapia del cancro (Giacomo Cuttone), dal supercalcolo (Raffele Tripiccione) alle nuove tecniche di analisi non distruttiva di opere d'arte (Pier Andrea Mandò), dalla previsione dei terremoti (Piergiorgio Picozza) alle varie innovazioni legate alle ricerche del CERN di Ginevra (Federico Ferrini). A completamento dei vari servizi, approfondimenti e glossari (in collaborazione con il sito web "ScienzaPerTutti")[1)].

Scopo dell'iniziativa, colmare un grave vuoto d'informazione sulle ricadute applicative della fisica moderna e su quel business climate che nasce intorno ai grandi laboratori di fisica. Naturalmente, si è trattato solo di esempi, della punta dell'iceberg costituito dal grande potenziale applicativo che ha la ricerca in questo settore: sappiamo che nuovi risultati sono dietro la porta e, per quanto sia difficile vedere quale sarà il loro orizzonte restitutivo, sappiamo anche che non ci resteranno per sempre.

Le sfide della fisica di oggi sono tutte estremamente complesse: i fisici hanno infatti già scoperto tutte le cose facili e si trovano ora davanti solo cose difficili. Cose che appartengono ad un nuovo discovery game, in cui le dimensioni del microcosmo e del macrocosmo si saldano tra loro, e la ricerca sulle particelle elementari serve a far luce sugli sconfinati scenari dell'Universo. Per affrontare queste sfide difficili, i fisici hanno bisogno di stabilire alleanze con altre discipline, progettare esperimenti sofisticati, costruire strumenti di straordinaria potenza, sviluppare tecnologie molto spinte. Il loro obiettivo è quello di conoscere sempre meglio la natura e penetrare sempre più a fondo nei suoi segreti. Ma non è tutto qui: dalle loro ricerche è scaturita infatti una lunga serie di vantaggi e benefici per il nostro vivere quotidiano, spesso di enorme valore.

Eppure pochi lo sanno: ecco, il progetto Sole 24 Ore-INFN è nato perché almeno i lettori del nostro giornale lo sapessero.

A questa iniziativa Il Sole 24Ore ha poi dedicato anche il web-dossier "Tecnologia e Business, 2005 Anno della Fisica", che riporta gli articoli di apertura e le interviste[2)].

Una raccolta completa di tutti i testi, immagini e approfondimenti, è stata più recentemente pubblicata a cura dell'INFN col titolo "Fisica, Tecnologia, Economia. La Fisica fondamentale, le sue tecnologie, il suo impatto economico"

Sitografia

1) http://scienzapertutti.lnf.infn.it/
2) www.ilsole24ore.com/fc?cmd=art&codid=20.0.1278814542&DocRulesView=Libero

TECNOLOGIA E BUSINESS

2005, ANNO DELLA FISICA

Spiegare la fisica con un linguaggio comprensibile: questo il compito che «@lfa Il Sole 24 Ore» ha affidato ai migliori fisici di oggi.

- 13 ottobre 2005
  - Lhc, la sfida più grande di Umberto Dosselli
  - Ferrini: «La ricerca serve alle imprese» di Elisabetta Durante
- 6 ottobre 2005
  - Le corde vibranti e l'essenza del cosmo di Gabriele Veneziano
  - È vincente l'alleanza tra fisica e computer di Elisabetta Durante
- 30 giugno 2005
  - La particella che cambierà la fisica di Luciano Maiani
  - Italia ed Europa locomotive della grande Grid di Elisabetta Durante
- 26 maggio 2005
  - Tutti a caccia dell'energia oscura di Antonio Masiero
  - E la Pet rivoluzionò il mondo della diagnostica di Elisabetta Durante
- 28 aprile 2005
  - Invisibili messaggeri dell'universo di Roberto Battiston
  - Con gli stessi strumenti ora studiano i siami di Elisabetta Durante
- 31 marzo 2005
  - Spazio-tempo, legame indissolubile di Roberto Petronzio
  - Per battere il cancro l'Europa investe sulla protonterapia di Elisabetta Durante
- 24 febbraio 2005
  - Nella fucina delle stelle di Vittorio Castellani e Gianni Fiorentini
  - Il Nobel Rubbia: tra fusione e fissione non è un aut-aut
  - Sotto terra per studiare i segreti del cielo di Elisabetta Durante
- 27 gennaio 2005
  - Ecco il futuro della radioattività di Ettore Fiorini
  - A caccia di eventi rari armati di piombo

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

GIOCARE CON I DIAGRAMMI DI FEYNMAN

Luciano Canton *
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sez. di Padova

Sommario

Viene presentato il QEDding, il gioco dei diagrammi di Feynman, sviluppato presso la sezione INFN di Padova. Si tratta di un progetto di divulgazione scientifica che utilizza un gioco ad incastri magnetici ispirato alle regole di calcolo dei diagrammi di Feynman. L'attività si prefigge lo scopo di comunicare la fisica delle particelle elementari attraverso la divertente metafora di un gioco di costruzioni, da toccare e manipolare, basato sui processi della QED (Elettro-Dinamica Quantistica). Il gioco può venire utilizzato in vari ambiti divulgativi, come le iniziative di divulgazione scientifica dell'INFN, le attività di divulgazione nelle scuole secondarie, nei laboratori didattici dei musei scientifici, o nelle giornate "porte aperte" nelle Universitàо nei Laboratori.

1 QEDding: giocare con l'Elettrodinamica Quantistica

Il QEDding è un gioco di costruzioni ad incastri magnetici, con tre diversi pezzi elementari che si possono incastrare assieme per formare delle strutture complesse. I tre pezzi da incastro sono l'elettrone e^-, il fotone γ, e il vertice.
Il tubo a sinistra rappresenta la linea elettronica (o più semplicemente l'elettrone). Ha una freccia segnata sul tubo, e si può collegare o con un altro elettrone (sempre lungo la direzione della freccia) oppure con uno dei tre punti d'incastro del vertice.

---

* Co-Autore: Massimo Pietroni

Osservare che gli elettronisicollegano sempre e soltanto nel verso indicato dalla freccia. Nel gioco reale si é scelto per l'e^- un colore blu (ovviamente elettrico).
Il tubo ondulato denota la linea fotonica (o il fotone) e sarà a di un vivace colore arancione. Come succede per l'elettrone, anche il fotone si può attaccare ad un altro fotone, ottenendo così una linea fotonica più lunga; oppure si può scegliere di attaccare il fotone al suo specifico incastro nel vertice. Da notare che sul fotone non c'è alcuna freccia, per cui il fotone si incastra dal verso che si vuole, non c'è differenza.

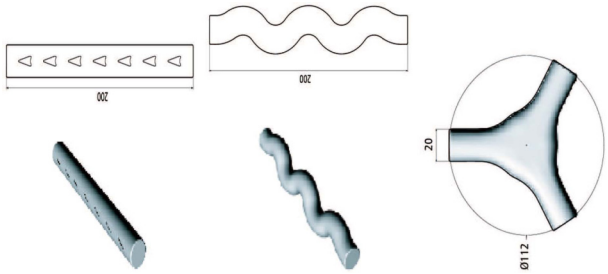


Figura 1: I tre pezzi del gioco

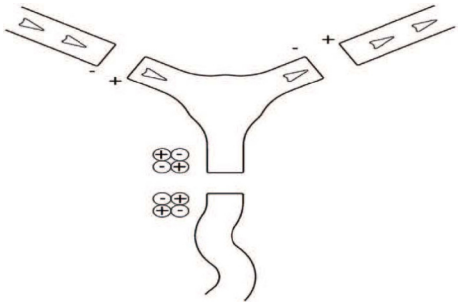


Figura 2: Gli incastri sono magnetici.

Il vertice è il pezzo ad incastro triangolare, a cui si possono attaccare altri tre pezzi. A ciascun vertice si possono infatti collegare due linee elettroniche e una linea fotonica, in modo da formare una specie di bivio. I due elettroni si possono attaccare

al vertice in modo che una freccia dell'elettrone entri nel vertice e l'altra freccia esca dallo stesso vertice. Il fotone, invece, si può o attaccare al vertice da entrambe le estremità.

1.1 Il design

Il primo prototipo fu costruito da Massimo Pietroninel 2001a Padova, e sviluppato inizialmente come tesi per il Master in Comunicazione della Scienza, presso la SISSA di Trieste[1,2)]. Lo studio di design sui tre pezzi del gioco è stato fatto in collaborazione con gli architetti Matteo Bazzicalupo e Vittorio Turla; si sono sviluppate soluzioni alternative che risultassero pià u gradevoli rispetto al prototipo iniziale.I primistudi di design sono confluitinella tesi di laurea di Vittorio Turla[3)]. Dopo vari tentativi si è arrivati alla soluzione finale sopra riportata, dove gli incastri magnetici risultano coerenti con le regole di Feynman per la QED. Il lavoro di design riflette la necessità a presentare un gioco che sia esteticamente gradevole, sia efficace da un punto di vista comunicativo, e che permetta una produzione economica dei pezzi. In collaborazione con il progettista Marco Olivieri è stato già a realizzato un campione dimostrativo del gioco, prodotto in materiale siliconico.

2 A cosa serve il gioco?

I diagrammi di Feynman, è noto, hanno una grande valenza visivo-intuitiva, e si possono utilizzare per sviluppare considerazioni fisiche su di un processo ancora prima di averne calcolato le corrispondenti espressioni matematiche. Vengono proposti in un contesto di gioco. Nel gioco le immagini della scienza parlano da sole, anzichè forzare, come si fa disolito, le nostre immagini sui concetti della scienza. Inoltre, il contesto del gioco rappresenta il modo naturale con cui i ragazzi esplorano il mondo e apprendono. Esso stimola la fantasia, è piacevole e favorisce la creatività a, è motivante, favorisce la partecipazione, e permette di evitare gli aspetti ripetitivi e noiosi. Il contesto del gioco coinvolge personalmente con l'oggetto di studio, superando il nodo del mancato raccordo tra l'esperienza quotidiana e gli apprendimenti scientifici. Evita i problemi di un apprendimento legato a definizioni

di tipo libresco e le sostituisce con definizioni operative. Da un punto di vista pedagogico[4)] il gioco dei diagrammi di Feynman può essere considerato un organizzatore cognitivo del mondo dell'infinitamente piccolo, perchè consente l'apprendimento delle nozioni generali che servono a strutturare e organizzare quella realtà.

3 A cosa serve il gioco?

Attraverso questo gioco si possono progettare (e sono in buona parte già a stati progettati e completati) dei percorsi didattici da inserire anche in attività a scolastiche, prendendo spunto da quegli aspetti del gioco che risultano particolarmente adatti per essere approfonditi. I temi di approfondimento non debbono necessariamente essere legati alla fisica delle particelle elementari. Argomenti possibili sono, per esempio, la cinematica e l'evoluzione del concetto di spazio-tempo, le leggi di conservazione, l'interpretazione cinetico-molecolare dei fenomeni termici. Si può o anche illustrare come è cambiato nel corso della storia dell'uomo il concetto di forza, partendo dalle concezioni dei filosofi classici fino ad arrivare all'idea moderna della forza come processo universale che coinvolge lo scambio di bosoni mediatori. Si possono illustrare i processi che governano l'interazione fra radiazione e materia, i fenomeni di produzione di particelle, i fenomeni di decadimento e trasmutazione, e con un numero sufficiente di elementi da incastrare, si possono anche costruire rappresentazioni assai spettacolari della formazione di sciami elettromagnetici nei raggi cosmici.

Si riportano alcuni esempi di schede didattiche.

1) Il processo $e^- + e^- \rightarrow e^- + e^-$. Questa scheda permette di descrivere l'interazione fra due elettroni come scambio di particelle virtuali. E' il meccanismo che genera la forza a due corpi come scambio di mediatori fra una coppia. Questa descrizione sostituisce (e spiega) la forza a distanza postulata da Newton per spiegare l'attrazione gravitazionale, e l'interazione fra particelle cariche come influenza sulla particella carica del campo elettromagnetico generato dall'altra particella. Ripropone il concetto di forza della fisica classica reinterpretandolo in chiave di

fisica moderna. L'attacco della linea fotonica al vertice, attraverso quattro magnetini opportunamente orientati, consente di ruotare di 180ouno dei due vertici rispetto al fotone. Questa particolarità a tecnica consente di ruotare di 180° una linea elettronica del grafico $e^- + e^- \rightarrow e^- + e^-$, per descrivere anche il grafico corrispondente relativo al processo $e^- + e^- \rightarrow e^- + e^-$. Si dovrà ovviamente osservare che in questo caso, cioè nell'interazione materia-antimateria, l'interazione può passare anche attraverso il processo intermedio dell'annichilazione e della successiva rigenerazione della coppia.

2) *Il processo* $\gamma + e^+ \rightarrow \gamma + e^+$. E il processo di interazione della radiazione con la materia, che trova vastissimi campi di appl,icazioni. La difficoltà a concettuale sta nel saper riconoscere che anche l'elettrone può fungere da mediatore dell'interazione.

3) *Il processo* $e^- + e^- \rightarrow 3e^- + e^+$. E il processo di creazione della materia da un urto di alta energia.Questo e'il tipico processo di conversione dell'energia in nuova materia. Attraverso la costruzione dei corrispondenti diagrammi di Feynman si può visualizzare come avviene questo processo di creazione di nuove particelle attraverso gli urti.

4) Il processo $\gamma + \gamma \rightarrow e^+ + e^-$. Un altro processo dicreazione della materia dalla radiazione elettromagnetica. Girando l'orientazione dell'asse temporale si ottiene il processo inverso in cui avviene l'annichilazione fra materia e antimateria e la sua riconversione in energia.

Il gioco consente la realizzazione di processi più complicati, per cui, disponendo di un numero sufficiente di pezzi, si puà o arrivare alla realizzazione di spettacolari sciami elettromagnetici originati da un fotone ultraenergetico.

3.1 L'esperienza sul campo

Sono state condotte varie dimostrazioni sia rivolte alle classi secondarie, sia alle classi di specializzazione per la docenza in fisica nelle scuole. Si segnala uno studio fatto alcuni anni fa in collaborazione con la Prof. Rosaria Evangelista (Liceo

Scientifico 'G. Ulivi' di Parma) riguardo alle possibili valutazioni dell'apprendimento successivo al gioco. Si riportano i risultati in Tabella.

Tabella 1: Risultati delle verifiche assegnate ad un campione di studenti di secondaria (3° anno) dopo 40 gg. dalla presentazione del gioco.

Attività a di verifica	*Percentuale di risposte corrette*
Costruire il processo $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$	*81 %*
Disegnare l'interazione $e^+e^+ \rightarrow e^+e^+$	*86 %*
Rappresentare il processo $\gamma e^- \rightarrow e^+e^-e^-$	*62 %*
Riconoscere l'impossibilità a di $\gamma e^- \rightarrow \gamma e^+$	*71 %*
Rappresentare l'annichilazione in $\gamma\gamma$	*67 %*

4 Conclusioni

I ricercatori INFN possono (e, forse, dovrebbero) svolgere un ruolo importante diattività a intermedia fra la comunicazione e la formazione scientifica, entrando in contatto con gli insegnanti e gli allievi delle scuole secondarie, soprattutto nella fase di preparazione e promozione di eventi di divulazione scientifica. Il progetto QEDding rappresenta uno strumento d'aiuto per rendere insegnanti e allievi più consapevoli e partecipi degli strumenti concettuali e teorici che hanno sviluppato i fisici per comprendere la realtà a del mondo delle particelle.

Referenze

1) M. Pietroni, Le mani sulla QED: un progetto di comunicazione scientifica con i diagrammi di Feynman, tesi per il conseguimento del Master in Comunicazione della Scienza -Sissa, Trieste (2001).

2) A. Pascolini e M. Pietroni, Physics Education, 37 (2002)324.

3) V. Turla, Progettare per la comunicazione, tesi per il conseguimento della Laurea in Architettura, Politecnico di Milano, (2002).

4) G. Sandrini, Progettazione di alcune unità a didattiche usando i diagrammi di Feynman, tesi per l'Abilitazione all'Insegnamento, Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario, Indirizzo Fisico-Matematico-Informatico, Università Foscari Cá di Venezia (2005).

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

IL TURNISTA VIRTUALE

Catalina Curceanu*
Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, Via E. Fermi 40, 00044 Frascati

Sommario

Il Turnista Virtuale è una delle iniziative in preparazione ai LNF per consentire l'interazione di utenti esterni con la realtà dei laboratori, permettendo loro di collegarsi in remoto con la sala di controllo di un esperimento e di partecipare in maniera interattiva ad un turno di presa dati.

1 Introduzione

Il Turnista Virtuale rappresenta una delle iniziative in corso di preparazione nei Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) per consentire l'interazione di utenti esterni con la realtà di fatto dei laboratori. L'iniziativa si distingue da altre simili, in corso nei LNF ed altrove (esperimenti on line, classi virtuali, etc...), perchè mette in contatto diretto il navigatore sul web con un ambiente di ricerca reale, che esiste a prescindere dalla presenza di visitatori. Lo scopo è di permettere agli utenti esterni di collegarsi in remoto con la sala di controllo di un esperimento e di partecipare in maniera interattiva ad un turno di presa dati. In tal modo, gli utilizzatori esterni

---

* Co-Autori: L. Benussi, S. Bianco, H. Bilokon, F.L. Fabbri, E. Frani, G. Modestino, G. Nicoletti, L. Passamonti, P. Patteri, D. Sirghi, L. Trasatti

participeranno in modo diretto alla "scoperta" scientifica, assieme ai ricercatori coinvolti nei vari esperimenti.

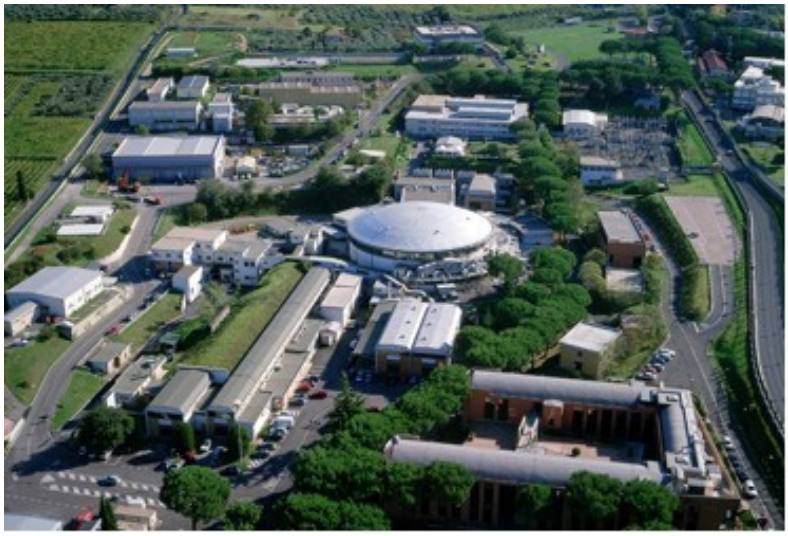


Figura 1: Laboratori Nzionali di Frascati (veduta aerea)

Tale iniziativa s'inserisce in modo ideale in una realtà come quella dei LNF (Figura 1), in cui Ë eseguiti vari esperimenti di punta, sull'acceleratore DAΦNE, e non soltanto. Descriviamo brevemente gli obiettivi, i punti cruciali e le fasi della realizzazione.

2 Gli obiettivi

Il Turnista Virtuale interagisce con la sala di controllo di un esperimento, mostrata in Figura 2, e con le persone ivi presenti attraverso un collegamento audio/video bidirezionale ed ha accesso ad alcune pagine web dell'esperimento, che contengono informazioni riassuntive dei dati in corso di acquisizione (event display, monitors, grafici, istogrammi, webcams, etc..). Tale procedimento è già stato verificato con

successo nell'ambito dell'iniziativa CRESCERE[1)], che però, a differenza della presente, presentava un esperimento remoto realizzato esclusivamente per questo scopo.
L' obiettivo principale è quello di mostrare (col minimo possible di filtro) aspetti molto importanti dell'attività della ricerca, evidenziandone:

- i tempi
- le modalità
- le sinergie

ed utilizzare i tempi morti di ogni turno per introdurre, in maniera apparentemente spontanea spunti di discussione più generali. In seguito, se avviene una fidelizzazione, si può passare ad incorporare l'utente (o gruppo) esterno nella struttura del turno, facendogli svolgere dei compiti reali (checklists, piccole analisi online, calibrazioni).

Figura 2: Sala Controllo della Beam Test facility (BTF).

3 Punti cruciali

Visto che quest'iniziativa porta l'utilizzatore esterno direttamente nell'ambito della ricerca "sul campo", non sono pochi i problemi da risolvere; fra questi punti cruciali è necessario:

- garantire strumenti open-source per la connessione (e.g. VRVS o simili)
- garantire la sicurezza informatica, senza limitare troppo la possibilità di connettersi (smart firewalls, autenticazione, filtering…)

- rimuovere il più possibile gli effetti negativi del collegamento video (contatto oculare tra le persone che comunicano, whiteboards, rimozione dell'eco, etc).fornire online materiale informativo sull'esperimento e sui tools che si adoperano Attualmente, stiamo considerando ognuno dei punti ricordati; varie soluzioni sono state identificate e stiamo valutando l'"efficacia" di ciascuna di esse.

4 Il "Grande Turnista"

Essendo impossibile un livello assoluto di spontaneità (i turnisti devono rinunciare esplicitamente alla loro privacy), occorre però evitare che l'evento si trasformi in una recita (o peggio in un reality show).
È pertanto necessario un attento bilanciamento tra interazione spontanea e interventi preordinati. È poi necessario stabilire le procedure in caso che si sviluppi una crisi (interventi d'emergenza sul rivelatore, etc...).
Stiamo valutando e lavorando per risolvere ognuno dei possibili problemi e per garantire al meglio ogni utilizzatore.

5 Tempi di realizzazione

La prima tappa del progetto è costituita dalla scelta della sala controllo in cui partirà l'iniziativa. Più scelte sono in valutazione: le sale controllo KLOE, FINUDA (entrambi esperimenti sull'acceleratore DAΦNE (Figura 3), Beam Test Facility (Figura 2), oppure uno dei labotatori in cui si costruiscono e verificano rivelatori. La scelta verrà fatta a breve. In seguito, il primo prototipo sarà pronto nella primavera del 2006, mentre il primo test con una scuola verrà effettuato subito dopo e successivamente sarà avviata la fase di routine.

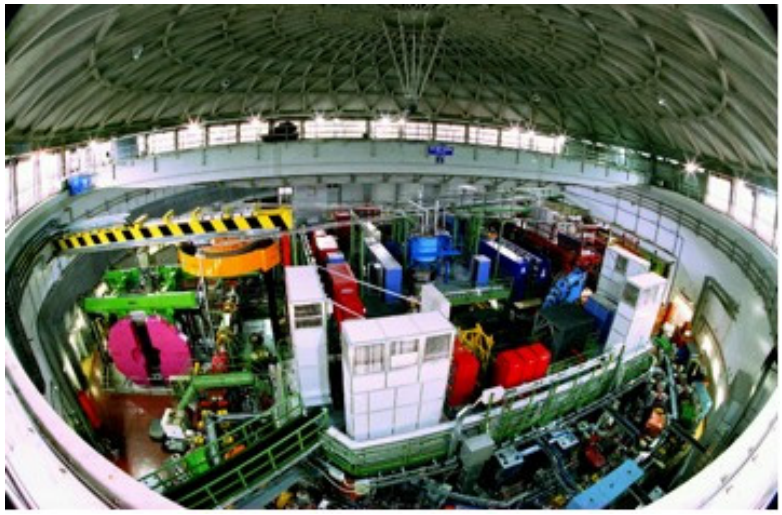


Figura 3: Acceleratore DAΦNE.

6 Conclusione

Oltre ad essere di per sé un progetto interessante, che permette al largo pubblico di partecipare in modo attivo alla vita scientifica di un grande laboratorio, "Il Turnista Virtuale" può rappresentare un'alternativa valida per i grandi apparati del presente e del futuro. Il controllo di grandi apparati e grandi infrastrutture mediante Virtual Control Rooms è attualmente oggetto di molti studi di ricerca e sviluppo, perchè è percepito come il miglior candidato per la gestione dei grandi progetti a livello mondiale (LHC, ILC, grandi telescopi, etc...). In modo tale, il pubblico potrà diventare parte attiva nella ricerca scientifica, condividendo le gioie e la bellezza della ricerca.

Referenze

1) H. Bilokon, Progetto Crescere, pag. 491.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

COMUNICARE LA FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE: IL CASO DI ASIMMETRIE E LE BROCHURE ISTITUZIONALI

Cecilia Migali
Ufficio Comunicazione INFN
Piazza dei Caprettari 70, 00186 Roma

Sommario

1) Il lavoro dell'Ufficio comunicazione dell'INFN
2) La nuova rivista: Asimmetrie
3) Il materiale informativo: le brochure
4) Il problema della comprensione
5) Conclusioni

1. Introduzione

L'Ufficio Comunicazione dell'INFN in qualità di ufficio stampa gestisce i rapporti con gli organi di informazione e cura la pubblicazione di libri, brochure e periodici. Nell'ambito delle pubblicazioni, la più importante dello scorso anno è stata sicuramente quella della nuova rivista dell'ente: "Asimmetrie".
Perché questo titolo?
La motivazione viene data nell'editoriale del primo numero dal Presidente dell'Infn, direttore responsabile della rivista, Roberto Petronzio: "Il mondo che ci circonda non è simmetrico a prima vista, ma la sua interpretazione da sempre è stata guidata dalla ricerca di simmetrie che, stabilendo relazioni tra quantità fisiche, riducano la complessità delle leggi a cui esse obbediscono. Non tutte le simmetrie però si

manifestano come tali, assumendo a volte forme nascoste in apparenti asimmetrie. (…) Da esse traiamo spesso lo stimolo a spingere la ricerca e le nostre teorie delle forze fondamentali verso generalizzazioni o rivoluzioni future. Tra simmetrie e asimmetrie la natura ci guida alla sua comprensione".

Figura 1: Asimmetrie, Anno I numero 1- novembre 2005.

2: La nuova rivista

Vediamo la struttura della nuova rivista e in particolare quella del primo numero. Asimmetrie ha una cadenza trimestrale e il direttore esecutivo è Barbara Gallavotti, responsabile dell'ufficio Comunicazione dell'Infn.

Ciascun numero avrà tre articoli dedicati a tre grandi aeree di ricerca o esperimenti dell'Infn. L'articolo di apertura del primo numero è stato dedicato al tema dei raggi cosmici e in particolare ad Argo, un innovativo rivelatore situato nella Pampa argentina che sarà in grado di indagare sull'origine e la natura della radiazione cosmica.

Asimmetrie racconterà inoltre i progressi di Lhc, il grande acceleratore di particelle al Cern di Ginevra realizzato per scoprire l'elusivo bosone di Higgs, e rispondere così a quesiti fondamentali sull'origine dell'Universo. Nel primo numero abbiamo parlato di Alice, il colossale apparato sperimentale che tenterà di ricreare in

laboratorio il plasma di quark e gluoni, un particolare stato della materia che è esistito per pochi secondi subito dopo il Big Bang.
Infine, un articolo di questo primo numero è dedicato a un tema che sempre più affascina il grande pubblico: quello del calcolo. Protagonista è il supercomputer ApeNext. I computer della famiglia Ape sono nati per soddisfare le complesse esigenze di calcolo dei fisici teorici, ma promettono, come spesso accade nella ricerca di base, importanti ricadute in campi diversi dalla fisica, come la biomedicina e la climatologia.
Oltre agli articoli principali, saranno presenti notizie brevi su eventi e ricerche Infn, e l'agenda delle conferenze nazionali e internazionali in cui è coinvolto l'ente. Ma non mancherà una sezione dedicata alle recensioni di libri di scienza e una rubrica chiamata "L'Esperimento", dedicata soprattutto ai giovani e agli insegnanti. Con materiale facilmente reperibile, i ragazzi potranno realizzare a casa o a scuola dei piccoli e divertenti esperimenti di fisica.
Proprio gli studenti e i loro insegnanti sono, infatti, il pubblico a cui si rivolge in primo luogo Asimmetrie. Gli altri interlocutori sono naturalmente i giornalisti, i rappresentanti del mondo politico, tecnici, ricercatori di altri campi e in generale tutte le persone curiose di scienza. In questa ottica, Asimmetrie si propone di fare da ponte tra mondi diversi, creando legami e occasioni di discussione. Si vuole così non solo contribuire a mettere in luce quali sono le sfide più stimolanti per i giovani ricercatori in questo settore della ricerca, e quali le prospettive che si aprono per chi decide di scegliere studi universitari in fisica, ma anche sottolineare le innumerevoli applicazioni tecnologiche che le scoperte in fisica nucleare e subnucleare portano inevitabilmente con sé.
Un altro aspetto rilevante della comunicazione dell'Infn passa attraverso la pubblicazione della brochure istituzionale. Per un centro di ricerca le brochure rappresentano uno strumento essenziale per far conoscere la propria storia e le proprie attività. Sono una sorta di carta di identità dell'ente che è giusto presentare ai diversi interlocutori. Se dunque è vero che le brochure sono essenziali per divulgare le attività dell'ente all'esterno, è altrettanto vero che la loro gestione è moto delicata. L'attenzione verso il rigore dei concetti, infatti, deve essere accompagnata

sempre da un registro linguistico adatto ad un pubblico eterogeneo, che veicoli al lettore non esperto i contenuti in modo corretto, semplice e possibilmente attraente. In questo senso giocano un ruolo primario le metafore, che possono essere usate quando ci troviamo di fronte a concetti estremamente complessi da spiegare. Una metafora, se calzante, è diretta, immediata, e riesce ad arrivare al cuore del problema.
Altro strumento essenziale per la redazione di materiale divulgativo, sia esso una rivista o una brochure, sono le immagini. Il lettore che sfoglia una rivista o una brochure con veste grafica gradevole e delle belle immagini si incuriosisce maggiormente ai suoi contenuti.
Nelle brochure Infn e nel primo numero di Asimmetrie abbiamo usato tre tipi di immagini: l'immagine evocativa, quella tecnica e quella funzionale. L'immagine evocativa è un'immagine suggestiva, che colpisce immediatamente l'attenzione del lettore, il quale viene in questo modo stimolato ad andare oltre la foto per saperne di più attraverso la lettura del testo. L'immagine tecnica invece non ha l'obiettivo di affascinare il lettore, ma semplicemente quello di mostrare, ad esempio, l'aspetto di uno strumento. Infine, l'immagine funzionale è in genere un grafico o uno schema accompagnato da un testo. Questa immagine viene spesso usata per illustrare le varie parti di un esperimento. In questo modo è possibile fare descrizioni approfondite con maggiore dettaglio e chiarezza di quanto potrebbe essere fatto all'interno di un testo.

3. Conclusioni

In conclusione, possiamo affermare che brochure e riviste sono elementi strategici nella comunicazione istituzionale di un ente di ricerca. Esse non solo rappresentano un essenziale mezzo di conoscenza, ma possono divenire anche terreno di confronto e discussione tra ricercatori, giornalisti, insegnanti e comuni cittadini.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

FISICA IN AUTOBUS

Piero Patteri*
Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, Via E. Fermi 40, 00044 Frascati

Sommario

Il progetto 'Fisica in autobus' è stato concepito dell' ambito delle celebrazioni per il '2005-Anno Internazionale della Fisica' e si è proposto di portare alcuni temi di frontiera della ricerca in fisica a contatto con un pubblico non selezionato, quale è quello degli utenti dei mezzi di trasporto cittadino. Nella comunicazione sono

---

* Domenico Di Bari[1], Franco Romano[2], Maurizio Basile[3], Lorenzo Bellagamba[3], Fiorenzo Degli Esposti[3], Paolo Pasini[3], Giovanni Fiorentini[4], Ferruccio Petrucci[4], Ilaria Bosellini[5], Josto Chinelli[6], Halina Bilokon[7], Franco Luigi Fabbri[7], Claudio Federici[7], Giuseppina Modestino[7], Piero Patteri[7], Andrea Salemme[7], Luisa Flora[8], *Nicoletta Nicolini[9], Andrea Santini[8], Franco Grancagnolo[10], Luigi Martina[10], Antonio Venturelli[11], Fernando Cogli[11], Anna Mangano[12,13], Marco Paganoni[13], Giuliana Piseri-Maccario[14], Antonino Pullia[12,13], Luca Trentadue[15], Cristiano Viappiani[16], Marina Ascari-Leone[17], Andrea Fontana[18], Sergio Ratti[18], Francesco Rossella[18], Attilio Alaimo[19], Paolo Lariccia[19,20], Gianfranco Chiocci[19], Sauro Bizzaglia[19], Rino Castaldi[21], Gloria Spandre[21], Maria Pia De Pascale[22], Piergiorgio Picozza[22], Francesco Longo[23], Stefano Fantoni[24], Roberto Iengo[24], Nico Pitrelli[24]
[1]*INFN - sezione di Bari , [2]Dipartimento Interateneo di Fisica di Bari, [3]INFN - sezione di Bologna, [4]INFN - sezione di Ferrara, [5]AMI-Ferrara, [6]Plastic Jumper-Ferrara, [7]INFN - Laboratori Nazionali di Frascati, [8]Festival della scienza-Genova, [9]Infm-Genova, [10]INFN - sezione di Lecce, [11]Istituto "Aldo Moro" Maglie. [12]INFN - sezione di Milano, [13]Università di Milano-Bicocca, [14]AIF Lombardia, [15]CERN, [16]Università di Parma, [17]Istituto "Calvino-Rozzano" Pavia, [18]Università di Pavia,[19]INFN - sezione di Perugia, [20]Università di Perugia, [21]Infn-Pisa, [22]Infn-Università Tor Vergata, [23]INFN-Università di Trieste, [24]SISSA*

descritti i diversi fronti (scelte tematiche, linguaggio grafico, organizzazione locale e attività interattiva via web) su cui si è sviluppato il progetto.

1 Fisica in autobus: un esperimento di comunicazione

Fisica in autobus espone i propri poster negli spazi che sono normalmente utilizzati per la pubblicità sia sui mezzi viaggianti che presso le stazioni di fermata. Si è cercato di usare un linguaggio volutamente controcorrente, provocatorio o intrigante, sia nella grafica che nella parte testuale, costituita da slogan, domande o testi brevi, per ottenere il massimo impatto nelle condizioni frettolose o precarie in cui i poster sono visti. Il contenuto del poster può presentare solo in maniera estremamente sintetica il tema, dati la ristrettezza degli spazi disponibili, e deve soprattutto incuriosire e indurre a visitare il sito web http://www.giocaconalbert.it appositamente realizzato per l' iniziativa[1)].

2 La scelta dello stile grafico e testuale

Sarebbe stato possibile scegliere un linguaggio più smaccatamente pubblicitario o altisonante, ma questo sarebbe stato in contrasto con la nostra aspirazione di stabilire un contatto rassicurante con il pubblico, e avrebbe reso difficile accompagnare il lettore nel primo contatto con un argomento insolito. Una scelta di quel genere probabilmente avrebbe richiesto anche il coinvolgimento di grafici pubblicitari specializzati, probabilmente irraggiungibili con i limiti di budget esistenti. D' altra parte, anche così è stato chiesto un considerevole sforzo ai fisici che suggerivano i temi da elaborare graficamente, in modo da evitare uno schema troppo didascalico-esemplificativo. La realizzazione grafica è stata perciò parzialmente affidata a disegnatori esterni, che hanno curato la realizzazione grafica a partire dalle linee guida e spunti ricevuti, e in parte è stata invece realizzata internamente.

Il primo poster della serie ha avuto una funzione di presentazione, ed è perciò stato dedicato ai fisici italiani vincitori del Premio Nobel; i successivi sono stati dedicati a temi di fisica moderna particolarmente suggestivi, come 'simmetria e antimateria', 'buchi neri e gravitazione', 'ordine e disordine' , 'neutrini'; alcuni poster sono stati

dedicati alle applicazioni della ricerca di base, per evidenziare la connessione, spesso insospettabile.

Figura 1: Il primo poster della serie ha avuto una funzione di presentazione, ed è perciò stato dedicato ai fisici italiani vincitori del Premio Nobel.

Agli studenti delle scuole coinvolte e ai visitatori del sito è data anche la possibilità di competere per la realizzazione dei manifesti proponendo soluzioni grafiche alternative sui temi selezionati, Gli elaborati sono visibili sul sito www.giocaconalbert.it o su ScienzaPerTutti.lnf.infn.it e parteciperanno di diritto al concorso organizzato annualmente da "ScienzaPerTutti".

3 L' organizzazione logistica

Il progetto originale prevedeva che fin dall' inizio dell'esposizione fossero disponibili tutti i poster con i 12 temi scelti, in modo da ruotarli mensilmente da una città all' altra; contemporaneamente avrebbero dovuto essere pronte le pagine corrispondenti sul sito www.giocaconalbert.it. La complessità della preparazione grafica, insieme con impreviste complicazioni in fase di stampa, dovute alla varietà di formati e grammatura della carta, ha portato infine a un' esposizione quasi contemporane dello stesso tema nella maggior parte delle sedi espositive; questo ha avuto comunque l' effetto positivo di permettere facilmente l' inserimento di altre città, in aggiunta o sostituzione, anche per esposizioni non continuative durante

tutto l' anno, in base alla disponibilità variabile di spazi espositivi e supporto locale.

Tabella 1: I dati principali delle esposizioni .

Città	# poster/ penduli*	Inizio esposiz.	Durata/ modalià
Bari	500	1-9-2005	continua
Bologna	200	1-9-2005	continua
Ferrara	40	25-7-2005	continua
Genova			temporanea
Lecce	60	1-9-2005	continua
Maglie	150	1-9-2005	continua
Milano	500	1-12-2005	continua
Parma	200	10-05	continua
Pavia	100	1-9-2005	continua
Perugia	150	1-9-2005	continua
Pisa	350	1-10-2005	continua
Roma	1000*	10-05	conclusa
Trieste	40	1-9-2005	conclusa

4 Il sito web www.giocaconalbert.it

L' interesse individuale dei ragazzi sarà stimolato anche dalla possibilità di competere per la realizzazione dei manifesti proponendo soluzioni grafiche alternative sui temi scientifici selezionati per la esposizione sugli autobus, e potranno suscitare una maggiore attenzione del pubblico adulto realizzando una serie di interviste ai viaggiatori sui mezzi pubblici nei quali i poster sono esposti. Gli elaborati e le interviste degli studenti saranno visibili sul sito www.giocaconalbert.it o su

ScienzaPerTutti.lnf.infn.it e parteciperanno di diritto al concorso organizzato annualmente da “ScienzaPerTutti”.

A 'Fisica in autobus' è anche associato un concorso basato sulle domande presentate nel corrispettivo poster tematico; la partecipazione al gioco richiede di collegarsi e iscriversi al sito http://www.giocaconalbert.it, Ognuno dei temi trattati in un poster appare in una pagina del sito in coincidenza con la prima esposizione; sono offerti spunti e suggerimenti per approfondire gli argomenti e per facilitare la scelta della risposta ai quesiti del concorso, spesso rinviando alle pagine di ScienzaPerTutti.lnf.infn.it o di altri siti divulgativi. Le domande sono poste in forma molto elementare e sono date quattro possibili risposte, senza alcuna difficoltà matematica o tecnica, cosicché il giocatore che si sia impegnato a trovare la soluzione abbia la soddisfazione di un chiarimento o una rassicurazione delle sue conoscenze su quel tema.

Figura 2: Uno dei poster tematici esemplificativo dello stile e della contaminazione stilistica tra temi affascinanti (i buchi neri) e quotidiani. Il riquadro in basso a destra contiene le domande relative, che rimandano al sito web.

Al sito sono iscritti attualmente (marzo 2006) 700 giocatori. I dati delle iscrizioni e la partecipazioni alle iniziative proposte costituiranno un diretto feedback della validità del linguaggio utilizzato, e permetteranno la caratterizzazione, per interessi e convolgimento, di un pubblico generalmente lontano dalle tematiche scientifiche.
Vari istituti scolastici in tutta Italia, elencati in tabella 2, hanno aderito al programma, anche in assenza dell' esposizione sugli autobus nella loro città, e hanno ricevuto il materiale espositivo per le iniziative in ambito scolastico o locale.

Tabella 2:Gli istituti scolastici coinvolti in "FISICA IN AUTOBUS" .

Città	**Istituto scolastico**
Perugia	Liceo Scientifico 'G Galilei'
Foggia	Istituto d'Istruzione secondaria 'C. Poerio'
Viareggio (LU)	Liceo Scientifico 'Barsanti e Matteucci'
Tradate (VA)	Liceo Statale 'Marie Curie'
Rimini	Liceo Scientifico e Artistico 'A. Serpieri'
Ariccia (RM)	Istituto Tecnico Industriale 'S. Pertini'
Vibo Valentia	Liceo Scientifico G. 'Berto'
Maglie (LE)	Istituto Magistrale 'A Moro'
Caserta	ITIS 'Giordani'
Santa Maria C.V. (CE)	Liceo Classico 'C. Nevio'
Salerno	Liceo Scientifico Statale 'Leonardo Da Vinci'

I dati delle iscrizioni e la partecipazioni alle iniziative proposte costituiranno un diretto feedback della validità del linguaggio utilizzato, e permetteranno la

caratterizzazione, per interessi e convolgimento, di un pubblico generalmente lontano dalle tematiche scientifiche.

Referenze

12) F.L.Fabbri Congresso SIF Catania Sett 2005.

13) H. Bilokon et al., LNF Activity Report 2005 (in english).

Sitografia

1) http://scienzapertutti.lnf.infn.it/

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

LES RENCONTRES DE PHYSIQUE DE LA VALLÉE D'AOSTE

Melinda Siciliano
Università degli Studi di Torino -Via Pietro Giuria 1, I-10129 Torino
Indirizzo personale: Via Promis 3, I-11100 Aosta

Sommario

In questo articolo si cercherà di esporre brevemente il lavoro realizzato dalla sottoscritta in collaborazione con la Desandré Video Pro di Nus (Aosta) durante le conferenze Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste tenutesi quest'anno tra febbraio e marzo. Il lavoro consiste in dieci brevi interviste agli organizzatori su argomenti di fisica e tematiche connesse ad essa. Il filmato è stato realizzato in formato DVD.

1 Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste

Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste possono essere considerate come un punto di riferimento internazionale per la fisica delle particelle e dell'astrofisica. Sin dalla prima edizione, (1987) sono caratterizzate dal proporre ai partecipanti un'ampia gamma di argomenti che permettono di ottenere un quadro preciso della ricerca sia teorico-fenomenologica sia sperimentale. In più, si hanno sessioni particolari che trattano argomenti di fisica di una certa rilevanza nell'ambito della ricerca attuale (Round Table), e una sessione dedicata alle applicazioni tecnologiche, alle ricadute sociali della ricerca, argomenti di più ampio interesse generali o per altri campi di ricerca (Physics and Society).

Altre iniziative di notevole interesse a livello culturale sono gli incontri con gli studenti dell'ultimo anno delle scuole medie superiori della Vallée D'Aosta e gli incontri di aggiornamento con i docenti.

2 Come è nato il progetto e come è stato realizzato

La Desandré Video Pro[1] (DVP) è una azienda che si occupa di videoproduzioni e fornisce supporti audiovisivi. Il titolare, Romuald Desandré, è anche proprietario della web-TV RDNews Web-TV della Vallée d'Aosta[2]. La progettazione di questo sito era in corso da gennaio del corrente anno. Come consulente per alcuni progetti realizzati dall'azienda, avevo proposto tra i vari servizi su manifestazioni e avvenimenti che si svolgono in Valle d'Aosta la realizzazione di un possibile servizio sul notiziario web riguardo lo svolgersi delle conferenze di fisica di La Thuile.
Dopo aver vagliato le varie proposte e stabilito la fattibilità di ognuna di esse, la DVP mi ha proposto di collaborare con loro alla realizzazione di un filmato sugli incontri di La Thuile in qualità di consulente scientifico e come assistente alla fase di post produzione.

2.1 Realizzazione

Si è deciso realizzare delle brevi interviste in cui si proponeva un tema da sviluppare in un massimo di 6 minuti precisando agli intervistati che il filmato era indirizzato a studenti frequentanti delle scuole medie superiori.
Gli argomenti da sviluppare sono stati scelti dal programma delle conferenze in modo che si avesse una visione complessiva delle tematiche affrontate nel corso delle varie giornate e una panoramica generale di quello che viene studiato nell'ambito della ricerca in fisica oggigiorno. Per la preparazione delle domande si è ricercato materiale informativo in biblioteca (libri, riviste...), sul web (siti ufficiali e

---
1 www.desandrevideopro.it
2 www.rdnews.it

divulgativi dei laboratori di ricerca , ricerca di articoli scientifici originali...), oppure richiesto direttamente a ricercatori e professori dell'Università di Torino.

3 Risultato ottenuto e conclusioni

Una volta effettuate le riprese e terminata la fase di post produzione si è ottenuto un filmato della durata di 57 minuti in cui si hanno interviste sullo sviluppo della ricerca in fisica, di cosa si è occupata finora e cosa si cerca ancora di comprendere e si trovano anche interviste su argomenti connessi come il rapporto con la società, la divulgazione e il legame con la scuola. Il filmato è in formato DVD dotato di menu interattivo per permettere una selezione degli argomenti che si vogliono visionare.

Tabella 1: Contenuto del DVD.

Autori	*Argomenti*
A.de Rujula	*Astrofisica*
E. Coccia	*Fisica dei Neutrini*
F. Cervelli	*Acceleratori*
G. Chiarelli	*Round Table*
F.Gianotti	*LHC*
A. Impérial	*Divulgazione in VdA*
E. Bertolini	*ITER*
R. Bertani	*Geotermia*
M. Greco	*Fisica & Scuola*
G. Bellettini	*Considerazioni Finali*

L'Assessorato alla Pubblica Istruzione della Regione Vallée d'Aosta ha acquistato 200 copie che sono state distribuite alle scuole superiori e alle biblioteche del

territorio valdostano. Importante da segnalare che la copia della Biblioteca Regionale della Vallée d'Aosta è stata resa prestabile[1].

Inoltre sul sito RDNews è possibile visionare parte interviste presenti nel filmato finale.

Figura 1: Pagina scientifica del sito RDNews.

4 Ringraziamenti

Desidero ringraziare gli organizzatori delle Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, la Desandé Video Pro,l'Assessorato alla Cultura della Regione Vallée d'Aosta e i professori e i ricercatori dei dipartimenti di Fisica dell'Università degli

---

1 Normalmente i DVD non sono prestabili o comunque materiali di tipo audio o di tipo visivo come CD e VHS non sono prestabili solo dopo 18 mesi dalla pubblicazione. Su nostra richiesta e con l'autorizzazione della Biblioteca Regionale di Aosta, questa copia è stata resa prestabile.

Studi e dell'INFN di Torino con un ringraziamento particolare alla prof.ssa M.P. Bussa e l'organizzazione di Comunicare Fisica.

Referenze

14) Mario Greco, Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, http://www.infn.it/notiziario/not10/particelle.htm

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

ORIENTAMENTO E PROMOZIONE DELLA FISICA: ALCUNE PROPOSTE DEL DIPARTIMENTO E DELL'ISTITUTO DI FISICA DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Flavia Groppi*
Dipartimento di Fisica, Laboratorio Acceleratori e Superconduttività Applicata – L.A.S.A., via F.lli Cervi 201, I-20090 Segrate (MI)

Sommario

Il Dipartimento di Fisica e l'Istituto di Fisica Generale Applicata dell'Università degli Studi di Milano nell'ambito del Progetto Nazionale "Lauree Scientifiche" intendono avviare una serie d'iniziative finalizzate all'orientamento degli studenti verso la Fisica, all'aggiornamento degli insegnanti e alla diffusione della cultura scientifica attraverso due principali linee d'azione: Laboratori di fisica: *Il laboratorio aperto* e la Promozione della Fisica.

1 Introduzione

Nell'ambito del Progetto Nazionale "Lauree Scientifiche" presso il Dipartimento di Fisica e l'Istituto di Fisica Generale Applicata si sono avviate una serie di iniziative con i seguenti obbiettivi:

a) fornire agli studenti della scuola secondaria una corretta percezione della fisica nei suoi aspetti di potente strumento di analisi e di conoscenza dell'andamento dei

---

* In collaboazione con: F. Camera, M. Carpineti, M. Giliberti, A. Giussani, V. Grassi, N. Ludwig, E. Meroni, L. Miramonti, L. Perini, M. Romè, A. Testa, P. Tucci, R. Vecchi, M. Provenzano.

fenomeni naturali, di potente strumento di trasformazione dei fenomeni naturali, e delle nostre categorie interpretative di questi fenomeni;

b) fornire agli studenti conoscenze di base di Fisica e dei suoi metodi in modo che essi siano in grado di costruirsi semplici modelli interpretativi dei fenomeni macroscopici più vistosi e ricorrenti, di costruirsi strumenti di orientamento per l'interpretazione di fenomeni sconosciuti, di valutare se le loro aspettative sulla rilevanza e sulle difficoltà degli studi universitari possano essere soddisfatte dall'iscrizione al Corso di Laurea in Fisica;

c) elaborare insieme ad esperti, e in primo luogo con gli insegnanti, strategie didattiche adeguate;

d) aiutare gli studenti, attraverso strategie che incidono sulla cultura diffusa nella società e in gruppi culturalmente e socialmente omogenei, a considerare la conoscenza della Fisica come una componente rilevante della loro esperienza, a stabilire un canale di comunicazione bidirezionale con il mondo degli adulti esperti e, in particolare, con quello degli insegnanti, ad essere in grado di valutare la qualità delle informazioni sulla Fisica che vengono fornite dai mezzi di comunicazione.

2 Il progetto

La proposta consiste nell'istituzione di un gruppo di lavoro costituito da professori e da insegnanti e coadiuvato da tirocinanti e personale universitario che progetta, realizza e sperimenta una serie di azioni che verranno fruite successivamente da un numero molto elevato di scuole, di insegnanti e di studenti

2.1 Il Laboratorio di Fisica: *"Il Laboratorio aperto"*

Si tratta d'attività di laboratorio rivolte in prevalenza a studenti dell'ultimo biennio della scuola superiore e ai loro insegnanti, che vengono realizzate o presso il Dipartimento o presso le scuole stesse. Consiste nella progettazione, realizzazione e sperimentazione d'attività di laboratorio con l'obbiettivo che siano gli studenti a condurre le esperienze utilizzando – e in qualche caso costruendo - le apparecchiature. Le attività proposte, che verranno attivate progressivamente in

diverse sedi, sono:

•Realizzazione in locali dell'università, in cui le varie classi potranno accedere sotto la supervisione di un responsabile, ad una struttura con 10 esperienze di fisica .

•Realizzazione di un'apparecchiatura per la rivelazione e lo studio di radiazioni ionizzanti (una camera a nebbia a diffusione) ad uso didattico e sviluppo di percorsi didattici ad essa relativi per varie tipologie di scuole superiori. Questa attività è di interesse specifico INFN che finanzia tutto il materiale necessario.

- Formazione teorica e sperimentale di insegnanti su tematiche di superconduttività.
- Divulgazione delle conoscenze in materia di radioattività naturale con particolare riferimento al gas radioattivo naturale Radon.
- Laboratorio fisico-astronomico: il controllo delle leggi di Keplero e la misura della velocità della luce mediante osservazioni dei satelliti di Giove.
- Il laboratorio di spettroscopia stellare: la classificazione spettrale delle stelle.
- Il laboratorio storico: rilevazione delle onde elettromagnetiche per mezzo di un apparato strumentale che è fedele ricostruzione storica dell'apparato di Hertz.
- Inventiamo un esperimento: strutturare e realizzare esperimenti a partire da set di materiale forniti, "inventando" come utilizzare il materiale fornito, senza spiegazioni. A titolo d'esempio: misura della densità dell'aria presente nell'ambiente; scatola nera; temperatura superficiale di una lampadina, ...

2.2 Promozione della Fisica

Consiste in iniziative rivolte a far scoprire agli studenti, a partire da quelli della scuola primaria, che le conoscenze fisiche sono sempre più necessarie in quasi tutti i settori scientifici sia di ricerca pura sia applicata con l'intento di promuovere la fisica come strumento scientifico, tecnologico e culturale A tal fine sono incluse nel progetto una serie di azioni che propongono una didattica della fisica non tradizionale e iniziative diverse di diffusione di cultura scientifica a supporto dell'orientamento e della didattica che comprendono sia visite ai laboratori didattici e di ricerca, sia corsi di approfondimento su alcune specifiche tematiche sino alla frequenza di alcuni studenti in laboratori in cui si svolgono attività di ricerca particolarmente avanzata, al fine di far capire loro come lavora un fisico. Si tratta di:

•Lo Spettacolo della Fisica. A seguito del successo del laboratorio-spettacolo per bambini del II ciclo elementare ("Facciamo luce sulla materia"), su argomenti di fisica della materia e ottica, si propone a studenti e ai loro insegnanti della scuola superiore di lavorare su alcuni temi affrontati nello spettacolo.

- Il teatro della fisica: QED: messa in opera di uno spettacolo, inedito in Italia, sulla figura del celebre Richard Feynman.
- La fisica in vista: un gruppo di lavoro selezionerà audiovisivi interessanti per preparare unità didattiche di approfondimento su alcuni temi affrontati nei video.
- Musei universitari: un gruppo di lavoro preparerà unità didattiche nelle quali la visita al Museo costituirà un momento rilevante del progetto didattico.
- La visita al laboratorio di fisica. Vengono condotte ormai con regolarità le visite ai laboratori didattici e di ricerca.
- I seminari-lezioni di fisica moderna.
- Stages presso i laboratori di fisica: si offre a più di 100 studenti dell'ultimo anno di scuola media superiore l'opportunità di lavorare per una settimana in alcuni laboratori dell'unità proponente per sperimentare come lavora un fisico.
- Master Universitario in Comunicazione Scientifica. La proposta consiste nel mettere a disposizione due posti riservati alla partecipazione di insegnanti che intendono frequentare il Master Universitario in Comunicazione Scientifica dell'Università degli Studi di Milano.
- Il corso di preparazione alle gare di I e II livello delle Olimpiadi di Fisica, rivolto a studenti di IV e V classe ed è realizzato in collaborazione con la SILSIS.

3 Conclusioni

Alcune delle azioni proposte poggiano su attività di diffusione di cultura scientifica sulle quali l'unità proponente ha già consolidato esperienza per iniziative consimili pregresse e riscosso incoraggianti risultati in termini di gradimento degli utenti e di ricadute nonché di capacità moltiplicativa dell'iniziativa. Il progetto che prevede il coinvolgimento al termine dei due anni di un numero di circa 300 insegnanti e 7000 studenti, anche se può sembrare ambizioso, ha buone possibilità di successo.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

IL PROGETTO LABORAD 2005 : UN LABORATORIO *FAI DA TE* PER LA RIVELAZIONE DELLA RADIOATTIVITA' NATURALE

Paolo Randaccio*
Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari e Sezione INFN di Cagliari

Sommario

La iniziativa proposta dal nostro gruppo di lavoro vuole essere un contributo alla divulgazione scientifica su temi di interesse generale ma spesso poco conosciuti o travisati, come la radioattività naturale. La proposta è rivolta soprattutto agli studenti delle Scuole Superiori ai quali vengono offerte le attrezzature necessarie per realizzare autonomamente delle esperienze nel campo della rivelazione delle radiazioni impiegando varie tecniche di misura, che vanno dai dosimetri a tracce nucleari alla strumentazione attiva con rivelatori a stato solido; il tutto è realizzato con componenti facilmente reperibili e di basso costo. L'iniziativa è stata finanziata dall'INFN con la sigla LABORAD; ulteriori informazioni sul progetto sono reperibili sulla pagina web http://randaccio.ca.infn.it/laborad .

1 Metodi

Coinvolgimento diretto dello Studente

Rispetto alla idea del Laboratorio di Fisica come dimostrazione visiva di fenomeni si vuole modificare l'atteggiamento dello Studente da osservatore a costruttore e ideatore di esperimenti. Perciò vengono proposte tutte le attività tipiche di un ricercatore che parte dalla idea del tipo di fenomeno da studiare, progetta e costruisce

---
* Co-Autori: Eric Pani, Mauro Puddu

lo strumento, acquisisce i dati, li elabora e infine deduce la legge fisica che sta alla base del fenomeno studiato.

Impiego di elaboratori elettronici
L'impiego di un elaboratore per la acquisizione dei dati, la analisi e la presentazione dei risultati riduce la complessità dello strumento, infatti l'elaboratore oltre ad eseguire operazioni logiche che richiederebbero un aumento notevole del numero di componenti elettronici mette a disposizione gli strumenti di interazione diretta dell'operatore eliminando così la necessità di utilizzare pulsantiera o display nello strumento realizzato. Così l'elaboratore diventa un componente dello strumento e parte integrante di esso.

Tecniche di interfacciamento
L'uso dell'elaboratore implica la conoscenza delle tecniche di interfacciamento, tramite la porta parallela o la porta USB, e coinvolge lo studente nelle problematiche di interazione tra componenti hardware e software di un elaboratore. Ovviamente vengono forniti tutti gli elementi che consentono di realizzare l'interfacciamento e il software di acquisizione, ma allo stesso tempo viene proposto allo studente di personalizzare e migliorare la applicazione.

2 Proposte operative

Sono di seguito elencate le proposte operative che si sono concretizzate sotto forma di scatole di montaggio o strumentazione completa e funzionante fornita alle Scuole coinvolte nelle iniziative del progetto LABORAD.

2.1 Contatore proporzionale

Vengono forniti tutti gli elementi necessari per la realizzazione del rivelatore, dei circuiti di alimentazione e della elettronica di conteggio e interfacciamento con un elaboratore. I componenti principali per la realizzazione del rivelatore sono l'involucro cilindrico, realizzato in alluminio o in ottone, il filo in tungsteno dorato di diametro 30 micron, il connettore BNC. Il gas di riempimento (Argon + CO2) è

fornito in bombolette usa e getta che possono essere ricaricate e utilizzate varie volte. L'alimentatore ad alta tensione è realizzato con un circuito moltiplicatore di tensione; il circuito di conteggio e di interfacciamento è realizzato con componenti logici TTL. Vengono forniti sia i componenti attivi e passivi sia i circuiti stampati e i vari connettori.

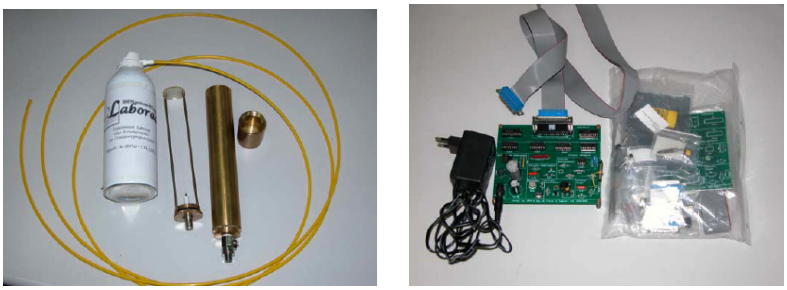


Figura 1 : Nelle immagini sono presentati i kit del contatore e dei circuiti elettronici.

2.2 Rivelatore a stato solido con preamplificatore di carica e spettrometro

Il kit comprende un rivelatore al Silicio del tipo PIN-diode disponibile commercialmente a costo modesto, i circuiti stampati per la costruzione del preamplificatore di carica e dello spettrometro, i componenti elettronici.

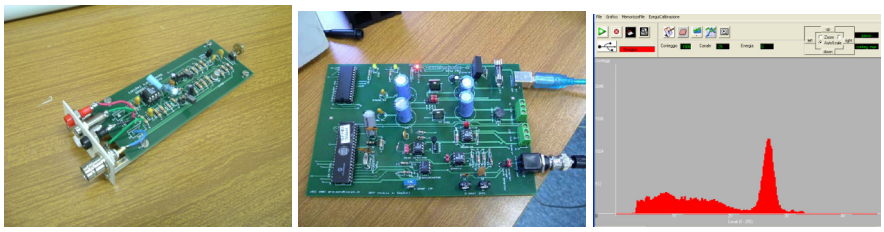


Figura 2: Rivelatore e preamplificatore di carica, spettrometro, visualizzazione di uno spettro.

La realizzazione di questo strumento introduce lo studente nel campo della elettronica nucleare, una volta realizzato esso è in grado di effettuare spettroscopia

alfa o gamma a seconda del tipo di rivelatore utilizzato. Il componente principale dello spettrometro è un microcontrollore che realizza le funzioni principali di un multicanale, ovvero la conversione AD e la classificazione degli impulsi in funzione della altezza.

2.3 Analisi della radioattività naturale con rivelatori a tracce

Ad ogni scuola coinvolta nella iniziativa LABORAD è stato fornito un laboratorio completo per la rivelazione di tracce nucleari comprendente alcune centinaia di dosimetri del tipo CR39, un bagno termostatico per il trattamento di corrosione chimica, un microscopio con telecamera interfacciata all'elaboratore, più accessori vari (termometro, vasche, contenitori, porta-dosimetri). Con questo tipo di strumentazione possono essere effettuati vari esperimenti per la valutazione del contenuto radioattivo in molte matrici ambientali. Oltre alla misura tradizionale della concentrazione del Radon può essere effettuata la analisi autoradiografica di rocce al fine di individuare i punti caldi di emissione, particolarmente significativa è la analisi di rocce contenenti agglomerati di diversi minerali come ad esempio granito.

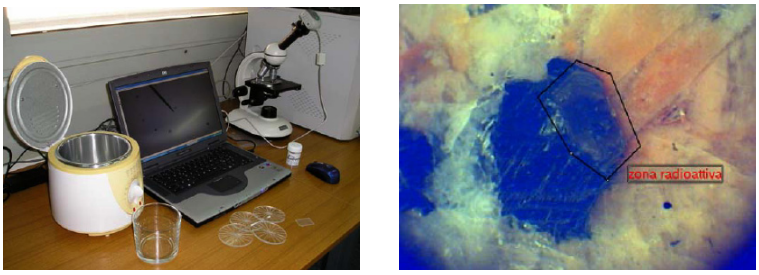


Figura 3 : Laboratorio per rivelatori a tracce e immagine al microscopio di un granulo radioattivo presente in un campione di granito.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

IL PROGETTO ENVIRAD
UN MODO "COINVOLGENTE" DI COMUNICARE FISICA

Vincenzo Roca
Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Scienze Fisiche e INFN, sezione di Napoli – C. U. di Monte S.Angelo, via Cinthia, 80126 Napoli

Sommario

Il progetto, finanziato dall'INFN, si propone di avvicinare gli studenti delle scuole medie superiori alla pratica del metodo sperimentale mediante il loro diretto inserimento in un'attività di ricerca biennale nel campo della radioattività ambientale. A tre anni dall'inizio, il primo dei quali speso con una scuola pilota per mettere a punto la strategia d'intervento, i risultati sono stati più che soddisfacenti sia sul piano dei risultati scientifici conseguiti, sia su quello del coinvolgimento e dell'interesse degli studenti. Sulla base dell'esperienza maturata viene qui presentato un bilancio dell'attività e sono discusse le sue possibili prospettive di sviluppo.

1 Introduzione

I temi ambientali sono ormai da tempo all'ordine del giorno nel dibattito quotidiano, ma non sempre la discussione avviene al livello richiesto dalla serietà dell' argomento e ciò a causa della mancanza, da parte della popolazione media, di adeguati strumenti culturali. L'unico modo per colmare questo gap è potenziare lo studio delle materie scientifiche nella scuola e, possibilmente, fornire per esse un approccio più culturalmente corretto, volto cioè a far acquisire agli studenti non solo più nozioni, ma un metodo di osservazione e strumenti di analisi che possano

migliorare la comprensione del mondo che li circonda. Il progetto Envirad è stato sviluppato per avvicinare gli studenti delle scuole secondarie della Campania all'acquisizione del metodo sperimentale mediante il loro coinvolgimento diretto in un'attività di ricerca in fisica ambientale.

2 Il progetto

Il campo di attività scelto è quello della radioattività ambientale[1)], in particolare dell'esposizione al radon negli ambienti chiusi e delle misure delle concentrazioni del gas anche per scopi che vanno oltre quello più prettamente sanitario. Le ragioni di questa scelta sono essenzialmente tre: l'esperienza accumulata nel settore da parte del gruppo proponente il progetto, l'attualità dei temi associati e la necessità di una loro comprensione e condivisione quanto più profonde e larghe possibili, la possibilità di approfondire, affrontandoli, molti concetti fondamentali, non solo di fisica, e quella di effettuare realmente, da parte degli studenti, interessanti misure. Il progetto è stato sviluppato su tre anni, il primo dei quali è stato speso per mettere a punto la strategia d'intervento in una scuola scelta come istituto "pilota". Nei due anni successivi gli studenti hanno svolto il proprio lavoro in due direzioni scelte per mostrare i due volti della radioattività: quello problematico dei rischi per la salute ad essa associati e quello di fonte d'informazione per intervenire in campi che da essa sono completamente separati. La prima linea è stata sviluppata nella pianificazione, lo svolgimento, usando rivelatori di tipo passivo, e l'analisi dei risultati di campagne di rilevamento della concentrazione di radon indoor, innanzitutto negli ambienti delle scuole partecipanti ed eventualmente in altre scuole e in altri ambienti interessanti. Il secondo obiettivo del progetto è stato il monitoraggio continuo del radon nel suolo, utilizzando un sistema, messo a punto ad hoc, basato sulla raccolta elettrostatica dei prodotti di decadimento del radon, per cercare correlazioni tra le variazioni dei livelli di concentrazione e parametri tipici dell'attività sismica e vulcanica. Queste correlazioni sono da tempo studiate in geofisica e sono molto interessanti in Campania, la cui attività sismica e vulcanica sono ben note, come anche gli alti livelli di radioattività che caratterizzano la regione [2),3)].

3 Il metodo e i risultati

Il lavoro preliminare svolto nel corso del primo anno è stato molto importante perché ha permesso di trovare e verificare su piccola scala, ma nelle reali condizioni di lavoro, la strategia che è stata successivamente applicata in tutte le altre scuole che hanno partecipato al progetto. Innanzitutto è stata operata una selezione degli argomenti da studiare ed è stato cercato il modo più efficace per proporli agli studenti. Il problema che per primo si è presentato è stata la compatibilità tra i nuovi argomenti proposti e l'attività ordinaria degli studenti, impegnati nella normale vita scolastica, con gli impegni che essa richiede. Intorno a questo problema si è molto discusso con gli insegnanti, il cui ruolo nel progetto si conferma, anche per questo motivo, della massima responsabilità: a loro, infatti, è demandato il compito più importante, quello cioè di integrare ì, collegialmente, le necessità poste dall'adesione al progetto con lo studio delle materie classiche, dando risposta positiva ad esse senza compromettere il profitto nell'attività ordinaria. E' questo il problema cruciale da risolvere per qualunque attività aggiuntiva che si voglia proporre alla scuola, oggi. Esserne consapevoli impedisce di porsi obiettivi sbagliati. Una sua soluzione generale è evidentemente impossibile: non si può proporre qualsiasi attività a qualsiasi scuola. Ma obiettivi ragionevoli possono essere perseguiti a condizione di confrontare realisticamente le esigenze poste dalla sperimentazione con la situazione dei programmi in vigore. Sulla base dell'esperienza maturata nel primo anno, quindi, è stata impostata l'attività nelle 20 scuole che hanno successivamente aderito al progetto, il cui sviluppo è stato possibile soltanto grazie alla collegialità con la quale i docenti hanno affrontato la sfida e la sinergia che si è cercata tra alcuni aspetti del nuovo impegno proposto e lo studio dei temi tradizionali. L'attività più propriamente formativa del progetto si è sviluppata affrontando e via, via approfondendo i concetti di base della radioattività e le caratteristiche delle radiazioni ionizzanti, l'origine della radioattività naturale e le proprietà del radon, le motivazioni, in vari ambiti, del monitoraggio e le tecniche di misura. Per un'ottimale comprensione dei vari argomenti e per la piena operatività degli studenti, un ruolo importante ha giocato l'attività pratica, che è consistita in

osservazioni in laboratorio e in misure di concentrazione di radon svolte presso le scuole con rivelatori short - term di vario tipo. Queste ultime hanno consentito, svolgendo cicli di misura di una - due settimane, di prendere confidenza sia con le tecniche di misura e di analisi, sia col comportamento del radon, necessario per la progettazione delle campagne long – term, uno degli obiettivi del progetto. Queste campagne sono state organizzate esponendo in ogni scuola in media una ventina di rivelatori di tracce nucleari basati sul LR115, del tipo già utilizzato nelle principali campagne svolte in Italia, per due semestri consecutivi, con lo scopo di valutare sia la dose media annua associata all' esposizione, sia l'influenza delle differenti condizioni meteorologiche stagionali. I risultati, insieme con tutte le informazioni sui luoghi di esposizione necessarie per la loro corretta interpretazione, saranno conservati in un data base accessibile via rete. In tal modo ogni gruppo di studenti potrà effettuare osservazioni ed analisi sull'intero set di dati. Accettando il nostro invito iniziale, alcuni partecipanti hanno esteso il proprio campo di osservazione ad altre scuole o ad altri edifici pubblici. In qualche caso, quando le altre strutture studiate erano ancora scuole, i "nostri" studenti hanno esportato verso di esse il "metodo Envirad", cioè non si sono limitati ad una semplice esecuzione di misure, ma hanno coinvolto gli ospiti nella problematica generale, nella quale hanno inserito l'attività sperimentale.

Gli studenti sono stati anche invitati ad estendere il proprio campo d'interesse verso altre attività; alcuni hanno accettato. Ad esempio quelli di Ischia hanno organizzato una campagna in un quartiere caratterizzato da abitazioni costruite con largo impiego di tufo verde, caratteristico dell'isola vulcanica., ed hanno effettuato un approfondito studio della geologia dell'area. Un altro gruppo ha scelto di analizzare gli effetti citogenetici delle radiazioni ionizzanti, utilizzando cellule umane esposte a differenti dosi di raggi X. L'esposizione è stata effettata presso un generatore del Dipartimento di Scienze Fisiche; gli studenti hanno imparato ad usato una specifica tecnica di colorazione (GIEMSA) per visualizzare ed osservare alcune aberrazioni dei cromosomi (dicentrici e ring). La classificazione delle aberrazioni è stata effettuata con un microscopio ottico. Durante il secondo anno, oltre all'analisi ed alla

discussione dei dati delle misure long - term è stato sviluppata la seconda tematica dell'esperimento: il monitoraggio del radon nel suolo utilizzando l'apparato Ramona[4)], che è costituito da un rivelatore al silicio accoppiato con una camera a raccolta elettrostatica. Esemplari dello strumento, installati nelle scuole partecipanti, sono collegati alla rete attraverso un'interfaccia Ethernet e sono gestiti direttamente dagli studenti. Essi, sfruttando le peculiarità dello strumento, riescono a separare negli spettri acquisiti i due isotopi più probabili del radon e quindi a confrontare le variazioni dell'isotopo a vita media maggiore, il solo significativo, con i dati che saranno forniti dai geofisici. Un altro interessante aspetto del secondo anno è stata l'attività di "tutoraggio" che, per ogni scuola, gli studenti "esperti" hanno esercitato rispetto a quelli più giovani che si sono inseriti successivamente nel progetto. Ciò ha contribuito alla creazione di un ciclo virtuoso in grado di garantire il prosieguo dell'attività: Infine, con lo scopo di fornire agli studenti sempre più stimoli durante il periodo di training e quindi per tenere vivo l'interesse per questo lavoro, sono state instaurate collaborazioni con altri gruppi impegnati in progetti che, con metodi diversi ed in altre regioni, perseguono il nostro stesso scopo.

4 In consuntivo scientifico

Al di là della buona riuscita del progetto sul piano dell'addestramento al lavoro di ricerca, vanno sottolineati i risultati perseguiti sul pano più prettamente scientifico. I risultati delle misure indoor, innanzitutto: condotti sulla base di protocolli ben definiti e con tecniche affidabili, essi costituiscono il primo set di dati relativi all'esposizione al radon nelle scuole dell'Italia meridionale. Ma anche il monitoraggio del radon nel suolo fornisce a chi è interessato allo studio della dinamica della crosta terrestre una tecnica che può risultare molto utile. Il risultato più originale che viene fuori da questa analisi, comunque, è che i due tipi di risultati, quelli scientifici e quelli educativi, sono stati prodotti nell'ambito dello stesso progetto. Che strumenti sono stati messi a disposizione delle scuole per ottenere questi risultati ? Essenzialmente: incontri-lezione, manualistica in formato sia cartaceo che digitale, attività sperimentale durante la fase di training, discussione degli aspetti scientifici dell'attività di ricerca e confronto con risultati di altri studi

nella seconda fase. Un importante ruolo nel coordinamento delle attività è stato rivestito dalla pagina web del progetto (www.envirad.it), dalla quale è possibile raggiungere le varie informazioni e i documenti utili, nonché stabilire i contatti, oltre che all'intero della collaborazione, anche con gli esperimenti gemellati. Dal sito sono accessibili anche le pagine web delle singole scuole, in cui i vari geuppi tengono un diario variopinto e originale della propria attività che chiunque può consultare. Da esso si hanno anche spunti per simulazioni numeriche, che sono molto utili nella comprensione di alcuni concetti di base e si possono consultare alcuni questionari che, sottoposti agli studenti ed ai loro insegnanti in varie fasi del progetto, ci hanno aiutato a capire sia il punto di partenza che l'evoluzione della percezione dei vari temi durante l'evolversi dell'attività. Anche se limitate necessariamente alla fine di ogni ciclo annuale, sono state utili le riunioni in cui i ragazzi hanno presentato in forma grafica e/o orale i risultati del lavoro svolto, rivelando capacità descrittive e di sintesi inattese per persone così giovani.

5 Conclusioni e prospettive

Il progetto Envirad è stato strutturato come un tipico esperimento finanziato dall'INFN: un progetto, un piano finanziario, il finanziamento, lo svolgimento e le conclusioni. Poiché queste fasi si sono succedute e poiché i risultati ci sono stati, come già detto, e sono stati anche buoni, potrebbe sembrare logico applicare anche ad esso la procedura standard. Ma se ripensiamo un attimo al tipo di risultati ottenuti, ci accorgiamo che utilizzare anche in questo caso lo schema classico può essere penalizzante. Infatti l'unico dato prodotto che può essere considerato definitivo è quello della campagna indoor, anche se le strutture oggetto delle indagini sono più di quante ne fossero state previste inizialmente e per alcune di esse i risultati si avranno nei prossimi mesi. Anche la rete di monitoraggio del suolo è in via di completamento e pensare di fermarla appena consolidata sarebbe uno spreco degli sforzi fatti per realizzarla. Ma soprattutto l'ottimo risultato del processo di inserimento dei giovani nell'attività di ricerca, con tutte le ricadute positive che ciò comporta, ci induce a chiederci se non sia il caso di compiere uno sforzo per valutare la possibilità di estendere sia negli anni, sia ad altre scuole l'attività. Ovviamente

ciò non può essere ottenuto semplicemente prolungando senza limiti l'esperimento INFN, d'altra parte l'impegno del gruppo che ha portato avanti il progetto in questi anni è stato consistente e anche la sua reiterazione illimitata non si concilierebbe con l'attività istituzionale e di ricerca dei suoi componenti. Una possibile soluzione ci è parsa quella di chiedere un anno di proroga da spendere, oltre che per completare le attività in corso, anche per progettare insieme agli insegnanti, un modo per continuare il lavoro e anche di estenderlo, spostando il baricentro dell'attività verso la scuola, lasciando all' Università ed all'INFN il ruolo di guida, di consulenza e di formazione degli insegnanti. Ciò potrà avvenire soltanto predisponendo una buona quantità di materiali didattici, di programmi di apprendimento e di lavoro precisi che fissino un quadro di conoscenze minime entro il quale possa svolgersi l'attività degli studenti sotto la guida dei loro docenti e col coordinamento di un tutor esterno che,pur non essendo impegnato massicciamente, segua l'attività ed intervenga in casso di necessità. Ed in effetti la scadenza dell'esperimento è stata spostata al 31 dicembre 2005, e la prossima sfida di Envirad sarà quella di riuscire in qualche modo a sopravvivere alle sue ceneri. Se questo avverrà, il progetto non sarà servito soltanto a mostrare uno dei modi con cui si può cercare di avvicinare i giovani al lavoro di ricerca, ma avrà veramente compiuto il primo passo verso questo risultato.

Referenze

1) A.M.Esposito, et al., The Envirad Project: A Way to Control and to Teach How to Protect from High Indoor Radon Level, , ICS, 1276 (2005)242-244
2) F. Bochicchio et al, Health Physics, 71, 5 (1996) 741-748.
3) C. Sabbarese et al., 5th Int. Conf. on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas, 4-7 September, 2000 Munich, Germany.
4) V. Roca et al., Appl. Rad. and Isot. 61, 2-3 (2004) 243-247.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

LABORATORIO A SCUOLA

Marco Budinich*
Dipartimento di Fisica e INFN, Trieste

Sommario

Delineiamo le attività sviluppate negliultimianni dal Corso di Laurea in Fisica dell'Università di Trieste per l'orientamento deiragazzi delle scuole secondarie. Ci concentriamo sull'impianto generale e sugli obbiettivi che ci siamo proposti di ottenere con queste iniziative

1 Introduzione e obbiettivi

Presentiamo le attività proposte a Trieste dal 2003 per l'orientamento del Corso di Laurea in Fisica. Gli obbiettivi sono, in ordine di importanza:

- stabilire un contatto con i giovani;
- diffondere la cultura scientifica;
- incoraggiare i giovani spesso soggetti a ingiustificati timori reverenziali;
- far apprezzare la scienza e fare opera di orientamento;
- affrontare la crisi delle vocazioni nelle materie scientifiche.

2 I metodi impiegati

Da quando abbiamo iniziato ad occuparci di orientamento degli allievi delle scuole superiori abbiamo capito che uno dei mezzi più efficaci per avvicinare i ragazzi al

---

*Co-Autori: Alessandro Borgnolo, Massimo Vascotto

mondo della scienza, ed in particolare al metodo scientifico, è quello di farli partecipare in prima persona ad una vera misura scientifica. Ci siamo convinti che la partecipazione in prima persona sia una condizione indispensabile per attirare i giovani verso un mondo che li affascina ma spesso sentono lontano e non alla loro portata. Visto che non è tecnicamente possibile far partecipare i giovani ad attività di tipo teorico, la scelta cade necessariamente su attività sperimentali come ad esempio viene già negli Stati Uniti fatto in molti progetti, per esempio nel progetto CROP[1)].

Ci siamo posti anche un ulteriore obbiettivo, non indispensabile ma comunque auspicabile, cioè quello di riuscire a produrre qualche semplice risultato scientifico. Questo, da un lato aggrega i ragazzi dandogli la sensazione di partecipare a qualcosa di "utile"e dall'altro motiva fortemente i loro docenti.

3 Le iniziative

Abbiamo attivato varie iniziative in collaborazione con Liceie/o Istituti Tecnici del Friuli Venezia Giulia e delle regioni vicine descritte in maggior dettaglio sulla pagina del sito orientamento dedicata ai progetti[3)]. Il formato delle varie attività proposte è più o meno lo stesso e comprende queste fasi:

- (novembre-dicembre)inizialmente personale dell'Università presenta l'attività in generale sia agli studenti che agli insegnanti. Saranno poi gli insegnanti che hanno sposato l'iniziativa ad entrare nei dettagli con i ragazzi;
- (gennaio-febbraio)insegnantie studentieffettuano insieme le attività programmate;
- (febbraio-marzo) viene dapprima proposta una seconda presentazione sull'analisi deirisultati, successivamente insegnantie studenti fanno l'analisi vera e propria;
- (maggio) in un evento conclusivo, organizzato presso l'Università, iragazzi presentano in prima persona i risultati ottenuti.

3.1 Misura del ^{222}Rn nelle case dei partecipanti

Lo scopo era quello di proporre un vero progetto scientifico da fare in collaborazione fra Università, INFN, Immaginario Scientifico di Trieste e Istituti Scolastici. Il tema scelto è stato quello della misura del Radon in ambienti chiusi, un tema di grande

attualità anche in vista delle recenti normative sulle concentrazioni di Radon ammissibili in ambienti di lavoro e abitazioni.

Figura 1: Misura di spettri γ all'ISIS Malignani di Cervignano del Friuli (UD) con NaI fornito dall'INFN di Trieste.

Per realizzare questo progetto abbiamo agito su due fronti distinti: da un lato l'Università e l'INFN hanno fornito il know-how e l'accesso alla strumentazione; dall'altro le scuole si sono occupate della misura vera e propria in vari ambienti come per esempio edifici scolastici e case e cantine di alunni e insegnanti.
Riteniamo fondamentale che i giovani e gli insegnanti si trovino coinvolti in prima persona in tutte le problematiche teoriche e pratiche connesse con la realizzazione della misura sperimentale, che, pur essendo semplice, necessita di un notevole bagaglio di conoscenze e pone un certo numero di problemi non banali da essere risolti per essere portata a termine con successo.
In questi anni abbiamo organizzato varie campagne usando due diversi metodi di misura: il primo usa dei canestri di carbone attivo che vengono esposti per circa 2 giorninell'ambiente da misurare e successivamente simisura lo spettro γ del canestro secondo una procedura standard in misure di questo tipo. Nel nostro caso la maggior parte delle misure veniva effettuata con un NaI che veniva portato nelle scuole, vedi Figura 1. Nella seconda metodologia di misura si sono usati dei rivelatori passivi

tipo CR39 che vengono esposti per circa 6 mesi in contenitori chiusi permeabili al Radon e successivamente, dopo un semplice attacco chimico, si possono vedere al microscopio le tracce lasciate dalle α di decadimento. Da un conteggio delle tracce si può risalire all'attivià media nel periodo di esposizione. In Fgura 2 sono riprodotti i risultati parziali di 178 misure effettuate nell'anno scolastico 2004-2005. Nel corso dell'estate 2005 sono stati esposti 1500 dosimetri la cui analisi è attualmente in corso e che saranno oggetto di uno studio in collaborazione con l'ARPA-FVG che ha esposto parallelamente un certo numero deisuoi dosimetri per aiutarcia tenere sotto controllo gli errori.

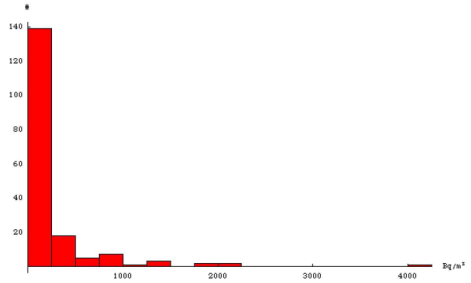


Figura 2: Dati preliminari con 178 valori di attività misurati dai partecipanti; la soglia di attenzione è a 400Bq/m^3.

Nelcorso del 2006 contiamo diavere anche la partecipazione diun gruppo di studenti della Campania che, con finalità e mezzi simili, hanno effettuato misure di Radon. Contiamo anche di realizzare, con l'aiuto di studenti di elettronica, uno spettrometro di γ e α che impiega come parte sensibile un semplice semiconduttore commerciale[2)].

3.2 Fare fisica con il computer: il progetto Democritos

Lo scopo è quello diavvicinare glistudentialmondo della fisica computazionale coinvolgendoli nella messa a punto ed esecuzione di veri esperimenti numerici su temi diversi, anche con forte connotazione interdisciplinare. Il progetto si propone come espansione diun progetto del Centro di Ricerca e Sviluppo (CRS)

"Democritos"[4] dell'INFM-CNR, svolto nei passatitre anni in collaborazione con università di Trieste e scuole superiori di Trieste e della Regione FVG.
Il formato del progetto segue il canovaccio usuale: in autunno un giro di seminari divulgativi nelle scuole centrati sulla fisica computazionale e sull'iniziativa specifica. In novembre-dicembre viene organizzato un mini-corso di programmazione, specialmente dedicato agli studenti che non hanno la programmazione tra le materie curriculari.A fine gennaio si svolge un tirocinio in attività di ricerca (fino adun massimo di quattro pomeriggi) in cuisi discutono e si affrontano insieme con iragazzi, in laboratorio informatico, quattro temi di interesse scientifico e computazionale. Alla fine dell'anno scolastico, si premiano i migliori studenti che hanno portato avanti dei progetti individuali sulla base del tirocinio seguito (nella forma di buoni acquisto per libri e/o hardware o software).

3.3 Misure di raggi cosmici

In un liceo scientifico di Pordenone abbiamo installato nel 2005 un semplice telescopio per raggicosmici (4 contatoria scintillazione) che iragazzi hanno usato, insieme ai loro insegnanti, per varistudie misure; dapprima sull'apparato, sulla sua taratura, sulle statistica dei conteggi etc. Successivamente si sono fatte semplici misure di rate di cosmici. Per quest'anno ci si propone di studiare più approfonditamente la parte penetrante. Anche questa attività si è conclusa nel congressino nel quale i ragazzi hanno presentato in prima persona i risultati delle loro misure.

3.4 La fisica vista da vicino

Trieste vanta una lunga tradizione nella Fisica e con queste attività vogliamo avvicinare i ragazzi a questo mondo e fargli conoscere i temi della ricerca e le relative tecniche. Nella prima fase si organizzano una serie di seminari nelle scuole coinvolte con lo scopo di preparare il terreno alla seconda fase che prevede visite a grandi laboratori. Qui i partecipanti possono rendersiconto di persona della realtà della ricerca. Per esempio nel 2004sisono portati i giovani in visita al CERN e nel 2005

ai Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN; per il 2006 si prevede un altro viaggio al CERN.
Sempre in questo filone abbiamo osservato che una delle domande più frequenti che ci si sente fare da ragazzi del liceo potenzialmente interessati agli studi di Fisica è: "ma cosa fa un fisico ?" Per rispondere in parte a questa domanda abbiamo preparato un breve video semi-amatoriale intitolato "Il Mestiere del Fisico" nel quale numerosi fisici Triestini parlano del loro lavoro; il video è scaricabile dal sito dell'orientamento[3)].

4 Il progetto "Lauree Scientifiche"

Nel 2005 tutte queste attività sono confluite nel progetto "Lauree Scientifiche" [5)] grazie alcui supporto verrà messa a punto una versione migliorata del formato e del materiale didattico, estendendo al contempo la fruibilità dell'iniziativa su scala regionale. Si prevede anche di estendere il congressino finale a tutte le attività di orientamento proposte e d'istituire delle brevi "scuole residenziali estive" (4 o 5 giorni) per studenti non residenti a Trieste da svolgersi presso le istituzioni che collaborano al progetto (Democritos, SISSA e Dipartimenti di Fisica) con alloggio presso la foresteria ICTP e/o l'ostello della gioventù di Miramare.

Referenze

1) G.R. Snow, D.R. Claes, http://cse.unl.edu/~gsnow/crop/crop.html.
2) Eric Pani, Progettazione e realizzazione di uno spettrometro γ e α con connessione.

Sitografis

1) aa. vv., http://physics.units.it/didattica03/orientamento/laboratori.php
2) aa. vv., http://www.democritos.it/education/iatfys.php
3) aa. vv., http://www.laureescientifiche.units.it/

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

LA FISICA DELLE PARTICELLE AL CENTRO COMMERCIALE

Aldo Morselli
INFN Sezione di Roma Tor Vergata

Sommario

Nell'Ottobre del 2004 la Sezione di Roma Tor Vergata dell'INFN nell'ambito delle iniziative per il 50esimo anniversario del CERN, ha organizzato una mostra presso il centro commerciale "La Romanina". Vengono qui descritti i criteri seguiti nella preparazione della mostra e le reazioni del pubblico..

1 La mostra

La mostra è stata ideata nell'ambito di molteplici iniziative organizzate in collaborazione tra le tre Sezioni di Roma, i Dipartimenti di Fisica e l'Associazione per l'insegnamento della Fisica. Nella Figura 1 è illustrato il manifesto delle iniziative.

Il primo problema affrontato nella preparazione della mostra è stato quello di doverci confrontare con un pubblico variegato e quindi di dover partire da concetti elementari per arrivare alla comprensione delle attività portate avanti dall'INFN. Abbiamo coinvolto gran parte dei ricercatori e professori della Sezione ed il risultato è stato una serie di 40 pannelli 100* 100 cm^2.

Nella figura 2 si può vedere l'allestimento della mostra nel centro commerciale.

Figura 1: Il manifesto delle iniziative per il 50esimo del CERN organizzate in collaborazione tra le tre sezioni di Roma.

Figura 2: Una veduta dell'allestimento della mostra nel centro commerciale "La Romanina".

Due esemplari dei pannelli preparati da noi sono mostrati nelle Fgure 3 e 5 mentre nelle Figure 4 e 6 sono mostrati i pannelli finali dopo l'elaborazione di una ditta di grafica; tutti i pannelli della mostra sono consultabili sul sito web[1)].

Oltre i pannelli sono stati proiettati 3 filmati a ciclo continuo su tre postazioni diverse: Il Carosello Per Risalire Nel Tempo; Stelle Sottoterra ed Il 40esimo del CERN, per gentile concessione del CERN. I filmati sono reperibili sempre nel sito web[2)].

Essenziale è stato il contatto tra il pubblico ed i professori, ricercatori e dottorandi della Sezione. In tre giorni (28-29-30 Ottobre 2004) dalle 8 alle 21si sono alternate circa 30 persone tra professori, ricercatori e dottorandi, in turni da 6 ore (3 per turno) su base volontaria.

Va inoltre sottolineato che i computer per i filmati sono stati prestati a titolo gratuito dalla ditta Flaminia Computer e che gli spazi del Centro Commerciale sono stati resi disponibili gratuitamente dal Direttore del Centro Commerciale, il quale ha pure provveduto alla stampa di manifesti per la pubblicizzazione dell'iniziativa.

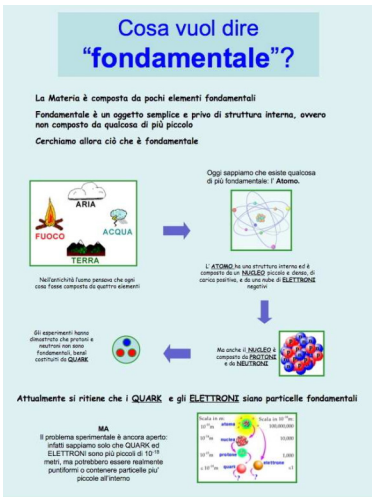


Figura 3: Pannello preparato da noi confrontato con il pannello finale dopo.

Figura 4: Il pannello di figura 3 dopo l'elaborazione grafica.

Figura 5: Pannello preparato da noi confrontato con il pannello finale dopo.

Figura 6: Il pannello di figura 5 dopo l'elaborazione grafica.

La mostra ed i filmati sono stati seguiti con interesse da un pubblico variegato; tuttavia è difficile valutare l'impatto e le conseguenze, anche se molte persone e molti giovani erano interessate e scoprivano cose a loro sconosciute. Particolarmente importante è stato il dialogo con i ricercatori presenti, soprattutto giovani e dottorandi, per cui l'organizzazione di una mostra di questo tipo è sicuramente un grosso impegno che richiede il coinvolgimento di tutta la Sezione.

2 Ringraziamenti

Si ringraziano il Direttore del Centro Commerciale "La Romanina" che ha messo gratuitamente a disposizione gli spazi del Centro Commerciale, la ditta Flaminia Computer per l'uso gratuito deicomputer per la proiezione dei filmati, il Direttore della Sezione di Roma "Tor Vergata" Piergiorgio Picozza ed Anna Di Ciaccio per ilsostegno dato alla preparazione e organizzazione dell'iniziativa e a tutti iricercatori, professori dottorandi e i tecnici che hanno partecipato con entusiasmo.

Figura 7: Un'altra veduta dell'allestimento della mostra nel centro commerciale.

Sitografia

1) http://people.roma2.infn.it/ aldo/50esimo.html
2) http://people.roma2.infn.it/ aldo/50esimo.html

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

OUTREACH IN HIGH ENERGY PHYSICS IN PORTUGAL

Pedro Abreu*
LIP/IST, Av. Elias Garcia, 14, 1st, 1000-149 Lisboa, Portugal

Abstract

The outreach activities in Portugal are described. Emphasis is given to the use of real particle detectors in outreach activities to boost awareness of High Energy Physics in the school population. In particular it is described how to reach shcools with detectors, like the project "Cosmic Rays Telescope" (a network of cosmic rays detectors in the roofs of high-schools), and how to cope with the problem of many schools and few detectors, that is, how to reach detectors with schools, like the projects of the European Masterclasses and CRESCERE.

1 Introduction

The outreach activities in the field of High Energy Physics have been a high concern of the authors at LIP – Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas, and have been carried out in the framework of CERN and the EPPOG – the European Particle Physics Outreach Group – and in projects at LIP in collaboration with the Faculty of Sciences of Lisbon University (FCUL), with Instituto Superior Técnico (IST), with Faculty of Sciences and Technology of

---

* Collaboration with M. Abreu, P. Assis, F. Barão, J. Carvalho, J. Silva, M. Ferreira, J.M. Gago, A. Maio, C. Marques, L. Moniz, A. Onofre, D. Passos, L. Peralta, G. Pires, J. Pires, J. Silva, J. Varela

Coimbra University (FCTUC), and with the Portuguese Agency for the Scientific and Technological Culture – the "Agência Ciência Viva". Many projects involved also the participation of high-school students and teachers.
In the following, a brief overview of the main activities carried out in recent years will be provided.

2 General Outreach in High Energy Physics in Portugal

The authors have performed since many years public seminars at several high-schools and institutes, promoting the field of High Energy Physics, trying to capitalize the curiosity of youngsters towards the mysterious fundamentals of Nature (what are we made off and the structure of matter, dark matter and dark energy, etc). We have profited of the contact with school teachers to promote the CERN program for summer stays for teachers at CERN, the CERN High-School Teachers program (http://teachers.cern.ch), and two teachers per year have participated in this program.
One of us (A. Maio) has produced several animation films for outreach, in the scope of ATLAS, one of the experiments to start operating at the start-up of LHC in 2007, and in the scope of the tabletop experiment to measure the muon's lifetime.
In the summer of last years, LIP (with FCUL and FCTUC) has received high-school students to work as researchers during 15-days stays at the institute, where they learn the basic skills of particle physicists and carry out simple and important tasks (detector calibration, for instance).
Finally, 2004 and 2005 have been special years to promote high-energy physics in Portugal: 2004 because of CERN's 50th anniversary, when we have prepared a series of seminars and a full-day workshop, and prepared a visit of Portuguese high-school students to the CERN's 50th's Open Day (with support from "Fundação Calouste Gulbenkian"); 2005 because of LIP/Lisbon being the host institute for the organization of the EPS-HEPP Conference on High Energy Physics. With the support of Agency "Ciência Viva" we have mixed high-school students and scientists together at the conference dinner, enhancing the interaction with questions, scientific or not, and inviting David Gross, the 2004's Nobel Prize Winner in Physics, to answer some of the students's questions.

3 Reaching the schools with detectors

One of the most successful activities among students has been the network of detectors installed in the roofs of 10 high-schools in Lisbon and Beja. This big project, supported through the Agency "Ciência Viva", aims at measuring the properties of cosmic rays with high energies in the vicinity of 10^{16} eV. By correlating showers at very large distances (distance between Lisbon and Beja is 200 km), we also aim at repeating a search for timely correlated energetic cosmic rays.

The network of detectors, entitled "Telescópio de Raios Cósmicos", consists of three detectors in each of the ten schools, with a central station of another 3 detectors in the roof of Instituto Superior Técnico. The data analysis is performed at LIP, and the data acquisition is run at the high-schools by students that constitute a local scientific team, responsible for the normal operation of their station. In each station we have set-up a GPS receiver to set a time tag for each event; thus we can correlate the times of events, even if from stations at large distances. All the detectors were built by LIP technicians and deployed to the schools by LIP researchers and technicians. The network should be fully operational in 2006.

This project is along the line of several such projects going on in other European countries, Canada and the US. Thus, the project in The Netherlands has hosted the 1st workshop on Cosmic Rays in Schools Projects, with most of the projects represented. The 2nd workshop will be organized by LIP and will be held in Lisbon, Portugal, along the 20th European Cosmic Rays Symposium.

In the countries running these projects, the students's adhesion is usually high, and students are more motivated to engage in learning physics.

We are now building a spark chamber to be used in exhibitions in particle physics, which shows through lightning the passage of cosmic ray particles. When it is possible to use such detectors (or cloud chambers) in public exhibitions, they usually attract most of the attention.

4 Reaching the detectors with schools

In the impossibility of placing a detector in every school, we have organized two activities aimed at bringing the students and teachers to contact with the detectors. The first, lasting a full day and destinated at about 100 students (40 in IST and LIP, Lisboa, 40 at FCUL, and 20 at LIP and FCTUC, Coimbra), consists on the Portuguese version of the EPPOG European Masterclasses, that occur at the same time in several European Universities and Institutes (a total of 60 institutes and universities for 15 days), and that gathers students in the institute to visualize and classify events and perform a measurement of the Z Branching Ratios. The events were taken by the DELPHI detector during the LEP runs at CERN from 1989 to 2000. In Portugal, the activity took place in the 12 of March, simultaneously with the University of Nijmegen, The Netherlands. In the end of the day, a video-conference was established between the Portuguese institutes and universities, the University of Nijmegen, and between CERN, where a senior physicist was moderating the debate and posing and answering questions. The Portuguese students were greatly impressed by the initiative, as they reported to the central organization (article by Michael Kobel in CERN Courier, Oct.2005).

The second activity consists on the 6-months European project "CRESCERE", coordinated by Franco Fabbri at LNF, Frascati, Italy, with LNF, FCUL, LIP, and IFIN-HH in Bucharest, Romania, to set-up experiments to be used remotely by students in the high-schools at Portugal, Italy and Romania, in data-taking sessions with help from a researcher/tutor on-line close to the experiments.

More details on this project will be presented in this conference by Drª Halina Bilokon from LNF, Frascati.

In Portugal, two institutes (LIP and FCUL) have set-up two experiments, LIP using the Cosmic Rays station at IST (part of "Telescópio de Raios Cósmicos") and FCUL setting-up an apparatus for the detection of muon decays and measurement of the muon's lifetime, and had many sessions with Portuguese, Italian and Romanian high-schools, either through the "CRESCERE"'s project web server (LIP), either through the local site (FCUL). In both cases, there were video and audio link-ups,

and a chat line for written interaction. In some of the sessions at the LIP/IST apparatus, part of the session was controlled by telephone directly to the school teacher at Italy or Romania.

Portugal organized the international conference in December, 2005, that gathered Portuguese, Italian and Romanian students and teachers to report the analyses of their experimental data-sessions. It was considered at all levels as an extraordinarily successful activity.

5 Conclusions

We have fully exploited the old paradigm of outreach in particle physics at Portugal:

- Seminars, web sites (with animated films), exhibitions, etc.;
- Events associated to big conferences (EPS-HEPP '05 in 2005, and 20th ECRS, Lisboa 2006) – involving students and public at large;
- Participation in the European EPPOG forum to discuss ideas and foster common projects;

But what can high-energy physics offer as NEW in outreach? We found that the following possibilities were very rewarding:

- Great success with REAL DETECTORS (curiosity explodes);
- Integrate school students and teachers in scientific teams;
- If detectors cannot be deployed far away, bring students to the Laboratory to work with the detectors (locally or remotely).

Our main conclusion is that more interaction of students with detectors turns in much more interactions with scientists and researchers, thus bridging the gap of scientists to society, and encouraging students to follow a scientific career.

Aknowledgements

I would like to thank Franco Fabbri for the invitation to this conference and for the very nice atmosphere that he was able to provide *in situ*.

SESSIONE VII – COMUNICARE SCIENZA NELL'ERA DI INTERNET

Nico Pitrelli	Professionisti della comunicazione anche grazie a Internet
Giuseppe Zito	Divulgazione della Fisica Web in Italia
Orlando Ciaffoni	Evoluzione tecnologica della comunicazione mediata
Giorgio Giacomelli	Scienzagiovane. Il sito Web di divulgazione scientifica dell'Università di Bologna
Halina Bilokon	Progetto Crescere
Luigi Benussi	ScienzaPerTutti: la scienza nella rete, la rete della scienza
Gemma Casadei	La diffusione dell'informazione scientifica e l'usabilità. Il caso studio: ScienzaPerTutti
Massimo Armeni	La comunicazione della fisica sul Web e sua percezione pubblica

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Relazione su invito

PROFESSIONISTI DELLA COMUNICAZIONE ANCHE GRAZIE A INTERNET *

Nico Pitrelli
ICS-SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati), Via Beirut 2/4, Trieste, e-mail: pitrelli@sissa.it

Sommario

Nella crescente crisi del rapporto fra scienza e società c'è un punto su cui tra commentatori, scienziati e addetti ai lavori c'è accordo: la necessità di migliorare la formazione in comunicazione della scienza, sia per i ricercatori che per i professionisti della comunicazione. Esistono, sparse per il mondo, diverse scuole e percorsi formativi ognuno dei quali rispecchia le differenti funzioni attribuite alla comunicazione della scienza e a cui corrispondono differenti modelli del rapporto tra scienza e società. In questo intervento verranno presentati i risultati di un'analisi non esaustiva di alcune realtà internazionali e italiane allo scopo di mostrare che non esiste un paradigma condiviso riguardante la formazione in comunicazione della scienza. Come caso di studio si farà riferimento a Internet come possibile ambito di professionalizzazione della comunicazione scientifica.

---

* Parte di questo intervento è una rielaborazione dell'articolo dal titolo "Tra teoria e pratica nelle scuole di comunicazione della scienza" pubblicato in Pitrelli, N. e Sturloni, G. (a cura di) La comunicazione della scienza. Atti del I e II Convegno Nazionale (Zadigroma, Roma, 2004).

1 Introduzione

Nel sempre più controverso rapporto fra scienza e società, la comunicazione pubblica della scienza ha assunto nuove e cruciali funzioni. Agli scienziati viene sempre più richiesto di essere coinvolti nel dialogo col pubblico, di capire i meccanismi dei *media,* di interagire costantemente con i decisori politici. A queste richieste gli scienziati sono di solito poco preparati in quanto dovrebbero possedere competenze non previste nel loro percorso formativo. I pubblici, viceversa, hanno una sempre maggiore esigenza di comprendere i benefici ma anche i limiti di quanto lo sviluppo scientifico e tecnologico possono fornire alla società e all'ambiente naturale. Di conseguenza aumentano le pressioni verso una maggiore professionalizzazione della comunicazione della scienza mediante insegnamenti specifici. Sulla necessità di migliorare la formazione in questo settore tra gli analisti c'è un accordo pressoché unanime[1)] .

È possibile far risalire l'attenzione a un vicendevole scambio formativo fra ricercatori e comunicatori già alla fine degli anni Settanta, quando in un documento rivolto all'allora Consiglio d'Europa, Jean Pradal raccomandava ai politici un impegno verso la creazione di strutture per la formazione psicopedagogica in comunicazione della scienza[2)]. Nel famoso rapporto Bodmer, alla base dell'istituzionalizzazione del movimento *Public Understanding of Science* in Gran Bretagna sorto a metà degli anni Ottanta, si fa un esplicito invito agli scienziati perché imparino a comunicare con il pubblico attraverso una maggiore comprensione dei meccanismi di funzionamento dei media[3)]. Bertrand Labasse, professore di comunicazione e informazione scientifica all'Università di Lille in Francia, in una relazione per la Commissione Europea, sottolineava la necessità di riflettere maggiormente sulla formazione da offrire a giornalisti e comunicatori che si occupano ad esempio di ingegneria genetica o di rischi tecnologici[4)].

La Commissione Europea ha finanziato negli anni scorsi la creazione del network ENSCOT (The European Network of Science Communication Teachers)[5)] per favorire lo scambio di idee e di buone pratiche nell'insegnamento della comunicazione della scienza inserendo quest'obiettivo tra le azioni prioritarie per la

creazione di uno spazio europeo della ricerca. Questi esempi confermano la richiesta di una maggiore osmosi tra scienziati e comunicatori attraverso l'istituzione di programmi di reciproca informazione e formazione, nonostante sia stato rilevata la modesta tradizione di corsi di comunicazione della scienza nell'ambito degli insegnamenti accademici di giornalismo e la quasi totale assenza di corsi di comunicazione in ambito scientifico[6)].

In questo articolo verranno mostrati alcuni dei percorsi formativi tra i più significativi nel contesto internazionale. Gli esempi sono stati selezionati senza pretesa di completezza ma per evidenziare alcune caratteristiche salienti dei modi di affrontare la questione e i nodi irrisolti del problema. Un attenzione particolare sarà riservata alla situazione italiana e al possibile ruolo di Internet.

2 Le scuole di comunicazione della scienza nel mondo: una breve carrellata

In Gran Bretagna, la sola *Association of British Science Writers* accredita, in una lista considerata parziale, più di venti programmi di specializzazione in comunicazione scientifica riservati a studenti laureati in materie scientifiche o in altre discipline. L'*Imperial College* di Londra rilascia ad esempio tre tipi di master. Uno in *Science Communication*, un secondo in *Science Media Production* e infine uno in *Scientific, Technical and Medical Translation with Translation Technology*. Gli insegnamenti vanno dalla storia della comunicazione della scienza alla politica della ricerca scientifica, dalle tecniche di narrazione alla museologia scientifica, con un'attenzione prevalente agli aspetti professionalizzanti.

Negli Stati Uniti, secondo la *Directory of Science Communication Courses & Programs in the United States* ci sono almeno quaranta tra scuole e corsi distribuiti sul territorio americano. La *Johns Hopkins University* offre un programma dal nome *Writing About Science*. Il corso, rivolto sia a studenti laureati che a coloro che hanno già conseguito un titolo di master o di dottorato enfatizza la necessità di assicurare la qualità della scrittura. All'Università di New York esiste un *Science and Enviromental Reporting Program* (SERP) al quale possono accedere 15 studenti all'anno preferibilmente con una consolidata preparazione scientifica. Il corso è stato fondato nel 1982 in reazione alla copertura mediatica dell'incidente

nucleare della centrale *Three Mile Island*. Secondo i promotori del corso un tipico caso in cui stampa e televisioni avrebbero causato nei cittadini paure e timori infondate, unendo disinformazione e sensazionalismo per aumentare vendite ed audience. Al di fuori degli Stati Uniti e della Gran Bretagna, un esempio originale di scuola di comunicazione della scienza viene dal Brasile, dove a partire dal 1999, l'Università dello Stato di Campinas nell'ambito del programma LABJOR (Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo) ha lanciato un corso di giornalismo scientifico rivolto simultaneamente a scienziati e giornalisti.

3 La situazione italiana

In Italia, al Master in Comunicazione della Scienza istituito alla SISSA (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati) di Trieste, prima esperienza di questo tipo nel nostro paese con ormai quasi quindici di attività, è seguita negli ultimi anni la costituzione di diverse scuole o specializzazioni soprattutto in ambito universitario. Recentemente è stato realizzato uno studio[7)] secondo cui nell'anno accademico 2005-2006 risultavano attivati in Italia i seguenti corsi:

- Comunicare la scienza – Corso di specializzazione in divulgazione scientifica, a cura della scuola "Il rasoio di Occam";
- Master in Metodi e tecniche della comunicazione nell'area salute: dall'informazione alla formazione (e-learning) – Facoltà di Farmacia, Università statale di Milano;
- Master in comunicazione biosanitaria – Dipartimento di patologia sperimentale, Università di Pisa;
- Master in comunicazione della scienza – Scuola internazionale superiore di studi avanzati di Trieste;
- Master in comunicazione della salute e delle scienze mediche – Accademia di comunicazione di Milano;
- Master in comunicazione e divulgazione scientifica – Facoltà di Sociologia, Università "Federico II" di Napoli;

- Master in comunicazione delle scienze – Dipartimento di Fisica, Università di Padova;
- Master in comunicazione e giornalismo scientifico – Centro di ateneo per la ricerca e l'innovazione didattica, Università di Ferrara;
- Master in comunicazione scientifica – Istituto di fisica generale applicata, Storia della fisica, Università statale di Milano.

4 Una prova di classificazione

Nella vasta e disomogenea offerta di formazione in comunicazione della scienza sono stati fatti dei tentativi di razionalizzazione. Jon Turney, ricercatore e docente al dipartimento di studi scientifici e tecnologici presso la *University College* di Londra, ha condotto qualche anno fa uno studio per identificare analogie e differenze nelle diverse proposte di insegnamenti in comunicazione della scienza in Gran Bretagna[8)]. Dalla ricerca di Turney risulta che la comunicazione della scienza e l'insegnamento che ne deve conseguire assume tanti significati quanti sono i gruppi che per per motivi differenti si interessano a essa. In altre parole se ci si pone la questione su chi deve insegnare la comunicazione scientifica, a chi, come e con quali contenuti non si ottiene una risposta che converge su un modello condiviso.
La comunicazione della scienza è alla ricerca di un *corpus* di conoscenze e di un paradigma riconosciuti. In assenza di un riferimento culturale nel quale la gran parte della comunità si identifichi, tutti gli aspetti che sembrano pertinenti con il suo sviluppo, compresi le varie proposte di insegnamento, sembrano ugualmente rilevanti, con l'effetto complessivo di una "rumorosa confusione".

5 Il ruolo di Internet

In futuro la rete potrebbe modificare radicalmente il modo in cui i pubblici sono informati sugli sviluppi scientifici e tecnologici. Secondo alcuni osservatori Internet riuscirà ad attrarre la fascia giovane di popolazione che ha perso interesse nelle forme più tradizionali di comunicazione scientifica[9)]. Inoltre, nonostante la TV rimanga la prima fonte d'informazione su questioni che riguardano scienza e tecnologia, ad esempio negli Stati Uniti le persone interessate a volersi documentare o approfondire

uno specifico argomento, usano Internet più di qualunque altro mezzo di comunicazione. Non è difficile prevedere anche in questo caso quindi che ci vorrà una sempre maggiore professionalità per sfruttare a pieno le potenzialità di questo strumento declinandole alle esigenze della comunicazione scientifica.

Referenze

1) European Commission, Report from the Expert group Benchmarking the Promotion of RTD culture and Public Understanding of Science, 154 (2002). Disponibile all'indirizzo ftp://ftp.cordis.lu/pub/era/docs/bench_pus_0702.pdf. (Ultimo accesso: 20 Ottobre 2005).

2) J. Pradal, La vulgarisation des sciences par l'écrit: Méthodes et moyens utilisés dans les Etats membres du C.C.C. (Rapport au Conseil de l'Europe, Strasbourg, 1968).

3) W. Bodmer, The Public Understanding of Science, Report (Council of Royal Society, London, 1985).

4) B. Labasse, Observation on The communication of Scientific and Technical Knowledge (Report to Directorate-Generale XII Of the European Commission, 1999).

5) The ENSCOT Team, ENSCOT: The European Network of Science Communication Teachers, Public Understanding of Science 12, 167-181 (2003).

6) European Commission, Report from the Expert group Benchmarking the Promotion of RTD culture and Public Understanding of Science, cit.

7) S. Menna, Le scuole di comunicazione della scienza in Italia (Tesi di Master in Comunicazione della Scienza, Sissa, Trieste, 2005).

8) J. Turney, Teaching science communication: courses, curricula, theory and practice, Public Understanding of Science 3 (4), 435-443 (1994).

9) European Commission, Report from the Expert group Benchmarking the Promotion of RTD culture and Public Understanding of Science, cit., 155.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

DIVULGAZIONE DELLA FISICA VIA WEB IN ITALIA

Giuseppe Zito
Sezione INFN, Bari, Italia

Sommario

Anche in Italia la divulgazione scientifica comincia a risentire gli effetti delle straordinarie caratteristiche di Internet , questo straordinario nuovo mezzo di comunicazione. Ad esempio, mentre i buoni libri di divulgazione sono pubblicati e molto spesso dopo un poco dimenticati, sul Web assistiamo ad un accumulo lento ma continuo di materiale.Questo materiale può essere talvolta prodotto da una collettività di gente interessata. I motori di ricerca provvedono a pubblicizzare e a far conoscere i migliori contributi. Per la prima volta chiama la fisica può accedere a datisperimentalioriginalie puòletteralmente trasformare il suo computer a casa in un laboratorio di fisica..

1 La divulgazione tradizionale riflessa sul Web

Prima di parlare dell'uso del Web come mezzo originale e autonomo per comunicare la Fisica, dobbiamo necessariamente parlare di come il Web serva da sostegno ai mezzi tradizionali di divulgazione:

- I musei scientifici hanno spesso un sito Web dove èpossibile accedere ad alcuni materiali degli stessi musei.
- Le riviste di divulgazione hanno un sito online dove mettono a disposizione materiale in parte disponibile anche su carta.
- Stazioni radio e canali televisivi rendono disponibili spezzoni video e trascrizioni di interviste.

- Videocassette, cdaudio, libri, vecchi documentari, foto (e ogni cosa suscettibile di essere salvata su supporto digitale), se richiesti da molte persone, vengono prima o poi resi disponibili, talvolta anche infrangendo i copyright (P2P).
- Alcuni eventi e mostre temporanee sono in parte salvati sul Web dove continuano a vivere di vita propria anche dopo la loro conclusione.
- Il Web è un mezzo ottimale per la distribuzione di software scientifico e materiali multimediali. Ad esempio per la Fisica sono disponibili fogli di calcolo Excel.

Un esame delle principali risorse di Fisica in Italia fatto sul catalogo di Google[1)] mostra come quasi tutte sono di tipo tradizionale e che il Web viene usato solo come supporto.Quelle che realmente sfruttano le possibilità peculiari del Web sono pochissime.

2 L'accumularsi del materiale online

Per la prima volta assistiamo ad un accumulo continuo del materiale. Se prima l'obiettivo principale della cultura era quello di salvare i materiali migliori e di distruggere i materiali "cattivi" perchè le biblioteche erano limitate, ora la tendenza è quella di non distruggere niente ed accumulare, lasciando ai motori di ricerca ed agli internauti il compito di selezionare le cose migliori. Basta un computer collegato ad Internet ed anche uno studente del terzo mondo, senza possibilità di accedere a fornite biblioteche universitarie, può consultare enormi archivi. C'é chi dice che ciò che non finisce sul Web andrà perso. Questa è forse un'affermazione un pò azzardata, ma d'altra parte è inevitabile che tutto il contenuto delle biblioteche e mediateche attuali prima o poi finirà sul Web.

3 Produzione di materiale da parte di una comunità: wikipedia e altre opere collettive

Discussioni senza fine piene dispam abbondano su Internete includono anche la Fisica. I news groups esistono da almeno 20 anni e sono anteriorial Web. Il loro primo contributo alla divulgazione sono state le FAQ. Ma i gruppi di discussione

provocavano e provocano anche repulsione per le frequenti discussioni furiose, lo spam continuo e i fuori argomento. Qualcuno è scappato via da essi dicendo che assomigliano ormai alla cacca di un branco di elefanti. Impressionante certo ma sempre cacca. Nessuno poteva prevedere che le stesse discussioniavrebbero prodotto un gioiello come Wikipedia che anche nell'edizione italiana ha ormai numerosi articoli[2)] di divulgazione scientifica. Il suo segreto è:

- un software di scrittura potente e facile da usare, fatto in modo che è più facile creare una pagina che distruggerla.
- una collettività di redattori appassionati che sorvegliano le pagine eliminando rapidamente l'opera dei vandali.
- un principio semplice ("il punto di vista neutrale") che viene applicato discutendo democraticamente.
- l'uso di materiali senza copyright in quanto Wikipedia stessa è senza copyright

La stessa tecnica sta per essere applicata alla produzione di libri di Fisica (wikibooks), ma è troppo presto per dire se avrà successo in questo campo.
Il successo di Wikipedia mostra che molti appassionati, con lo strumento giusto, possono superare pochi esperti. Inoltre un'enciclopedia a pagamento come Britannica, pur essendo superiore a Wikipedia (proprio perchè a pagamento) sarà sempre più ignorata prima dagli internautie poi da tutti, quando il Web diventerà universalmente accessibile.

4 Una comunità globale

Anche il miglior CD multimediale di Fisica mostra subito le sue limitazioni perchè è composto da una quantità finita di informazioni ma il Web é infinito perchè é fatto da persone e perchè é un mezzo di comunicazione tra queste persone. Per la prima volta abbiamo una comunità globale di persone interessate alla Fisica che può comunicare senza limitazioni. Ci sono migliaia di esperti che possono rispondere a qualsiasi domanda o che hanno già risposto alla stessa domanda in passato. Per fare delle ricerche, ci si può rivolgere:

- ai motori di ricerca
- ai gruppi di discussione, ai forum[3)]
- ai siti che permettono di consultare l'esperto[4)]
- direttamente ai fisici via posta elettronica
- ai servizi come answers.google.com

5 L'importanza dell'inglese

Questa comunità ha come lingua franca di comunicazione l'inglese. Se si ignora l'inglese, non solo si é tagliati fuori da questa comunità ma anche dal 90% del materiale online. Questo materiale online non é necessariamente in inglese (si pensi a immagini, suoni e animazioni) ma si ha bisogno dell'inglese per ritrovarlo.
Purtroppo, uno dei segni del provincialismo della cultura in Italia è proprio nell'ignorare tutto ciò che è in lingua straniera, per cui i films devono essere doppiati. Per fortuna alcuni siti cercano di incoraggiare le persone interessate usando varie tecniche che vanno dalla lista dei link[5)], alle liste commentate[6)], alle presentazioni di siti stranieri con istruzioni dettagliate in italiano[7)] fino ad arrivare alla traduzione integrale del sito straniero[8)].

6 Classificazione e ricerca del materiale online

I motori di ricerca, i servizi di gestione sociale dei preferiti e i blogs provvedono a classificare questo materiale e a far conoscere tempestivamente i nuovi siti.
Dato che chiunque può scrivere una pagina su Internet, è importante avere una classificazione delle pagine già esistenti. Uno dei modi migliori trovati finora è quello basato sul Pagerank di Google[1)]. Il Pagerank di Google è un numero tra 0 e 10 legato principalmente al numero e alla qualità dei link alla pagina. In pratica ogni link alla pagina è considerato come il giudizio di un redattore e questo giudizio vale tanto di più quanto maggiore è il pagerank del documento contenente il link. Per cui anche il pagerank è il risultato della collaborazione spontanea tra internauti. L'unico problema è che l'inserimento di nuovi materiali validi è lento e richiede mesi. Esistono in rete altre classificazioni che reagiscono più velocemente alle novità. Una di queste èbasata sulla condivisione dei preferiti da parte diuna comunitàcome quella

di delicious[9]. Quando un utente di delicious aggiunge un bookmark, gli assegna uno o piùparole chiave(tags), per cui una ricerca dei preferiti con tag ”physics” permette di trovare le novità nel campo della Fisica. I motori di ricerca nei blog[10] permettono anch'essi di ottenere segnalazioni tempestive di nuovi siti di Fisica.
Guardando la lista dei documenti più popolari di delicious si vede come spesso essi non siano articoli di riviste o giornali e come la qualità di un documento scelto spontaneamente da centinaia di internauti sia uguale se non maggiore di quella degliarticoli pubblicati.Qui la lezione è: è vero che la maggioranza del materiale online è spazzatura ma il numero di autori è enorme e una volta sviluppato un sistema efficace di selezione, da questa massa di spazzatura emergono vere e proprie perle.

7 Chi sono gli internauti

Ho potuto farmi un'idea di chi legge le mie pagine di “divulgazione” di Fisica[7] (circa 100), sia guardando le statistiche degli accessi alle stesse[11], sia attraverso i mail ricevuti da chi legge le stesse pagine(non molti: circa un mail ogni 10.000 pagine visitate).
L'autore di un documento web può sapere anche come la pagina viene raggiunta. L'accesso alle mie pagine avviene quasi sempre attraverso ricerche su Google di termini riguardanti la Fisica come “campo elettrico”, “orbitali”, etc …
La scelta delle parole chiave e la stagionalitàdelle richieste indica che la maggioranza degli accessi vengono da studenti delle scuole (per lo più lavorando da casa).

8 Trasformare il proprio computer in laboratorio di Fisica

Con l'avvento del computer èpossibile simulare un fenomeno e studiarlo usando ilcomputer come laboratorio virtuale.La stessa tecnica puòessere usata per spiegare la fisica ad un profano. Simulazioni di fisica al computer esistono da quando è nato il computer ma la natura stessa di questa macchina (dopo 2 anni un computer comincia a diventare obsoleto) non ha permesso il loro uso prolungato nel tempo e il loro accumularsi. Il Web per la prima volta sta permettendo questo accumulo: i

laboratori virtuali di Fisica[5)] per lo piu basati su applet Java sono numerosi e permettono di trasformare il computer di casa in una macchina per fare esperimenti.

9 Accedere a dati scientifici sperimentali originali

Il confine tra simulazione ed esperimento reale può diventare sottile, specialmente se la simulazione per funzionare ha bisogno di datireali. Internetè fatta apposta per accedere ad enormi database di dati di ogni tipo. Le migliori applicazioni di Internet sono proprio quelle che permettono al profano di esplorare questi dati partecipando in prima persona adun esperimento scientifico[12)].

10 L'esperienza di Fisica2005

Fisica2005[13)] è un portale comunitario dedicato alla Fisica e viene descritto in dettaglio altrove[14)]: è il risultato[15)] della collaborazione di cinque appassionati di Fisica e di Web (quattro lavorano presso il Dipartimento di Fisica di Bari e uno è docente di un Liceo Classico di Bari). Il progetto è stato fatto nei ritagli di tempo e quindi a costo zero per quanto riguarda il personale. Per quanto riguarda l'hardware e il software, la Sezione INFN di Bari ha fornito lo spazio disco sul server Web con supporto di database (Mysql[16)]) e wiki (Mediawiki[17)]. Il sito Fisica2005 è ormai operativo da 6 mesi ed è stato progettato per durare anni con una manutenzione minima. Esso viene monitorato in continuazione per conoscere l'uso che ne viene fatto e permettere così di migliorarlo[18)].

Il sito fa da supporto a una serie di iniziative dettate dall'interessamento mostrato da insegnanti e studenti di Fisica. Inizialmente è stata inviata una lettera alle scuole medie superiori pugliesi, chiedendo se gli insegnanti di Fisica erano interessatia seguire un minicorso sull'uso del portale. Circa 50 insegnanti hanno risposto e sono venuti in Dipartimento per un pomeriggio ed hanno seguito il minicorso. Ad un'altra decina di insegnanti, impossibilitati a venire, è stato inviato il cdrom distribuito durante il minicorso.

Il portale è stato anche impiegato[19)] in un corso di Laboratorio per studenti della scuola SSIS. Gli studenti (laureati in discipline scientifiche che si preparano a

insegnare la fisica), come compito di esame, hanno preparato un modulo didattico usando il wiki del portale.
Mettete gli eventuali ringraziamenti alla fine del testo.

11 Sommario e Conclusioni

Lo scopo principale di questa presentazione è stato quello di mostrare i caratteri originali della divulgazione di Fisica via Web. Nel far questo si è messo in evidenza la situazione di questo tipo di divulgazione in Italia (non molto buona) in cui, non solo i materiali originali in italiano sono pochissimi, ma la maggioranza del materiale accumulato su Internet viene snobbato dagli "esperti" e ignorato da chi potrebbe beneficiarne perchè "in inglese". Il risultato è una generazione di giovaniche sitroverà in difficoltà a competere coi giovani di altre nazioni che non hanno queste preclusioni ad usufruire del materiale su Internet.
La comunicazione tra persone è la base del Web e permette la creazione di comunità online, la scrittura collettiva di materiali e la classificazione degli stessi. Il portale comunitario Fisica2005 è un esempio di uso del Web per facilitare la comunicazione tra gli autori delle simulazioni, i docenti italiani di Fisica e gli studenti. I docenti possono creare moduli didattici basati sulle simulazioni. Gli studenti ed altri appassionati di Fisica possono far girare queste simulazioni sul proprio computer anche senza collegamento a Internet.

Sitografia

1) http://www.ba.infn.it/~zito/fisica2005/siti.html: Lista dei principali siti di fisica in Italia aggiornata all'Ottobre 2005. La barretta verde a destra rappresenta il Pagerank di Google.
2) http://it.wikipedia.org/wiki/Categoria%3AFisica: Wikipedia -articoli di Fisica.
3) http://groups.google.com/group/it.scienza.fisica?lnk=srg : gruppo di discussione it.scienza.fisica.
4) http://ulisse.sissa.it/QuestionAnswerResults.jsp?: Chiedi a Ulisse

5) http://www.ba.infn.it/didattica.html

6) http://bibscienze.unimi.it/fisica/risorse internet/VRDfisica.html : La Fisica in Rete.

7) http://www.ba.infn.it/~zito/museo/leonardo.html

8) http://www.mi.infn.it/~phys2000/index.html : Physics 2000 , un viaggio interattivo nella fisica .

9) http://del.icio.us/

10) http://blogsearch.google.com/

11) http://www.ba.infn.it/%7ezito/linkin.html

12) http://scienzapertutti.lnf.infn.it/

13) http://www.ba.infn.it/fisica2005 : Fisica 2005 -Laboratorio virtuale e portale interattivo per insegnanti di Fisica.

14) http://www.ba.infn.it/~zito/fisica2005/fisica2005.html : Fisica2005 Costruzione di un portale didattico interattivo.

15) Chiara Evangelista, Maria Santa Mennea, Franco Nuzzi, Antonietta Regano, Giuseppe Zito : Fisica 2005 : a community portal for creation of educational material and its dissemination to italian high school physics teachers. Proceedings III International Conference on Multimedia and ICTs in Education Caceres,Spain June 7-10 2005

16) http://www.mysql.com/

17) http://www.mediawiki.org/

18) http://www.ba.infn.it/~fisi2005/statistiche/

19) http://www.ba.infn.it/~zito/ssis/corso.html

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

EVOLUZIONE TECNOLOGICA DELLA COMUNICAZIONE MEDIATA

Orlando Ciaffoni
Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, Via E. Fermi 40, 00044 Frascati

L'autore non ha inviato il testo

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

SCIENZAGIOVANE. IL SITO WEB DI DIVULGAZIONE SCIENTIFICA DELL'UNIVERSITA' DI BOLOGNA

Giorgio Giacomelli*
Università di Bologna e INFN-Sezione di Bologna
Viale Berti Pichat 6/2, 40127Bologna

Sommario

L'Università di Bologna è impegnata in un progetto di divulgazione scientifica, "ScienzaGiovane", che utilizza un mezzo moderno come Internet, per incuriosire e informare correttamente i navigatori della rete, in particolare gli studenti degli ultimi anni della scuola secondaria. Nato unicamente come sito Internet http://www.scienzagiovane.unibo.it), il progetto è stato successivamente ampliato, ed attualmente include eventi dal vivo trasmessi in diretta su Internet. Le scelte che hanno portato alla sua realizzazione sono presentate tramite alcuni degli argomenti trattati, che spaziano dalla fisica fondamentale ed applicata, all'astronomia, alla chimica, biologia, ingegneria, ambiente e salute, ecc. Vengono inoltre discusse le più recenti manifestazioni (conferenze-dibattito) organizzate nell'ambito delle iniziative di ScienzaGiovane ed inaugurate in occasione del 2005, Anno Mondiale della Fisica.

L'Università di Bologna dall'inizio del 2003 è impegnata in un progetto di divulgazione scientifica, tramite la realizzazzione di un sito Internet, per incuriosire e soprattutto informare correttamente i navigatori della rete, in particolare gli studenti

---

* Co-Autori: Roberto Giacomelli e Barbara Poli

degli ultimi anni della scuola secondaria. Il sito "ScienzaGiovane" è progettato da docenti esperti in vari campi scientifici e di comunicazione, e contiene argomenti divulgativi multidisciplinari, con attenzione, anche, alle attività di ricerca svolte da docenti e ricercatori di Bologna in ambito Nazionale e Internazionale. Vi sono inoltre stretti contatti con gli Enti di Ricerca operanti nell'area bolognese, in particolare con la Sezione di Bologna dell'INFN, il CNAF-INFN, il CNR e l'INAF.

Nel 2004 e prima metà del 2005 sono stati implementati nel sito web i seguenti argomenti:

- L'Elettrosmog (area tematica: ambiente, fisica sanitaria)

Si è affrontato l'argomento spiegando cosa sono le onde elettromagnetiche e gli effetti che producono nelle interazioni con la materia, in particolare sull'uomo. Si spiega quali sono gli Enti che si occupano di elettrosmog, e come si può fare un uso più virtuoso della tecnologia. Sono dati consigli su dove cercare informazioni più precise e puntuali al riguardo.

Figura 1: L'elettrosmog.

- Transito di Venere (area tematica astronomia)
L'argomento è stato di attualità perchè il transito di Venere sul disco solare era previsto per l'8 giugno 2004. In passato il fenomeno ebbe rilievo scientifico perché consentiva di effettuare misurazioni della distanza tra la Terra e il Sole. L'articolo spiega come e quando si verifica questo fenomeno celeste e riporta note storiche sulle prime osservazioni del 1761 condotte alla Specola astronomica di Bologna. Consigli per le osservazioni sono riportati insieme a schede didattiche per riproporre a scuola il calcolo della distanza Terra-Sole dalle informazioni sul transito di Venere.
- Scienziati Bolognesi (area tematica storia della scienza)
Anche la storia della scienza può essere affrontata in modo piacevole. Sappiamo chi sono quei personaggi che danno il nome a vie e piazze della nostra città? Partendo dai personaggi più famosi, Galvani, Marconi, Cassini, si vuol far conoscere alle nuove generazioni alcuni scienziati che con le loro scoperte hanno portato prestigio all'Università di Bologna.
- La finestra radio sul cosmo (area tematica astronomia)
La terra riceve informazioni dall'Universo soprattutto sotto forma di onde elettromagnetiche. Solo una piccola porzione di questa vasta gamma di radiazioni può essere osservata da terra. La maggioranza viene assorbita dall'atmosfera, che lascia aperte sul cosmo solo "la finestra ottica" (studiata fin dagli albori dell'umanità) e "la finestra radio" (studiata da pochi decenni, tramite radiotelescopi). Sono descritte in modo semplice le recenti ricerche e gli strumenti radioastronomici utilizzati.
- Intelligenza artificiale (area tematica ingegneria, informatica)
Che cos'è realmente un'intelligenza artificiale? Quali sono le possibili applicazioni? L'articolo vuole dare una spiegazione scientifica di un tema affascinante. Tutte le pagine sono corredate da immagini e schemi esplicativi ed è inoltre possibile utilizzare alcune applet per provare a giocare a "tris" o a "Forza 4" contro il computer.
- Fisica e ..... Fantasia (area tematica fisica)

Un racconto che nasce dal tentativo dell'autore di rendere comprensibili alcuni concetti della Fisica moderna ai non studiosi della materia con una lettura facile e divertente. Forse anche una semplice favola può contribuire all'arricchimento dell'immaginazione e stimolare nei giovani l'interesse su ciò che la Scienza può dire sui misteri del Cosmo.

Figura 2: La finestra radio sul cosmo.

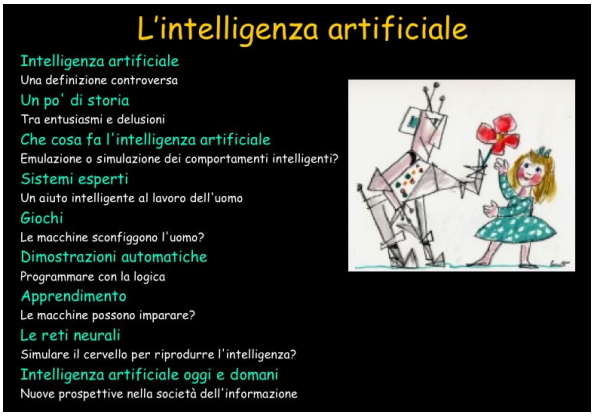


Figura 3: L'intelligenza artificiale.

- La morte delle stelle (area tematica astronomia)
Il modo di morire di una stella ha un fascino fiabesco. Sono tanti i modi in cui può morire una stella. Tutto dipende dalla sua massa, come spiega questo articolo.
- I pirati della rete (area tematica informatica)
Chi sono gli hakers, quali sono i loro bersagli preferiti, cosa sono i virus e worms che infettano i computers? Quali sono i meccanismi di difesa?
- La "mucca pazza" (area tematica veterinaria)
E' spiegata e discussa la malattia della "mucca pazza", che cosa la provoca, come si trasmette e quali sono i provvedimenti adottati.

Figura 4: La mucca pazza.

- Monsignor Egnazio e la TAC del suo mappamondo (fisica applicata ai beni culturali)
"… E' tutto armato dentro di ferri, perché si gran globo non si reggeva di per sé … il quale è fatto con invenzion nuova talmente, che con un sol dito si gran macchina se muove per tutti i versi …"
Ogni anno "ScienzaGiovane" si propone di organizzare, all'inizio dell'anno scolastico, una manifestazione dal vivo collegata al sito, che porti a un significativo

stimolo allo studio delle materie scientifiche. Nel centenario del 1905, *annus mirabilis* della Fisica, le Nazioni Unite hanno proclamato il 2005 Anno Mondiale della Fisica. Per celebrare questa importante data ed aprire una serie di manifestazioni che si sono tenute a Bologna, "ScienzaGiovane" ha organizzato un incontro con studenti delle scuole medie superiori trasmesso dal vivo su Internet. Nell'incontro "La Rivoluzione Einstein" (20 novembre 2004) è stato presentato con l'ausilio di materiale multimediale l'impatto delle scoperte e delle idee di Eistein nelle varie discipline (fisica, astronomia, matematica, cosmologia, chimica, filosofia, ...); l'incontro ha riscosso un grande successo e ha visto la partecipazione di oltre 500 studenti, in aggiunta a quelli collegati. E' stato presentato dalla dott.ssa Paola Catapano del CERN.

Figura 5: Monsignor Egnazio

Il 29 ottobre 2005 si è tenuto l'incontro-dibattito "Sulle tracce di Darwin" che è stato condotto dal famoso presentatore televisivo Patrizio Roversi. Darwin l'uomo, il geofisico, il viaggio del Beagle, la teoria dell'evoluzione delle specie, Darwin: scienza e società, sono stati gli argomenti trattati. Anche questa manifestazione è stata seguita con entusiasmo da più di 500 giovani, oltre a quelli collegati in rete. Moltissime sono state le domande rivolte ai relatori.

Le due manifestazioni (e anche quella di inaugurazione del sito tenutasi nel 2003) sono state riprese e inviate in rete dal gruppo multimediale dell'INFN.
Nel 2004 e nel 2005 una parte dell'impegno è andata a miglioramenti grafici del sito: si sono apportate modifiche strutturali e di immagine alla prima pagina (home page) in modo che l'impatto fosse più efficace, e la consultazione più facile ed immediata. Per pubblicizzare il sito sono stati realizzati alcuni gadgets, quali segnalibri, cartoline e adesivi che sono stati distribuiti durante le occasioni di incontro con gli studenti. Nell'ultima parte del 2004 si è proceduto alla traduzione in inglese di alcuni articoli di ScienzaGiovane con la collaborazione e supervisione di un lettore di madre lingua. Per confrontarci con altre Università e organizzazioni straniere si è intervenuti a conferenze e workshop tramite documenti esposti nella sezione poster e con relazioni su invito.

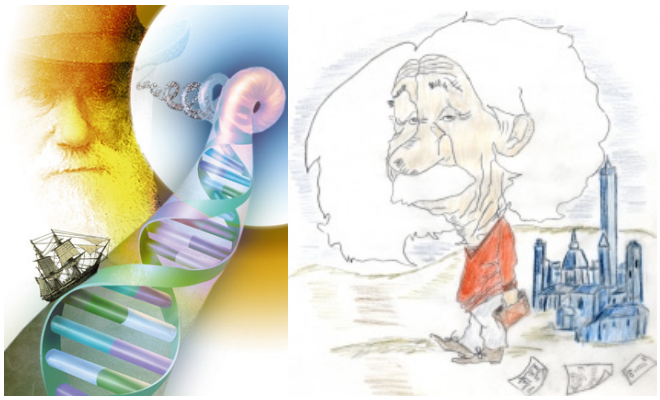


Figura 6: Il poster utilizzato per publicizzare l'incontro "la Rivoluzione Einstein" e quello per il dibattito "Sulle tracce di Darwin".

Figura 7: Relatività ristretta: Contrazione delle lunghezze, $L=L_0/y$, mostrata con un'ipotetica auto Ferrrari.

Figura 8: la nuova Home page di ScienzaGiovane.

Ringraziamenti

Ringraziamo la Commissione di divulgazione scientifica dell'Università, il gruppo multimediale dell'INFN, i colleghi bolognesi e del CERN che hanno molto contribuito al successo dell'iniziativa. Si ringrazia la dott.ssa Anastasia Casoni per la sua collaborazione.

Alcuni Siti web di divulgazione scientifica

1) www.scienzagiovane.unibo.it/
2) http://scienzapertutti.lnf.infn.it/
3) http://public.web.cern.ch/Public/Welcome.html
4) www.esa.int/esaED/highschool.html
5) http://imagine.gsfc.nasa.gov/index.html

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

PROGETTO CRESCERE

Halina Bilokon*
Laboratori Nazionali di Frascati (Roma) Italia

Sommario

Il progetto CRESCERE si propone di avvicinare i giovani all'attività di ricerca, offrendo loro l'occasione di usare un'attrezzatura scientifica moderna per effettuare un'esperimento controllando l'apparato via web. Questo progetto è una collaborazione tra scienziati italiani, portoghesi e rumeni che hanno allestito tre rivelatori di raggi cosmici in altrettanti laboratori internazionali di ricerca. Gli studenti delle scuole che eseguono gli esperimenti remoti sono seguiti da un "tutore", che li orienta sia nella fase preliminare che nella fase di analisi dei dati raccolti. Un supporto didattico in forma di opuscoli e di CD è stato distribuito nelle scuole che hanno aderito al progetto.

1 Introduzione

Il progetto CRESCERE (www.scienzapertutti.net) (Cosmic Rays in a Europe School Environment: a Remote Experiment) è nato nell'ambito di ScienzaPerTutti (http://scienzapertutti.lnf.infn.it) – un progetto di comunicazione della scienza - dei Laboratori Nazionali di Frascati dell' INFN.

---

* Co-Autori: L. Benussi, S. Bianco, H. Bilokon, O. Ciaffoni, F.L. Fabbri, E. Frani, Paola Giannotti, A. Martini, G. Modestino, G. Nicoletti, L. Passamonti, P. Patteri, C. Petrascu, L. Trasatti; M. L. Carvalho, E. Cravo, A. Eiro', A. Maio, L. Peralta, J. P. Ribeiro (FCUL Lisboa); P. Abreu, M. David, M. C. Espirito Santo, M. Pimenta, B. Tome' (LIP Lisboa); M. Bragadireanu, T. Ponta, D. L. Sirghi (IFIN-HH Bucarest).

Finanziato dalla Comunità Europea nel Programma Quadro FP6 per la struttura della ricerca e risorse umane in Europa, è stato proposto da quattro istituti di ricerca: LNF (*Laboratori Nazionali di Frascati*), FCUL (*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*), LIP (*Laboratòrio de Instrumentação e Física Experimental de Partículas* di Lisbona), IFIN-HH (*Nat. Inst. for Physics and Nuclear Engeneering – "Horia Holubei"* di Bucarest). Il suo obbiettivo è divulgare la scienza usando esperimenti scientifici come mezzo di comunicazione.

Tre rivelatori di particelle cosmiche sono stati allestiti negli istituti che partecipano al progetto:

a) Misura della velocità dei muoni cosmici nei LNF,
b) misura della vita media dei muoni cosmici a FCUL e
c) misura del flusso dei raggi cosmici a LIP.

È stato messo a punto un sistema di controllo via web per permettere di effettuare le misure manovrando l'apparato in modo remoto. Telecamere installate nei laboratori rendono visibili sia l'apparato che il tutore il quale interagisce con i partecipanti spiegando il funzionamento del rivelatore, orientandoli nella parte sperimentale e nell'analisi dei dati. Una parte importante della partecipazione delle scuole al progetto è la relazione finale sul fenomeno osservato, prodotta dagli studenti e resa accessibile a tutti sulla pagina web di CRESCERE.

Lo scopo di questo progetto è di stimolare la curiosità dei giovani verso la scienza, mostrare come lavorano i ricercatori, la strada per diventare ricercatori. CRESCERE offre un modo nuovo per avvicinare i giovani alla ricerca usando uno strumento che ormai è divenuto di uso comune tra le nuove generazioni: la rete Internet.

2 La divulgazione di CRESCERE

Per divulgare il progetto sono state inizialmente inviate lettere alle scuole superiori nei paesi dei proponenti di CRESCERE presentando il progetto, informando sui

requisiti necessari per la partecipazione e fornendo gli indirizzi web per gli approfondimenti.

La fase successiva è consistita nell'assegnazione di un "tutor" alle scuole che hanno aderito al progetto con lo scopo di creare un contatto più diretto con gli studenti e i professori. Visitando la scuola il "tutor" fa un seminario per spiegare la fisica coinvolta, il funzionamento dell'apparato, l'orientamento per l'analisi dei dati. Il supporto didattico su carta stampata e su CD e' stato prodotto in tre lingue. Esso consiste di "posters" di volantini semplici e "trifolders" con programma del progetto, con informazione sugli istituti scientifici coinvolti e con brevi cenni sulla fisica e sugli esperimenti. E' stato anche prodotto un libretto che contiene maggiori dettagli sul progetto CRESCERE e con dei suggerimenti sulla strada da percorrere per diventare scienziati. La fig. 1 è l'immagine di una faccia del trifolder aperto.

Figura 1

3 La fase operativa di CRESCERE

Gli esperimenti possono essere controllati in modo remoto dagli studenti.

I requisiti minimi per operare da remoto sono:

a) sistema operativo Windows 2000, NT o XP
b) web browser Explorer 5
c) plugin Flashplayer versione 7 o maggiore scaricabile da internet
d) LabView per il controllo remoto dell'acquisizione dei dati
e) scheda audio e altoparlanti per ascoltare il tutore

La presa dei dati è preceduta da una lezione del "tutor" in diretta dalla sala dell'esperimento, il quale con l'ausilio di varie videocamere, disposte in punti chiave, può mostrare il rivelatore, gli apparati elettronici, gli strumenti in fase di misura. La fig. 2 mostra lo schermo del computer in fase di collegamento con l'esperimento nei LNF all'inizio della fase operativa del progetto.

Figura 2

Per eseguire l'esperimento scelto, sono stati assegnati, a tutte le scuole, due codici definiti con il colore verde e rosso. Il codice verde permette l'accesso come osservatore, senza la possibilità di manovrare l'apparato. Questa fase è ritenuta

importante per gli studenti che devono assumere il comando dell'apparato per eseguire le misure.
Il codice rosso permette di controllare completamente l'esperimento da remoto.

4 Risultati di CRESCERE

I tre esperimenti di CRESCERE sono stati prenotati da molte scuole superiori dei paesi partecipanti del progetto. La grande quantità di richieste e la durata di sei mesi imposta dal contratto con la Comunità Europea ha limitato la durata di ogni sessione on-line. I cinque giorni di misura inizialmente previsti per ogni scuola partecipante sono stati ridotti a tre. Questo non ha diminuto il contenuto didattico di ogni sessione, ma ha semplicemente limitato il numero delle misure per i diversi tipi di analisi.

Figura 3

La fig. 3 mostra la distribuzione delle città in Italia che hanno aderito al progetto CRESCERE.
Alla fine della prima metà del periodo di CRESCERE è stato organizzato a Lisbona un incontro tra gli studenti, insegnanti e ricercatori, per dare ai giovani l'opportunità di discutere i risultati delle loro misure e scambiarsi le opinioni sugli esperimenti. Le scuole che avevano completato l'analisi dei dati raccolti hanno presentato le loro relazioni e una lunga discussione sulle opportunità di lavoro di ricerca in Europa ha polarizzato l'attenzione dei giovani studenti.

5 Conclusioni

CRESCERE ha raggiunto il suo obiettivo principale: stimolare la curiosità dei giovani verso la scienza.
La libera scelta dei parametri delle misure ha incentivato in ogni gruppo uno studio più profondo sia della fisica, sia del metodo scientifico nell'analisi dei dati.
Essendo un progetto multi-lingue, è stato possibile confrontare i programmi scolastici dei paesi partecipanti e sopratutto constatare la curiosità da parte dei giovani europei verso il mondo della ricerca.
Tutte le relazioni finali degli studenti sono consultabili in un sito web pubblico all'indirizzo.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

SCIENZAPERTUTTI: LA SCIENZA NELLA RETE, LA RETE DELLA SCIENZA

L. Benussi *
Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, via E. Fermi 40, Frascati, Italy

Sommario

Si descrivono i primi tre anni di attività del sito web ScienzaPerTutti (http://scienzapertutti.lnf.infn.it) nato da in idea di un gruppo di ricercatori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Si presentano le statistiche relative agli accessi integrati durante i tre anni di attività e le varie iniziative che il sito ScienzaPerTutti a promosso e organizzato.

1 – Introduzione

ScienzaPerTutti (anche noto come SxT!) nasce nel Novembre 2002 dall'idea di un gruppo di ricercatori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare che, avertendo la necessità di aprire al grande pubblico il modo della cosidetta "Big Science", decidono di creare il progetto ScienzaPerTutti con l'intento di rivolgersi ad un pubblico generico per la divulgazione della cultura scientifica, con particolare e naturale attenzione alla Fisica moderna, endemicamente poco presente nella cultura di tutti i giorni e per questo poco diffusa e conosciuta.

---

* Co-Autori: H. Bilokon, E. Durante, F.L. Fabbri, G. Modestino, G. Nicoletti, P. Patteri, G. Curceanu, A.C. De Vitis, E. Venturelli, A. Paolozzi, F. Toti Lomabrdozzi

L'idea è quella di sfruttare la metafora di un isola, metafora che palesemente richiama la più famosa isola della scienza di Francis Bacon, nella quale i visistatori del sito (webnauti) scoprono e esplorano percorsi divulgativi nei quali vengono trattati con termini semplici e vicini alla vita quotidiana concetti e scoperte fondamentali della fisica moderna.
Nel presente articolo verrranno presentate le statistiche "ragionate" del sito ScienzaPerTutti durante questi 5 anni di vita, la struttura del sito stesso e le attività del progetto, il quale fonda uno dei suoi punti di forza nella "inter-attività" con i propri visitatori, intesa come co-partecipazione dei web-nauti nella realizzazione di molte rubriche del sito e nel contatto diretto con fisici e scienziati che rispondono ai quesiti presentati dai visitatori, oltra alla realizzazione da parte dei webnauti di veri e propri percorsi divulgativi pubblicati su ScienzaPerTutti.

1 – I numeri di ScienzaPerTutti

Dal Novembre 2002 il sito ScienzaPerTutti il sito ScienzaPerTutti ha ottenuto un totale di circa 600.000 accessi unici e una media di 750000 visite per mese (numeri ufficiali del web server INFN). In Fig.1 sono riportati gli andamenti per ogni singolo mese degli accessi unici (a) e delle visite (b). Con accessi unici si intende utenti, individuati dal loro numero IP, che visitano il sito una sola volta nel periodo di un mese. Ovviamente le visite mensilmente sono molte di più come si intuisce osservando i grafici di Fig.1. Si vede chiaramente nei due andamenti di Fig. 1 come numero di contatti sia progressivamente aumentato fino ad arrivare nel Settembre 2004 ad un livello di stabilità attestandosi ad una media di circa 15000. È interessante osservare come durante i mesi di attività scolastica, si abbia un incremento degli accessi, incremento che poi diminuisce durante i mesi di vacanza (Dicembre, Luglio e Agosto), quando il numero di accessi si riposiziona sul livello medio. Questo indica chiaramente che il navigatore (webnauta) tipico di scienzapertutti non è inquadrabile solo come studente, ma il sito ha ormai definito una sua comunità di utenti stabilmente presenti estranei o comunque non legati alla navigazione di tipo scolastica, ma più assimilabile a un modello di utente "amante" delle tematiche trattatte.

Il successo di ScienzaPerTutti è evidenziato anche dal PageRank che il famoso motore di ricerca Google (www.google.com) gli ha assegnato: primo tra tutti i siti divulgativi italiani, ScienzaPerTutti ha un PageRank di 6 (su un massimo di 10), da confrontarsi con il PageRank 7 del sito dell'INFN (a cui ScienzaPerTutti si appoggia come struttura di supporto e web-hosting) ed il PageRank 9 del sito del CERN (www.cern.ch), l'ente europeo per la ricerca nucleare.

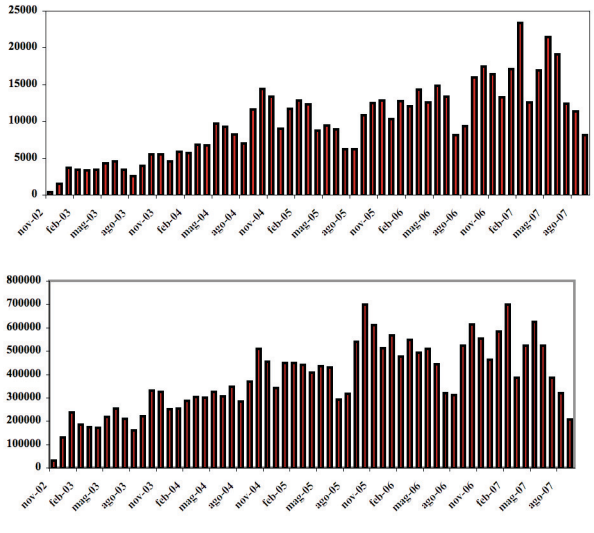


Fig. 1 Andamento in funzione del mese degli accessi unici (a) e delle visite (b) al sito scienzapertutti.lnf.infn.it

2 – La struttura del sito

ScienzaPerTutti è strutturata per permettere la sua navigazione al più vasto pubblico possibile; a tale scopo si è scelta una veste grafica il più semplice possibile ma allo stesso tempo accattivante ed il più possibile originale nell'ambito dei siti web. Si è anche prestata particolare attenzione alla "leggerezza" in termini di byte delle pagine da scaricare in modo da permettere anche a chi non usufruisce di collegamenti ad alta velocità (ADSL) di poter visitare il sito senza particolari tempi di attesa per il caricamento delle pagine.

La struttura del sito si articola in percorsi divulgativi "canonici" sviluppati da fisici dell'INFN (prevalentemente LNF) i quali sono organizzati in formato di schede, ognuna corrispondente ad una pagina web, schede che sono il più possibile auto-consistenti ma che permettono al navigatore di seguire il percorso divulgativo proposto dall'autore. Ogni scheda contiene link a pagine interne (ed esterne) di ScienzaPerTutti, consentendo cosi al navigatore la possibilità di crearsi il proprio "percorso" navigando il sito seguendo la propria curiosita, ma permettendogli di poter riprendere la strada indicatagli dall'autore del percorso originario con facilità: i link alle pagine interne (o esterne) vengono aperti in nuove finestre del browser (pop-up), mantenendo cosi sempre aperta la pagina iniziale del percorso dal quale il navigatore era partito.

Gli argomenti trattati nei vari percorsi che ScienzaPerTutti propone sono i più svariati pur concentrandosi su argomenti relativi alla fisica moderna; le particelle subatomiche, l'incredibile neutrino, materia e anti-materia, i buchi neri, il modello standard, sono solo alcuni dei titoli che vengono proposti ai navigatori e che come già detto si intrecciano tra loro, formando una sorta di mini-web della scienza.

Altro importante, e per molti aspetti fondamentale, contenuto che il sito propone e la sezione "Chiedi All'Esperto". Questa sezione si è rivelata sicuramente il punto di forza di ScienzaPerTutti e probabilmente il "quid" in più rispetto a molti siti "rivali". Piu di 300 esperti delle diverse discipline scientifiche hanno risposto in prima persona a 400 domande presentate online dai navigatori, tra i quali non mancano nomi illustri. Le domande presentate hanno raggiunto picchi di circa 100 al mese dimostrando, qualora ne fosse necessario, la necessità che il pubblico generico ha di conoscere e di entrare in contatto con il mondo della ricerca e della scienza in generale. Gli argomenti delle domande svariano dalla fisica quantistia a domande di filosofia ed epistemologia della scienza, evidenziando anche una ampia comunità di appassionati di scienza che hanno trovato in ScienzaPerTutti un posto su cui approfondire le loro curiosità. È importante sottolineare che ogni risposta pubblicata viene per così dire "vestita" dalla redazione di ScienzaPerTutti rendendola una vera e propria scheda autoconsistente con numerosi richiami a voci del glossario del sito piuttosto che a pagine di percorsi o a schede di

approfondimento sempre presenti nel sito, trasformando cosi la risposta "nuda" preparata dall'esperto in una sorta di crocevia tra diversi percorsi di navigazione all'interno del sito ScienzaPerTutti.
ScienzaPerTutti ha una parte dedicata ai suoi navigatori più fedeli che hanno creato un vera comunita di appassionati: oltre 200 sono i web-nauti che hanno richiesto il "Passaporto" di ScienzaPerTutti, che gli ha permesso di partecipare a iniziative a loro dedicate (giochi e concorsi), passaporto ottenuto attraverso una "registrazione" al sito. Questa fidelizzazione dimostra ulteriormente il successo del sito e la necessità di avere sul web una tale iniziativa.

3 – Le attività collaterali

Oltre all'attività canonica di un sito web ScienzaPerTutti ha proposto e supportato altre attività di divulgazione scientifica sempre indirizzate ad un pubblico generico e a scuole italiane e non.
SpazioAperto è uno spazio del sito nel quale sono stati indetti 5 concorsi nazionali (uno per anno) e uno internazionale (nel 2005) riservati alle scuole di ogni ordine e grado o a singoli navigatori, che volevano cimentarsi nello sviluppo di percorsi divulgativi da pubblicare sul sito ScienzaPerTutti. In totale hanno partecipato ai concorsi circa 100 classi di 20 istituti italiani e 5 istituti stranieri e i migliori lavori fanno ormai parte integrante del sito.
Molto importante allo scopo di far conoscere l'attività di ScienzaPerTutti si è rivelata la collaborazione con la rivista di divulgazione scientifica "Quark"; per circa 12 mesi sono stati presentati dei piccoli percorsi divulgativi su ScienzaPerTutti che approfondivano alcune delle tematiche proposte in articoli di "Quark". Il lettore della rivista, piuttosto che il navigatore del sito, potevano cosi approfondire le loro curiosità sfruttando le sinergie messe a loro disposizione da questa iniziativa.

4 – La scienza nella rete….la rete della scienza

Visto il considerevole successo che ScienzaPerTutti ha avuto in Italia, si è pensato estendere fuori dai confini (web!) italiani la sua idea vincente. Dalla scienza nella rete si è creata la rete della scienza. Il sito Scienzapertutti.net e il progetto CRESCERE

ne sono il risultato. CRESCERE nasce dai finanziamenti del FP6 della Comunità Europea e dalla collaborazione tra i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN e gli istituti FCUL e LIP di Lisbona e l'IFIN-HH di Bucarest. L'obbiettivo di CRESCERE è stato quello di permettere a chiunque ne fosse interessato di poter entrare pienamente nel mondo della ricerca e di poter partecipare in prima parsona ad un vero esperimento di fisica moderna. Presso i Laboratori Nazionali di Frascati e i dipartimenti del LIP e FCUL di Lisbona sono stati approntati degli esperimenti di fisica che avevano la possibilità di essere contrallati via web in maniera pressochè completa. Oltre 200 scuole di Italiane, Rumene e Portoghesi hanno potuto così effettuare un vero esperimento di fisica seguentolo in prima persona, dopo essere state istruite da un tutore che, per una settimana era a loro disposizione a orari stabiliti e che dopo una serie di lezioni introduttive, lasciava agli studenti il completo controllo dell'esperimento.
Il successo di questa iniziativa è stato tale che oltre 300 richieste di partecipazione sono state rifiutate per mancanza di tempo e un progetto simile ma ampliato per partecipazione di istituti di ricerca è stato presentato anche per il FP7.
Accanto al progetto CRESCERE è stato sviluppato il sito ScienzaPerTutti.net, un sito che oltre ad ospitare le pagine di CRESCERE, contiene molti dei percorsi della versione italiana di ScienzaPerTutti tradotti in rumeno, portoghese, inglese e francese. Dall'apertura del sito ScienzaPerTutti.net, come era ovvio aspettarsi, il numero di accessi da domini non italiani al sito ScienzaPerTutti è notevolmente aumentato: dalla scienza nella rete alla rete della scienza, un altro succeso di ScienzaPerTutti.

4 – Conclusioni

Dopo cinque anni di attività ScienzaPerTutti tira le somme che si possono definire decisamente positiva, oltre le migliori aspettative. Oltre 3 milioni di visitatori e il Google PageRank di 6 sono degli indicatori inequivocabili del successo che l'iniziativa ha ottenuto. Ma il successo di ScienzaPerTutti non si può misurare solo in termini numerici, ma soprattutto con la "fedeltà" che i suoi web-nauti hanno dimostrato durante questi anni di presenza sul web. Il successo di ScienzaPerTutti si

è esteso anche fuori dai confini della lingua italiana contribuendo anche al successo del progetto CRESCERE. Questi cinque anni hanno ovviamente rappresentato anche per i partecipanti al progetto in prima persona un'esperienza molto importante sia dal punto di vista umano che dal punto di vista professionale.

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione

LA DIFFUSIONE DELL' IINFORMAZIONE SCIENTIFICA E L'USABILITÀ: IL CASO STUDIO SCIENZAPERTUTTI

G. Casadei, L. Puccia*
ENEA Lungotevere Thaon di Revel, 76 – 00196 Roma

Sommario

Un'applicazione software tradizionale, un sito web e un corso e-learning sono strumenti informatici e come tali, per essere utilizzati in maniera amichevole, devono essere usabili. L'ENEA ha messo a punto una metodologia per verificare l'usabilità dei prodotti informatici, mediante la somministrazione ad un campione di utenti finali, di questionari opportunamente progettati. La sperimentazione condotta per testare l'usabilità del sito ScienzaPerTutti[1)], progettato e diffuso dall'INFN, è stata resa possibile dalla collaborazione del team didattico e degli studenti di un Istituto romano, e di alcuni ricercatori ENEA.

1 Introduzione

La ricerca è stata realizzata attraverso diverse fasi: la progettazione di un questionario, costruito ad hoc; la presentazione e distribuzione del questionario agli studenti delle ultime tre classi di un liceo classico e scientifico; la progettazione e realizzazione di un programma software che gestisce il trattamento dei dati estratti dai questionari compilati, l'elaborazione degli stessi e l'analisi dei risultati.

---

* Co-Autori: M.L. Bargellini, S. Coletti; F. L. Fabbri, C. Salvatori, V. Tacconi

2 Usabilità

I nostri studi e ricerche hanno portato alla messa a punto di una metodologia per la misura dell'usabilità 1). L'usabilità 2), 3), 4) è un concetto complesso che comprende variabili tecniche ergonomiche e sociali; è quindi necessario un approccio multidisciplinare. Inoltre l'usabilità di un prodotto dipende dall'obiettivo dell'applicazione e dal contesto in cui viene usata.

Tra le possibili definizioni di usabilità possiamo affermare che per usabilità noi intendiamo la misura del grado di: efficacia, efficienza e soddisfazione con cui viene usata l'applicazione. La metrica da noi scelta, per misurare le componenti dell'usabilità, poggia su 5 parametri fondamentali:

- Learnability, che misura la facilità d'uso dell'applicazione da testare;
- Efficency dell'applicazione, che misura l'impegno necessario per portare a termine un compito;
- Memorability, che dà la misura di quanto facile sia per l'utente ricordare un percorso già intrapreso;
- Errors, che dà la frequenza di errori in cui l'utente incorre durante l'uso dell'applicazione mentre naviga, tale frequenza deve essere bassa;
- Satisfaction, che misura quanto è piacevole apprendere attraverso il sito.

Per sintetizzare, possiamo dire che un sito usabile è quello che permette di navigare facilmente e di imparare, divertendosi.

3 Sperimentazione

Vari possono essere gli strumenti che consentono di misurare l'usabilità, tra cui: questionario on line, interviste telefoniche, interviste in presenza, ecc... Per la nostra sperimentazione, abbiamo preferito avvalerci dei questionari 5), 6).

Il campione di utenti scelto sono stati gli alunni ed i professori dell'Istituto San Leone Magno di Roma, e per la precisione le ultime tre classi del liceo scientifico e classico.

Il questionario realizzato e personalizzato è suddiviso in 8 sezioni così articolate:

- 1 sessione iniziale: domande di carattere generale riferite all'attitudine dell'utente);
- 6 sessioni centrali: domande riferite ai parametri dell'usabilità (Learnability, Efficency, Memorability, Errors, Satisfaction);

- 1 sessione finale: domande di caratterizzazione dell'utente aventi finalità di tipo statico.

Il questionario è stato sottoposto anche a 5 docenti dell'Istituto, non solo di materie scientifiche, ed a 7 ricercatori ENEA. Questo gruppo di utenti rappresenta la visione degli adulti: i docenti, come possibili utenti interessati al Sito come strumento didattico ma non agli argomenti specifici; i ricercatori, come utenti esperti dei contenuti del sito e/o esperti di ICT. Questi questionari sono stati inseriti nel sistema automatico di somministrazione di questionari, progettato e realizzato dal nostro gruppo1. Il sistema è ancora in fase di test e l'inserimento nel sistema dei questionari compilati dagli adulti ha rappresentato la prima fase del test.

3 Analisi

L'analisi è stata effettuata separando le risposte degli studenti e degli 'adulti'.
I questionari compilati dagli studenti sono stati 54 e il tempo medio di navigazione è stato di 30 minuti. I parametri dell'usabilità misurati sul campione studenti possono essere così sinteticamente esplicitati:

- Learnability: il sito è abbastanza facile da usare.
- Efficiency: l'efficienza del sito è moderatamente buona.
- Memorability: i percorsi del sito sono facili da ricordare.
- Errors: esiste la possibilità di 'perdere la rotta'.
- Satisfaction: il campione si ritiene abbastanza soddisfatto.

I questionari compilati dagli adulti sono stati 12 ed il tempo medio di navigazione è stato di 36 minuti. I parametri dell'usabilità misurati sul campione adulti possono essere così sinteticamente esplicitati:

- Learnability: il sito è facile da usare.
- Efficiency: l'efficienza del sito è buona.
- Memorability: i percorsi del sito sono facili da ricordare.
- Errors: esiste la possibilità di 'perdere la rotta'.
- *Satisfaction: il campione si ritiene decisamente soddisfatto.*

---

1 Il sistema è stato oggetto di una tesi di laurea in Ingegneria Informatica dell'Università Roma Tre

5 Conclusioni

Dai risultati ottenuti possiamo affermare che il campione rivela la necessità di porre attenzione su:

- Struttura grafica;
- Interfaccia, con particolare riferimento alle regole di interazione con il sistema per una migliore navigabilità;
- Qualità delle immagini.

Referenze

1) M.L.Bargellini, G.Casadei, S.Coletti L.Puccia KM^2 Knowledge Management Methodology, Una metodologia per la progettazione di percorsi di apprendimento in rete orientati alla diffusione dell'informazione scientifica ed al trasferimento tecnologico volume ENEA , gennaio 2005, Roma.

2) J.Nielsen, Usability Engineering, AO professional USA, 1993.

3) A.N.Badre, Methodological Issues for Interface Design: A User-Centered Approach Dep. Information Science Univ. Roma La Sapienza, 1993.

4) D.Norman, S.W.Draper, User Centered System Design, Hillsdale, N.J. Erlbaum Associates,1986.

5) A.M.Manganelli Rattazzi, Il Questionario, Aspetti teorici e pratici, Cleup editrice,Padova,dicembre 1994.

6) P.B.Sheatsley, Questionnaire construction and item writing. In P. H. Rossi, J. D. Wright, A. B. Anderson (Eds.), Handbook of survey research (pp. 195 - 230). New York: Academic Press,1983.

Sitografia

1) http://scienzapertutti.lnf.infn.it/

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005
Comunicazione su invito

LA COMUNICAZIONE DELLA FISICA SUL WEB E SUA PERCEZIONE PUBBLICA

Massimo Armeni
Pirelli INTERNETional Award

Sommario•

Sono riportate le procedure e i risultati di un ampio studio su siti web di carattere scientifico-divulgativo, dando un quadro di riferimento e una panoramica della situazione odierna, frutto di una stratificazione linguistica e tecnologica di questi anni.

In occasione dell'anno mondiale della fisica, indetto dall'UNESCO per celebrare i cento anni dalle pubblicazione della teoria della relatività ristretta di Albert Einstein, il gruppo Pirelli ha lanciato una nuova sfida ai comunicatori scientifici di tutto il mondo ed al popolo della rete: il Pirelli Relativity Challenge, un premio di 25.000 euro a chi fosse stato in grado di spiegare la teoria della relatività ristretta in cinque minuti attraverso gli strumenti multimediali.
La relatività e gli studi di Albert Einstein rappresentano una tappa fondamentale della scienza moderna e una grande eredità intellettuale da diffondere attraverso i nuovi strumenti di comunicazione audiovisiva, che consentono a tutti i cittadini, in ogni parte del mondo, di rinnovarne il messaggio scientifico e la portata culturale.

• Sommario Redazionale

Congiuntamente a questa iniziativa, abbiamo ritenuto di promuovere una attività di studio e di ricerca, svolta in collaborazione con l'Università di Trento, con l'intento di analizzare la percezione pubblica della fisica su tutti i mezzi di informazione e di comunicazione di massa.
Lo staff del Pirelli Award ha messo a disposizione la propria esperienza decennale nel settore della multimedialità scientifica e della comunicazione della scienza nell'individuare le migliori pratiche ed indicarne le dinamiche evolutive, contribuendo, in questo modo, alla diffusione di quella nuova forma di letteratura scientifica che da circa dieci anni il web rappresenta.
Lo studio, che è stato condotto dal mese di maggio 2004 a settembre 2005, ha inteso raggiungere i seguenti obiettivi:

- definire un quadro di riferimento della comunicazione scientifica sul web nel settore delle scienze fisiche, fornendo una serie di dati quantiqualitativi in grado di chiarire le dimensioni e l'impatto del fenomeno;
- descrivere il comportamento in questo settore delle grandi istituzioni scientifiche e culturali internazionali e degli editori commmerciali, coloro che chiameremo in questo studio "gli attori della comunicazione della fisica su internet";
- illustrare i modelli culturali e le metafore comunicative più diffuse nelle nuove modalità di "disseminazione" scientifica della comprensione pubblica della fisica ("Public Understanding of Physics" , PUP);
- differenziare la comunicazione della fisica intesa come l'insieme delle attività tese a migliorare la percezione presso il grande pubblico dei non esperti, dall'informazione scientifica in senso lato, che riguarda l'importante e variegato settore delle pubblicazioni scientifiche e degli archivi open access, che non sarà oggetto di questo studio;
- indicare gli standard tecnologici di visualizzazione scientifica più utilizzati nella comunicazione della fisica sul web;
- individuare quali target vengono privilegiati dagli autori in questo tipo di progettazione comunicativa ed interattiva;

- inaugurare un'attività di studio del web "scientifico", le cui potenzialità e prospettive sono ancora sostanzialmente sottostimate, e richiedono nuovi strumenti di indagine e modelli di verifica.

L'indagine si è svolta nelle seguenti quattro fasi:

1. nella prima fase sono state archiviate più di trecento pagine web, utilizzando il motore di ricerca Google ed, attraverso le sue directories, alcune importanti metarisorse on line come http://physicsweb.org/ e http://physicsweb.com/: da questo campione sono stati selezionati 150 siti web che focalizzano la loro attività verso quella parte della comunicazione della fisica destinata al grande pubblico dei non esperti ed al settore della didattica;
2. in base a tale universo di riferimento sono state condotte navigazioni per individuare i comportamenti prevalenti degli autori e le tecniche di comunicazione adottate, e stabilire i seguenti parametri quantiqualitativi: modalità di accesso, interattività, multimedialità, visualizzazione scientifica, settorializzazione;
3. è stata presa in esame la politica in questo settore dei principali centri di ricerca pubblica, e il comportamento degli editori commerciali, al fine di definire le principali caratteristiche dei progetti on line e l'impatto della comunicazione multimediale ed audiovisiva nelle organizzazioni sopra menzionate;
4. è stato diffuso, tramite email, un questionario rivolto ad alcuni importanti comunicatori scientifici di differente provenienza e formazione, ai quali è stata chiesta un'opinione sull'uso delle nuove tecnologie nella comunicazione della fisica ed una previsione sugli scenari in questo settore.

Nello svolgere la nostra attività di archiviazione e di studio dei progetti di comunicazione multimediale della fisica, abbiamo interrogato la rete attraverso le oltre otto miliardi di pagine catalogate dal motore di ricerca Google, che oggi rappresenta un termometro piuttosto fedele del World Wide Web nei diversi campi del sapere e delle attività sociali.

Come è noto, i risultati che si ottengono nell'interrogare un motore di ricerca possono variare rispetto al loro grado di pertinenza. Se, ad esempio, cerchiamo la parola "science" troveremo molti risultati che riguardano strettamente argomenti di

contenuto scientifico, ma anche pagine web nelle quali la parola "science" viene utilizzata arbitrariamente o fuori contesto.
Uno dei principali meriti di Google è quello di aver elaborato un sistema, progettato all'università di Stanford da Larry Page e Sergey Brin, che produce una maggiore qualità e credibilità dei risultati delle nostre ricerche sul web, rendendo, in tal modo, pià facilmente reperibili le informazioni che desideriamo ottenere.
Ci è sembrato opportuno, perciò, fornire i dati quantitativi del web "scientifico" per illustrare un quadro di riferimento piuttosto attendibile delle attività che si svolgono in rete in questo settore, non certo una catalogazione definitiva della comunicazione scientifica su internet.
Dalla nostra indagine risulta una forte presenza della scienza del web, come risulta dai seguenti dati:

Il numero delle pagine web per argomento:

Science	2.040.000.000
Books	**1.130.000.000**
Sex	191.000.000
Travel	1.080.000.000
News	4.760.000.000

Il risultato diventa ancora più interessante se scendiamo nel dettaglio dei diversi campi del sapere scientifico, come dimostra quanto segue:

Il numero delle pagine web per settore scientifico:

Chemistry	249.000.000
Biology	307.000.000
Medicine	572.000.000
Mathematics	240.000.000
Physics	**337.000.000**

(fonte: google.com)

Da questi primi dati emerge, in modo inequivocabile, come l'offerta di informazioni e contenuti scientifici sul web sia piuttosto ampia e variegata, con progetti di

comunicazione articolati secondo le differenti modalità di "disseminazione" scientifica che internet offre.

Verranno, nello specifico, valutati i seguenti parametri quantitativi:

grado di accesso: numero di siti web i cui contenuti sono consultabili a pagamento, gratuitamente o parzialmente sotto le forme diverse della registrazione o dell'abbonamento;

interattività: numero di siti web con forum, chat, strumenti di contatto (form, email), strumenti di dialogo diversi, strumenti di personalizzazione (servizi);

multimedialità: presenza di animazioni, video, presentazioni multimediali, immagini in movimento,o convergenza di tutti questi elementi;

settorializzazione: quali settori della fisica sono privilegiati;

dati geografici: diffusione geografica dei siti web.

Il mondo scienifico ha utilizzato internet, fin dai suoi albori, come un veicolo di conoscenza e di 'disseminazione' culturale di particolare efficacia, sperimentandone, in primo luogo, la portata formativa e l'impatto pedagogico. Il web scientifico ammonta oggi, secondo una ricerca effettuata sul motore di ricerca *Google*, a oltre due miliardi di pagine che in varia misura, come vedremo in seguito, trattano di contenuti e notizie di carattere scientifico. Una mole informativa di sapere scientifico condiviso ed un luogo virtuale di "intelligenza collettiva" nel quale è necessario, prima di addentrarci nello specifico dello studio, fare chiarezza e fissare alcuni parametri teminologici e concettuali.

Nell'ambito della comunicazione scientifica sul web ci è sembrato opportuno distinguere sei macro-settori o aree di contenuto:

- il settore dell'informazione scientifica: si tratta di riviste scientifiche generaliste o settoriali, newsletter di enti ed istituzioni, le pagine scientifiche dei quotidiani on line e di tutte quelle modalità comunicative che trattano i temi più diversi dell'attualità scientifica;
- il settore delle pubblicazioni scientifiche: legato prevalentemente al movimento dell' "Open Access" questi archivi offrono la consultazione di quelle pubblicazioni rese disponibili, a titolo gratuito, dai propri autori e

rappresentano il circuito alternativo ed in polemica con quello delle grandi riviste commerciali "Science" e "Nature";

- il settore delle metarisorse o raccolta di link: si tratta di portali internet che raccolgono una serie numerosa di collegamenti ipertestuali a siti di istituzioni, università, riviste e pubblicazioni on line di argomento afferente ad determinato ambito scientifico (per condurre la nostra ricerca, ad esempio, abbiamo utilizzato spesso il portale "Physicsweb", ricco di aggiornamenti, notizie, e link sul mondo della fisica);
- il settore della didattica scientifica: in questo ambito troviamo siti internet di università, pagine personali di docenti universitari, ipertesti scritti in collaborazione tra più docenti che si occupano di fornire strumenti di approfondimento per le lezioni in aula o in sostituzione di esse, ma anche uno strumento di comunicazione per i professori per far conoscere la propria attività scientifica e formativa;
- il settore della visualizzazione e della multimedialità scientifica: si tratta di tecniche di comunicazione scientifica che utilizzano un'ampia convergenza di linguaggi ed approcci per spiegare argomenti spesso molto complessi. La componente audiovisiva risulta essere la qualità decisiva di questi siti web molto dinamici, che sfruttano l'efficacia semantica dei linguaggi iconici e figurativi;
- il settore delle comunità scientifiche: sono i siti di "web community" professionali che rappresentano un luogo d'incontro virtuale dove i ricercatori e gli esperti di determinate discipline scientifiche scambiano nuove competenze e si aggiornano sulle ultime ricerche ed opportunità professionali.

Definiremo, poi, come "attori" della comunicazione della fisica sul web le istituzioni scientifiche e gli enti di ricerca pubblica nel campo delle scienze fisiche che hanno realizzato progetti di didattica multimediale; gli editori (prevalentemente televisioni e riviste scientifiche) che producono format scientifici per il web in questo campo; per finire con i musei della scienza e "science centre" che hanno allestito mostre interattive sulla fisica, delle quali offrono attraverso i propri siti web una

versione on line. Ogni gruppo considerato si distingue per i diversi modi di comunicare e promuovere la fisica sul web e per i diversi livelli di approfondimento offerti.

In questa sede, dunque, veranno analizzati proprio questi aspetti, per farne emergere le differenze più o meno rilevanti, e tracciare un quadro generale sulle tipologie ed i modelli culturali e di 'disseminazione' scientifica utilizzati.

Proviamo, al di là dell'individuazione di alcuni profili ai quali abbiamo precedentemente accennato, di elencare i principali autori della comunicazione della scienza sul web, e con quali modalità comunicative approcciano il contenuto scientifico:

- scienziati con insufficienti o poche competenze tecnologiche: in questa categoria viene privilegiata la scelta di un linguaggio settoriale, che poco si discosta da quello adottato nei corsi universitari, caratterizzato da un modello di comunicazione verbale di tipo lineare, e dalla scelta del formati di pubblicazione tradizionali (semplici ipertesti su pagine html);
- elementi provenienti dal settore della web-creativity (web designer, animatori, grafici e programmatori) con poche o insufficienti competenze scientifiche: scelta di un linguaggio informale, come quello del fumetto o del cartone animato, con il rischio frequente di una semplificazione eccessiva del discorso scientifico: si tratta, comunque, di progetti interessanti per l'innovatività dello stile comunicativo;
- differenti forme di collaborazione i primi due profili: caratterizzato da un maggiore collegamento tra le esigenze della comunicazione audiovisiva e dalla scelta degli argomenti più adeguati ai tempi e alle tecniche della visualizzazione scientifica;
- figure miste: provenienti dal mondo della formazione e della didattica, profili emergenti che, attraverso i blog e le community professionali, si aggiornano costantemente sulle nuove forme di comunicazione audiovisiva di carattere scientifico;
- staff composti da profili professionali diversi: media group collegati a centri universitari o dotcom indipendenti che accolgono varie figure e differenti

competenze (programmatori, grafici-illustratori, web designer, consulenti scientifici, divulgatori, tecnici del suono), spesso utilizzati per la progettazione e realizzazione di strumenti di elearning;

- divulgatori scientifici: provenienti dal settore giornalistico e dalla letteratura divulgativa approcciano saltuariamente il web con propri progetti, che spesso sono versioni digitali dei loro libri di maggior successo;
- animatori professionisti: provenienti dal settore dei cartoon e dell'animazione cinematografica, approdano saltuariamente ad internet con uno stile originale e disincantato;
- enti di ricerca pubblica ed università: realizzano spesso lavori di equipe formate da docenti e studenti, orientati alla visualizzazione e simulazione scientifica, caratterizzati, naturalmente, da una forte componente didattica ed educativa;
- editori commerciali: specialmente nei paesi di cultura anglosassone vengono realizzati progetti di divulgazione scientifica frutto della commistione di linguaggio web-oriented e di quello di matrice televisiva (BBC, PBS, ABC) e giornalistica;
- musei della scienza e "science centre": sono le istituzioni che più recentemente si sono affacciate sul web realizzando spesso progetti interattivi molto efficaci, che corrispondono alla versione virtuale degli exhibit.

Con questo elenco non vogliamo certamente esaurire il discorso sugli autori della comunicazione scientifica sul web, ma soltanto dare un quadro di riferimento e una panoramica della situazione odierna, frutto di una stratificazione linguistica e tecnologica di almeno dieci anni.
La stessa natura 'aperta' del web lascia spazio ai contributi più originali ed alla creazione di generi sempre nuovi nella formazione di sapere scientifico libero e condiviso.

TAVOLA ROTONDA

Frascati Physics Series – Italian Collection
Collana: Scienza Aperta Vol. I (2006) – **ComunicareFisica2005**
Atti 1° Convegno "Comunicare Fisica e altre Scienze", Frascati 24-27 Ottobre 2005

Tavola Rotonda
COMUNICARE FISICA E ALTRE SCIENZE

Trascrizione a cura di Andrea Salemme. Revisione di Piero Patteri

I testi degli interventi sono il risultato della trascrizione della registrazione effettuata durante la tavola rotonda, e non sono stati rivisti dai partecipanti, che sono intervenuti parlando a braccio. Per questo, e a causa della difficoltà tecnica incontrata nella trascrizione, talvolta anche il linguaggio appare un po' colloquiale o involuto: abbiamo preferito limitare al minimo le alterazioni al testo trascritto, effettuandole solo dove erano indispensabili per garantire la comprensibilità.

Rinaldo Baldini **-** Ricercatore dei Laboratori di Fisica Nucleare di Frascati. Direttore del Museo storico della Fisica del "Centro studi e ricerca Enrico Fermi" di Roma.

Elisabetta Durante **-** Giornalista scientifico redige articoli di scienza e tecnologia per "*Il Sole 24 Or"e*, e per altre riviste, consulente per imprese e istituzioni scientifiche.

Paola Catapano **-** Ricercatrice, fa anche parte del gruppo comunicazione del CERN, Giornalista scientifico per *Newton*, *Tutto Scienza* della *Stampa* e *Rai Educazione*

Barbara Gallavotti **-** Giornalista scientifico. Responsabile Ufficio Comunicazioni dell'Isituto Nazionale di Fisica Nucleare. Collabora a programmi della radio e della televisione tra cui *Quark* ed *Ulisse* .

Franco L. Fabbri **-** Ricercatore dei Laboratori Nazionali di Frascati. E' stato direttore della Divisione Ricerca del Laboratori. Si dedica anche a varie attività di divulgazione scientifica tra cui *ScienzaPerTutti*.

Franco Pacini – Astronomo Università di Firenze. Direttore dell'Osservatorio astronomico di Arcetri. Ha sempre affiancato alla sua attività di ricerca un impegno continuo nella comunicazione.

Michelangelo Mangano **-** Fisico teorico al CERN. Da anni coordina un progetto di aggiornamento al CERN per i professori di liceo d'Europa e del mondo.

Andrea Vacchi**:** Direttore della Sezione di Trieste dell'INFN. Come Direttore si occupa di alcuni aspetti della comunicazione e della divulgazione.

Presiede F L. Fabbri

Franco L. Fabbri:
Il tema di questa tavola rotonda è '*comunicare fisica e altre scienze*'. Sono gli argomenti che abbiamo trattato durante questi cinque giorni di conferenza. Prima di aprire la discussione che dovrebbe tirare le fila di quanto detto in questi giorni vorrei dare la parola a Michelangelo Mangano. Michelangelo è potuto arrivare solo oggi e non ha seguito quindi le nostre arene di discussione. Mi pare opportuno che sia proprio lui, che non è ancora partecipe di una od un'altra posizione, a dirci quale è la impressione che ha avuto dalla due sessioni alle quali ha partecipato oggi.

Michelangelo Mangano:
Intanto la sola idea che ci troviamo qui a parlare di queste cose mi riempie il cuore di gioia perché certamente sono questioni di cui non si parla abbastanza, e spesso purtroppo anche parlarne non serve a molto. Mi spiace di non aver potuto seguire per intero le sessioni precedenti ma devo dire che ho visto riflessi nelle presentazioni tanti degli aspetti che in questi anni ho discusso nei miei contatti soprattutto con i professori e il mondo della scuola. Oggi abbiamo toccato il problema d'Internet, che effettivamente ci offre delle opportunità nuove, ma io penso dobbiamo sviluppare delle strategie per poter ottimizzare il beneficio di questo nuovo strumento.
L'altro elemento importante è vedere tanti colleghi, non solo le istituzioni, ma individui; malgrado il commento di Orlando Ciaffoni, cioè che la difficoltà di riuscire a ordinare e organizzare tutta questa informazione possa essere un problema politico, la mia esperienza mi ha insegnato che alla fine è solamente grazie alla disponibilità degli individui che è possibile realizzare tutti questi progetti. Per definizione, le persone che hanno la competenza per sviluppare progetti di questo tipo, e mi riferisco alla comunicazione basata su Internet, sono persone impegnate nella ricerca o in gestione della ricerca e quindi con doveri istituzionali di natura diversa.
Sono queste persone le uniche che lo possono fare e quindi si fa presto a concludere che l'unica cosa possibile è che lo facciano su base volontaria durante il week end o nel mezzo della notte e ciò nonostante le iniziative hanno avuto grande successo. Ma

come le istituzioni possano aiutare non mi è molto chiaro: le istituzioni possono motivare, ma oltre a fare il fisico, il ricercatore non vuole essere assegnato per il trenta per cento del suo tempo a fare queste cose, vuole continuare a fare il fisico e quindi le attività di comunicazioni si basano sulla sua disponibilità.

Franco L. Fabbri:
Noi in questi giorni siamo passati attraverso vari argomenti che adesso cercheremo di rivisitare con dei commenti estemporanei ma che risentono ovviamente di quanto già detto . Il primo giorno siamo passati attraverso le motivazioni della ricerca, abbiamo visto quali sono le motivazioni della comunicazione e in fondo questo ha individuato vari linguaggi, vari livelli di comunicazione ma anche motivazioni ed obiettivi dissimili, talvolta anche contrastanti. Abbiamo parlato degli attori della divulgazione e abbiamo visto come possono esserci attori diversi che hanno finalità diverse, anche se poi corrono insieme nella stessa direzione. Abbiamo analizzato poi i linguaggi della comunicazione, comparato i progetti, valutato le risorse e le strutture, mettendo per quanto possibile a confronto la situazione dell'Italia con quella di altri paesi. Alla fine abbiamo parlato di noi, nel senso che quelli che fanno comunicazione tra di noi hanno presentato le loro attività .
Ovviamente non potremo ripercorrere tutti questi punti. Credo che si possa iniziare, e vorrei che fosse Andrea Vacchi a farlo, riprendendo il tema della comunicazione come professione e quello della comunicazione come complemento della attività di ricerca. Esiste un obbiettivo comune tra il ricercatore che fa attività di comunicazione e il comunicatore? Perché è certo che questi due attori, se non sono contrapposti, sono sicuramente tra loro distinti e devono essere trattati separatamente

Andrea Vacchi:
Questa tua domanda riflette un poco l'impressione che avevo la sera del nostro primo giorno cioè una miriade di bellissime iniziative, ma la difficoltà di individuare i bersagli, gli obiettivi. Ci sono tanti obiettivi, ci sono gli obiettivi politici, quelli finanziari ai quali normalmente dedicano attenzione tutti i mass media, giornali e televisione e poi ci sono gli obiettivi ai quali noi dedichiamo

istintivamente e immediatamente attenzione e che sono legati alla ciclicità delle risorse umane che entrano nella filiera della ricerca e quindi la necessità di creare attenzione ed entusiasmo per la ricerca.
Quindi da un lato, abbiamo tanti obiettivi diversi e ho realizzato dall'inizio che non necessariamente questi obiettivi coincidono tra gli operatori; per esempio una notizia può essere eclatante e attrarre l'attenzione del grande pubblico, ma non è la stessa cosa di quando si comunica ai giovani delle scuole, quando si cerca di suscitare un certo tipo di entusiasmo. La domanda che è logico porsi, secondo una mia prospettiva su cui indirizzarmi, individuata nel corso dei quattro giorni di lavori, è questa: *'esiste un territorio comune, cioè i due insiemi, di noi ricercatori quando facciamo questo lavoro di divulgazione e disseminazione, e dei giornalisti scientifici che operano professionalmente in questo contesto, si sovrappongono?'*
Sicuramente c'è una convergenza, ma non è scontata. Detto questo, credo di aver capito che ci sono almeno due ambiti ben separati: la comunicazione di massa che richiede una professionalità particolare, attenzioni particolari; in questo caso un testo scritto da un professionista io tenderei proprio a non toccarlo, una volta spiegata la tematica il professionista scrive il testo e io non interferisco. Mentre quando ci si rivolge alle scuole, ai giovani, probabilmente s'instaurano altri meccanismi ed è necessario usare altri linguaggio ed è ragionevole pensare che un testo può essere elaborato anche dal ricercatore il quale avrà anche il suo processo di apprendimento.
Riesco a individuare almeno due contesti separati, ma voglio sottolineare come sia chiaro per me che il ricercatore possa e debba utilmente, se vuole, intervenire in questo contesto. Si potrebbe anche prendere una posizione diversa e attribuire tutto questo lavoro ai professionisti; secondo me è un po' esagerato, bisogna che i ricercatori prendano qualche iniziativa, quando lo vogliono, quando ne hanno la capacità; non è che l'iniziativa debba essere un ricatto né che sia un obbligo, ma quando lo vogliono, debbono utilmente farlo, perché c'è necessità.

Franco L. Fabbri:
Io qui chiamerei in ballo una persona che ha fama di essere un grande scienziato e un grande comunicatore, che è Franco Pacini. Come vedi questa situazione?

Franco Pacini:

Visto che ho saputo poco fa di essere parte della tavola rotonda non è che mi sia preparato in maniera particolare, posso solo dire cose che nella relazione conclusiva nel pomeriggio non avrei il tempo di raccontarvi e che riguardano l'astronomia; nemmeno tutta l'astronomia, ma piuttosto quella che facciamo a Firenze.

In fondo l'astronomia ci dà una forte popolarità, l'astronomia ha un fascino particolare, dai tempi dei tempi attrae la gente e rimbalza molto spesso sulle prime pagine dei giornali. L'astronomia ha una tradizione di divulgazione molto lunga: basta guardare alle opere di Galileo, che sono della prima parte del Seicento, e dopo, verso il 1680, a Fontanelle in Francia, che in un libro sulla pluralità dei mondi abitati racconta le sue serate trascorse con una jolie Marquise a dibattere di astronomia; Fontanelle scrive questo libro negli stessi anni in cui Huygens scrive di ottica descrivendo un viaggio spaziale immaginario.

Una cosa interessante da vedere sarebbe il rapporto delle società con l'astronomia in varie epoche, perché l'astronomia ha una ruolo particolare anche se poi nelle statistiche giustamente appare sotto la voce fisica. Noi a Firenze disponiamo per la nostra diffusione della cultura scientifica di un telescopio rifrattore, la torre solare, una camera a nebbia che è stata un grande successo. Come ha descritto Laura Albanese facciamo "Le bambineidi", quest'anno è stata dedicata a Einstein e ai buchi neri, ma ogni anno invitiamo nel pomeriggio di un giorno semi festivo una cosa come cinquecento o seicento bambini; alle undici di sera ci sentiamo tanti Erode, per ovvie ragioni, però ci siamo divertiti. Sostanzialmente nella nostra attività tra museo e laboratorio abbiamo cinquemila visitatori in totale, e inoltre altri dodicimila visitatori al planetario; essendo un planetario di tecnologia antiquata, è gestito secondo criteri scientifici tradizionali, ma comunque l'accompagniamo con piccole mostre.

Recentemente abbiamo organizzato una mostra che chiamiamo 'Luce e ombre nell'universo' , un titolo dall'originalità molto dubbia; chiaramente qui non si distingue tra la fisica e l'astronomia perché parlare del colore delle stelle e sorprendersi di quante poche persone si sono rese conto che le stelle hanno un colore

diverso oppure parlare dei colori dell'arcobaleno non permette di dire se si sta facendo fisica o astronomia, ma sostanzialmente sono la stessa cosa.
In totale raggiungiamo più di quindicimila persone e ci siamo posti anche il problema di non essere scambiati per educatori di bambini o delle loro mamme, perché una delle cose che facciamo con i bambini è di fare dei piccoli corsi per le mamme e i babbi. Questo lo abbiamo accompagnate ad attività per i ragazzi liceali nel tentativo anche di catturarli negli studi scientifici in genere, perché non credo che qui nessuno sia così suicida da voler catturali solo per l'astronomia, solo per la fisica, solo per la biologia. In questo genere di attività bisogna mirare alto perché ho l'impressione che verso i liceali stiamo raccogliendo qualche risultato. A differenza del passato, quando i liceali venivano messi a confronto, con un professore associato, ora li mettiamo a contatto con dei giovani ricercatori o dottorandi che spiegano. Per esempio l'anno scorso si è sentito molto parlare di un nuovo telescopio, allora si spiega che a Firenze abbiamo contribuito molto ad avere il grande binocolo e si cerca di rispondere al perché era necessario un grande binocolo, a cosa serve, cos'è un interferometro.
Per questo nell'attività di divulgazione dedichiamo uno spazio alla spiegazione dell'interferometria perché ha un forte successo in astronomia e attraverso una vaschetta che ci ha prestato l'INFM di Genova. In questa vaschetta si fanno interferire le onde, abbiamo provato pure a farlo con le interferenze acustiche e funziona, ma in modo imprevedibile e così abbiamo escluso le interferenze acustiche. Sostanzialmente presentiamo l'interferometria, mentre molto tempo lo dedichiamo alla spiegazione dell'ottica con un sistema particolare che ancora ci dà un sacco di problemi, nonostante sia costato molto.
E' nostra convinzione che se si porta la scienza ai giovani in qualche modo non può essere solo attraverso il computer, ma deve essere anche attraverso delle tecniche sperimentali. Ovviamente rimane molto importante il problema più generale che riguarda la qualità del sito, la qualità della spiegazione, però non dimentichiamoci che non vogliamo nemmeno una situazione in cui il fisico coincida con l'attore della rete, ma vorremo trasmettere anche la manualità, la tecnica sperimentale, la capacità sperimentale.

Quindi mettiamo i ragazzi in contatto con quelle che sono alcune cose estremamente attuali, come la costruzione di un telescopio, come funziona, perché è diverso dagli altri telescopi, è solo più bello? Questo genere di impegno costa fatica perché in un istituto di ricerca della dimensione di cento persone, praticamente ne hai il dieci per cento a disposizione, solo una decina è disposto a collaborare a queste cose e sono spesso i migliori ricercatori, e hanno anche il loro da fare.
Questi possono dedicare solo il cinque, dieci per cento del loro tempo a fare queste cose, perché altrimenti cessano di fare i ricercatori e si mettono a fare i divulgatori, quindi tentiamo di fare varie cose, ci divertiamo anche se abbiamo la sensazione di essere completamente inadeguati dal punto di vista delle forze in campo.
Ci sono altri posti in Italia, Padova prima di tutto, che si dedica alla diffusione dell'astronomia con un grande lavoro didattico e sistematico, forse un po' più conservatore di quello che facciamo noi ad Arcetri. Ma noi stiamo puntando molto sul fatto che in occasione dei quattrocento anni delle scoperte di Galileo si possa creare uno *science center* in modo da fornire un'interattività manuale perché l'interazione non deve essere solo cerebrale e fatta attraverso i siti web.

Franco L. Fabbri:
Sono totalmente d'accordo con te e credo che è questa la direzione verso cui tendere. Da quello che è venuto fuori dagli interventi sembra che questo è il modo attraverso cui i ricercatori cercano di fare comunicazione cioè mettendo il pubblico generico, i ragazzi e gli studenti in condizioni di fare insieme a loro un attività manuale , un piccolo esperimento. Franco ci ha giustamente richiamati a tenere in conto l'importanza dell'aspetto sperimentale. Ci ha detto anche nel suo intervento quello che sappiamo tutti quanti: cioè che siamo molti pochi, ci sono poche risorse e pochi ricercatori disponibili e poco è anche il tempo che possono dedicare a questo tipo di attività Ecco però che proprio qui ci dovrebbe essere un alleato che è la comunicazione come business. Può suonare negativamente, ma dovrebbe essere un nostro alleato, anzi generalmente lo è. Elisabetta Durante per professione e per pratica quotidiana , è sempre in strettissimo contatto con i fisici. Mi pare la persona più adatta a dirci cosa vorrebbero i ricercatori che si comunicasse sui media riguardo

loro e il loro lavoro. Inoltre ci può dire se il problema del linguaggio ricercatore-giornalista dopo tanti tentativi (quante vicende e avvicendamenti negli uffici comunicazione degli enti!) è ormai risolto .

Elisabetta Durante:
Il problema del linguaggio, che è emerso prepotentemente, è una questione fondamentale perché il linguaggio è il primo mezzo per comunicare.
Il linguaggio è un grosso problema perché la scienza è una scienza che progredisce continuamente, che apre nuove finestre e prospettive, ma è anche sempre più specialistica e usa un linguaggio che è sempre più un gergo. Quando si deve comunicare la scienza o meglio quando noi cerchiamo di comunicare il mondo della ricerca, dobbiamo fare lo sforzo, ed è quello che io faccio comunemente, di tirare il ricercatore dentro un livello di linguaggio accessibile prima di tutto a me e che io poi a mia volta devo tradurre in espressioni accessibili al mio pubblico che è sempre diverso.
Quando io scrivo per Il Sole 24 Ore pagine del quotidiano, ho in mente un pubblico di un certo tipo, quando scrivo per Il Sole 24 Ore pagine della scienza e tecnologia, so di avere altro genere di pubblico o per lo meno mi aspetto di avere un pubblico già un poco più attrezzato; se scrivo per una rivista, specie se straniera, per cui poi qualcuno deve tradurre, per esempio in tedesco, devo usare un linguaggio che non mi crei troppi problemi e non crei troppi problemi al mio traduttore.
Non intendo dire che non si deve soltanto rinunciare al formalismo matematico, questo è scontato, si deve anche fare uno sforzo per limitare ad esempio il più possibile l'uso delle sigle. Non possiamo dare per scontato che tutti sappiano che cosa significa LHC, anche se dentro parentesi mettiamo Large Hadron Collider, non basta, dobbiamo fare lo sforzo di spiegare, anche se con poche parole che cosa è questo LHC; dobbiamo insomma sempre porci dal punto di vista di chi legge che deve e ha il diritto di capire qualche cosa.
Colgo l'occasione per dire un'altra cosa a cui io sto molto attenta: il ricercatore ha la tendenza a dire tutto, non si può dire tutto, perché nel momento in cui si decide

di affrontare un determinato argomento, che sia a largo spettro o più specifico, e magari legato alla cronaca, non possiamo dire tutto.
Le persone ci rimangono male, capita d'intervenire su testi scritti da ricercatori e non ho timori di buttar via parti o cambiare, naturalmente giustificando e spiegando che devono essere quattromila ottocento battute spazi inclusi. In questo numero che dico a caso, bisogna dire l'essenziale e ciò che è funzionale a dimostrare quella certa cosa e non ci possiamo disperdere in argomentazioni accessorie, che talune volte, mi rendo perfettamente conto sono anche importanti. Semplicemente non possiamo farlo. Bisogna stringere verso quella cosa e quindi torno a dire che non basta rinunciare al formalismo matematico, non basta rinunciare alle sigle, bisogna fissare una soglia di approfondimento che non è fissa, che va su e giù a seconda del pubblico e del mezzo a cui affidiamo il nostro pensiero.
Questa soglia di approfondimento deve essere rigorosissima e se si comincia a sfondarla, si leggono tanti articoli scientifici, magari anche oggetto di grandi sforzi, ma assolutamente demenziali, cioè che non trasmettono nulla, che non dicono nulla, che falliscono completamente il loro obiettivo perché chi si è messo a lavorare sull'articolo, che sia il giornalista o il ricercatore, ha mancato il suo obiettivo, cioè non ha definito l'ambito entro cui muoversi per evitare tentazioni.
Purtroppo quando interagiamo con un ricercatore, che magari ha dedicato tanti anni della sua vita a una certa ricerca, ci dispiace doverlo limitare, ma lo dobbiamo fare, perché altrimenti manchiamo l'obiettivo, sia lui che si sforza di trasmettere delle cose sia io che poi le devo scrivere.
Vorrei soltanto aggiungere poche cose se mi è consentito; per linguaggio s'intende un codice affidato alla parola, ma non è solo questo. Esiste un linguaggio della storia, un linguaggio del personaggio, un linguaggio delle avventure umane, delle avventure tecnologiche, della scienza. Possiamo trasmettere la scienza avvalendoci di tutta una gamma di linguaggi alcuni dei quali sono molto più diretti, perché il nostro scopo non è solo quello di informare, ma è anche quello, specie quando scriviamo per certe riviste, di emozionare, di stupire, di fidelizzare, altrimenti quel lettore ci leggerà una volta e non ci leggerà più.

Renato Dulbecco, che io ritengo un grande comunicatore, come ritengo che sia un grande comunicatore Franco Pacini, quando lavorava in California aveva stabilito la regola per cui tutti i suoi ricercatori, una volta a settimana, si dovessero riunire in una sala grande quanto questa e trasferissero gli uni agli altri i risultati dei loro lavori in quella settimana. Questa sessione era aperta anche al pubblico e doveva essere orientata non solo ai contenuti scientifici, ma anche alle applicazioni anche ai riferimenti storici, ai ricercatori che si erano occupati della ricerca anni prima e che poi avevano abbandonato quel filone. Il risultato era straordinariamente importante, diceva Renato Dulbecco, non solo perché i ricercatori imparavano a parlare al pubblico, ma imparavano anche a parlare fra loro perché c'è anche una difficoltà di dialogo fra ricercatori e io l'ho incontrata molte volte.

Franco L. Fabbri:
Sì lo credo anche io e questo poi si ricollega a quello che ha detto il Presidente dell'INFN che abbiamo avuto il piacere di avere qui da noi per breve tempo. Devo ricordare come lui ha detto, che in fondo la comunicazione può essere un fattore importante, non solo per la divulgazione, ma anche per il trasferimento tra gruppi di ricerca di quello che si fa e per far riscoprire ad alcuni ricercatori che sono immessi in un lavoro continuo e specifico per anni, altre dimensioni, l'insieme della ricerca e dell'esperimento stesso.
Ora Rinaldo Baldini potrebbe mostrarci un altro modo in cui un organismo, il Centro Fermi, che ha un ruolo importante nella comunicazione, affronta la questione della disseminazione scientifica.
Poi chiederei a Paola Catapano, una definizione di comunicazione e dei suoi aspetti per capire se nel discorso della comunicazione più strutturata ci possa essere spazio e modo per favorire la comunicazione che i ricercatori fanno direttamente.

Rinaldo Baldini:
Posso dire sul progetto che Zichichi ha chiamato Extreme Energy Events, un progetto che in Italia è stato fatto proprio dal Centro Fermi e a cui contribuiscono pesantemente INFN e MIUR.

Questa idea è nata in America, e dicono che la prima persona che l'ha pensata sia stato Kroner, premio Nobel per la variazione condizionata dinamica, ma chi l'ha prima volta messa in pratica è stata l'Università di Alberta in Canada.
Ieri abbiamo scoperto che in Europa la stanno facendo in Portogallo, in Olanda e penso che hanno cominciato a farlo in Germania. In Italia abbiamo iniziato questo anno e la cosa bella di questo progetto, che a me personalmente piace moltissimo, è che gli studenti e i docenti cercano proprio delle cose. Infatti una delle funzioni delle iniziative di diffusione della cultura scientifica è d'inserire nel tessuto della ricerca anche chi insegna nelle scuole, che poi sono coloro che mettono in pratica la continuità tra scuola e scienza. Allora l'idea è di mettere nelle scuole i rilevatori, capaci di misurare alcune proprietà fondamentali dei raggi cosmici. Per ogni città servono tre scuole minimo che cercano le coincidenze fra questi rilevatori. Dalla differenza di tempo fra questi rilevatori, si ricostruisce la direzione della particella incidente.
A Frascati abbiamo scelto tre scuole, più il laboratorio di Frascati e, fortunatamente, già alla inizio, i quattro siti, le tre scuole e i laboratori, hanno registrato un evento simultaneo . Si trattava di un sciame esteso (almeno) come Frascati che è piovuto sulla città, probabilmente di origine extragalattica. Penso che questo abbia rappresentato per gli insegnanti e per i ragazzi un'esperienza importante. Nel sud della California, ad esempio, hanno cercato di verificare se ci fossero coincidenza in siti molto lontani fra loro e purtroppo la difficoltà che hanno incontrato è che man mano che ci si allontana e si cercano coincidenze fra oggetti distanti, nascono problemi per le coincidenze casuali. Si ha quindi la necessita anche di determinare la direzione dei cosmici rivelati a distanza.
Da questo punto di vista in Italia, c'è da sottolineare l'originalità dell'applicazione, perché i rilevatori traccianti nelle scuole che sono stati costruiti dagli studenti stessi consentono appunto di determinare la direzione del cosmico.
Il rivelatore, un RPC a varie gap, è fatto di lastre di vetro spaziate da fili da pesca.
Un gruppo di studenti di tre scuole per sette città campione in Italia è andato al CERN e si è messo a costruire questi rilevatori che adesso stanno tornando nelle varie scuole una volta terminati. Con questi cercano di ricostruire la direzione degli

oggetti che arrivano e se in mezzo a tutto lo sciamo riesco a individuare una particella penetrante, cioè un muone, la sua direzione di volo deve coincidere con quella ottenuta con la differenza dei tempi. Perciò questo abbatte le coincidenze casuali e questo tratto costituisce l'originalità di come si vuole fare questa iniziativa in Italia.
Naturalmente questo ha inciso sui costi per un fattore tre, ma in realtà questo è il costo iniziale perché una volta che la produzione aumenta, i costi si abbassano a fattore due con il vantaggio di questo aspetto in più.

Paola Catapano:
Ringrazio Franco L. Fabbri per aver contrapposto al mio intervento quello di Rinaldo. In realtà penso valga la pena sottolineare un aspetto che è apparso pesantemente durante la giornata di martedì pomeriggio, in particolare quando c'è stato il mio intervento preceduto da quello di Chris Quigg, seguito poi da quello di Massimo Armeni della Pirelli. Dall'arena di discussione si è notato in maniera molto palese, credo, che la comunità dei fisici e in particolare della generazione vostra, non quella dei giovani, vede una contrapposizione netta fra quella che può essere una comunicazione strutturata, istituzionale e quella invece che da noi si chiama educazione, didattica e quella che Michele Emmer definisce arte e non comunicazione.
In realtà è tutta comunicazione perché, come diceva Elisabetta Durante, in un articolo di giornale ci possono essere diversi linguaggi in misura di diversi pubblici, la comunicazione può assumere diverse forme a seconda di quali obiettivi si dà e in base a quali pubblici target si rivolge.
Al CERN non facciamo solo comunicazione istituzionale, che qualcuno ha definito trionfalistica, è ispirata al marketing dal momento che il CERN è un istituzione con un nome, un brand che deve affermare e continuare a far conoscere agli interlocutori che purtroppo appartengono a mondi diversi da quello della scienza, al mondo politico e industriale. Sicuramente c'è questa comunicazione, ma anche quella che fa Chris Quigg al Fermi Lab, Michelangelo Mangano è qui e lo può dire, c'è proprio un gruppo educational, che ho già citato all'arena che fa esattamente le stesse cose ed

è gestito da un fisico Rolf Landau che per un anno ha deciso di smettere di fare il fisico e fa solo quello.
Quindi non è che sono in contrapposizione queste attività; quello che fa Michele Emmer, che è arte in realtà anche lì è comunicazione, addirittura una comunicazione a livello più profondo di quello che facciamo noi tutti, perché interviene sulle percezioni fisiche del suo pubblico ottenendo un effetto duraturo, perenne, cioè lui fa vivere la matematica attraverso i suoi film, attraverso la percezione e facendo immedesimare il pubblico con quello che vive un matematico, con quello che può vivere qualcuno che pensava di aver risolto il teorema di Fernat e poi si accorge che non è vero, e infine con l'aiuto di uno studente riesce comunque a risolverlo.
Per me questo è un enorme contributo alla diffusione della scienza nell'ambito della cultura universale e tutte queste forme, sono convinta, possono convivere, devono convivere, vanno fatte convivere tutte, ognuna con i suoi pubblici, target, e obiettivi, non c'è assolutamente una contrapposizione.

Franco L. Fabbri:
Ne approfitto per dire che forse in questa conferenza abbiamo dato poco spazio a dato Michele Emmer. Alla sera, molti erano stanchi e non erano presenti, il contributo di Emmer è invece stato uno dei piu interessanti. Personalmente mi dispiace di averlo localizzato in un momento del genere: sarebbe stato molto utile e proficuo averlo nel corso di una sessione ordinaria o durante una arena di discussione. Chiederei ora a Barbara Gallavotti di intervenire sulla questione dello spazio destinato sui media alla scienza. Sembra che sia sempre meno e se è vero questo, cosa si può fare per arrestare questa tendenza ?. Inoltre, riguardo alla questione dei differenti linguaggi, cosa ci puoi dire ? Tu lavori a quotidiano stretto contatto con ricercatori e giornalisti, è proprio il tuo compito istituzionale. Come vedi questo problema. C'è una reale contrapposizione o si tratta di una risorsa da utilizzare ?

Barbara Gallavotti:

Secondo me, la questione dei diversi linguaggi è un falso problema. E'evidente che ognuno di noi ha un proprio linguaggio e da sempre quando si hanno gli stessi interessi, se si parlano diversi linguaggi, si trova un interprete.

Il problema emerge quando il diverso linguaggio è specchio del fatto che gli scienziati quando comunicano, i giornalisti e tutti i vari altri attori che concorrono a creare l'immagine della scienza nel pubblico, hanno in realtà interessi diversi e qui ci riagganciamo al problema dei giornali. Sul ruolo del comunicatore, per anni, è stata molto popolare l'idea del comunicatore come un interprete che prendeva quello che veniva dal mondo della scienza, lo rielaborava nella sua testa togliendo tutte le parole difficili e sostituendole con termini comuni restituendolo al pubblico pre digerito in modo che il pubblico lo potesse capire.

Ma dalla sessione dei linguaggi è emerso, invece, che anche i giornalisti hanno un linguaggio e dunque non possono fare gli interpreti perché costituiscono una della voci che entrano nel colloquio. Come veniva sottolineato sempre più spesso, per esempio alla SISSA di Trieste, ormai l'immagine della scienza non è più trasmissione verticale, dal ricercatore al pubblico, piuttosto al contrario, è il risultato di dialogo in cui ci sono molte voci diverse che certe volte parlano direttamente tra loro perché ad esempio i ricercatori parlano direttamente con il pubblico nei siti web. Per quanto riguarda il problema della presenza della scienza sulla stampa, abbiamo avuto un intervento di Paola De Paoli, che non vedeva un decremento della scienza nei giornali scientifici; secondo me è stata un po'ottimista.

Forse perché lavora per Il Sole 24 Ore che sta aumentando il suo contributo di scienza, sta prendendo sempre nuovi collaboratori, si sta ampliando e quindi ha un punto di vista particolarmente positivo, mentre io vedo nel panorama italiano, nelle pagine scientifiche dei giornali, una contrazione dello spazio della scienza. Non è un caso italiano, perché negli Stati Uniti nel 1989, cento quotidiani avevano una pagina scientifica, nel 1996 erano più o meno trentacinque.

Nel giro di pochi anni il numero di pagine scientifiche si è contratto e probabilmente lo spazio della scienza sui giornali è una presenza che si allarga e si contrae a seconda dell'entusiasmo del pubblico verso la scienza che subisce normali

oscillazioni d'interesse. Riagganciamoci al problema dei diversi obiettivi che rendono drammatico il problema dei diversi linguaggi: i giornali che obiettivi hanno? Due, uno quello ovvio d'informare, l'altro è di vendere in cui non c'è niente di scandaloso poiché se non vende, non vive, per cui per vivere deve vendere. Cosa deve vendere un giornale? Deve vendere copie e pubblicità e le due cose non sempre sono strettamente dipendenti l'una dall'altra. Considerando che il mercato dei mensili scientifici si aggira intorno al milione e mezzo di copie al mese, ogni mese un milione e mezzo di persone si compra una copia di un inserto di divulgazione scientifica. Nonostante la scienza abbia un grande pubblico, un gran numero di lettori, gli inserti scientifici e i giornali scientifici non attirano investimenti pubblicitari per motivi che non mi sono chiarissimi.

Secondo me dovrebbero essere estremamente appetibili, ma come testimonia il caso di Quark che ha delle enormi difficoltà a raccogliere pubblicità e ad attirare contributi della pubblicità, è evidente che la scienza non rende bene dal punto di vista della raccolta pubblicitaria. Questo però non significa che la scienza non debba trovare spazio sui giornali perché ci sono delle altre motivazioni che spingono un giornale ad avere notizie di scienza. La motivazione più importante è il prestigio che dà una pagina di scienza. *El Mundo* nel 2002 ha aperto una nuova sezione di scienza che sta andando molto bene e se la tiene cara forse anche per motivi di prestigio. Il rigore e la qualità delle notizie che ci sono in una pagina di scienza si riverberano su tutto il quotidiano e danno credibilità a tutto il quotidiano. Questo accade anche nei palinsesti televisivi: in Italia abbiamo un caso abbastanza emblematico e spero che non tocchi nessuno dei presenti ed è il caso della *Macchina del Tempo*. La Macchina del Tempo fa degli ascolti estremamente critici, siamo sul quattro, cinque per cento, e allora tutti si chiedono perché venga tenuta sul palinsesto di Mediaset. Per una rete Mediaset, avere *Macchina del Tempo* nel palinsesto crea un'aurea di prestigio che tiene un po' su tutto il palinsesto e per lo stesso motivo si tiene in piedi la rivista e per un certo periodo anche il canale satellitare. E' chiaro che noi o meglio voi del mondo scientifico, dovete tenere a mente l'enorme potenziale di prestigio che possono dare le vostre notizie. Noi, nel ruolo di ufficio stampa, per riuscire a aumentare lo spazio sui giornale, dobbiamo preservare la cosa più preziosa che è la

fiducia che hanno i giornalisti nei nostri confronti. Il giornalista è oberato dai comunicati stampa che riceve da tutti gli ambienti di ricerca e dalle industrie di alta tecnologia e quindi deve scegliere, non solo cosa pubblicare, ma anche quali comunicati stampa deve leggere perché se li leggesse tutti starebbe tutta la giornata a leggere e non scriverebbe mai.
Per convincere il giornalista a leggere il nostro comunicato stampa, abbiamo un solo modo, cioè fare sapere al giornalista che i nostri comunicati stampa contengono informazioni di alta qualità e che vale la pena leggere. Questo genere di fiducia si perde molto rapidamente; se io dichiaro a giugno che s'inaugura l'anno della fisica che si è inaugurato a gennaio, metto in crisi la mia credibilità. Se in un comunicato per ragioni interne, metto una frase che non si capisce molto bene perché il curatore della ricerca ci tiene tanto che restasse in quella forma, mi gioco la fiducia un altro po', al terzo comunicato stampa do una notizia che non è proprio una notizia perché se ne era già parlato in precedenza, finisco con il perdere completamente la fiducia e nessun altro comunicato stampa verrà letto.

Franco L. Fabbri:
Come vedete il problema della comunicazione ha tante sfaccettature, molte delle quali a noi ignote, nel senso che andiamo nelle scuole, mostriamo il nostro esperimento, notiamo che gli studenti sono contenti, lo siamo anche noi… Ma rimane un insieme di questioni molto importanti che in questa conferenza abbiamo evidenziato In alcuni casi la risposta è facile in altri non è cosi semplice come potrebbe apparire a prima vista.
Siamo ormai in conclusione, vorrei lasciare il tempo ad ognuno di voi per un commento su quando detto e poi riprendere prima di finire il problema della validazione.

Andrea Vacchi:
In fondo è semplice, mi basta riportare la mia esperienza di direttore; tra le giornate di porte aperte, le brochure, gli interventi, l'azione che è giusto fare, le opportunità che è peccato non cogliere nel campo della comunicazione sono tantissime.

A Trieste, c'è un ricercatore bravo che tiene su una linea sperimentale praticamente da solo e si occupa anche di comunicazione, facendo tanto lavoro. Gli altri ricercatori lo irridono, come se avesse tempo da perdere o non avesse niente d'interessante da fare. Invece abbiamo visto che l'attività di comunicazione per un ricercatore si basa sul volontariato. Riguardo la validazione, penso che chi è autorevole dà una specie di validazione dandola attraverso la sua autorevolezza, parlandone, portandola fuori dai laboratori esplicitandola pubblicamente. Però ripeto, non può essere una specie di ricatto, perché non tutti sono dotati, non tutti ne hanno voglia, ma almeno deve essere chiaro che questo tipo di lavoro è riconosciuto come valido ed opportuno. Credo sia necessario eliminare questo atteggiamento un po' strano che non si giustifica, di superiorità da parte di chi non svolge alcuna attività di comunicazione verso chi invece affianca alla ricerca attività di divulgazione.

Franco L. Fabbri:
Io ricorderei una mia esperienza recente. Durante le giornate dedicate al piano triennale dell' INFN c'è stata un intervento finale del nostro Presidente relativo all'importanza della comunicazione. Ho allora fatto una piccola indagine tra i giovani che fanno comunicazione a Frascati, quindi un'indagine limitata. Ho chiesto a chi fa comunicazione, molti li conosco, con alcuni lavoro insieme, quanto tempo dedicano alla comunicazione. Tipicamente il dieci, quindici per cento. Po ho chiesto se quando fanno un curriculum, inseriscono questa attività. Otto su dieci non lo fanno. Perché ? C'è evidentemente un problema. Si dice nei corridoi che se uno può fare la ricerca, fa la ricerca, se non può farla, fa la comunicazione. É un altro modo di svilire e di contraddire quello che continuamente viene detto nelle conferenze sull'importanza della comunicazione.

Rinaldo Baldini:
Io non ho un'opinione definita sull'argomento anche perché mi occupo di queste cose da troppo poco tempo. Però riguardo la mia esperienza di cui sono molto contento ed entusiasta. Non ho avuto problema di questo genere con nessuna delle persone dell' INFN a cui mi sono rivolto per farmi aiutare. Forse vado fuori tema,

ma noi sulla questione della comunicazione avremo fra poco una cartina di tornasole che è la verifica se le iscrizioni a fisica alla fine di questo anno sono aumentate o no. Se questo effetto c'è stato, la comunicazione come viene fatta adesso funziona, altrimenti andrebbe ripensata.

Elisabetta Durante:
Interrompo solo per dire che molte università italiane hanno intrapreso iniziative formidabili come ad esempio che non faranno pagare le tasse a chi s'iscrive a fisica.

Michelangelo Mangano:
La domanda di Franco era molto precisa: perché alcuni ricercatori non mettono le loro attività di comunicazione nel curriculum. Non so dare una risposta alla domanda, ma posso fare alcuni commenti alla problematica che non è banale. Innanzitutto, per uno scienziato la divulgazione non è fatta a bacchetta, ma nasce dentro e in quanto tale è incontrollabile. Non ti dedichi alla comunicazione perché qualcuno dice di farlo né perché pensi di avere un ritorno nella tua carriera. É piuttosto una pulsione, di chi vuole condividere con gli altri quello che fa, la sua passione, perché gli piace il contatto con il pubblico, con i giovani, con gli studenti.
Ovviamente questo comporta tempo, dispendio di energie e quindi alla fine dell'anno quando lo scienziato viene valutato per come ha utilizzato il suo tempo all'interno della struttura, sarebbe bello che questa parte venisse riconosciuta. Questo crea però un problema perché chi valuta dovrebbe essere non solo capace di valutare il valore scientifico della tua ricerca ma pronto a valutare per questo altro tipo di attività. Quindi bisogna anche evitare che uno scienziato scadente che trova un'attività come questa per tappare i suoi pomeriggi in cui non riesce a pensare, utilizzi questa attività per scavalcare i colleghi. La questione è complessa proprio perché nel valutare un ricercatore è difficile pesare giustamente il valore scientifico e dare anche una valutazione dell'operato come divulgatore. Ovviamente le due cose non possono essere mese sullo stesso piano.

Franco Pacini:
Innanzitutto è assolutamente necessario che a fare divulgazione siano in generale le persone migliori e non tutte perché gli ottimi fisici, gli ottimi astronomi possono non avere le facoltà per comunicare, La questione è un poco come quando si usava pensare *non è bravo come professore allora diamolo alle elementari*, questo è assolutamente sbagliato. Noi recentemente abbiamo bandito un assegno in divulgazione astronomica; purtroppo c'è stata la tendenza a confermare il timore di prima per cui si è presentata solo una persone laureata con lode in fisica e con un'esperienza in divulgazione. Tutto il resto erano persone che dal punto di vista della ricerca non sembravano molto promettenti. Usando un giudizio un po' severo, su ventidue domande accolte, siamo riusciti a dare il posto d'idoneità a solo due persone. Ho parlato di questo per chiarire che un assegno in divulgazione è una cosa altrettanto seria quanto un assegno in altri campi e si può dire che c'è una tendenza a confermare quello che dite malgrado la grande fame di comunicazione.

Franco L. Fabbri:
Aggiungo solo che sono d'accordo con te ed è difficile valutarla, ma proprio non riportare l'attività di comunicazione nel curriculum vuol dire che la situazione è abbastanza difficile. Insomma malgrado le varie affermazioni dei nostri Enti sulla importanza della comunicazione rivolta al grande pubblico, la strada sembra ancora lunga. Chiuderei la tavola rotonda a questo punto. Ci sarebbero ancora molte cose interessanti delle quali discutere. Ripartiremo da questo punto durante la prossima conferenza di questa serie nell' ottobre 2008 a Trieste. Vedremo in quella occasione se si saranno fatti passi avanti.

Mario Calvetti, Direttore dei Laboratori Nazionali di Frascati, Galileo Galilei e Franco Pacini durante la chiusura dei Lavori.

I Partecipanti: Arrivederci a Trieste per ComunicareFisica2007.